UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

PROCESSAMENTOS E NÍVEIS PROTEICOS DAS DIETAS NOS DESEMPENHOS TÉCNICO E ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS

Hellen Buzollo

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

PROCESSAMENTOS E NÍVEIS PROTEICOS DAS DIETAS NOS DESEMPENHOS TÉCNICO E ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS

Hellen Buzollo

Orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2011

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PROCESSAMENTOS E NÍVEIS PROTEICOS DAS DIETAS NOS DESEMPENHOS TÉCNICO E ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS

AUTORA: HELLEN BUZOLLO

ORIENTADOR: Prof. Dr. DALTON JOSE CARNEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. DALTON JOSE CARNEIRO
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS
Departamento de Economia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. GIOVANI SAMPAIO GONÇALVES
Divisao de Pesca do Interior / Secao de Aquicultura e Controle / Instituto de Pesca / São José do Rio Preto/SP

Data da realização: 22 de fevereiro de 2011.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

HELLEN BUZOLLO – nasceu em São José do Rio Preto, SP, no dia 15 de outubro de 1982. Em agosto de 2004 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Unesp, Câmpus de Ilha Solteira, SP, realizando cursos e estágios. No ano de 2006 iniciou estágio no Laboratório de Ictiologia Neotropical (LINEO), sob orientação do Professor Doutor Alexandre Ninhaus Silveira, onde desenvolveu sua Iniciação Científica com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), com o projeto Análise estrutural do desenvolvimento embrionário de *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803). Em agosto de 2008 saiu para estágio supervisionado com orientação da Profª. Dra. Maria Célia Portella. Em janeiro de 2009, graduou-se em Zootecnia. Em março de 2009, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias em Jaboticabal - SP, sob orientação do Prof. Dr. Dalton José Carneiro, com bolsa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), submetendo sua dissertação à banca examinadora em fevereiro de 2011.

“ ... Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas. O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou que desistem deles."

Augusto Cury

Dedico,

Aos meus pais Valmir e Silvia e ao meu irmão Bruno,

por representarem tudo na minha vida. Tudo que sou

devo a vocês!!!

Ofereço,

Ao meu amor Adilson, pela dedicação,

incentivo e por fazer minha vida mais feliz.

Embora distante sempre perto do meu coração...

Amo demais todos vocês!!!

Agradecimentos

À Deus por me mostrar que nada é impossível, por ser meu escudo, minha força e segurança.

Ao meu orientador Dalton José Carneiro pela oportunidade concedida, pelos ensinamentos, dedicação e confiança no meu trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora da Qualificação e da Defesa: Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros, Profa. Dra. Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins e Dr. Giovani Sampaio Gonçalves. Muito obrigada pelas correções e sugestões, tão importantes para a redação final deste trabalho.

Ao Professor Dr. Euclides Braga Malheiros, pela ajuda com as estatísticas do capítulo de desempenho e a Professora Dra. Maria Inez Espagnolli Geraldo Martins, pela grande ajuda durante toda a redação do capítulo de avaliação econômica. Obrigada por me receberem sempre com disposição e carinho na sala de vocês!!!

À todos os funcionários do CAUNESP. Em especial agradeço de coração ao senhor Mauro pela enorme ajuda antes, durante e após o experimento.

Aos meus amigos e colegas que trabalham direta ou indiretamente no LANOA, pelo grande auxílio durante todas as etapas deste trabalho: Gisele, Natália, Lidiane, Juliana (Tomys), Rodrigo (Gimbo), Thiago (Nogento), Gustavo (Vurto), Thiago (Strumi), Rodrigo (Tigrão), Caio (Eterno), Carol Nebo, Marcos Saita, Olívia (Taxinha), Ellen (Saga), Camila, Larissa, Rafael (Perdido), Márcia Stech, Silvinha e Paulo (do Rio de Janeiro). Sem vocês nada seria possível!!!

Um agradecimento em especial ao meu amigo Rodrigo Gimbo pela grande ajuda na "costura" das gaiolas experimentais durante dias e as minhas amigas Gisele Fávero, Lidiane Sandre e Natália Leitão por ficarem até a noite no laboratório me ajudando e fazendo companhia quando precisei. Adoro vocês!!!

À minha querida amiga e conselheira Elisamara Raposo por me aguentar todos os dias e me fazer sorrir sempre.

Aos meus amigos Max Ternero Cangani, Bruno Lodo, Fernanda Basso e Fabiana Almeida pelo apoio, dedicação e conversas descontraídas.

Aos meus sogros José Luiz Pazzini e Neide Bortolotto Pazzini pelo amor, incentivo e por me tratarem como filha. Amo vocês!!

Aos meus amados avós Anastácio Brussolo, Olga Navarro e Maria Gomes Buzollo pelas constantes orações.

Aos meus grandes amigos e sempre orientadores Dr. Alexandre Ninhaus Silveira e Rosicleire Veríssimo Silveira pelo apoio e confiança.

Em especial ao meu amado e companheiro de todas as horas Adilson José Pazzini, por todos esses anos de compreensão e felicidade plena. Amo muito muito você!!!

Ao CNPq pela bolsa concedida.

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

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS 1

1.1 - Importância da espécie 2

1.2 - Produção de peixes em tanques-rede 3

1.3 - Exigência de proteínas em dietas 5

1.4 - Estudos de processamento de dietas para peixes 7

1.5 - Estudos econômicos 9

2 - OBJETIVOS 12

2.1- Geral: 12

2.2 - Específicos: 12

Referências Bibliográficas 13

CAPÍTULO 2 – DIETAS PELETIZADAS E EXTRUSADAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS PARA TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS. I – DESEMPENHO E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL 21

RESUMO 21

SUMMARY 22

1 - Introdução 23

2 - Material e métodos 25

2.1 - Ensaio de desempenho e composição corporal 25

2.1.1 - Instalações e Condições Experimentais 25

2.1.2 - Material Biológico e Manejo 26

2.1.4 - Delineamento experimental 28

2.1.5 - Avaliação de desempenho produtivo 29

2.1.6 - Análise da composição corporal 30

2.1.7 - Parâmetros de eficiência nutricional..... 30

2.1.8 – Índices Fisiológicos 31

2.2 - Ensaio de digestibilidade..... 32

2.3 - Análises estatísticas..... 33

3 - Resultados 34

3.1 - Desempenho produtivo 34

3.2 - Eficiência de utilização de nutrientes e Índices fisiológicos..... 38

3.4 - Composição Corporal..... 40

3.5 - Ensaio de Digestibilidade 41

4- Discussão..... 42

5 – Conclusões..... 49

6- Referências Bibliográficas..... 50

7- Anexo 56

CAPÍTULO 3 – DIETAS PELETIZADAS E EXTRUSADAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS PARA TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS. II – DESEMPENHO ECONÔMICO 57

RESUMO..... 57

SUMMARY 58

1 - Introdução 59

2 - Material e métodos..... 61

2.1 - Instalações e condições experimentais..... 61

2.3 - Dietas experimentais..... 63

2.4 - Delineamento experimental..... 63

2.5 – Avaliação de desempenho produtivo..... 65

2.6 - Análises estatísticas..... 65

2.7 - Análise econômica 66
2.7.1 - Parâmetros econômicos para cenários simulados 69
3 - Resultados e discussão 71
3.1 – Desempenho produtivo 71
3.2 – Resultados econômicos 73
3.3 – Simulações 77
3.3.1 – Alteração da densidade de estocagem 77
3.3.2 – Custos mensais 80
3.3.3 – Estratégia alimentar 81
4- Conclusões 84
5 - Referências bibliográficas 85
6 – Anexos 89

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – Dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis proteicos para tilápia-do-nilo em gaiolas. I – Desempenho e eficiência nutricional

Página

Tabela 01. Valores médios de parâmetros físico-químicos da água durante o período experimental 26

Tabela 02. Formulações e composição bromatológica das dietas experimentais 28

Tabela 03. Análises das variáveis de desempenho produtivo de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível 35

Tabela 04. Análises das variáveis de ganho em peso médio de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível 36

Tabela 05. Análises das variáveis de eficiência de utilização de nutrientes e índices fisiológicos de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestíveis (valores expressos em % matéria natural) 39

Tabela 06. Análises de variância da composição corporal em tilápias-do-nilo alimentadas com dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (valores expressos em % matéria natural) 40

Tabela 07. Análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) em dietas para tilápia-do-nilo (valores expressos em 100% MS) 41

CAPÍTULO 3 – Dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis proteicos para tilápia-do-nilo em gaiolas. II – Desempenho econômico

Página

Tabela 01. Valores médios de parâmetros físico-químicos da água durante o período experimental 62

Tabela 02. Formulações e composição bromatológica das dietas experimentais 64

Tabela 03. Preços e porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais..... 67

Tabela 04. Parâmetros técnicos da criação de tilápias-do-nilo em gaiolas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível 71

Tabela 05. Custo operacional total do processamento de 100 kg de dietas extrusadas e peletizadas e três níveis de proteína digestível, em R$ dezembro de 2010 74

Tabela 06. Custo operacional e indicadores de rentabilidade de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas, na densidade de 55 peixes/m^3, alimentadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados em m^3, em reais (R$), em de dezembro de 2010) 76

Tabela 07. Simulação ao final do período experimental (117 dias) do custo ope - racional de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas extrusadas e peletiza - das contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010) 78

Tabela 08. Parâmetros técnicos da simulação de produção de tilápias-do-nilo em gaiolas de volume útil de 1,0 m^3, na densidade de 111 peixes/m^3 (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010) 80

Tabela 09. Simulação do custo operacional da estratégia alimentar para dietas extrusadas e peletizadas ao final do período experimental (117 dias) (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010) 82

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 – Dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis proteicos para tilápia-do-nilo em gaiolas. I – Desempenho e eficiência nutricional

Página

Figura 01. Valores médios de ganho em peso da produção de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas (A) e dietas peletizadas (B) durante o período experimental 37

CAPÍTULO 3 – Dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis proteicos para tilápia-do-nilo em gaiolas. II – Desempenho econômico

Página

Figura 01. Participação média dos itens nos custos operacionais totais da produção de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas. Dietas extrusadas (A) e (B) com densidade de estocagem de 55 e 111 peixes / m^3, respectivamente. Dietas peletizadas (C) e (D) com densidade de 55 e 111 peixes / m^3, respectivamente..... 79

Figura 02. Lucro operacional da produção de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas (A) e dietas peletizadas (B) durante o período experimental 80

LISTA DE ANEXOS

CAPÍTULO 2 – Dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis proteicos para tilápia-do-nilo em gaiolas. I – Desempenho e eficiência nutricional

Página

Anexo 01. Guia de alimentação para 1000 tilápias em tanques-rede 56

CAPÍTULO 3 – Dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis proteicos para tilápia-do-nilo em gaiolas. II – Desempenho econômico

Página

Anexo 01. Guia de alimentação para 1000 tilápias em tanques-rede 90

Anexo 02. Investimento inicial, depreciação e manutenção da infraestrutura para criação de tilápias-do-nilo em gaiolas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível, em reais (R$) dezembro de 2010 91

Anexo 03. Itens de custo do uso do capital fixo utilizado na confecção de dietas experimentais extrusadas e peletizadas para tilápia-do-nilo, em reais (R$) dezembro de 2010 92

Anexo 04. Custo e rentabilidade aos 30 dias de experimento de tilápias-do-nilo criadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados em m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010) 93

Anexo 05. Custo e rentabilidade aos 60 dias de experimento de tilápias-do-nilo criadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados em por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010)..... 94

Anexo 06. Custo e rentabilidade aos 90 dias de experimento de tilápias-do-nilo criadas com dietas extrusadas ou peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados por m^3, em reais (R$) dezembro de 2010 95

PROCESSAMENTOS E NÍVEIS PROTEICOS DAS DIETAS NOS DESEMPENHOS TÉCNICO E ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho produtivo e determinar os custos de produção buscando melhores lucratividades de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas peletizadas e extrusadas contendo três níveis de proteína digestível. Foram utilizados 990 peixes revertidos para machos (116,02 ± 25,87g), distribuídos em 18 gaiolas (1,0 m^3), em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e três repetições, em esquema fatorial 2 x 3, com 55 tilápias-do-nilo em cada gaiola. Os peixes foram alimentados com seis dietas com aproximadamente 4223 kcal kg^{-1} de energia digestível, contendo três níveis de proteína digestível (25,0; 28,0 ou 31,0 %). As tilápias foram arraçoadas seis vezes ao dia, durante 117 dias. Não houve mortalidade durante o período experimental. As tilápias alimentadas com dietas extrusadas, obtiveram melhor desempenho produtivo, apresentando as melhores médias para todas as variáveis analisadas. Quanto ao nível proteico, as maiores médias de consumo diário de dieta (CDD) ($P<0,05$) ocorreram com tilápias alimentadas com dietas de 31,0 % PD, diferente das taxas de eficiência proteica (TEP) e eficiência de retenção de proteína bruta (ER_{PB}) que diminuíram com a elevação do nível proteico. Dietas extrusadas apresentaram as melhores médias de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para proteína bruta (PB). O item de maior importância na participação dos custos totais foi relacionado à alimentação. De maneira geral, devido a baixa densidade de estocagem e altos custos operacionais, foram obtidos prejuízos em todos os tratamentos. Na simulação da produção, os indicadores econômicos mostraram que a densidade de estocagem e o custo da dieta foram fatores decisivos para se obter lucratividade. A adoção de estratégia alimentar pode aumentar os lucros operacionais da produção.

Palavras-chave: desempenho produtivo, indicadores econômicos, *Oreochromis niloticus,* processamento de dietas

DIET PROCESSING AND PROTEIN LEVEL EFFECT IN TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCES OF NILE TILAPIA REARED IN CAGES

SUMMARY - The objective of the study was to evaluate production performance and to determine production costs in order to optimize the profit from a net cage tilapia production fed pelletized and extruded diets containing three different levels of digestible proteins. The experiment used 990 reverted to males (116.02 ± 25,87g), distributed in 18 cages (1.0 m^3) at a density of 55 tilapias per cage. Experimental design was completely randomized in a 2 x 3 factorial, with six treatments with three replicates. The fish were fed six diets containing approximately 4223 kcal kg^{-1} of digestible energy and three different levels of digestible protein (25.0, 28.0 or 31.0 %). Tilapias were fed six times daily, during 117 days. The different treatments did not affect survival rates. Tilapia fed extruded diets displayed better productive performance and better means for the studied variables. As for protein level, the higher averages of diet daily consumption (DDC) ($P<0.05$) were observed for tilapias that were fed the 31.0 % DP diet. On the other hand, protein efficiency ratio (PER) and protein productive value (PPV) decreased as protein level increased. Extruded diet displayed the best means of apparent digestibility coefficient (ADC) for crude protein (CP). While estimating total production cost, feeding cost was the most important. In general, due to low stocking density and high operational costs, no treatment was cost effective. Economic indicators obtained from the simulation of production study showed that stocking density and diet costs were decisive factors when determining how profitable the activity can be. The adoption of a feeding strategy increased operational profits of production.

Keywords: productive performance, economic indicators, diet processing, *Oreochromis niloticus*

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A demanda crescente por alimentos de alta qualidade e a necessidade de produção cada vez maior de fontes proteicas fazem da aquicultura uma atividade economicamente promissora e em ascensão no Brasil, possibilitando a oferta de alimentos com alto conteúdo de proteínas e a geração de empregos (GONÇALVES, 2009).

Nas últimas duas décadas, a produção aquícola brasileira cresceu de forma expressiva. De acordo com dados do MPA (2010), a produção nacional de pescado no ano de 2009 alcançou um volume de 1.240.813 toneladas, sendo que a aquicultura contribuiu com 33,5%, deste valor (415.649 toneladas).

A maior parte da produção de pescado é proveniente da pesca, mas tem apresentado oscilações no comportamento, pois as principais zonas de pesca atingiram o patamar máximo de exploração, devido a fatores como aumento da produção de lixo, gases do efeito estufa e esgoto, além da navegação, que também ameaça os ecossistemas marinhos. Assim, esta produção não será capaz de satisfazer a demanda pelo pescado e terá que ser compensada pela piscicultura, que tem mostrado um sólido e constante crescimento, com a produção passando de 177.125 toneladas em 2003 para 337.353 toneladas no ano de 2009 (MPA 2010; FAO, 2008).

O Brasil se destaca como um dos países de maior potencial para a expansão da aquicultura, devido ao grande potencial hídrico, com mais de 5,3 milhões de hectares de espelho de água doce que poderiam ser aproveitadas ou reaproveitadas em produção aquicola (OSTRENSKY et al., 2008). Além disso, apresenta características favoráveis, como clima, diversidade em espécies nativas, áreas adequadas ao desenvolvimento da atividade, além de condições favoráveis do mercado consumidor interno e externo.

ZANIBONI-FILHO et al. (2005) relataram que a expansão da piscicultura intensiva no Brasil nos últimos anos está associada, não só ao grande potencial hídrico

existente, mas à grande disponibilidade de grãos para o processamento de dietas balanceadas de ótima qualidade.

Nas dietas para peixes, a proteína é considerada o principal nutriente, por ser essencial para o crescimento e responsável pela maior parte do conteúdo corporal do animal. Este nutriente representa o maior custo da dieta e está intimamente relacionado com o balanceamento energético-proteico (HISANO e PORTZ, 2007).

Entre todas as espécies de peixes, a tilápia-do-nilo, originária do continente Africano, é a espécie mais cultivada no mundo todo. O aumento na produtividade dessa espécie requer dietas balanceadas, pois o alimento natural não é capaz de atender às suas exigências nutricionais, principalmente quando criados em tanques-rede ou gaiolas, onde a elevada biomassa por área pode aumentar consideravelmente a produção aquícola e atrair novos investidores devido ao rápido retorno de investimento.

A expansão da aquicultura é dependente da utilização de alimentos balanceados e processados. Existem diversos estudos que comprovam que os processamentos químicos e físicos das dietas e ingredientes através da extrusão e peletização podem melhorar ainda mais o aproveitamento pelo animal. Esses processos ajudam a aumentar a eficiência dos nutrientes e a diminuir perdas por lixiviação na água, obtendo-se dietas com maior precisão no balanceamento, melhor aproveitamento pela espécie e redução dos custos de produção (FURUYA et al., 1998; FEDRIZI, 2009).

1.1 Importância da espécie

A tilápia, *Oreochromis niloticus,* pertence à família Cichlidae, compõe o grupo de peixes que mais cresce em comercialização mundial. É o segundo grupo mais produzido mundialmente e, apesar das imprecisões estatísticas, estima-se ser a espécie mais produzida no Brasil (ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004).

No Brasil a produção de tilápia-do-nilo ao longo das últimas duas décadas, vem desempenhando um papel cada vez mais importante na economia de muitas regiões brasileiras sendo, ano após ano, foco de muitos grupos de pesquisa (FURUYA e

FURUYA, 2010). Sua ampla produção se deve a características relevantes como alta produtividade, rusticidade, grande capacidade de adaptação e filé de ótima aceitação no mercado consumidor (MEURER et al., 2000).

Segundo dados do MPA (2010), a produção de tilápia no Brasil apresentou um padrão de crescimento contínuo desde 1994. Entre os anos de 2003 e 2009, a produção de tilápia cresceu 105,0 %, passando de 64.857,5 para 132.957,8 toneladas. A produção de tilápia representa 39,0 % do total pescado proveniente da piscicultura continental.

A produção de tilápia é destinada principalmente a frigoríficos, com a finalidade de produzir filés ou peixes inteiros eviscerados, mas a produção também é destinada aos pesque-pagues e consumidores finais, sendo comercializada diretamente pelos próprios produtores (NOGUEIRA e RODRIGUES, 2007).

1.2 - Produção de peixes em tanques-rede

A criação de peixes em tanques-rede é um dos sistemas de produção que mais vem se desenvolvendo no Brasil. AYROZA et al. (2006) relataram que no final da década 1990 ocorreu uma mudança no perfil da aquicultura do estado de São Paulo com a desaceleração da criação de peixes em viveiros escavados e a implementação da criação em tanques-rede, sistema de produção que está cada vez mais difundido entre os piscicultores. Em decorrência disso, os setores técnicos e produtivos envolvidos encontram-se em fase de adequação a essa nova realidade.

Tanques-rede ou gaiolas são estruturas flutuantes delimitadas por redes ou telas fechadas de todos os lados, que retêm os peixes e permitem a renovação constante da água no interior. Dessa forma, promove o suprimento de oxigênio aos peixes e a remoção de dejetos e metabólitos produzidos, possibilitando a produção de grande biomassa de peixes por unidade de volume (OSTRENSKY et al., 2008).

Segundo ONO e KUBITZA (2003), o desempenho produtivo depende da qualidade dos insumos, das técnicas de manejo e produção, além da qualidade da água

onde são instalados os tanques-rede. O conjunto desses fatores é decisivo para o crescimento, a conversão alimentar e a saúde dos peixes.

Deve-se considerar que os peixes confinados em tanques-rede não têm como se deslocar para locais com melhor qualidade de água, sendo então necessário dispensar uma atenção especial ao monitoramento da qualidade de água e ao posicionamento dos tanques-rede nos corpos d'água.

EL-SAYED (2006) apontou como principais vantagens desse sistema produtivo: maior facilidade de retirada dos peixes para venda (despesca), menor investimento inicial (60,0 % a 70,0 % menor do que viveiros escavados), facilidade de movimentação e relocação dos peixes, intensificação da produção, facilidade de observação dos peixes, redução do manuseio dos peixes e diminuição dos custos com tratamentos de doenças. Além disso, há a possibilidade de se produzir organismos em reservatórios de hidroelétricas, lagos e rios, constituindo-se numa alternativa viável para geração de empregos e renda.

Como desvantagens, observam a necessidade de fluxo constante de água através das redes, a dependência total do sistema de arraçoamento, o risco de rompimento da tela da gaiola com perda da produção e a possibilidade de introdução de doenças e/ou espécies de peixes no ambiente, prejudicando a população natural (EL-SAYED, 2006).

Quanto à alimentação dos peixes mantidos em sistema intensivo de produção, é necessária a utilização de dietas completas que atendam às exigências em energia e nutrientes, pois é a única fonte de alimento (GONÇALVES et al., 2007).

O formato dos tanques-rede não é fator decisivo para boa renovação de água, mas tanques retangulares são mais eficientes quando comparados aos cilíndricos. Considera-se como ideal, a renovação de água de pelo menos cinco vezes o volume do tanque e a abertura da malha deve ser a maior possível, em concordância com o tamanho dos peixes (ONO e KUBITZA, 2003).

Dentre as diversas espécies existentes (nativas ou exóticas) e independente do foco de estudo no Brasil, muitos trabalhos vem sendo realizados utilizando tanques-rede de pequeno ou grande volume. Como por exemplo, CARNEIRO et al. (1999) com

tilápias vermelhas (*Oreochromis sp*), VERA-CALDERÓN e FERREIRA (2004) com tilápias vermelhas (*Oreochromis sp*) e niloticas (*Oreochromis niloticus*), FURLANETO et al. (2006) com tilápias (*Oreochromis spp*), ABIMORAD et al. (2009) com pacu (*Piaractus mesopotamicus*), SUSSEL et al. (2009) com tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), ALEXANDRE (2010) com surubins híbridos (*Pseudoplatystoma corruscans x Pseudoplatystoma fasciatum)*, BRANDÃO et al. (2004) com tambaqui (*Colossoma macropomum*) e BRANDÃO et al. (2005) com matrinxã (*Brycon amazonicus*). Esses trabalhos relataram que é vantajoso o uso de tanques-rede, proporcionando altas taxas de crescimento e rendimento econômico, mas apontam que os produtores devem ficar atentos para as opções do sistema de criação, principalmente na escolha do tamanho dos tanques-rede.

1.3 - Exigência de proteínas em dietas

A proteína corresponde ao nutriente de maior importância, compondo a maior parte do organismo animal (65,0-75,0% em peso seco) e sendo o necessário seu contínuo suprimento alimentar para atender às exigências de manutenção e produção. Os aminoácidos são as unidades constituintes das proteínas e o seu perfil é decisivo para garantir a qualidade das dietas e o máximo crescimento dos animais (FURUYA, 2010). São encontrados cerca de 20 aminoácidos nas proteínas, mas somente dez são essenciais aos peixes, sendo estes: arginina, histidina, isoleucina, leucina, metionina, valina, fenilalanina, treonina, lisina e triptofano (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994).

Durante o processo metabólico, as proteínas são hidrolisadas, liberando aminoácidos livres que serão distribuídos por meio da corrente sanguínea para órgãos e tecidos. Dietas com insuficiência de proteínas e aminoácidos podem reduzir o crescimento e a eficiência alimentar, mobilizando a proteína de alguns tecidos para a manutenção de funções vitais. Por outro lado, a proteína fornecida pela dieta será utilizada para a formação de tecido muscular e crescimento e, em excesso, para a

produção de energia. Isto não é desejável, pois este é o nutriente mais oneroso da dieta (WILSON, 2002).

Sabe-se que determinar um único valor de proteína dietética para as diferentes fases de desenvolvimento é impraticável. Diversos fatores influenciam a exigência em proteínas; entre eles, a temperatura da água, a idade do peixe (WILSON, 2002), a taxa de arraçoamento, a qualidade da proteína utilizada e a participação de fontes energéticas não-proteicas, como os lipídios e os carboidratos.

Preconiza-se que as dietas sejam formuladas com base em nutrientes digestíveis, visando o máximo desempenho dos animais, e a mínima poluição do ambiente aquático, pois o uso de dietas não balanceadas reduz a absorção de nutrientes pelos peixes, o que pode resultar em excesso de matéria orgânica na água.

A exigência de proteína para tilápias vem sendo estudada por diversos autores. AL-HAFEDH (1999), avaliou diferentes níveis de proteína bruta (25,0; 30,0; 35,0; 40,0 e 45,0%) em quatro fases do crescimento inicial desta espécie (0,51; 45,0; 96,0 e 264,0 g) que foi criada em viveiros, determinando as exigências de 30,0% de proteína bruta para os peixes com 45,0; 96,0 e 264,0g e de 40,0% para peixes com 0,51g. De acordo com o NRC (1993), a exigência proteica de tilápias poderia estar entre 28,0 e 32,0 % de proteína digestível, utilizando-se dietas purificadas contendo 3000 kcal de energia digestível/ kg de dieta.

Para tilápia-do-nilo, objeto desse estudo, FURUYA et al. (2000) avaliaram o efeito de sete níveis de proteína bruta (24,0; 26,0; 28,0; 30,0; 32,0; 34,0 e 36,0 %) em média com 2837,41 $kcal.kg^{-1}$ sobre o desempenho de juvenis revertidos de tilápia-do-nilo criados em viveiros, com peso inicial de 0,43 ± 0,05 g e constataram melhores resultados quando utilizado 32,0 % de proteína bruta.

EL-SAYED (2006) relatou que para juvenis de tilápia, a exigência de proteína varia de 30,0 a 40,0%, enquanto que em tilápia adulta, 20,0 a 30,0% de proteína bruta é suficiente para um ótimo desempenho.

Estudando a redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-nilo (5 a 125 g), adotando-se o conceito de proteína ideal, FURUYA et al. (2005) relataram é possível a redução do nível de proteína de 30,0 para 27,5% de proteína digestível em

dietas para juvenis de tilápia-do-nilo, sem efeitos negativos sobre o crescimento, rendimento de carcaça e a composição química dos filés.

BOTARO et al. (2007) também com o objetivo de avaliar a redução do nível de proteína em dietas para tilápias-do-nilo, com peso inicial de 34,63g, criadas em tanques-rede, por meio da aplicação do conceito de proteína ideal, observaram que é possível reduzir o nível de proteína digestível, de 27,0 (29,1% de PB) para 24,3% (26,6% de PB). Trabalhando na mesma linha de pesquisa, RIGHETTI et al. (2011) relataram que é possível reduzir, de 26,74 para 24,53%, a proteína digestível em dietas para tilápias-do-nilo na fase de 100 a 500 g, por meio da suplementação com aminoácidos sintéticos com base no conceito de proteína ideal.

Em um experimento conduzido em tanques-rede, utilizando tilápias-do-nilo revertidas ou não sexualmente, e peso médio inicial de 127,0 g, GAYÃO (2009) avaliou os efeitos de dois níveis proteicos (28,0 e 32,0 % PB) sobre o desempenho dos peixes. O autor observou que o nível de 32,0% de proteína bruta na dieta possibilitou melhor desempenho para as tilápias em ambos os grupos; porém, o nível de 28,0% de proteína bruta foi suficiente para um desempenho satisfatório e desejável à saúde dos peixes.

1.4 - Estudos de processamento de dietas para peixes

A extrusão e a peletização são tratamentos físico-químicos utilizados no processamento de dietas em muitas indústrias, com o objetivo de incrementar a eficiência de sua utilização, aproveitando melhor o potencial do animal através de sua digestibilidade.

A peletização é um processo que ocorre a compactação e a prensagem forçada da mistura dos ingredientes através da abertura nos anéis da peletizadora, atingindo temperaturas de 80 a 90ºC (KUBITZA, 1999). A aglomeração de pequenas partículas origina partículas maiores, denominadas peletes. Para isto, os ingredientes devem apresentar condições ideais para a produção de grânulos de alta qualidade nutricional e boa estabilidade na água (FANCHER et al., 1996).

As dietas peletizadas apresentam algumas vantagens em comparação aos demais processamentos, pois evitam a rejeição e seleção de alimentos (em relação à farelada), facilitam o transporte e barateiam a estocagem, melhoram o fluxo no arraçoamento automático, apresentam menor custo de produção, preservam a digestibilidade de nutrientes, inativam parte dos fatores anti-nutricionais, diminuem a perda de nutrientes (em relação à extrusada) e geleificam até 35,0 % o amido. Porém, apresentam algumas desvantagens, diminuem a procura do alimento, dificultam o controle da quantidade no arraçoamento e podem diminuir os teores de vitaminas A, D, E e K (na ausência de antioxidantes) (AKIYAMA e TAN, 1991).

A extrusão é o processo que utiliza alta temperatura e pressão, causando modificações físicas e químicas nos alimentos, provocando maior geleificação do amido e exposição dos nutrientes contidos no interior das células vegetais à ação digestiva, melhorando a eficiência alimentar dos peixes. Pressão e temperatura elevadas promovem a baixa densidade das dietas, fazendo com que ela flutue, proporcionando maior eficiência na ingestão do alimento e, também, melhor controle no manejo alimentar, pois esse tipo de processamento permite um controle visual quanto ao apetite do peixe e a eventuais sobras (KUBITZA, 1999).

Como vantagens do uso de dietas extrusadas também podem ser citadas: diminuição de pó, aumento da estabilidade na água, disponibilidade de nutrientes, facilidade do manejo no arraçoamento, menor produção de farelos (1,0 a 2,0 %) no manuseio, comparado a dietas peletizadas (5,0 a 8,0 %), melhor conversão alimentar e maior tempo de estocagem. Já as principais desvantagens do uso são: saciação do peixe antes da ingestão necessária para o máximo crescimento (devido à expansão excessiva do alimento), maior custo de processamento, maiores gastos com embalagens e armazenamento, diminuição do consumo no inverno, dificuldade de inclusão de teores desejáveis de lipídios e proteína de origem animal e perda de vitaminas (AKIYAMA e TAN, 1991).

FURUYA et al. (1998), com o objetivo de comparar dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápia-do-nilo na fase de terminação, de 188,9 a 362,4 gramas, concluíram que a melhora no desempenho dos peixes com a dieta

extrusada não foi suficiente para se obter desempenho econômico semelhante ou superior ao da dieta peletizada.

Os efeitos da peletização e da extrusão também foram estudados em dietas para engorda para a truta arco-íris (*Oncorynchus mykiss)*. POKNIAK et al. (1999) encontraram uma menor perda do alimento para as dietas extrusadas devido à maior flutuabilidade na água e maior tempo para o consumo.

ANTONIO (2004) avaliou o efeito da extrusão e da peletização sobre a digestibilidade das frações proteicas e energéticas de alimentos de origem vegetal (farelo de soja, soja integral tostada, levedura, farelo de algodão, milho, farelo de trigo e farelo de arroz) e frações proteicas para alimentos de origem animal para a tilápia (farinha de peixe, farinha de vísceras, farinha de sangue e farinha de carne). Esse autor verificou que a peletização aumentou a digestibilidade da fração proteica dos produtos de origem vegetal. Já a extrusão aumentou a digestibilidade da fração proteica para os farelos de trigo e soja, como alimentos de origem vegetal e para farinha de peixe, como alimento de origem animal. Em outro estudo com a mesma espécie, FEDRIZI (2009), relatou que a peletização promoveu, de forma geral, maior digestibilidade da fração proteica e de lipídios para os ingredientes estudados (milho, farelo de trigo, quirera de arroz e sorgo), quando comparada à extrusão, com exceção do amido, que alcançou alta digestibilidade nos alimentos peletizados e também nos extrusados. Os resultados corroboram com outro estudo de FEDRIZI (2005) que, estudando a digestibilidade de alimentos energéticos crus ou processados por peletização ou extrusão para pacu, observou menores coeficientes de digestibilidade da proteína, lipídeos e energia bruta para todos os alimentos energéticos extrusados (milho, farelo de trigo, quirera de arroz e sorgo).

1.5 - Estudos econômicos

A piscicultura vem se consolidando como importante atividade no agronegócio brasileiro, substituindo em parte o peixe proveniente da pesca extrativa (FAO, 2009).

OSTRENSKY et al. (2008) citam como principais entraves para o desenvolvimento da aquicultura brasileira, questões ambientais, dificuldades para regularização dos empreendimentos, falta de organização da cadeia produtiva, dificuldade de obtenção de linhas de crédito e elevada carga tributária, entre outros.

No planejamento da piscicultura são altamente relevantes os aspectos econômicos da atividade. BARROS (2010) relatou que os índices econômicos podem ser obtidos a partir do custo de produção básico que inclui o cálculo dos custos fixos e custos variáveis. O custo variável inclui: juvenis, ração, mão-de-obra, combustível. Esses itens são os que geram maior impacto na produção, porém são pouco controlados ou registrados apenas no primeiro ciclo. O piscicultor que faz uma apuração apropriada do seu custo de produção tem vantagens, pois reúne informações que permitem uma tomada de decisão mais rápida o que pode levar a maior rentabilidade.

Projetos executados sem as devidas análises econômicas e zootécnicas podem constituir-se em rápida descapitalização dos investimentos. Um bom manejo tecnológico na produção de peixes permite maior produtividade e os estudos econômicos dão suporte à expansão da atividade, proporcionando ao piscicultor maior lucratividade, que é o objetivo principal de todo o empreendimento (CASACA e TOMAZELLI JÚNIOR, 2001)

No período de 2007 a 2009, observa-se que a aquicultura registrou expressiva evolução, com um crescimento relativo de 43,8%, sendo que as principais criações de aves, suínos e bovinos registraram um crescimento de 12,9; 9,2 e 8,6%, respectivamente (MPA, 2010).

Dentre as diversas espécies de peixes existentes, as principais espécies criadas no Brasil em 2007, em ordem decrescente foram: tilápias (95.091 t), carpas (36.631,5 t), tambaqui (30.598,5 t), pacu (12.397 t) e tambacu (10.854 t) (IBAMA, 2009). Em 2009, a produção de tilápias foi de 132.957,8 t e a de tambaquis foi de 46.454,2 t (MPA, 2010).

Diversos estudos econômicos têm sido realizados no Brasil envolvendo sistemas de cultivo de peixes (CARNEIRO et al., 1999; MARTINS et al., 2001; VERA-CALDERÓN e FERREIRA, 2004; FURLANETO et al., 2006; SCORVO FILHO et al., 2006; CRIVELENTI et al., 2006; CAMPOS et al., 2007; FURLANETO et al., 2010;

NOVAES, 2010). Alguns caracterizam a situação da piscicultura na região de estudo e outros chamam atenção para a importância do acompanhamento econômico da piscicultura, principalmente de estudos de viabilidade econômica e do cálculo do custo de produção do peixe como informações estratégicas que possam auxiliar os produtores na tomada de decisões.

2 - OBJETIVOS

2.1- Geral:

O trabalho tem como objetivo, a geração de conhecimentos para aumentar a produção científico-tecnológica da criação de tilápias em gaiolas, visando o aumento da produção.

2.2 - Específicos:

Avaliar o desempenho técnico e econômico da criação de tilápia-do-nilo em gaiolas com dietas extrusadas e peletizadas.

Utilizando dietas extrusadas e peletizadas, analisar os níveis de proteína que garantam melhores taxas de eficiência nutricional e resultado econômico do desempenho de tilápia-do-nilo em gaiolas.

Referências Bibliográficas

ABIMORAD, E. G.; FAVERO, G. C.; CASTELLANI, D.; GARCIA, F. ; CARNEIRO, D. J. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture,** Amsterdam, p. 1-7, 2009.

ALEXANDRE, J. S. **Taxa de alimentação e freqüência alimentar para surubins criados em tanque de rede: desempenho produtivo e digestibilidade de proteína.** 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

AKIYAMA, D.M.; TAN, R.K.H. (Eds). **Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop***,* Thailand and Indonesia, September American Soybean Association, Singapore, p. 241, 1991.

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

ANTONIO, C. **Efeito da extrusão e da peletização sobre a digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para juvenis de tilapida do Nilo**. 2004. 59f. Monografia (Trabalho de graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

AYROZA, D.M.M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L.M.S. Regularização dos projetos de tanques-rede em águas públicas continentais de domínio da união no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, n.36, 36p, 2006.

BARROS, A. F. **Análise sócio econômica e zootécnica da piscicultura na microrregião da baixada Cuiabana-MT**. 2010. 129f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAUJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.357-362, 2004.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAUJO, L.D.; SILVA, A.L.F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.3, p.299-303, 2005.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, T.S.C.; SANTOS, V. G. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus)* criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 36, n. 3, p. 517-525, 2007.

CAMPOS, C.M.; GANECO, L.N.; CASTELLANI, D.; MARTINS, M.I.E.G. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim Instituto de Pesca,** São Paulo, v. 33, n.2, p. 265-271, 2007.

CARNEIRO, P.C.F.; MARTINS, M.I.E.G.; CYRINO, J.E.P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede – Avaliação econômica. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.29, n.8, p. 52-61, 1999.

CASACA, J. M.; TOMAZELLI JÚNIOR, O. **Planilhas para cálculos de custo de produção de peixes**. Florianópolis: Epagri, EMATER, 2001. 38p. (Documentos, 206). Disponível em: <http://www.acaq.org.br/arquivos/docplani.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2010.

CRIVELENTI, L.Z.; BORIN, S.; PIRTOUSCHEG, A.; NEVES, J.E.G.; ABDAO, E.M. Desempenho econômico da criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus)* em sistema de produção intensiva. **Veterinária Notícias,** Uberlândia, v.12, n.2, p.117-122, 2006.

EL-SAYED, A.F.M. Intensive Culture. In: ABDEL-FATTAH M. El-Sayed (Ed.). **Tilapia Culture**. Cambridge: CABI Publishing, 2006. p. 70 – 94.

FANCHER, B. I.; ROLLINS, D.; TRIMBEE B. Feed processin using the annular gap expander and its impacto no poultry performance. **Journal Appli Poultry Research**, Athens, v.5, n.4, p. 386-394.1996.

FAO. Food and Agricultural Organization. **El estado mundial de la Pesca y la Acuicultura: 2008**. Roma, 2009. 218p.

FEDRIZI, L. F. B. **Efeito do processamento de alimentos energéticos sobre o tempo de trânsito gastrintestinal e a digestibilidade de nutrientes e energia em juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 2005. 50f. Dissertação - (Mestrado em Aquicultura) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FEDRIZI, L. F. B. **Digestibilidade de nutrientes, crescimento e variáveis metabólicas em tilápias do nilo alimentadas com fontes de carboidratos peletizadas, extrusadas ou cruas**. 2009. 188f. Tese – (Doutorado em Aquicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp*.) em tanque-rede no médio Paranapanema,

Estado de São Paulo, Safra 2004/2005. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n. 3, p. 63-69, 2006.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Análise econômica da produção de tilápia em tanques-rede, ciclo de verão, região do médio Paranapanema, estado de São Paulo, 2009. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.40, n.4, p. 5-11, 2010.

FURUYA, W.M.; SOUSA, S.R.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P. Dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus L.),* fase de terminação. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.28, n.3, p. 483-487, 1998.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; SOARES, C.M. Exigência de Proteína para Alevino Revertido de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1912-1917, 2000.

FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus).* **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

FURUYA , W.M. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010, 100p.

FURUYA, W. M.; FURUYA, V.R.B. Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.88-94, 2010.

GAYÃO, A. L. B. A. **Nutrição e reversão sexual de tilápia do Nilo: parâmetros produtivos e estruturas do fígado**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; PADILHA, P.M.; BARROS, M.M. Disponibilidade aparente do fósforo em alimentos vegetais e suplementação da enzima fitase para tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1473-1480, 2007 (suplemento).

GONÇALVES, G.S. Nutrição e Alimentação de tilápias em tanques-rede. In: **WORKSHOP DE PISCICULTURA DO NOROESTE PAULISTA**, 2009, Votuporanga. 2009.

HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.8, n. 1, p. 42-45, 2007.

IBAMA. **Estatística de pesca 2007:** Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Coordenação de gestão de recursos pesqueiros, 2009. 151 p. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/rec_pesqueiros/index.php?id_menu=93>. Acesso em: 13 nov. 2010.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados.** 3ª Ed., Jundiaí: F. Kubitza, 1999. 123p.

MARTINS, C.V.B.; OLIVEIRA, D.P.; MARTINS, R.S.; HERMES, C.A.; OLIVEIRA, L.G.; VAZ, S.K.; MINOZZO, M.G.; CUNHA, M.; ZACARKIN, C.E. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 77-84, 2001.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus L*.). **Acta Scientiarum,** Maringá, v. 22, n. 2, p. 479-484, 2000.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. **Caderno consolidação dos dados estatísticos. Produção Pesqueira e Aquícola. Estatística 2008 e 2009.** Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/nt_AGO_19-08-Producao-de-pescado-aumenta>. Acesso em: 13 nov. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes**. Washington: National Academy Press, 1993. 102p.

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

NOVAES, A. F. **Volumes de tanques-rede na produção da tilápia-do-nilo: estudo de caso**. 2010. 41f. Dissertação - (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede.** 3. ed. Jundiaí: ACQUA IMAGEM, 2003. 112 p.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. A. CHAMMAS, M. A. Potencial para o desenvolvimento da aquicultura. In: OSTRENSKY, A., BORGUETTI, J.R., SOTO, D. (Editores) **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, p.159 -182, 2008.

POKNIAK, J.; CORNEJO, S.; GALLEGUILLOS, C.; LARRAÍN, C.; BATTAGLIA, J. Efectos de la extrusión o peletización de la dietade engorda sobre la respuesta productiva de la truta arcoiris (*Oncorynchus mykiss*) tamaño plato. **Archivos de Medicina Veterinária,** Valvidia, v.31, n.1, p. 141-150, 1999.

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília, IBAMA, 1994. 196p.

RIGHETTI, J. S.; FURUYA, W. M.; CONEJERO, C. I.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.3, p. 469-476, 2011.

SCORVO FILHO, J.D.; PINTO, C.S.R.M.; VERANI, J.R.; SILVA, A.L. Custo operacional de produção da criação de tilápias vermelha da Flórida e Tailandesa em tanque-rede de pequeno volume. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.36, n.10, p. 71-79, 2006.

SUSSEL, F.; SALLES, F.A.; GONÇALVES, G. S.; FACHINI, C.; AGOSTINHO, C.A. Avaliação Econômica da Substituição do Farelo de Soja por Farelo de Algodão em Dietas Práticas para Tilápias do Nilo Cultivadas em Tanques-Rede. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 10, p. 5-10, 2009.

VERA-CALDERON, L.E.; FERREIRA, A.C.M. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de São Paulo. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.34, n.1, p. 7-17, 2004.

WILSON, R.P. Amino Acids and Proteins. In: HALVER, J.E; HARDY, R.W. **Fish nutrition.** 3 ed., San Diego: USA: Academic Press, 2002. p.144-179.

ZANIBONI-FILHO, E. Z.; NUÑER, A. P. O.; GUERESCHI, R. M.; HERMES-SILVA, S. Cultivo de peixes em tanques-rede e impactos ambientais. In: CARDOSO, E.L; FERREIRA, R.M.A. **Cultivo de peixes em tanques-rede**: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. EPAMIG, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005. p.57-80.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt, 2004. p.239-266.

CAPÍTULO 2 – DIETAS PELETIZADAS E EXTRUSADAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS PARA TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS. I – DESEMPENHO E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL

RESUMO – O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência nutricional do desempenho de tilápia-do-nilo criadas em gaiolas com dietas peletizadas e extrusadas contendo três níveis de proteína digestível. Foram utilizados 990 peixes revertidos para machos (116,02 ± 25,87g), distribuídos em 18 gaiolas (1,0 m^3), em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições, em esquema fatorial 2 x 3 e com 55 tilápias-do-nilo em cada gaiola. Os peixes foram alimentados com seis dietas com aproximadamente 4223 kcal kg^{-1} de energia digestível, contendo três níveis de proteína digestível (25,0; 28,0 ou 31,0 %). As tilápias foram arraçoadas seis vezes ao dia, durante 117 dias. Não houve mortalidade durante o período experimental. As tilápias alimentadas com dietas extrusadas obtiveram melhor desempenho produtivo, apresentando as melhores médias para ganho em peso médio, conversão alimentar aparente, consumo diário de dieta, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica, eficiência de retenção de proteína e energia bruta, índice hepato-somático e índice gorduro-víscero-somático. Quanto ao nível proteico, as maiores médias de consumo diário de dieta (CDD) ($P<0,05$) ocorreram com tilápias alimentadas com a dieta de 31,0% PD, diferente das taxas de eficiência proteica (TEP) e eficiência de retenção de proteína bruta (ER_{PB}) que diminuíram com a elevação do nível proteico. A análise de composição corporal não apresentou diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos para os valores de umidade, proteína bruta, gordura e cinzas. Dietas extrusadas apresentaram as melhores médias de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para proteína bruta (PB), sendo que a dieta com o nível de 25,0% PD apresentou o melhor CDA.

Palavras chave: desempenho produtivo, *Oreochromis niloticus*, processamento de dietas, tanques-rede

CHAPTER 2 - PELLETED AND EXTRUDED DIETS CONTAINING DIFFERENT PROTEIN LEVELS FOR NILE TILAPIA IN CAGES. I - PERFORMANCE AND NUTRITIONAL EFFICIENCY

SUMMARY - The objective of the study was to evaluate the productive performance and body composition of Nile tilapia reared in net-cages and fed pelletized and extruded diets containing three different levels of digestible protein. The experiment used 990 reverted fish to males (116.02 ± 25,87g), distributed in 18 cages (1.0 m^3) at a density of 55 tilapias per cage. Experimental design was completely randomized in a 2 x 3 factorial, with six treatments with three replicates. The fish were fed six diets containing approximately 4223 kcal kg^{-1} of digestible energy and three different levels of digestible protein (25.0, 28.0, or 31.0 %). Tilapias were fed six times daily, during 117 days. The different treatments did not affect survival rates. Tilapia fed extruded diets displayed better productive performance and better means for to gain weight, feed conversion ratio, feed intake day, specific growth rate, protein efficiency ratio, protein and energy productive value and hepatosomatic index and visceral fat-somatic index. As for protein level, the higher averages of diet daily consumption (DDC) ($P<0.05$) were observed for tilapias that were fed the 31.0 % DP diet. On the other hand, protein efficiency ratio (PER) and protein productive value (PPV) decreased as protein level increased. Analysis of body composition did not display significant differences ($P>0.05$) among treatments for the following variables: moisture, crude protein, fat and mineral fraction (ashes). The extruded diets displayed better means for the variables apparent digestibility coefficient (ADC) and crude protein (CP), where the diet with the level of 25.0% PD showed a better CDA.

Keywords: productive performance, *Oreochromis niloticus*, diet processing and net cages

1- Introdução

A tilápia-do-nilo apresenta atributos que a torna uma das melhores espécies de peixe para a aquicultura, principalmente nos países em desenvolvimento, devido ao rápido crescimento, tolerância a ampla faixa de condições ambientais (temperatura, salinidade, baixo oxigênio dissolvido), resistência a estresse e doenças, facilidade de reprodução em cativeiro e aceitação de alimentos artificiais imediatamente após a absorção do saco vitelino (EL-SAYED, 2006).

Segundo dados do MPA (2010), a produção de tilápia no Brasil apresentou um padrão de crescimento contínuo desde 1994. Entre os anos de 2003 e 2009, a produção de tilápia cresceu 105,0%, passando de 64.857,5 para 132.957,8 toneladas. A produção de tilápia representa 39,0% do total pescado proveniente da piscicultura continental.

Com o crescimento da tilapicultura intensiva, o grande desafio de pesquisadores e empresas do setor é a busca por dietas de alta qualidade e balanceadas nutricionalmente, visando o aumento do potencial zootécnico de cada espécie. O rendimento corporal dos peixes está associado à qualidade do produto final, ou seja, a obtenção do pescado com maior porcentagem de filé e menor conteúdo de gordura, atendendo as exigências das indústrias beneficiadoras e dos mercados consumidores (HISANO e PORTZ, 2007).

Estudos sobre as exigências nutricionais das espécies aquáticas visando diminuir o custo dos alimentos e otimizar sua utilização têm se tornado indispensáveis para o desenvolvimento da aquicultura (MUÑOZ-RAMÍREZ e CARNEIRO 2002). A proteína é o nutriente mais caro no preparo de dietas para organismos aquáticos; dessa forma, estudos que minimizem o nível de proteína são pertinentes (ABIMORAD et al., 2009). A redução no nível de proteína possibilita a formulação de rações economicamente viáveis com base em nutrientes digestíveis, que além de contribuir para diminuição do custo com alimentação, que representa mais de 50,0% do custo de produção de tilápias alimentadas exclusivamente com ração (FURUYA et al., 1996), permiti a produção sustentável de tilápias, por meio da menor descarga de nitrogênio para o meio aquático

(SILVA, 1989), fato que pode comprometer a qualidade da água e consequentemente, o desempenho produtivo e econômico.

A proteína corresponde ao nutriente de maior importância, pois compõem a maior parte do organismo animal (65,0-75,0% em peso seco), sendo necessário seu contínuo suprimento alimentar para atender às exigências de manutenção e produção (FURUYA, 2010).

A técnica de produção em tanques-rede é a que tem apresentado maior crescimento em número, devido ao menor custo de investimento, e vem tornando-se uma atividade alternativa em regiões onde a pesca está em declínio. Além disto, pode aproveitar os ambientes aquáticos existentes, dispensando o desmatamento de grandes áreas e evitando problemas de erosão e assoreamento (CARDOSO et al., 2005).

A expansão da aquicultura é dependente da utilização de alimentos balanceados e processados. Existem diversos estudos que comprovam que os processamentos químicos e físicos das dietas e ingredientes através da extrusão e peletização podem melhorar ainda mais o aproveitamento pelo animal. Esses processos ajudam a aumentar a eficiência dos nutrientes e a diminuir perdas por lixiviação na água, obtendo-se dietas com maior precisão no balanceamento, melhor aproveitamento pela espécie e redução dos custos de produção (FURUYA et al., 1998; FEDRIZI, 2009).

Ainda há muitos piscicultores em nosso país com dificuldades na definição de um programa nutricional, alimentar e de avaliação da relação custo/benefício das dietas disponíveis no mercado. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência nutricional do desempenho de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas peletizadas e extrusadas contendo três níveis de proteína digestível.

2 - Material e métodos

2.1 - Ensaio de desempenho e composição corporal

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, São Paulo (Lat. 21°15'S, Long. 48°18'W) no período de dezembro de 2009 a abril de 2010, com duração de 117 dias.

2.1.1 - Instalações e Condições Experimentais

O experimento foi conduzido em um viveiro de aproximadamente 1822 m^2 de lâmina d'água e profundidade média de 2,0m. Os peixes utilizados foram estocados em 18 gaiolas flutuantes de 1,0 m^3 de volume útil (1,0 × 1,0 × 1,2 m), dispostas paralelamente em duas linhas de nove gaiolas, no sentido longitudinal do viveiro. Entre elas foi colocado um aerador, ligado das 19:30h até as 07:00h do dia seguinte. Dentro de cada gaiola foram monitorados, em dias alternados e no período da manhã e da tarde (8:00h e 18:00h), o pH (PHTEK – pH100), a temperatura, o oxigênio dissolvido (YSI- *Yellow Springs Instruments* 550A), a condutividade elétrica (PHTEK – CD203) e a transparência da água (disco de Secchi) (Tabela 01). Quinzenalmente, foram coletadas amostras de água da entrada e saída de água do viveiro e de cada gaiola, para determinação de amônia, nitrato, nitrito e fósforo total (KOROLEFF, 1976; MACKERETH et al., 1978; GOLTERMAN et al., 1978).

Tabela 01. Valores médios de parâmetros fisico-químicos da água durante o período experimental

PARÂMETROS	MÉDIA
Temperatura (ºC) / manhã	25,32 ± 1,83
Temperatura (ºC) / tarde	27,02 ± 2,08
OD ($mg.L^{-1}$) / manhã	5,27 ± 1,36
OD ($mg.L^{-1}$) / tarde	4,05 ± 0,23
pH / manhã	7,45 ± 0,38
pH / tarde	7,03 ± 0,32
Cond. elétrica (µSm/cm) / manhã	63,06 ± 1,48
Cond. elétrica (µSm/cm) / tarde	64,42 ± 1,55
Transparência (cm) / manhã	103,52 ± 1,55
Transparência (cm) / tarde	102,10 ± 3,03
Amônia ($\mu g.L^{-1}$)	95,14 ± 55,79
Nitrato ($\mu g.L^{-1}$)	561,18 ± 178,61
Nitrito ($\mu g.L^{-1}$)	15,73 ± 5,38
Fósforo ($\mu g.L^{-1}$)	282,24 ± 17,69

2.1.2 - Material Biológico e Manejo

Utilizaram-se tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente para machos da linhagem Supreme, cedidos pela Piscicultura Aquabran, localizada em Três Fronteiras- SP, com peso médio inicial de 116,02 ± 25,87g.

A densidade de estocagem foi de 55 peixes / gaiola. O arraçoamento foi realizado seis vezes ao dia, nos seguintes horários: 08:00h, 10:00h, 12:00h, 14:00h, 16:00h e 18:00h. A quantidade diária de ração foi estimada conforme tabela semanal [1] de alimentação de peixes criados em tanques-rede (Anexo 01). Diariamente, a quantidade fornecida foi pesada e o total dividido em seis partes iguais. A quantidade de alimento consumido foi calculada através da diferença entre a quantidade inicial e final da dieta previamente pesada e separada para ser fornecida em cada gaiola. Para as gaiolas submetidas à alimentação com dietas peletizadas, foram instalados cochos

[1] Fornecida pela empresa Socil Evialis Nutrição Animal Indústria e Comércio Ltda

artesanais dentro das gaiolas, construídos com pneus automotivos em corte longitudinal, com tela no fundo, possuindo diâmetro de 53,0 cm e altura de 9,0 cm. Os cochos foram presos às tampas das gaiolas. Mensalmente foram realizadas biometrias para avaliar ganho em peso e acompanhar os ajustes nos arraçoamentos.

2.1.3 - Dietas experimentais

As análises dos ingredientes e das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP, e no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

Os nutrientes das dietas foram calculados baseados nos dados de digestibilidade descritos por PEZZATO et al. (2002) e MEURER et al. (2003) para a espécie, alterando-se apenas os três níveis proteicos digestíveis em estudo (25, 28 ou 31%). Na Tabela 02, encontram-se a formulação e composição bromatológica das dietas experimentais.

O processamento das dietas foi realizado na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP – Câmpus de Jaboticabal. Os ingredientes das dietas foram finamente moídos em moinho, com peneira de malha de 0,8 mm de diâmetro.

Cada dieta passou pelo processamento de extrusão ou peletização. A extrusão dos alimentos foi realizada em extrusora Extrucenter, modelo MAB 400S. A temperatura média dos peletes na saída da extrusora foi de 80 ºC. A peletização foi feita em peletizadora Calibrás. A granulometria dos peletes ficou entre 4,0 e 6,0 mm. Foi utilizado sistema de vapor apenas nas dietas extrusadas.

Tabela 02. Formulações e composição bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos					
	E25[1]	E28	E31	P25	P28	P31
Farinha de Peixe	5,23	5,83	6,50	5,23	5,83	6,50
Farinha de Vísceras	8,20	9,20	10,20	8,20	9,20	10,20
Farelo de Soja	32,00	39,50	47,00	32,00	39,50	47,00
Levedura	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Milho	22,00	14,30	10,00	22,00	14,30	10,00
Farelo de Trigo	18,10	16,62	12,70	18,10	16,62	12,70
Quirera de Arroz	3,02	3,00	2,50	3,02	3,00	2,50
Óleo degomado de soja	3,00	3,20	3,15	3,00	3,20	3,15
Fosfato bicálcico	1,50	1,30	1,00	1,50	1,30	1,00
Calcário calcítico	1,30	1,40	1,30	1,30	1,40	1,30
Suplemento mineral e vitamínico [2]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C (ascorbyl palmitate- Roche)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Antifúngico (Filax)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT, antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição bromatológica [3]:						
Matéria seca (%)	89,33	89,35	89,30	89,33	89,35	89,30
Proteína bruta (%)	28,20	31,57	34,80	28,20	31,57	34,80
Proteína digestível (%)	25,00	28,01	31,00	25,00	28,01	31,00
Extrato etéreo (%)	6,93	7,08	7,00	6,93	7,08	7,00
Fibra Bruta (%)	4,49	4,68	4,70	4,49	4,68	4,70
Matéria mineral (%)	5,75	6,33	6,90	5,75	6,33	6,90
Extrativo Não Nitrogenado (%) [4]	43,96	39,69	35,90	43,96	39,69	35,90
Energia bruta (kcal.kg^{-1})	4139,83	4168,29	4195,30	4139,83	4168,29	4195,30
Energia digestível (kcal.kg^{-1})	3224,83	3223,44	3222,70	3224,83	3223,44	3222,70

(1) E= extrusada; P = peletizada; 25, 28 ou 31 = % proteína digestível
(2) Cada 1% fornece: ácido fólico (1,00 mg); ácido pantotênico (20,00 mg) antioxidante (125,00 mg); colina (150,00 mg); cobre (10,00 mg); ferro (100,00 mg); iodo (5,00 mg;) manganês (70,00 mg); selênio (0,15 mg); vit A (3.000,00 U I kg-1); Vit B (16,00 mg); Vit B12 (20,00 mg); Vit B2 (8,00 mg); Vit B6 (3,00 mg); Vit C (350,00 mg); Vit D3 (3000,00 U I kg-1); Vit E (200,00 UI kg-1); Vit K (6,00 mg); zinco (150,00 mg); niacina (100,00 mg); biotina (0,10 mg).
(3) Composição calculada a partir da análise dos ingredientes
(4) ENN = MS – (PB + EE + MM + FB)

2.1.4 - Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi Inteiramente Casualizado (DIC) com seis tratamentos em um esquema fatorial 2 x 3 correspondendo a dois tipos de processamento (extrusão e peletização) e a três níveis de proteína digestível (25,0; 28,0 e 31,0 %), com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma gaiola com 55 peixes.

2.1.5 - Avaliação de desempenho produtivo

Na avaliação dos parâmetros de desempenho, 11 peixes de cada gaiola foram coletados mensalmente para a realização de biometria. Os peixes foram pesados em balança Filizola, modelo MF-3/1 e o comprimento total dos juvenis mensurado com ictiômetro, para avaliar o ganho em peso dos animais e ajustar o arraçoamento. O desempenho produtivo foi avaliado pela da taxa de sobrevivência, ganho em peso médio, conversão alimentar aparente, consumo diário médio de dieta, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica, de acordo com as seguintes expressões:

$$\text{Sobrevivência (S)} = \frac{\text{n º inicial de peixes - n º final de peixes}}{\text{n º inicial peixes}} \times 100$$

$$\text{Ganho em peso médio (GP)} = \text{peso médio final – peso médio inicial}$$

$$\text{Conversão alimentar aparente (CA)} = \frac{\text{consumo de dieta}}{\text{ganho em peso total}}$$

$$\text{Consumo diário médio de dieta (CDD)} = \frac{\text{consumo de dieta por peixe}}{\text{tempo (dias)}}$$

$$\text{Taxa de crescimento específico (TCE)} = \frac{(Ln \text{ peso final} - Ln \text{ peso inicial}) \times 100}{\text{tempo (dias)}}$$

$$\text{Taxa de eficiência proteica (TEP)} = \frac{\text{ganho em peso vivo}}{\text{proteína bruta consumida}}$$

Para avaliar a uniformidade dos lotes de peixes em cada gaiola utilizou-se uma equação proposta por MARQUES et al. (2003). A partir das medidas de peso total dos peixes de cada unidade experimental, calculou-se a média, sendo então quantificado o número de indivíduos que se apresentavam com o peso dentro do intervalo correspondente a 20% acima e abaixo da média de cada unidade experimental.

$$U = \frac{N \pm 20}{Nt} \times 100$$

Sendo:

U = Uniformidade do lote: variação no peso total (%);

Nt = número total de peixes em cada unidade experimental;

N±20 = nº de animais com peso total ± 20,0% em torno da média da unidade experimental;

2.1.6 - Análise da composição corporal

Na determinação da composição corporal foram utilizados vinte e três peixes de uma amostra inicial e seis de cada parcela, ao final do experimento, totalizando 18 peixes por tratamento. Os peixes, que ficaram em jejum por 24 horas, foram sacrificados por imersão em gelo, sendo acondicionados em sacos plásticos rotulados e congelados em freezer para posterior análise bromatológica.

Os peixes coletados (com as vísceras) foram moídos e homogeneizados em moedor de carne C.A.F, modelo 22S, para a determinação da porcentagem de 1ª e 2ª matéria seca, porcentagem de proteína bruta pelo método de Kjeldahl, porcentagem de gordura pelo método de Soxhlet e porcentagens de cinzas, além de energia bruta determinada em bomba calorimétrica de Parr, de acordo com a metodologia da A.O.A.C. (2000).

2.1.7 - Parâmetros de eficiência nutricional

Com os resultados da composição corporal e do desempenho, foram realizados os cálculos de eficiência de retenção de proteína bruta e de energia bruta, além das

proporções de proteína bruta e de extrato etéreo no ganho em peso, de acordo com as expressões que se seguem:

$$\text{Eficiência de retenção de proteína bruta } (ER_{PB}\ (\%)) = \frac{[(PBf \times Pf) - (PBi \times Pi) \times 100]}{CPB}$$

$$\text{Eficiência de retenção de energia bruta } (ER_{EB}\ (\%)) = \frac{[(EBf \times Pf) - (EBi \times Pi) \times 100]}{CEB}$$

$$\text{Proporção de proteína bruta no ganho em peso } (PB_{GP}\ (\%)) = \frac{[(PBf \times Pf) - (PBi \times Pi) \times 100]}{(Pf - Pi)}$$

$$\text{Proporção de extrato etéreo no ganho em peso } (EE_{GP}\ (\%)) = \frac{[(EEf \times Pf) - (EEi \times Pi) \times 100]}{(Pf - Pi)}$$

Onde:

PBf, EBf e EEf : proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo final na carcaça

PBi, EBi e EEi: proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo inicial na carcaça

CPB: consumo de proteína bruta

CEB: consumo de energia bruta

Pi, e Pf : peso médio inicial e final da amostra

2.1.8 – Índices Fisiológicos

Foram avaliados o peso do fígado e da gordura visceral para cálculo do índice hepato-somático e do índice gorduro-viscero-somático dos peixes ao final do período experimental:

$$\text{Índice hepato-somático (IHS \%)} = \frac{P_{fígado}}{P_t\ peixe} \times 100$$

$$\text{Índice gorduro-víscero-somático (IGVS \%)} = \frac{P_{gv}}{P_t\ peixe} \times 100$$

Onde:

$P_{fígado}$: peso do fígado

P_{gv}: peso da gordura visceral

P_t: peso total do peixe

2.2 - Ensaio de digestibilidade

Em um ensaio paralelo ao de desempenho, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) de cada dieta experimental. Para isso, 360 juvenis (284,2 ± 68 g) foram distribuídos em 30 tanques (430 L) com fluxo contínuo de água de poço artesiano com temperatura de 28 ± 0,8 °C e 4,0 ± 0,6 mg L^{-1} de oxigênio dissolvido, onde foram alimentados por cinco dias até a saciedade aparente com as mesmas dietas experimentais, acrescidas de 1% de óxido de crômio - III (Cr_2O_3).

No quinto dia de alimentação, no período da manhã, os juvenis foram arraçoados e transferidos para incubadoras de fibra de vidro (80 L) com circulação contínua de água. As fezes foram coletadas, no período da tarde a cada 30 minutos, para evitar a lixiviação de nutrientes, seguindo o sistema de Guelph modificado e conservadas em congelador, até completar-se a quantidade necessária para as análises. As amostras de fezes foram serem secas em estufa de circulação forçada de ar (55°C).

As concentrações de óxido de crômio-III das fezes e das rações foram determinadas por digestão nitro-perclórica, de acordo com a metodologia descrita por FURUKAWA e TSUKAHARA (1966), com leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, o extrato etéreo pelo método de Soxhlet e a proteína bruta pelo método de Kjeldahl, todos no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da Unesp, câmpus de Jaboticabal.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos em esquema fatorial 2 x 3, com cinco repetições. Os CDA foram calculados de acordo com a seguinte equação:

$$CDA = 100 - 100 \times \left(\frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \right) x \left(\frac{\% \text{ nutrientes ou energia fezes}}{\% \text{ nutrientes ou energia dieta}} \right)$$

2.3 - Análises estatísticas

As análises de variâncias dos resultados foram testadas pela normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias (testes de Cramer Von-Mises e Brown-Forsythe, respectivamente). Quando houve significância estatística, as médias para processamento foram comparadas pelo teste F e as médias para nível proteico foram submetidas às análises de regressão polinomial, contrastando-se as médias. As análises estatísticas foram realizadas usando o programa Statistical Analysis System SAS® v.9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3 - Resultados

3.1 - Desempenho produtivo

Não houve mortalidade durante o período experimental. Embora as dietas peletizadas e extrusadas possuíssem a mesma formulação, para cada nível proteico estudado o processamento exerceu efeito sobre o desempenho produtivo dos peixes (Tabela 03), porém, sem efeito significativo de interação entre as variáveis analisadas. As dietas extrusadas apresentaram maiores médias para todas as variáveis analisadas, possibilitando maior taxa de crescimento e melhor aproveitamento dos nutrientes.

Para os efeitos dos níveis proteicos estudados, os resultados das análises estatísticas evidenciaram efeitos significativos para as variáveis de consumo diário de dieta (CDD) e taxa de eficiência proteica (TEP) (Tabela 03). A elevação do nível proteico resultou em acréscimo do CDD, apresentando efeito linear crescente ($P < 0,05$). A média mais alta da TEP foi verificada nas tilápias alimentadas com 25,0 % PD, observado no efeito linear decrescente das médias ($P < 0,01$) com a elevação do nível proteico dietético.

Os peixes alimentados com dietas extrusadas apresentaram maior uniformidade do lote quando comparados aos peixes alimentados com dietas peletizadas. A uniformidade em peso dos animais reflete a variação entre os indivíduos, no entanto, nos níveis proteicos utilizados, esse efeito não apresentou diferenças significativas ($P>0,05$).

Na Tabela 04 e Figura 01 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados de ganho em peso médio (GPM) ao longo do período experimental. Apesar das médias não terem diferido estatisticamente nem para processamento e nem para nível proteico aos 30 dias de experimento, pode-se observar que os peixes alimentados com dietas extrusadas apresentaram ganho em peso ligeiramente superior aos peixes que receberam dietas peletizadas. Em relação ao nível proteico, o ganho em peso das tilápias alimentadas com dieta de 31,0% de proteína digestível apresentou maior média para ambos os processamentos (Figura 01).

Tabela 03. Análises das variáveis de desempenho produtivo de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível

Estatísticas	Ganho em peso médio (g)	Ganho em peso diário (g)	Conversão alimentar aparente	Consumo diário de dieta (g)	Taxa de crescimento específico (%)	Taxa eficiência proteica (%)	Uniformidade do Lote (%)
Médias de Processamento das dietas							
• extrusão	650,78 ± 22,57 a	5,56 ± 0,19 a	1,46 ± 0,09 a	8,03 ± 0,19 a	1,61 ± 0,03 a	2,51 ± 0,27 a	64,64 ± 7,88 a
• peletização	496,89 ± 14,28 b	4,25 ± 0,12 b	1,80 ± 0,05 b	7,63 ± 0,07 b	1,42 ± 0,02 b	2,00 ± 0,20 b	48,69 ± 4,43 b
Médias dos Níveis Proteicos (1)							
• 25% proteína digestível	572,84 ± 82,66	4,90 ± 0,71	1,61 ± 0,20	7,76 ± 0,15	1,51 ± 0,10	2,52 ± 0,32	57,27 ± 11,66
• 28% proteína digestível	577,30 ± 92,76	4,93 ± 0,79	1,62 ± 0,20	7,79 ± 0,24	1,52 ± 0,12	2,26 ± 0,30	57,88 ± 11,12
• 31% proteína digestível	571,39 ± 83,63	4,88 ± 0,71	1,66 ± 0,19	7,95 ± 0,32	1,51 ± 0,10	1,99 ± 0,23	54,85 ± 9,72
Valores de F (ANOVA)							
• Efeito do processamento da dieta (P)	242,01 **	240,01 **	81,39 **	45,64 **	243,79 **	239,82 **	23,12 **
• Efeito do nível proteico (N)	0,13 NS	0,12 NS	0,77 NS	4,15 *	0,17 NS	96,39 **	0,31 NS
• Efeito da interação P x N	0,35 NS	0,36 NS	0,29 NS	1,19 NS	0,58 NS	3,09 NS	0,28 NS
Coeficiente de Variação (%)	3,66	3,67	4,86	1,58	1,74	3,00	12,43
(1) F para Efeito Linear	0,01 NS	0,01 NS	1,36 NS	7,22 * (2)	0,01 NS	192,75 ** (2)	0,36 NS

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F

NS - não significativo * - significativo ao nível de 5 % de probabilidade * *- significativo ao nível de 1 % de probabilidade

(2) Efeito Linear: consumo diário de dieta ($P < 0,05$) ($Y = 0,0321x + 6,9321$, $R^2 = 0,8668$); taxa de eficiência proteica = ($P < 0,01$) ($Y = - 0,0902x + 4,7771$, $R^2 = 0,9998$)

Na análise realizada aos 60, 90 e ao final do experimento (117 dias), a dieta extrusada propiciou as tilápias médias de ganho em peso significativamente maior em comparação as tilápias alimentadas com dietas peletizadas (Tabela 04 e Figura 01). As médias de GPM para nível proteico não diferiram significativamente (P>0,05) durante o período experimental, evidenciando o bom aproveitamento das dietas pelos animais. Assim, pode-se inferir que o nível proteico de 25,0% de proteína digestível poderia ser utilizado para ambos os processamentos na fase de terminação das tilápias.

Tabela 04. Análises das variáveis de ganho em peso médio de tilápias-do-nilo alimentadas contendo dietas extrusadas e peletizadas com diferentes níveis de proteína digestível

Estatísticas	**Ganho em peso médio (g)**			
	30 dias	**60 dias**	**90 dias**	**117 dias**
Médias de Processamento das dietas				
• extrusão	100,71 ± 11,86	257,16 ± 25,54 a	543,72 ± 38,37 a	650,78 ± 22,57 a
• peletização	90,35 ± 18,19	297,64 ± 23,30 b	440,12 ± 46,64 b	496,89 ± 14,28 b
Médias dos Níveis Proteicos (1)				
• 25% proteína digestível	96,33 ± 16,70	275,58 ± 25,98	496,40 ± 37,71	572,84 ± 82,66
• 28% proteína digestível	87,55 ± 17,61	264,24 ± 38,34	486,11 ± 103,94	577,30 ± 92,76
• 31% proteína digestível	102,71 ± 10,96	292,37± 27,60	493,40 ± 56,60	571,39 ± 83,63
Valores de F (ANOVA)				
• Efeito do processamento da dieta (P)	1,94 ^{NS}	13,97 *	44,69 **	242,01 **
• Efeito do nível proteico (N)	1,40 ^{NS}	2,28 ^{NS}	0,15 ^{NS}	0,13 ^{NS}
• Efeito da interação P x N	0,19 ^{NS}	0,78 ^{NS}	7,35 ^{NS}	0,35 ^{NS}
Coeficiente de Variação (%)	16,5	8,28	6,88	3,66
(1) F para Efeito Linear	0,49 ^{NS}	1,60 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,01 ^{NS}

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F

^{NS} - não significativo

* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

* *- significativo ao nível de 1 % de probabilidade

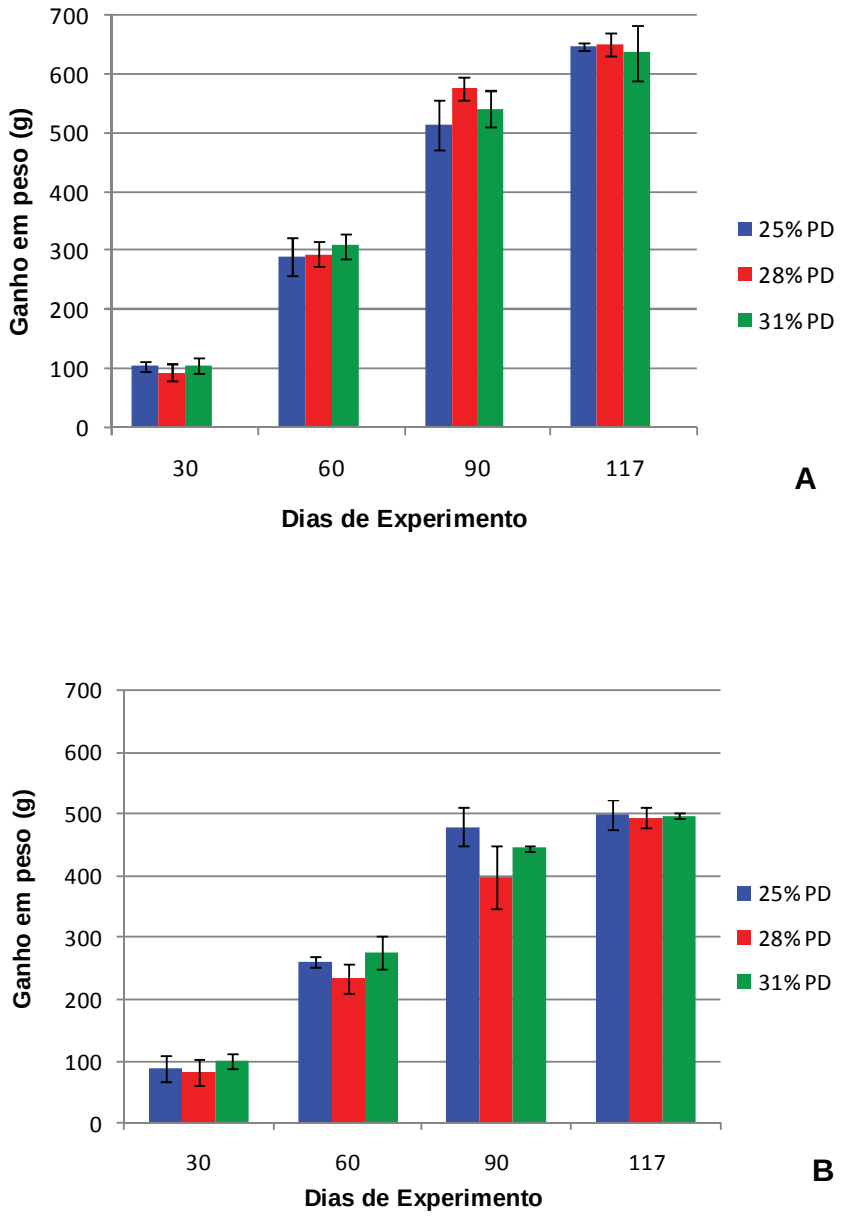

Figura 01. Valores médios de ganho em peso da produção de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas **(A)** e dietas peletizadas **(B)** durante o período experimental.

3.2 - Eficiência de utilização de nutrientes e Índices fisiológicos

Foram observados efeitos significativos para o processamento das dietas (peletização e extrusão) e para seu nível proteico, em relação aos resultados de eficiência de retenção de proteína bruta e energia bruta, proporção de proteína bruta e extrato etéreo no ganho em peso, índice hepato-somático e gorduro-víscero-somático (Tabela 05), embora sem interação significativa entre estas variáveis. As médias de ER_{PB} e ER_{EB} mostraram que a extrusão das dietas promoveu os melhores resultados, independente do nível proteico utilizado. As médias de ER_{PB} reduziram significativamente ($P< 0,01$) com a elevação dos níveis de proteína na dieta (Tabela 05). Esse resultado sugere que o nível de proteína digestível estimado para o máximo ganho em peso fornece excesso desse nutriente, reduzindo a eficiência de sua utilização, e dessa maneira, a proteína da dieta poderia ser parcialmente utilizada como fonte de energia.

As médias de proporção de proteína bruta (PB_{GP}) ou de extrato etéreo (EE_{GP}) no ganho em peso não tiveram influência do processamento e também não diferiram segundo o nível proteico ($P > 0,05$), permitindo inferir que o ganho corporal destes fatores nutricionais em relação ao ganho em peso teve proporções semelhantes em todas as dietas estudadas.

As médias observadas com as dietas extrusadas foram às maiores para os índices hepato-somático e gorduro-víscero-somático, denotando que os peixes de uma forma geral, estavam armazenando energia na foram de lipídios hepáticos e viscerais. Observou-se também o efeito do nível proteico sobre o índice de gorduro-viscero-somático, com a elevação do teor proteico da dieta, as médias revelaram um efeito linear decrescente ($P < 0,05$), ou seja, os peixes alimentados com dietas com 31,0% PD apresentaram menores médias para IGVS, em função da redução proporcional de carboidratos nas dietas. Não houve efeito do nível proteico da dieta sobre os resultados de IHS, ou seja, o peso do fígado não aumentou em função dos níveis proteicos estudados.

Tabela 05. Análises das variáveis de eficiência de utilização de nutrientes e índices fisiológicos de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (valores expressos em % de matéria natural)

Estatísticas	Eficiência de retenção de proteína bruta (ER_{PB})	Eficiência de retenção de energia bruta (ER_{EB})	Proporção de proteína bruta no ganho em (PB_{GP})	Proporção de extrato etéreo no ganho em (EE_{GP})	Índice hepato-somático (IHS)	Índice gorduro-víscero-somático (IGVS)
Médias de Processamento das dietas						
• extrusão	39,44 ± 4,54 a	29,59 ± 2,67 a	15,79 ± 0,47	10,45 ± 1,13	1,85 ± 0,09 a	2,29 ± 0,41 a
• peletização	31,89 ± 3,87 b	20,21 ± 3,58 b	15,88 ± 0,44	9,76 ± 1,29	1,27 ± 0,15 b	1,76 ± 0,44 b
Médias dos Níveis Proteicos (1)						
• 25% proteína digestível	40,22 ± 4,51	24,95 ± 5,27	15,99 ± 0,50	10,61 ± 1,33	1,60 ± 0,31	2,29 ± 0,53
• 28% proteína digestível	35,62 ± 4,79	25,78 ± 5,76	15,79 ± 0,45	10,31 ± 1,13	1,54 ± 0,36	2,15 ± 0,40
• 31% proteína digestível	31,15 ± 3,94	23,97 ± 6,94	15,72 ± 0,40	9,39 ± 1,05	1,53 ± 0,35	1,62 ± 0,30
Valores de F (ANOVA)						
• Efeito do processamento da dieta (P)	84,88 **	38,03 **	0,17 NS	1,56 NS	89,86 **	11,42 *
• Efeito do nível proteico (N)	40,80 **	0,47 NS	0,54 NS	1,75 NS	0,38 NS	6,67 *
• Efeito da interação P x N	0,21 NS	1,20 NS	1,21 NS	0,66 NS	0,72 NS	0,08 NS
Coeficiente de Variação (%)	4,88	12,95	2,91	11,7	8,39	16,60
(1) F para Efeito Linear	81,59 ** (2)	0,28 NS	1,00 NS	0,48 NS	0,67 NS	11,98 * (2)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F

NS - não significativo * *- significativo ao nível de 1 % de probabilidade

(2) Efeito Linear: eficiência de retenção de proteína bruta ($P < 0,01$) ($Y = - 1,5119x + 78$, $R^2 = 0,9999$); índice gorduro-víscero-somático ($P < 0,05$) ($Y = - 0,1119x + 5,1589$, $R^2 = 0,8982$)

3.4 - Composição Corporal

Na Tabela 06 estão apresentados os valores de F e as médias da composição corporal de tilápias-do-nilo ao final do experimento. Observa-se que ao contrário das outras variáveis de desempenho produtivo, anteriormente apresentadas, o processamento e o nível proteico não apresentaram efeito do significativo (P>0,05) nas porcentagens de umidade, proteína bruta, gordura corporal, cinza. As tilápias-do-nilo que receberam dietas extrusadas durante o período experimental apresentaram maior deposição de energia bruta na carcaça quando comparados aos peixes que receberam dietas peletizadas.

Tabela 06. Análises de variância da composição corporal de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas peletizadas ou extrusadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (valores expressos em % de matéria natural)

Estatísticas	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Energia Bruta (kcal/kg)
Médias de Processamento das dietas					
• extrusão	70,72 ± 1,10	15,72 ± 0,40	9,91 ± 0,95	4,43 ± 0,31	1621,51 ± 195,50 a
• peletização	71,47 ± 1,27	15,78 ± 0,36	9,21 ± 1,04	4,73 ± 0,53	1434,84 ± 203,35 b
Médias dos Níveis Proteicos (1)					
• 25% proteína digestível	70,56 ± 1,17	15,87 ± 0,41	9,97 ± 1,10	4,76 ± 0,72	1455,97 ± 581,27
• 28% proteína digestível	70,95 ± 0,98	15,71 ± 0,38	9,74 ± 0,98	4,42 ± 0,25	1595,06 ± 639,17
• 31% proteína digestível	71,79 ± 1,33	15,66 ± 0,34	8,97 ± 0,89	4,56 ± 0,19	1533,49 ± 759,75
Valores de F (ANOVA)					
• Efeito do processamento da dieta (P)	1,92^{NS}	0,09^{NS}	2,33^{NS}	2,47^{NS}	5,36 *
• Efeito do nível proteico (N)	1,82^{NS}	0,50^{NS}	1,74^{NS}	1,06^{NS}	1,00^{NS}
• Efeito da interação P x N	0,79^{NS}	1,15^{NS}	0,66^{NS}	2,34^{NS}	3,88^{NS}
Coeficiente de Variação (%)	1,62	2,45	10,18	8,80	11,2
(1) F para Efeito Linear	3,48^{NS}	0,93^{NS}	3,17^{NS}	0,71^{NS}	0,62^{NS}

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F

^{NS} - não significativo

3.5 - Ensaio de Digestibilidade

Na Tabela 07 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados e as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA da PB) e extrato etéreo (CDA do EE) das dietas para tilápia-do-nilo.

Observa-se que houve influência do processamento e dos níveis proteicos sobre os resultados do CDA da PB, porém sem interação das variáveis estudadas. Os níveis proteicos tiveram efeito linear decrescente sobre as médias de CDA da PB, com a dieta de 31,0% de PD apresentando um CDA inferior as demais.

Não houve efeitos significativos dos processamentos e dos níveis proteicos estudados sobre os CDA do EE.

Tabela 07. Análises de variâncias dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) em dietas para tilápia-do-nilo (valores expressos em 100% MS)

	Proteína Bruta	**Extrato Etéreo**
Médias de Processamento das dietas	**Médias do CDA, %**	**Médias do CDA, %**
• extrusão	89,40 ± 1,84 a	94,78 ± 3,02
• peletização	85,83 ± 1,19 b	93,19 ± 3,00
Médias dos Níveis Proteicos (1)		
• 25% proteína digestível	88,27 ± 2,43	93,93 ± 3,38
• 28% proteína digestível	88,63 ± 1,63	94,03 ± 2,91
• 31% proteína digestível	85,73 ± 1,36	94,00 ± 3,19
Valores de F (ANOVA)		
• Efeito do processamento da dieta (P)	48,91 **	1,39 NS
• Efeito do nível proteico (N)	16,83 **	0,00 NS
• Efeito da interação P x N	2,98 NS	1,09 NS
Coeficiente de Variação (%)	1,09	3,33
(1) F para Efeito Linear	13,05 ** (2)	0,00 NS

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F

ns - não significativo ** - significativo a 1 % de probabilidade

(2) Efeito Linear: proteína bruta ($P < 0,01$) ($Y = -0,5908x + 104,42$; $R^2 = 0,8812$)

4- Discussão

O efeito do processamento (extrusão ou peletização) das dietas a que as tilápias-do-nilo foram submetidas mostraram que, de forma geral, o processamento por extrusão proporcionou resultados das variáveis de desempenho produtivo superiores quando comparados às dietas peletizadas. As tilápias alimentadas com dietas extrusadas apresentaram média de ganho em peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE) na ordem de 650,78g; 1,46 e 1,61%, respectivamente. Esses valores foram superiores aos proporcionados com dietas peletizadas (GP = 496,89g, CAA= 1,80 e TCE= 1,42%). Resultados similares foram relatados por FURUYA et al. (1998), avaliando os efeitos da utilização de dietas peletizadas e extrusadas sobre o desempenho de machos revertidos de tilápias-do-nilo (188,9g), criados em viveiros, na fase de terminação. Em outro estudo realizado com trutas arco-íris *(Oncorhynchus mykiss)* com peso médio inicial de 60g, em gaiolas de 1,0m^3*,* POKNIAK et al. (1999), estudaram os efeitos da extrusão ou peletização em dietas, concluíram que o uso de dietas extrusadas se justifica devido a sua melhor eficiência e conversão alimentar.

Durante a extrusão, o alimento processado é submetido à alta temperatura e pressão, ocorrendo diversas transformações na sua estrutura molecular, como desnaturação proteica. A proteína desnaturada é mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas e, em muitos casos, aumenta a sua digestibilidade e utilização (ARAÚJO, 1999). Segundo ANDRIGUETO et al. (1981), as dietas e matérias-primas extrusadas promoveram aumento de peso e eficiência alimentar em animais, como pode ser evidenciado no presente estudo, pelas Tabelas 03 e 05.

Dietas extrusadas possuem menor densidade, esta característica propiciou melhor distribuição da dieta na gaiola, diminuindo a competição pelo alimento e a formação de hierarquia entre os animais. Este fato promoveu maior uniformidade do lote (64,64%), contribuindo para o maior GP entre os animais. As dietas peletizadas, fornecidas em cochos artesanais, concentraram a dieta em espaço limitado, condicionando os animais a esperarem a alimentação, muitas vezes, dentro do próprio

cocho. Isto poderia ser evitado caso as dietas peletizadas também fossem distribuídas por toda gaiola, possibilitando a captura do alimento por todos os animais. Segundo WANG et al. (1998) com o aumento da frequência alimentar os peixes dominantes ficam saciados e menos agressivos, aumentando as oportunidades dos peixes subordinados de se alimentarem. A frequência de alimentação utilizada (seis vezes/dia) não foi suficiente para evitar a criação de hierarquia, observada pela desuniformidade do lote entre indivíduos alimentados com as dietas peletizadas (48,69%). Estudos realizados por FURUYA et al. (1998) tinham revelado a possibilidade de maior desuniformidade nos tanques utilizando como tratamento dietas peletizadas (77,5%), devido estas também não terem sido distribuídas por todo tanque, ao contrário dos peixes alimentados com dietas extrusadas, que apresentaram maior uniformidade (90%).

Uma provável evidência de que os resultados do arraçoamento com dietas peletizadas poderiam ter sido superiores, caso fossem proporcionadas condições iguais de acesso as dietas, pode ser encontrada no trabalho de TOLEDO (2004), que avaliou os processamentos de dietas por extrusão ou peletização com fontes de energia para a tilápia nilótica (peso médio inicial de 10,35 e 17,83g, dietas extrusadas e peletizadas, respectivamente), criadas em aquários experimentais com capacidade de 120 litros úteis. O autor observou que as melhores médias de GP ocorreram com dietas peletizadas. Resultado semelhante foi obtido por SIGNOR et al. (2008), que trabalharam com os processamentos de dietas por extrusão, peletização ou na forma farelada para tilápia-do-nilo (1,47g), distribuídas em tanques de polietileno com capacidade de 500 litros. Estes autores observaram que as médias de GP dos peixes alimentados com as dietas extrusadas ou peletizadas não diferiram (33,29 e 31,59g, respectivamente), mas foram superiores ao da dieta farelada (23,64g). O ambiente experimental de ambos os autores foram semelhantes, não havendo a necessidade de instalação de cochos, permitindo melhor acesso ao alimento pelos peixes.

As taxas de eficiência proteica (TEP) e eficiência de retenção de proteína bruta (ER_{PB}) foram melhores em tilápias alimentadas com dietas extrusadas ($P<0,01$), mostrando a eficiência do processo de extrusão na utilização de proteína. No entanto,

estudos realizados por HONORATO et al. (2010) com juvenis de *Piaractus mesopotamicus* (11g), as dietas extrusadas não aumentaram o crescimento do pacu, quando comparado às dietas peletizadas.

As médias de índice hepato-somático (IHS) e índice gorduro-viscero-somático (IGVS) obtidas com as dietas extrusadas (IHS = 1,85% e IGVS = 2,29%) foram maiores (P< 0,01) do que as médias alcançadas por dietas peletizadas (IHS = 1,27% e IGVS = 1,76%), essas diferenças podem ser atribuídas a melhor ingestão de nutrientes por dietas extrusadas. FEDRIZI (2009) avaliou a utilização de carboidratos de quatro alimentos energéticos (milho, farelo de trigo, quirera de arroz e sorgo) crus ou processados por peletização ou extrusão, no trato gastrintestinal de tilápias-do- nilo (peso médio inicial 38,40g). O autor observou maior IHS e maior acúmulo de gordura visceral nos peixes que receberam dietas com alimentos extrusados (IHS= 2,89% e IGVS =1,68%) . FURUYA et al. (2005) em trabalho realizado para avaliar a redução dos níveis de proteína digestível (25,5; 27,0; 28,5 e 30,0%) em dietas elaboradas com milho, farelo de trigo, farelo de soja e suplementação de aminoácios sintéticos (lisina, metionina e treonina) para tilápia-do-nilo (4,40 g) obtiveram IHS entre 1,53 a 1,74%, valores próximos aos obtidos nas dietas extrusadas do presente estudo. Porém, na literatura ainda não está padronizada uma faixa considerada ideal para o IHS e IGVS, dificultando a interpretar se os resultados obitidos podem ser considerados bons.

Assim como o processamento, os níveis de proteína digestível nas dietas tiveram influência direta no desenvolvimento da tilápia-do-nilo. As maiores médias de consumo diário de dieta (CDD) (P<0,05) ocorreram com tilápias alimentadas com dietas de 31,0% PD. Porém, essa diferença, não proporcionou maior GP e nem melhor CAA quando comparada as dietas de 25,0 ou 28,0% PD. Esses resultados podem ser decorrentes da relação ED/PB. Em peixes carnívoros, como o tucunaré *Cichla sp*. e frugívoros como o pacu *Piaractus mesopotamicus*, a diminuição da relação ED/PB resultou em aumento no consumo de dieta para atender a demanda energética (SAMPAIO et al., 2000; ABIMORAD, 2004). Da mesma forma, em peixes onívoros como a tilápia, a menor relação ED/PB apresentada pela dieta de 31,0% PD (9,25 kcal ED g^{-1} PB) também influenciou diretamente a ingestão de alimento. Apesar dos vários

estudos realizados, é difícil interpretar qual a melhor relação energia/proteína, uma vez que, a forma de avaliação é diferente em cada estudo, sendo essas diferenças relacionadas à espécie, hábito alimentar, peso dos peixes, ingredientes, forma de apresentação dos nutrientes (bruto, digestível) e outros (GONÇALVES, 2007).

No estudo de BOTARO et al. (2007) com tilápias-do-nilo (34,63g) criadas em tanques-rede, utilizando o conceito de proteína ideal, os autores ressaltaram que a utilização da dieta com menor valor de proteína digestível (22,70% PD), também promoveu GP semelhante ao dos peixes alimentados com maior teor proteico (27,0% PD), e sem efeitos dos níveis de proteína digestível sobre as CAA, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo. Os autores observaram que o menor consumo de alimento foi com a dieta de maior nível proteico (27,0% PD).

A elevação do nível de proteína na dieta resultou em decréscimo da TEP ($P<0,01$) até o nível de 31,0% PD (1,99%). Essa queda da TEP pode ser atribuída a não utilização da proteína fornecida em excesso para o peixe, podendo-se inferir que dietas com menor teor proteico atendem as exigências nutricionais dos animais. Este aumento do nível proteico resultando em piora linear na TEP, foi confirmado por MOHANTA et al. (2008), em estudo realizado para determinar o requerimento de proteína em alevinos “silver barb” (*Puntius gonionotus*).

O aumento do nível proteico resultou em decréscimo das médias para eficiência de retenção de proteína bruta (ER_{PB}). Peixes alimentados com menor teor proteico utilizam mais eficientemente a proteína fornecida, fato relado por MOHANTA et al. 2008; BICUDO et al. 2010; FURUYA et al. 2005.

As dietas com nível proteico de 31,0% de PD apresentaram menor média para o acúmulo de gordura visceral (1,62%) que as demais dietas (2,29 e 2,15% para 25% de PD e 28,0% PD, respectivamente). Esta diferença pode ser explicada, pelo fato das dietas com menores teores proteicos apresentarem maiores proporções de carboidratos. Os peixes podem não ter utilizado os carboidratos da dieta, armazenando o excesso na forma de gordura visceral e/ou intramuscular. Os valores médios de IGVS foram superiores aos obtidos por FURUYA, et al. (2004) (valores de 0,59 a 0,76), com o objetivo de determinar a exigência de lisina para tilápias-do-nilo (117g), na fase de

terminação, criadas em tanques de 1000 litros, com dietas a base de milho, farelo de soja, glúten de milho, farelo de trigo e farinha de peixe, apresentando em média 25,0% PB e 3091 kcal/kg de energia digestível.

Ao confeccionar uma dieta é importante o estudo da relação custo:benefício, pois os níveis proteicos utilizados estão em excesso, reduzindo a eficiência da sua utilização. Os dados observados na Figura 01, juntamente com os resultados de desempenho produtivo (Tabelas 03 e 05), evidenciaram que o nível proteico poderia ser reduzido ao longo do experimento, principalmente para as dietas peletizadas, pois o nível de 25,0% de proteína digestível proporcionou maiores médias de GPM durante a maior parte do período experimental. Com a redução do nível proteico, o nitrogênio em excesso excretado no meio aquático reduziria, mantendo assim a qualidade da água. Com a redução do nível proteico, os custos de produção também poderiam ser diminuídos, pois a dieta corresponde entre 50,0 e 70,0% dos custos totais de produção, e a proteína é um dos nutrientes mais caros que compõem a dieta animal. Um estudo realizado por ABDEL-TAWWAB et al. (2009) com tilápias-do-nilo criadas em gaiolas de 1,0 m^3 mostraram a possibilidade da redução de níveis proteicos de 45,0% de proteína PB para 35,0% PB, e depois para 25,0% PB, durante o crescimento dos peixes, sem prejudicar o desempenho.

Os valores médios de composição corporal dos peixes alimentados com as seis dietas não apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$) entre as variáveis analisadas (Tabela 06). Os resultados de proporção de proteína bruta no ganho em peso (PB_{GP}) também seguiram o mesmo comportamento, não apresentando diferença entre os tratamentos. Os valores de composição corporal para umidade e proteína bruta, assemelharam-se aos obtidos por BOTARO et al. (2007) que também não encontraram diferenças significativas na composição corporal de tilápias-do-nilo com peso médio final em torno de 261g, criadas em tanques-redes de 2,0m^3 e alimentadas com níveis de proteína digestível (27,0; 25,2; 24,3 e 22,7%, com base no conceito de proteína ideal).

Quanto aos resultados de digestibilidade aparente das dietas, observa-se que as tilápias alimentadas com dietas contendo 31,0% PD não tiveram o mesmo

aproveitamento da fração proteica, ainda que possa ser considerado alto CDA (85,73%). De outra forma, MOHANTA et al. (2008) não observaram diferenças significativas (P>0,05) em estudo com níveis de proteínas (20,0; 25,0; 30,0, 35,0 e 40,0% PB) para peixe “silver barb”, *Puntius gonionotus*, obtendo CDA para PB das dietas entre 94,3 a 94,7 %, com dietas preparadas utilizando caseína e gelatina como fontes de proteína. SKLAN et al. (2004) compararam a digestibilidade de dietas peletizadas e extrusadas, para tilápia híbrida *Oreochromis aureus* x *Oreochromis niloticus* (100 a 150 g) com dietas elaboradas com farinha de peixe, farelo de girassol, farelo de soja, farinha de carne, farelo de trigo, apresentando em média 22,3% PB e concluíram que não houve diferença na digestibilidade da proteína entre as dietas. Os valores de digestibilidade proteica no estudo de SKLAN et al. (2004) variaram de 84,6 a 84,0% (extrusada e peletizada, respectivamente), enquanto o valor médio encontrado no presente estudo foi 89,40% para dietas extrusadas e 85,86% para dietas peletizadas. Essa diferença da digestibilidade no processamento das dietas pode estar relacionada ao fato do processo de extrusão provocar modificações físicas e químicas no alimento, acarretando em melhora da digestibilidade da fração proteica e do amido (KIANG, 1993 e RAMOS, 1993 citados por FURUYA et al. (1998). Somente a partir de dietas com altos coeficientes de digestibilidade será possível saber se as dietas fornecidas serão aproveitadas, obtendo assim, melhores respostas de conversão alimentar e maximização dos lucros e, principalmente, minimizando o impacto ambiental que alguns desses ingredientes podem proporcionar se estiverem em excesso (PEZZATO et al., 2002).

Neste estudo, o processamento de extrusão favoreceu o desempenho e a eficiência nutricional das tilápias-do-nilo e produziu, ao final do experimento, um peixe maior. Entretanto, os resultados verificados com as dietas peletizadas não comprometeram o desenvolvimento dos peixes, como pode ser verificado pelas variáveis de TCE, TEP, ER_{PB}, e composição corporal. Embora estatisticamente diferentes, tiveram desempenho satisfatório, mostrando-se uma opção de processamento ao produtor, uma vez que os custos com processamento de dietas peletizadas são menores. Estudos que envolvam exigências nutricionais de peixes

maiores para terminação em gaiolas ainda são escassos na literatura. Os resultados do presente trabalho abrem perspectivas de pesquisa quanto à utilização de estratégias alimentares e ambientes de criação mais eficientes, principalmente na utilização de dietas peletizadas, implicando no aumento da rentabilidade do empreendimento.

5 – Conclusões

Nas condições de realização do presente estudo, os resultados permitiram que fossem enumeradas as seguintes conclusões:

- o processamento por extrusão proporcionou desempenho produtivo superior quando comparado ao de dietas peletizadas, para a tilápia-do-nilo;

- na produção de tilápia-do-nilo com peso médio entre 116-767g em gaiolas, o nível de proteína digestível na dieta de 25,0% foi suficiente para ter desempenho satisfatório, apresentando ainda melhor eficiência para utilização da fração proteica sem interferir na composição corporal dos peixes;

- o processo de extrusão promoveu a melhora da digestibilidade proteica das dietas.

6- Referências Bibliográficas

ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M. H. Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus (L.).* **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, p.1532-1537, 2009.

ABIMORAD, E.G. **Relações entre níveis de proteína e energia digestíveis em dietas com diferentes proporções de lipídios e carboidratos para o crescimento do pacu, *Piaractus mesopotamicus*.** 2004. 96f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ABIMORAD, E. G.; FAVERO, G. C.; CASTELLANI, D.; GARCIA, F. ; CARNEIRO, D. J. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture** Amsterdam, v. 295, p. 266-270, 2009.

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal- os alimentos. 4. ed. São Paulo : Nobel, 1981. v.1, p.23-6.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**: teoria e prática. 2. ed. Viçosa: UFV, 1999. p.282.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Agriculture Chemists***.* 17th ed., Arlington: AOAC, 2000.v.2.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**. Oxford, v.16, p. 213-222, 2010.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, T.S.C.; SANTOS, V. G. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus)* criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 36, n. 3, p. 517-525, 2007.

CARDOSO, E.L.; FERREIRA, R.M.A.; PEREIRA, T.A.; CARDOSO, M.M.F. Cultivo de peixes em tanques-rede: EPAMIG/IEF. In: CARDOSO, E. L.; FERREIRA, R.M.A (Ed.). **Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.** EPAMIG**,** Belo Horizonte, Minas Gerais. 2005. p. 9-22.

EL-SAYED, A.F.M. Intensive Culture. In: ABDEL-FATTAH M. El-SAYED (Ed.). **Tilapia Culture**, Cambridge: CABI, Publishing, 2006. p.70-94.

FEDRIZI, L. F. B. **Digestibilidade de nutrientes, crescimento e variáveis metabólicas em tilápias do nilo alimentadas com fontes de carboidratos peletizadas, extrusadas ou cruas.** 2009. 188f. Tese – (Doutorado em Aquicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FUKURAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the deterniation of chromic oxide as na index substance in the study of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 32, n. 6, p. 502-506, 1966.

FURUYA, W.M.; SOUSA, S.R.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P. Dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis*

niloticus L.), fase de terminação. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.28, n.3, p. 483-487, 1998.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase juvenil. **Revista Unimar**, Marília, v.18, n. 2, p. 307-319, 1996.

FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; NEVES, P. R.; SILVA, L. C. R.; HAYASHI, C. Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1571-1577, 2004.

FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus).* **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

FURUYA , W.M. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters.** London:Blackweel Sci. Publ., 1978.214p.

GONÇALVES, G. S. **Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia do Nilo.** 2007. 109f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.8, n. 1, p. 42-45, 2007.

HONORATO, C. A.; ALMEIDA, L. C.; SILVA NUNES,C.; CARNEIRO, D. J.; MORAES, G. Effects of processing on physical characteristics of diets with distinct levels of carbohydrates and lipids: the outcomes on the growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture nutrition**, Oxford, v. 16, p. 91-99, 2010.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRANSHOFFK (Ed). **Methods of seawater analysis**. Weinhein: Verlag Chemie**,** 1976. p. 117-181.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. E TALLING, J.F. **Water analyses: Some revised methods for limnologists.** London: Scient Public., 1978. 121p.

MARQUES, R.N.; HAYASHI, C.; SOARES, M.C.; SOARES, T. Níveis diários de arraçoamento para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) cultivados em baixas temperaturas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v.24, p.97-104, 2003.

MEURER, F.; HAYASHI. C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasilera de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.

MPA- Ministério da Pesca e Aquicultura. **Caderno consolidação dos dados estatísticos. Produção Pesqueira e Aquícola. Estatística 2008 e 2009.** Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/nt_AGO_19-08-Producao-de-pescado-aumenta>. Acesso em: 13 nov. 2010.

MOHANTA, K.N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J. K.; SAHU, N. P. Protein requirement of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, n.14, p. 143-152, 2008.

MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P.; CARNEIRO, D.J. Lysine and methionine supplementation in diets with low protein level for the initial growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 909-916, 2002.

PEZZATO, L. E.; MIRANADA, E. C.; BARROS, M. M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W. M.; PEZATTO, A. C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p.1595-1604, 2002.

POKNIAK, J.; CORNEJO, S.; GALLEGUILLOS, C.; LARRAÍN, C.; BATTAGLIA, J. Efectos de la extrusión o peletización de la dietade engorda sobre la respuesta productiva de la truta arcoiris (*Oncorynchus mykiss)* tamaño plato. **Archivos de Medicina Veterinária,** Valvidia, v.31, n.1, p. 141-150, 1999.

SAMPAIO, A.M.B.M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agricola,** Piracicaba, v.57, n.2, p.213-219, 2000.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. **Processamento de ração e utilização de complexo multienzimático na produção de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2008.

SILVA, S.S.; GUNASEKARA, R.M., ATAPATU, D. The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost of dietary protein levels. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 80, p. 271-284, 1989.

SKLAN, D.; PRAG, T.; LUPATSCH, I. Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia *Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). **Aquaculture Research,** Oxford, v.35, n.04, p.358-364, 2004.

TOLEDO, M.P.A. **Processamentos de dietas práticas com diferentes fontes de energia para o crescimento e a digestibilidade da tilápia do Nilo.** 2004. 33p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2004.

WANG, N.; HAYAWARD, R.S.; NOLTIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.165, p.261-267, 1998.

7- Anexo

Anexo 01. Guia de alimentação para 1000 tilápias em tanques-rede

IDADE (semana)	PESO (grama)	RAÇÃO (tipo)	TAXA (%)	RAÇÃO (g/dia)	RAÇÃO (acumulada)	TRATOS (x / dia)	C.A (kg / kg)	GPD (g / dia)
1 / 7 dias	0,3	55% - pó/ 45% - Aquaxcel 0,8mm	33,3	100	0,70	oito	1,00	0,10
2 / 14 dias	1,0	55% - pó/ 45% - Aquaxcel 0,8mm	25,0	250	2,45	oito	1,03	0,24
3 / 21 dias	2,7	55% - pó/ 45% - Aquaxcel 0,8mm	17,0	460	5,67	oito	1,04	0,44
4 / 28 dias	5,8	45% - Aquaxcel1,5mm	13,4	780	11,13	seis	1,05	0,74
5 / 35 dias	11,0	45% - Aquaxcel1,5mm	8,4	920	17,57	seis	1,07	0,86
6 / 42 dias	17,0	45% - Aquaxcel1,5mm	6,5	1.100	25,27	seis	1,10	1,00
7 / 49 dias	24,0	3,6% 2,6 mm	5,4	1.300	34,37	seis	1,14	1,14
8 / 56 dias	32,0	3,6% 2,6 mm	5,3	1.700	46,27	seis	1,19	1,43
9 / 63 dias	42,0	3,6% 2,6 mm	5,0	2.100	60,97	seis	1,23	1,71
10 / 70 dias	54,0	32% - 4 mm	4,6	2.500	78,47	quatro	1,25	2,00
11 / 77 dias	68,0	32% - 4 mm	4,6	3.100	100,17	quatro	1,28	2,43
12 / 84 dias	85,0	32% - 4 mm	4,4	3.700	126,07	quatro	1,30	2,86
13 / 91 dias	105,0	32% - 4 mm	4,1	4.300	156,17	quatro	1,31	3,29
14 / 98 dias	128,0	32% - 4 mm	4,0	5.100	191,87	quatro	1,32	3,86
15 / 105 dias	155,0	32% - 4 mm	3,7	5.700	231,77	quatro	1,33	4,29
16 / 112 dias	185,0	32% - 4 mm	3,4	6.300	275,87	quatro	1,34	4,71
17 / 119 dias	218,0	32% - 6 mm	3,3	7.200	326,27	três	1,36	5,29
18 / 126 dias	255,0	32% - 6 mm	3,4	8.700	387,17	três	1,35	6,43
19 / 133 dias	300,0	32% - 6 mm	3,2	9.700	455,07	três	1,36	7,14
20 / 140 dias	350,0	32% - 6 mm	3,3	11.700	536,97	três	1,37	8,57
21 / 147 dias	410,0	32% - 6 mm	3,1	12.800	626,57	três	1,38	9,29
22 / 154 dias	475,0	32% - 6 mm	2,9	13.900	723,87	três	1,39	10,00
23 / 161 dias	545,0	32% - 6 mm	2,6	14.000	821,87	três	1,40	10,00
24 / 168 dias	615,0	32% - 6 mm	2,3	14.000	919,87	três	1,40	10,00
25 / 175 dias	685,0	32% - 6 mm	2,0	14.000	1.017,87	três	1,51	9,29
26 / 182 dias	750,0	32% - 6 mm	1,9	14.000	1.115,87	três	1,51	9,29
27 /189 dias	815,0	32% - 6 mm	1,7	14.000	1.213,87	três	1,51	9,29
28 / 196 dias	880,0	32% - 6 mm	1,6	14.000	1.311,87	três	1,63	8,57
29 / 203 dias	940,0	32% - 6 mm	1,5	14.000	1.409,87	três	1,63	8,57
Temperatura	18 a 20	20 a 22	22 a 24	24 a 26	26 a 30	30 a 32	>32	
Percentual	45%	60%	75%	85%	100%	80%	suspender	

CAPÍTULO 3 – DIETAS PELETIZADAS E EXTRUSADAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS PARA TILÁPIA-DO-NILO EM GAIOLAS. II – DESEMPENHO ECONÔMICO

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo determinar os custos de produção de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas utilizando dietas extrusadas e peletizadas e três níveis de proteína digestível buscando as melhores rentabilidades. Foram utilizados 990 peixes revertidos (116,02 ± 25,87g), distribuídos em 18 gaiolas ($1m^3$), em delineamento inteiramente casualizado, seis tratamentos, com três repetições em esquema fatorial 2 x 3 com 55 tilápias-do-nilo em cada gaiola. Os peixes foram alimentados com seis dietas, em média com 4223 kcal kg^{-1} de energia digestível, contendo três níveis de proteína digestível (25,0; 28,0 ou 31,0%). As tilápias foram arraçoadas seis vezes ao dia, durante 117 dias. Além da análise econômica do experimento, foi realizada uma simulação da produção em três cenários: a) densidade de estocagem alterada para 111 peixes/m^3, b) mantendo a densidade de 111 peixes/ m^3, avaliar os custos mensais de produção de cada tratamento, c) com os melhores lucros operacionais obtidos pelos níveis proteicos, traçou-se estratégias alimentares. O item de maior importância na participação dos custos operacionais totais foi o relacionado à alimentação. De maneira geral, a receita de todos os tratamentos não foi suficiente para cobrir os custos operacionais, proporcionando prejuízos. Na simulação da produção, os indicadores econômicos mostraram que a densidade de estocagem e o custo da dieta foram fatores decisivos para se obter lucratividade. Dieta peletizada pode ser uma boa opção de processamento ao produtor. A adoção de estratégias alimentares utilizando o nível correto de PD nas dietas em diferentes fases da produção pode aumentar significativamente os lucros operacionais. O nível de 25% PD poderia ser utilizado na maior parte do ciclo de produção, garantindo bons parâmetros de desempenho e valores econômicos.

Palavras-chaves: desempenho econômico**,** processamento da dieta, *Oreochromis niloticus*

CHAPTER 3 - PELLETED AND EXTRUDED DIETS CONTAINING DIFFERENT PROTEIN LEVELS FOR NILE TILAPIA IN CAGES. II - ECONOMIC PERFORMANCE

SUMMARY – The objective of this study was to determine production cost of a net-cage tilapia production fed extruded and pelletized diets containing three different levels of digestible protein in order to maximize profits. The experiment used 990 reverted fish (116.02 ± 25.87g), distributed in 18 cages (1.0 m^3) at a density of 55 tilapias per cage. Experimental design was completely randomized in a 2 x 3 factorial, with six treatments, with three replicates. The fish were fed six diets containing approximately 4223 kcal kg^{-1} of digestible energy and three different levels of digestible protein (25.0, 28.0 or 31.0 %). Tilapias were fed six times daily, during 117 days. In addition to the economic feasibility study, a production simulation was performed taking into account three different scenarios, as follows: a) stocking density was changed to 111 fish/m^3; b) kepping the density of 111 fish / m^3 monthly production costs were evaluated for each treatment; and c) feeding strategies were designed according to operational profits obtained from different protein levels. Feed is among the most important items when determining production costs. In general, the income generated for all treatments did not cover operational costs; making the activity not profitable. The economic indicators obtained from the production simulation study showed that stocking density and diet costs were decisive factors in determining how profitable the activity can be. Pelletized diets were more profitable compared to extruded diets making this diet a good option for the farmer. The adoption of feeding strategies using the correct level of DP in the diet at different stages of production can significantly increase operating profits. The diet containing 25.0% DP can be used during the largest part of the production cycle, while guaranteeing good performance and economic parameters.

Keywords: economic performance, diet processing, *Oreochromis niloticus*

1- Introdução

Nas últimas duas décadas, a produção aquícola brasileira cresceu de forma expressiva. De acordo com dados do MPA (2010), a produção nacional de pescado no ano de 2009 alcançou um volume de 1.240.813 toneladas, sendo que a aquicultura contribuiu com 33,5%, deste valor (415.649 toneladas).

Na piscicultura brasileira, dentre as espécies criadas, a tilápia é a que apresenta maior volume de produção (95.091 t), seguido pelas carpas (36.631,5 t), tambaqui (30.598,5 t), pacu (12.397 t) e tambacu (10.854 t) (IBAMA, 2009). Em 2009, a produção de tilápias foi de 132.957,8 toneladas e grande parte da sua produção deve-se à criação em tanques-redes ou gaiolas, pois o uso de dieta e água de boa qualidade, permite que sejam adotadas elevadas densidades populacionais por metro quadrado de lâmina d'água sem prejuízo ao desenvolvimento dos peixes, gerando maior produtividade por área (MPA, 2010; FOSS et al., 2003).

Concomitantemente à expansão da piscicultura, indústrias de dieta animal devem preocupar-se em produzir com qualidade nutricional e custos acessíveis ao produtor. Nesse sentido, estudos relativos à exigência proteica dos peixes são indispensáveis, pois a proteína é geralmente o nutriente mais caro da dieta de qualquer animal. O custo com alimentação corresponde entre 50,0 e 70,0% dos custos totais de produção, afetando a piscicultura, uma vez que os peixes necessitam de maiores níveis deste nutriente na dieta que outros animais (ABIMORAD et al., 2009; MUÑOZ-RAMÍRES e CARNEIRO, 2002).

Ao formular e confeccionar uma dieta, além do balanço nutricional, é importante a busca pelo processamento adequado, de modo a apresentar as propriedades físicas desejáveis que permitam o rápido consumo e máxima utilização pelos animais (NRC, 1993). A extrusão e a peletização são tratamentos físico-químicos utilizados no processamento de dietas em muitas indústrias, com o objetivo de incrementar a eficiência de sua utilização, aproveitando melhor o potencial do animal através de sua digestibilidade.

O êxito de uma piscicultura depende da capacidade do produtor gerar produtos que satisfaçam um mercado ascendente, com preço que lhe permita um retorno segundo o investimento que tenha feito (PADUA, 2000). A análise econômica através do custo de produção é um instrumento importante da administração que auxilia o empresário na avaliação econômica das técnicas empregadas, permitindo o estabelecimento de padrões de eficiência para maiores rendimentos e menores custos. Portanto, o produtor deve estar apto a determinar os fatores que mais pesam no seu custo de produção e, desta forma, conseguir adequar seu processo de produção no sentido de maior rentabilidade (SCORVO-FILHO et al., 2004).

Apesar do grande crescimento da produção de tilápias no país, ainda existe falta de informações econômicas dos diferentes sistemas de produção adotados pelos piscicultores. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar os custos de produção de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas peletizadas e extrusadas com níveis de proteína digestível gerando informações que possam servir como ferramenta na tomada de decisão, visando melhores rentabilidades ao empreendimento aquícola.

2 - Material e métodos

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, São Paulo (Lat. 21°15'S, Long. 48°18'W) no período de dezembro de 2009 a abril de 2010, com duração de 117 dias.

2.1 - Instalações e condições experimentais

O experimento foi realizado em um viveiro de aproximadamente 1822 m^2 de lâmina d'água e profundidade média de 2,0 m. Os peixes utilizados foram estocados em 18 gaiolas flutuantes de 1,0 m^3 de volume útil (1,0 × 1,0 × 1,2 m), dispostas paralelamente em duas linhas de nove gaiolas, no sentido longitudinal do viveiro. Entre elas foi colocado um aerador, ligado das 19:30h até as 07:00h do dia seguinte. Dentro de cada gaiola foram monitorados, em dias alternados e no período da manhã e da tarde (8:00h e 18:00h), o pH (PHTEK – pH100), a temperatura, o oxigênio dissolvido (YSI- *Yellow Springs Instruments* 550A), a condutividade elétrica (PHTEK – CD203) e a transparência da água (disco de Secchi) (Tabela 01). Quinzenalmente, foram coletadas amostras de água da entrada e saída de água do viveiro e de cada gaiola, para determinação de amônia, nitrato, nitrito e fósforo total (KOROLEFF, 1976; MACKERETH et al., 1978; GOLTERMAN et al., 1978).

Tabela 01. Valores médios de parâmetros fisico-químicos da água durante o período experimental

PARÂMETROS	MÉDIA
Temperatura (ºC) / manhã	25,32 ± 1,83
Temperatura (ºC) / tarde	27,02 ± 2,08
OD ($mg.L^{-1}$) / manhã	5,27 ± 1,36
OD ($mg.L^{-1}$) / tarde	4,05 ± 0,23
pH / manhã	7,45 ± 0,38
pH / tarde	7,03 ± 0,32
Cond. elétrica (µSm/cm) / manhã	63,06 ± 1,48
Cond. elétrica (µSm/cm) / tarde	64,42 ± 1,55
Transparência (cm) / manhã	103,52 ± 1,55
Transparência (cm) / tarde	102,10 ± 3,03
Amônia ($\mu g.L^{-1}$)	95,14 ± 55,79
Nitrato ($\mu g.L^{-1}$)	561,18 ± 178,61
Nitrito ($\mu g.L^{-1}$)	15,73 ± 5,38
Fósforo ($\mu g.L^{-1}$)	282,24 ± 17,69

2.2 - Material biológico e manejo

Utilizaram-se tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem Supreme, revertidos sexualmente para machos, cedidos pela Piscicultura Aquabran, localizada em Três Fronteiras- SP, com peso médio inicial de 116,02 ± 25,88g.

A densidade de estocagem foi de 55 peixes / gaiola. O arraçoamento foi realizado seis vezes ao dia, nos seguintes horários: 08:00h, 10:00h, 12:00h, 14:00h, 16:00h e 18:00h. A quantidade diária de ração foi estimada conforme tabela semanal [1] de alimentação de peixes criados em tanques-rede (Anexo 01). Diariamente, a quantidade fornecida foi pesada e o total dividido em seis partes iguais. A quantidade de alimento consumido foi calculada através da diferença entre a quantidade inicial e final da dieta previamente pesada e separada para ser fornecida em cada gaiola.

[1] Fornecida pela empresa Socil Evialis Nutrição Animal Indústria e Comércio Ltda

Mensalmente foram realizadas biometrias para avaliar ganho em peso e acompanhar os ajustes nos arraçoamentos.

2.3 - Dietas experimentais

As análises dos ingredientes e das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP, e no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

Os nutrientes das dietas foram calculados baseados nos dados de digestibilidade descritos por PEZZATO et al. (2002) e MEURER et al. (2003) para a espécie, alterando-se apenas os três níveis proteicos digestíveis em estudo (25, 28 ou 31%). Na Tabela 02, encontram-se a formulação e composição bromatológica das dietas experimentais.

O processamento das dietas foi realizado na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP – Câmpus de Jaboticabal. Os ingredientes que compõem as dietas foram finamente moídos em moinho, com peneira de malha de 0,8 mm de diâmetro.

Cada dieta passou pelo processamento de extrusão ou peletização. A extrusão dos alimentos foi realizada em extrusora Extrucenter, modelo MAB 400S. A temperatura média dos peletes na saída da extrusora foi de 80,0ºC. A peletização foi feita em peletizadora Calibrás. A granulometria dos peletes ficou entre 4,0 e 6,0 mm.

2.4 - Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi Inteiramente Casualizado (DIC) com seis tratamentos em um esquema fatorial 2 x 3 correspondendo a dois tipos de processamento (extrusão e peletização) e a três níveis de proteína digestível (25,0; 28,0

e 31,0%), com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma gaiola com 55 peixes.

Tabela 02. Formulações e composição bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos					
	E25[1]	E28	E31	P25	P28	P31
Farinha de Peixe	5,23	5,83	6,50	5,23	5,83	6,50
Farinha de Vísceras	8,20	9,20	10,20	8,20	9,20	10,20
Farelo de Soja	32,00	39,50	47,00	32,00	39,50	47,00
Levedura	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Milho	22,00	14,30	10,00	22,00	14,30	10,00
Farelo de Trigo	18,10	16,62	12,70	18,10	16,62	12,70
Quirera de Arroz	3,02	3,00	2,50	3,02	3,00	2,50
Óleo degomado de soja	3,00	3,20	3,15	3,00	3,20	3,15
Fosfato bicálcico	1,50	1,30	1,00	1,50	1,30	1,00
Calcário calcítico	1,30	1,40	1,30	1,30	1,40	1,30
Suplemento mineral e vitamínico [2]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C (ascorbyl palmitate- Roche)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Antifúngico (Filax)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT, antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição bromatológica [3]:						
Matéria seca (%)	89,33	89,35	89,30	89,33	89,35	89,30
Proteína bruta (%)	28,20	31,57	34,80	28,20	31,57	34,80
Proteína digestível (%)	25,00	28,01	31,00	25,00	28,01	31,00
Extrato etéreo (%)	6,93	7,08	7,00	6,93	7,08	7,00
Fibra Bruta (%)	4,49	4,68	4,70	4,49	4,68	4,70
Matéria mineral (%)	5,75	6,33	6,90	5,75	6,33	6,90
Extrativo Não Nitrogenado (%) [4]	43,96	39,69	35,90	43,96	39,69	35,90
Energia bruta (kcal.kg^{-1})	4139,83	4168,29	4195,30	4139,83	4168,29	4195,30
Energia digestível (kcal.kg^{-1})	3224,83	3223,44	3222,70	3224,83	3223,44	3222,70

(1) E= Extrusada; P = Peletizada; 25, 28 ou 31 = proteína digestível
(2) Cada 1% fornece: ácido fólico (1,00 mg); ácido pantotênico (20,00 mg) antioxidante (125,00 mg); colina (150,00 mg); cobre (10,00 mg); ferro (100,00 mg); iodo (5,00 mg;) manganês (70,00 mg); selênio (0,15 mg); vit A (3.000,00 U I kg-1); Vit B (16,00 mg); Vit B12 (20,00 mg); Vit B2 (8,00 mg); Vit B6 (3,00 mg); Vit C (350,00 mg); Vit D3 (3000,00 U I kg-1); Vit E (200,00 UI kg-1); Vit K (6,00 mg); zinco (150,00 mg); niacina (100,00 mg); biotina (0,10 mg).
(3) Composição calculada a partir da análise dos ingredientes
(4) ENN = MS – (PB + EE + MM + FB)

2.5 – Avaliação de desempenho produtivo

Na avaliação dos parâmetros de desempenho, 11 peixes de cada gaiola foram coletados mensalmente para a realização de biometria. Os peixes foram pesados em balança Filizola, modelo MF-3/1 e o comprimento total dos juvenis mensurado com ictiômetro, para avaliar o ganho em peso dos animais e ajustar o arraçoamento. O desempenho produtivo foi avaliado pelo ganho em peso diário, conversão alimentar aparente e consumo diário médio de dieta, de acordo com as seguintes expressões:

$$\text{Ganho em peso diário (GPD)} = \frac{(\text{peso final} - \text{peso inicial})}{\text{tempo (dias)}}$$

$$\text{Conversão alimentar aparente (CAA)} = \frac{\text{consumo de dieta}}{\text{ganho em peso total}}$$

$$\text{Consumo diário médio de dieta (CDD)} = \frac{\text{consumo de dieta por peixe}}{\text{tempo (dias)}}$$

2.6 - Análises estatísticas

As análises de variâncias foram testadas pela normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias (testes de Cramer Von-Mises e Brown-Forsythe, respectivamente). Quando houve significância estatística, as médias para processamento foram comparadas pelo teste F e as médias para nível proteico foram submetidas às análises de regressão polinomial contrastando-se as médias. As análises estatísticas foram realizadas usando o programa Statistical Analysis System SAS® v.9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

2.7 - Análise econômica

A metodologia do cálculo de custo de produção utilizada foi a do Instituto de Economia Agrícola (IEA), descrita por Matsunaga et al. (1976) constituída de:

- *Custo operacional efetivo (COE):* soma dos custos com aquisição de juvenis, dietas, utilização operacional de mão-de-obra, energia elétrica e manutenção da infraestrutura
- *Custo operacional total (COT):* soma do COE com depreciação da infraestrutura.

Inicialmente foi determinado o custo de produção de cada dieta, sendo que os preços e as porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados para o processamento das seis dietas estão apresentados na Tabela 03. Para cálculo do gasto com energia elétrica para os equipamentos utilizados no processamento (moinho elétrico, peletizadora, secadora e extrusora) foi considerado o valor de R$ 0,1956 por kwh, referente ao preço da energia elétrica na zona rural de Jaboticabal/SP, em dezembro de 2010.

Foram levantados dados referentes à infraestrutura de produção, itens, quantidade, preço, vida útil e horas de uso no ano e no experimento. O custo de manutenção foi estimado em 3,0% ao ano do valor atual do bem. Os cálculos de manutenção e depreciação dos itens de investimentos por hora e por tratamento estão detalhados no Anexo 02 e da infraestrutura para produção das dietas no Anexo 03.

A depreciação foi calculada pelo método linear, considerando-se o valor final ou de sucata igual a zero. Tanto a manutenção quanto a depreciação da infraestrutura foram apropriadas para cada tratamento em função das horas de uso, da seguinte forma:

$$D = \left(\frac{Vi - Vf}{N \times H}\right) \times ht \qquad M = \left(\frac{Vi \times 3\%}{H}\right) \times ht$$

Onde:

D= depreciação em R$/tratamento

M = manutenção em R$/tratamento

Vi = valor inicial em R$

Vf = valor final ou de sucata

N = vida útil (em anos)

H = horas uso por ano

ht = horas uso por tratamento

Tabela 03. Preços e porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Ingredientes (%)	Preço (1)	Dietas		
	R$/kg	25% PD (2)	28% PD	31% PD
Farinha de peixe	1,50	5,23	5,83	6,50
Farinha de vísceras	1,40	8,20	9,20	10,20
Farelo de soja	0,71	32,00	39,50	47,00
Levedura	0,70	5,00	5,00	5,00
Farelo de Trigo	0,42	18,10	16,62	12,70
Milho	0,40	22,00	14,30	10,00
Quirera de Arroz	0,60	3,02	3,00	2,50
Oleo Degomado de soja	2,10	3,00	3,20	3,15
BHT, antioxidante	7,00	0,02	0,02	0,02
Fosfato Bicálcico	1,20	1,50	1,30	1,00
Calcário	0,14	1,30	1,40	1,30
Suplemento mineral e vitamínico (3)	10,00	0,50	0,50	0,50
Vitamina C	10,00	0,03	0,03	0,03
Antifúngico, Filax	5,00	0,10	0,10	0,10
Total	----	100	100	100

(1) Preços (em reais, R$/Kg) dos ingredientes cotados em novembro de 2010

(2) PD = proteína digestível

(3) Cada 1% fornece: ácido fólico (1,00 mg); ácido pantotênico (20,00 mg) antioxidante (125,00 mg); colina (150,00 mg); cobre (10,00 mg); ferro (100,00 mg); iodo (5,00 mg;) manganês (70,00 mg); selênio (0,15 mg); vit A (3.000,00 U I kg-1); Vit B (16,00 mg); Vit B12 (20,00 mg); Vit B2 (8,00 mg); Vit B6 (3,00 mg); Vit C (350,00 mg); Vit D3 (3000,00 U I kg-1); Vit E (200,00 UI kg-1); Vit K (6,00 mg); zinco (150,00 mg); niacina (100,00 mg); biotina (0,10 mg)

Os juvenis revertidos de tilápias-do-nilo foram orçados na região Noroeste do estado de São Paulo, em dezembro de 2010, pelo preço de R$ 0,27 a unidade.

Na estimativa dos gastos com mão-de-obra, para o manejo dos peixes durante o experimento, considerou-se o custo hora de R$4,00. Este custo refere-se ao de um funcionário permanente (25 dias de 8,0 horas de efetivo trabalho) recebendo um salário mínimo (São Paulo) por mês (R$ 560,00) mais 43,0% de encargos sociais. O tempo médio estimado para os seis arraçoamentos diários foi de 0,107 horas nas gaiolas com dietas extrusadas (6,42min./6arraç./dia) e 0,155 horas nas gaiolas para dietas peletizadas (9,3min./6arraç./dia). Para as gaiolas submetidas à alimentação com dietas peletizadas, foram instalados cochos artesanais dentro das gaiolas, construídos com pneus automotivos em corte longitudinal, com tela no fundo, possuindo diâmetro de 53,0 cm e altura de 9,0 cm. Os cochos foram presos às tampas das gaiolas, não sendo a estes atribuídos custos.

Biometrias foram realizadas mensalmente durante o ciclo produtivo. O período estimado foi de uma hora para biometrias intermediárias e quatro horas para as biometrias inicial e final, que inclui a pesagem e metragem de todos os peixes por gaiola.

A rentabilidade foi analisada pelos seguintes indicadores econômicos:

Receita Bruta (RB): receita esperada para determinada produção, para um preço de venda.

$$RB = Q \times P$$

Onde: Q – quantidade produzida por tratamento, em kg

P – preço unitário do produto, em R$/kg;

Lucro Operacional (LO): diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT). O indicador do resultado do lucro operacional mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade.

$$LO = RB - COT$$

Ponto de Nivelamento (PN): mostra a produção ou preço mínimo necessário para cobrir o COT.

$$PN_p = \frac{COT}{Q} \qquad PN_q = \frac{COT}{P}$$

Onde: P – preço unitário do produto, em R$/kg

Q - quantidade produzida por tratamento, em kg

2.7.1- Parâmetros econômicos para cenários simulados

Tendo em vista que o experimento foi realizado em um viveiro de aproximadamente 1822 m^2 de lâmina d'água e profundidade média de dois metros, onde a renovação de água nas gaiolas não é intensa como em reservatórios de hidroelétricas, lagos e rios, adotou-se uma densidade de estocagem (55 peixes / m^3) inferior à utilizada pelas pisciculturas. Sendo assim, foram realizadas simulações da produção, visando extrapolar os dados obtidos para uma escala maior de produção, a fim de analisar o comportamento das dietas experimentas, utilizando os mesmos itens de investimento com infraestrutura. A simulação foi realizada em três cenários:

a) Alteração da densidade de estocagem utilizada para 111 juvenis por m^3, para confrontar a produtividade obtida com as encontradas nas pisciculturas;

b) Avaliação dos custos mensais de produção de cada tratamento, mantendo a densidade de 111 juvenis por m^3;

c) Com base nos lucros operacionais mensais por tratamento, traçar uma estratégia alimentar adequada com os níveis de proteína mais rentáveis encontrados para cada período, visando maior lucratividade;

Para estimativa do custo operacional efetivo, o preço pago pelos juvenis foi mantido. No item alimentação, o custo foi apropriado para a nova densidade de estocagem. Nesse caso, foram consideradas proporcionalmente as mesmas quantidades de alimento utilizadas para cada tratamento experimental. No item mão-de-obra, manteve-se o mesmo valor pago ao funcionário, utilizando-se a mesma duração diária de trabalho por tratamento. A duração das biometrias intermediárias e inicial/final foi dobrada em função do aumento do número de peixes.

No cálculo das receitas brutas, também foram considerados os mesmos parâmetros de taxas de sobrevivência, mantendo-se a proporcionalidade dos pesos médios.

3- Resultados e discussão

3.1 – Desempenho produtivo

A taxa de sobrevivência das tilápias durante o experimento foi de 100,0% em todos os tratamentos. Os parâmetros de desempenho produtivo após 117 dias de criação estão apresentados na Tabela 04. O processamento térmico por extrusão realizado nas dietas proporcionou resultados superiores nas variáveis de desempenho produtivo da tilápia-do-nilo.

Tabela 04. Parâmetros técnicos da criação de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas extrusads e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível

Estatística	Ganho em peso diário (g)	Conversão alimentar aparente	Consumo diário de dieta (g)
Médias de Processamento das dietas			
• extrusão	5,56 ± 0,19 a	1,46 ± 0,09 a	8,03 ± 0,19 a
• peletização	4,25 ± 0,12 b	1,80 ± 0,05 b	7,63 ± 0,07 b
Médias dos Níveis Protéicos (1)			
• 25% proteína digestível	4,90 ± 0,71	1,61 ± 0,20	7,76 ± 0,15
• 28% proteína digestível	4,93 ± 0,79	1,62 ± 0,20	7,79 ± 0,24
• 31% proteína digestível	4,88 ± 0,71	1,66 ± 0,19	7,95 ± 0,32
Valores de F (ANOVA)			
• Efeito do processamento da dieta (P)	240,01 **	81,39 **	45,64 **
• Efeito do nível protéico (N)	0,12 NS	0,77 NS	4,15 *
• Efeito da interação P x N	0,36 NS	0,29 NS	1,19 NS
Coeficiente de Variação (%)	3,67	4,86	1,58
(1) Efeito Linear	0,01NS	1,36NS	7,22* (2)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F

NS - não significativo * * - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

(2) Efeito Linear: consumo diário de dieta (P < 0,05) (Y= 0,0321x + 6,9321, R^2 = 0,8668)

As tilápias alimentadas com dietas extrusadas apresentaram média de ganho em peso diário (GPD) e conversão alimentar aparente (CAA) na ordem de 5,56g e 1,46, respectivamente. Esses valores foram melhores que os das dietas peletizadas (GPD =

4,25g, CAA= 1,80). FURUYA et al. (1998), avaliando os efeitos da utilização de dietas peletizadas e extrusadas sobre o desempenho de machos revertidos de tilápias-do-nilo (188,9g), na fase de terminação, criados em viveiros, durante 51 dias, não obtiveram mortalidade durante o experimento e obtiveram valores de GPD e CAA (GPD= 3,65g e CAA= 2,03 para dietas extrusadas e GPD = 3,29g e CAA = 2,18 para dietas peletizadas) inferiores ao presente estudo. SCORVO-FILHO et al. (2006) avaliando tilápias vermelhas da Flórida e tailandesa, utilizando densidades de estocagem de 200, 250 e 300 peixes/m^3 em tanques-rede (1,0m^3), durante o período de 126 dias, verificaram GPD variando de 1,42 a 1,69g e 3,16 a 3,74, para tilápias vermelhas e tailandesas, respectivamente e CAA de 1,40, semelhantes para as duas espécies. Os referidos autores afirmaram que o aumento da densidade de estocagem não comprometeu o desenvolvimento das tilápias. ONO e KUBITZA (2003) relataram que na criação de tilápia em tanque-rede, a saúde dos peixes, técnicas de manejo, qualidade dos insumos são fatores decisivos para o desempenho produtivo. Essas diferenças no desempenho também podem ser vinculadas ao tipo de linhagem utilizada. Observa-se que mesmo que o GPD nas dietas peletizadas tenha sido inferior no presente estudo, este foi superior aos resultados dos trabalhos citados.

Assim como o processamento, os níveis de proteína digestível nas dietas tiveram influência direta no desenvolvimento da tilápia-do-nilo. As maiores médias de consumo diário de dieta (CDD) ($P<0,05$) ocorreram com tilápias alimentadas com dietas de 31,0% PD; porém essa diferença, não proporcionou maior GP e nem melhor CAA quando comparada às dietas de 25,0 ou 28,0% PD. No estudo de BOTARO et al. (2007) com tilápias-do-nilo (34,63g) criadas em tanques-rede (2,0m^3), utilizaram o conceito de proteína ideal e os autores ressaltaram que a utilização da dieta com menor valor de proteína digestível (22,7% PD) também promoveu GP médio semelhante ao dos peixes alimentados com maior teor proteico (27,0% PD), e sem efeitos dos níveis de proteína digestível sobre as médias de CAA, corroborando os resultados encontrados no presente estudo. Os autores observaram que o menor consumo de alimento foi com a dieta de maior nível proteico. WATANABE et al. (1990), estudando efeitos da densidade de estocagem e níveis de proteína no desempenho de tilápia

vermelha da Flórida, não observaram efeito significativo (P>0,05) para as diferentes densidades (100, 200 e 300 peixes/m^3). No entanto, as médias de GPD (1,94 g/dia) e de CAA (1,88) foram menores para os peixes alimentados com dieta de 28,0% de proteína bruta, quando comparadas as de peixes que receberam dieta com 32,0% de proteína bruta.

3.2 – Resultados econômicos

Na Tabela 05, estão apresentados os custos operacionais com processamento para as seis dietas experimentais. Observa-se que, independente do processamento, o custo com a dieta aumentou com a elevação do nível proteico, sendo os custos com as dietas extrusadas, em média, 69,66% superior aos das dietas peletizadas. FURUYA et al. (1998), avaliando o custo com dieta peletizada e extrusada no desempenho de machos revertidos de tilápias-do-nilo na fase de terminação, verificaram que foi fundamental a avaliação da relação custo:benefício no uso de dieta extrusada, pois quando comparada a dieta peletizada, apresentou melhor índice produtivo, por outro lado, proporcionou maior custo com a dieta.

As extrusoras existentes no mercado têm a possibilidade de injeção de água ou vapor e sistema de secagem por intermédio de queimadores a gás. Para produção de vapor e para o processo de secagem são utilizados diferentes combustíveis, tais como: lenha, gás natural, gás GLP, óleo BPF ou óleo diesel, onde a escolha de um determinado combustível ocorrerá conforme o preço e disponibilidade na região onde a fábrica está instalada, reduzindo assim os custos de produção. A fábrica de rações da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, só possui caldeira com abastecimento a óleo diesel. O uso deste no processo de extrusão foi um item decisivo no custo operacional total (COT) de dietas extrusadas, representando em média 34,0% do COT do processamento de dietas extrusadas, ficando atrás apenas dos ingredientes que representaram em média 54,38% do COT com processamento de dietas (Tabela 05), aumentando assim o custo final das dietas.

Tabela 05. Custo operacional total do processamento de 100 kg de dietas extrusadas ou peletizadas e três níveis de proteína digestível, em R$ dezembro de 2010

CUSTOS	(1) E25	E28	E31	P25	P28	P31
Custo operacional efetivo (COE)						
- Ingredientes (R$)	78,08	82,19	85,77	78,08	82,19	85,77
- Com energia elétrica (R$):						
Moinho elétrico	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Extrusora	3,00	3,00	3,00			
Secadora	2,61	2,61	2,61			
Peletizadora				1,03	1,03	1,03
- Com mão-de-obra (R$):						
Moinho elétrico	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
Extrusora	2,67	2,67	2,67			
Peletizadora				1,00	1,00	1,00
- Óleo diesel	52,00	52,00	52,00			
- Manutenção (R$):						
Moinho elétrico	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Extrusora	1,61	1,61	1,61			
Secadora	0,81	0,81	0,81			
Peletizadora				0,88	0,88	0,88
Total	**144,45**	**148,55**	**152,14**	**84,65**	**88,76**	**92,34**
outros custos						
Depreciação (R$):						
Moinho elétrico	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Extrusora	1,30	1,30	1,30			
Secadora	0,75	0,75	0,75			
Peletizadora				0,30	0,30	0,30
Total	**2,38**	**2,38**	**2,38**	**0,63**	**0,63**	**0,63**
Custo operacional total (COT) **(em R$ / 100 kg)**	**146,83**	**150,93**	**154,52**	**85,29**	**89,39**	**92,98**
Custo operacional total (COT) **(R$ /kg)**	**1,47**	**1,51**	**1,55**	**0,85**	**0,89**	**0,93**
Consumo de dietas (kg/trat)	**152,38**	**153,42**	**156,20**	**147,11**	**146,30**	**148,73**

(1) E = extrusada; P= peletizada; 25,0; 28,0 ou 31,0 = % de proteína digestível

A proteína é o nutriente mais caro no preparo de dietas para organismos aquáticos, dessa forma, estudos que minimizem o nível de proteína são pertinentes (ABIMORAD et al., 2009). As informações geradas pelo custo operacional total (COT) do processamento (Tabela 05) permitiram identificar que aparentemente com a redução do nível protéico, o COT da dieta (R$/kg) pode não ter reduzido tanto, mas essa pequena diferença pode gerar resultados econômicos significativos.

O valor econômico total para o investimento inicial em equipamentos e infraestrutura para produção das tilápias foi estimado em R$ 15.374,00 (Anexo 02). Os principais itens de investimento foram tanques-rede (46,8%), barco (19,4%) e aquisição do aerador (15,6%). SCORVO-FILHO et al. (2006) apresentaram valor econômico nominais de investimento inicial de R$ 7224,00 na avaliação do custo operacional de produção de tilápias vermelha da Flórida e tailandesa em tanques-rede de 1,0 m^3. Este valor de investimento foi menor quando comparado às quantidades de itens do presente estudo, porém os autores consideraram uma quantidade inferior de itens de investimento inicial. Os autores apresentaram o valor de tanque-rede de R$ 402,00 por unidade (m^3), sendo o item mais representativo do custo total (66,92%). FURLANETO et al. (2010), analisando o custo e rentabilidade da produção de tilápia na Região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2009, verificaram que os tanques-rede também foi o item com maior participação no total dos custos de implantação, seguido pelo veículo e galpão.

As informações geradas pelo custo de produção permitiram identificar os itens de maior impacto (Tabela 06). A dieta foi o item de maior participação, contribuindo com 55,45% nos custos de produção para dietas extrusadas, seguido pela depreciação com 16,47% e 13,11% com mão-de-obra com o arraçoamento. Já para as dietas peletizadas, verificou-se que os itens mais representativos na composição do COT foram referentes à dieta com 38,02%, seguido pela mão-de-obra com o arraçoamento representando 22,52% e depreciação com 20,60%. Observa-se que o custo com item mão-de-obra nas dietas peletizadas foi superior, quando comparada às dietas extrusadas, fato decorrente pelo maior tempo gasto com o fornecimento das dietas, que era realizado dentro de cochos.

A importância da alimentação no custo total de produção também foi verificada por CAMPOS et al. (2007), que obtiveram valores de 50,44% na participação do custo total, em criação de tilápias em tanques-rede, no município de Zacarias, SP. Os autores também relataram que os custos com mão-de-obra tiveram participação de 14,96% e aquisição de juvenis com participação de 13,54% dos custos de produção.

VERA-CALDERÓN e FERREIRA (2004), estudando a viabilidade econômica da criação de tilápias (*Oreochromis spp*.) em tanques-rede em três empreendimentos de pequena, média e grande produção constataram que na composição do custo de produção, o item de maior participação foi as dietas, que variaram de 43,33 a 62,74%, para pequena e grande produção, respectivamente. CARNEIRO et al. (1999a) encontraram a participação de 63,47% para este item, com dez tanques-rede.

Tabela 06. Custo operacional e indicadores de rentabilidade de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas, na densidade de 55 peixes/m^3, alimentadas com dietas peletizadas ou extrusadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010)

CUSTOS	un.	(1)E25	E28	E31	P25	P28	P31
juvenis	R$/$m^3$	14,85	14,85	14,85	14,85	14,85	14,85
dietas	R$/$m^3$	74,58	77,18	80,45	41,82	43,59	46,10
mão-de-obra (arraçoamento)	R$/$m^3$	18,62	18,62	18,62	25,82	25,82	25,82
manutenção infraestrutura	R$/$m^3$	6,36	6,36	6,36	6,52	6,52	6,52
COE (2)	R$/$m^3$	**114,41**	**117,01**	**120,28**	**89,01**	**90,78**	**93,28**
depreciação infraestrutura	R$/$m^3$	23,39	23,39	23,39	23,63	23,63	23,63
COT (3)	R$/$m^3$	**137,80**	**140,40**	**143,67**	**112,64**	**114,41**	**116,91**
Produção	kg/m^3	**41,98**	**42,12**	**41,41**	**33,82**	**33,60**	**33,71**
COT médio	R$/kg	**3,28**	**3,33**	**3,47**	**3,33**	**3,41**	**3,47**
Preço de Venda	(R$/kg)	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**
Receita Bruta	R$/$m^3$	**125,94**	**126,37**	**124,24**	**101,45**	**100,79**	**101,14**
Lucro Operacional	R$/$m^3$	**-11,86**	**-14,04**	**-19,43**	**-11,19**	**-13,62**	**-15,78**
Ponto de Nivelamento	kg/m^3	**45,93**	**46,80**	**47,89**	**37,55**	**38,14**	**38,97**
Ponto de Nivelamento	R$/kg	**3,28**	**3,33**	**3,47**	**3,33**	**3,41**	**3,47**

(1) E = extrusada; P = peletizada; 25,28 ou 31= % proteína digestível *(2) Custo operacional efetivo* *(3) Custo operacional total*

Os preços médios de venda dos peixes, obtidos através de pesquisa de mercado realizada na região Noroeste do estado de São Paulo, em dezembro de 2010, mostraram que se a produção fosse vendida para o principal canal de comercialização, que são os frigoríficos, o preço sairia entre R$ 2,80/kg e R$ 3,20/kg. Nesse sentido, adotou-se o preço médio de venda de R$ 3,00/kg.

O preço médio de venda de R$ 3,00/kg (Tabela 06) não foi suficiente para cobrir os custos e gerar lucros operacionais. Os pontos de nivelamento indicaram que para

ambos os processamentos, conforme se aumenta o nível proteico, maior seria a produção ou preços necessários para cobrir o COT.

3.3 – Simulações

3.3.1 – Alteração da densidade de estocagem

Na simulação da produção com densidade de estocagem de 111 peixes / m^3, os valores relativos à mão-de-obra, manutenção, depreciação e o custo de produção das dietas não se alteraram; apenas o consumo de dieta e o dispêndio com juvenis foram apropriados para nova densidade de estocagem.

Os indicadores econômicos mostraram que a densidade de estocagem foi uma variável decisiva para a lucratividade do experimento (Tabela 07). A situação de prejuízo em todos os tratamentos para densidade menor passou para resultados positivos, com lucro operacional nas seis condições estudadas. As dietas peletizadas apresentaram lucros mais expressivos em relação às dietas extrusadas. No final do período experimental pode-se observar que as dietas com nível proteico de 25,0% de proteína digestível proporcionaram maior lucro operacional em relação aos demais níveis proteicos. Neste mesmo nível, a dieta peletizada apresentou lucro operacional médio 39,92% superior ao da dieta extrusada.

Tabela 07. Simulação ao final do período experimental (117 dias) do custo operacional de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas, na densidade de 111 peixes/m^3, com dietas peletizadas ou extrusadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010)

CUSTOS	un.	(1) E25	E28	E31	P25	P28	P31
juvenis	R$/$m^3$	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97
dietas	R$/$m^3$	150,51	155,77	162,36	84,40	87,98	93,03
mão-de-obra (arraçoamento)	R$/$m^3$	21,07	21,07	21,07	28,27	28,27	28,27
manutenção infraestrutura	R$/$m^3$	6,38	6,38	6,38	6,54	6,54	6,54
COE (2)	R$/$m^3$	**207,92**	**213,19**	**219,78**	**149,18**	**152,76**	**157,80**
depreciação infraestrutura	R$/$m^3$	23,50	23,50	23,50	23,74	23,74	23,74
COT (3)	R$/$m^3$	**231,43**	**236,69**	**243,28**	**172,92**	**176,50**	**181,55**
Produção	kg/m^3	**84,72**	**85,01**	**83,58**	**68,25**	**67,80**	**68,04**
COT médio	R$/kg	**2,73**	**2,78**	**2,91**	**2,53**	**2,60**	**2,67**
Preço de Venda	(R$/kg)	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**
Receita Bruta	R$/$m^3$	**254,17**	**255,04**	**250,74**	**204,74**	**203,41**	**204,12**
Lucro Operacional	R$/$m^3$	**22,74**	**18,35**	**7,46**	**31,82**	**26,91**	**22,57**
Quantidade de Nivelamento	kg/m^3	**77,14**	**78,90**	**81,09**	**57,64**	**58,83**	**60,52**
Preço de Nivelamento	R$/kg	**2,73**	**2,78**	**2,91**	**2,53**	**2,60**	**2,67**

(1) E= extrusada; P= peletizada; 25, 28 ou 31= % proteína digestível; (2) = custo operacional efetivo; (3) custo operacional total

WATANABE et al. (1990), estudando efeitos da densidade de estocagem e níveis de proteína no desempenho de tilápia vermelha da Flórida, observaram que a produção por m^3 variou de 16,7 a 52,3 kg para a dieta com 28,0% PB e 16,1 a 47,3 kg para a dieta com 32,0% PB. Assim, se este estudo abordasse custo de produção, a dieta com menor nível proteico poderia apresentar melhores lucros operacionais como no presente estudo. SCORVO-FILHO et al. (2006), também trabalhando com tanques-rede de 1,0 m^3, avaliaram o custo operacional de tilápias vermelhas e tailandesas e verificaram uma produção por m^3 de 52,02kg e 112,52kg, respectivamente, a uma densidade de 250 peixes/m^3. Extrapolando os resultados dos referidos autores para a densidade de estocagem utilizada na simulação deste estudo (111 peixes/m^3), as produções por m^3 seriam de 24,87 kg e 49,96kg para tilapias vermelhas e tailandesas, respectivamente. Produções estas, inferiores às obtidas no presente estudo (média de 84,44 e 68,03 Kg/m^3, para dietas extrusadas e peletizadas, respectivamente).

Com a simulação para a nova densidade de estocagem, as dietas continuaram sendo o item com maior participação no custo de produção (Figura 01). As dietas aumentaram a participação, em média, de 49,37% para 65,86% nas dietas extrusadas,

e de 38,22% em média para 49,96%, para as dietas peletizadas. Observa-se que com o aumento da produção, a participação nos custos com depreciação manutenção e mão-de-obra diminuiu, ou seja, houve um melhor aproveitamento da infraestrutura e do fator trabalho.

A participação da dieta no custo de produção foi semelhante à obtida em outros trabalhos (CARNEIRO et al., 1999b; FURLANETO et al., 2006 e FURLANETO et al., 2010).

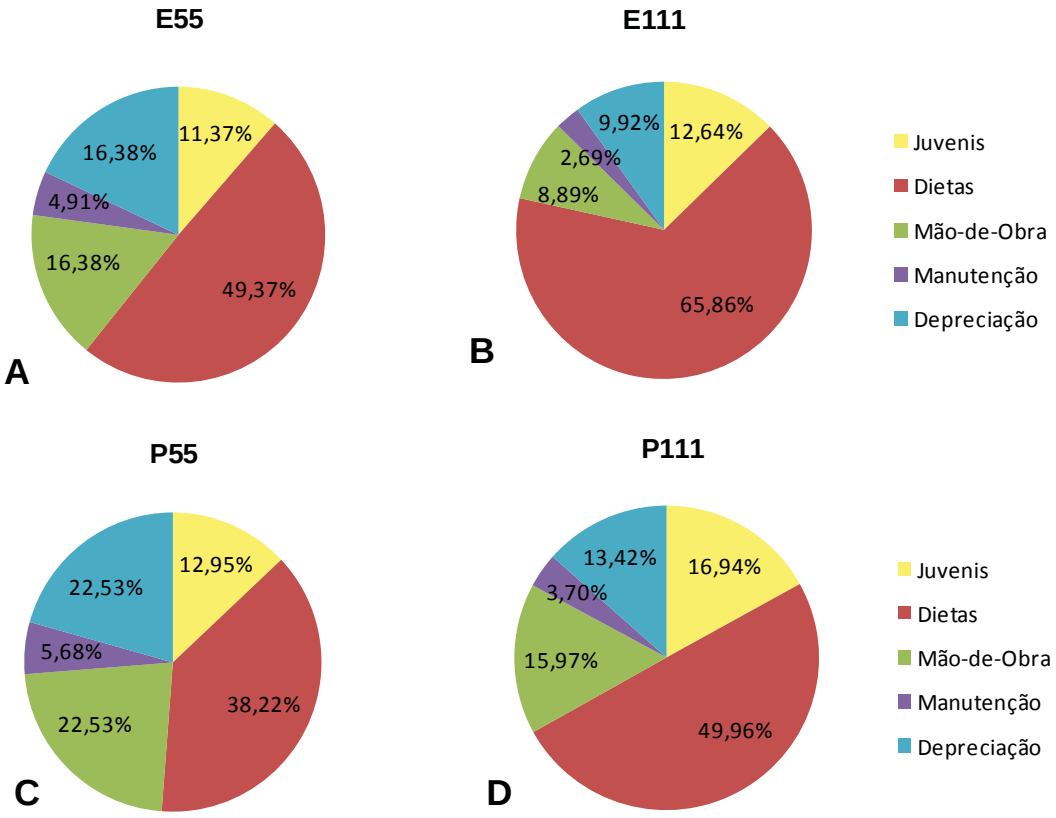

Figura 01. Participação média dos itens nos custos operacionais totais da produção de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas. Dietas extrusadas **(A)** e **(B)** com densidade de 55 e 111 peixes/m^3, respectivamente. Dietas peletizadas **(C)** e **(D)** com densidade de 55 e 111 peixes/ m^3, respectivamente.

3.3.2 – Custos mensais

Na Figura 02, estão apresentados os lucros operacionais para as simulações mensais aos 30, 60, 90 e 117 dias do experimento. Dados de consumo de dieta e de biomassa dos peixes, por m^3, foram apropriados por período, mas para densidade de 111 peixes/m^3 (Tabela 08). O preço de venda dos peixes não foi alterado, R$ 3,00 por kg durante todo o período experimental, pois o objetivo foi avaliar o comportamento das dietas, e possíveis diferenças nos preços de venda poderiam interferir nos resultados.

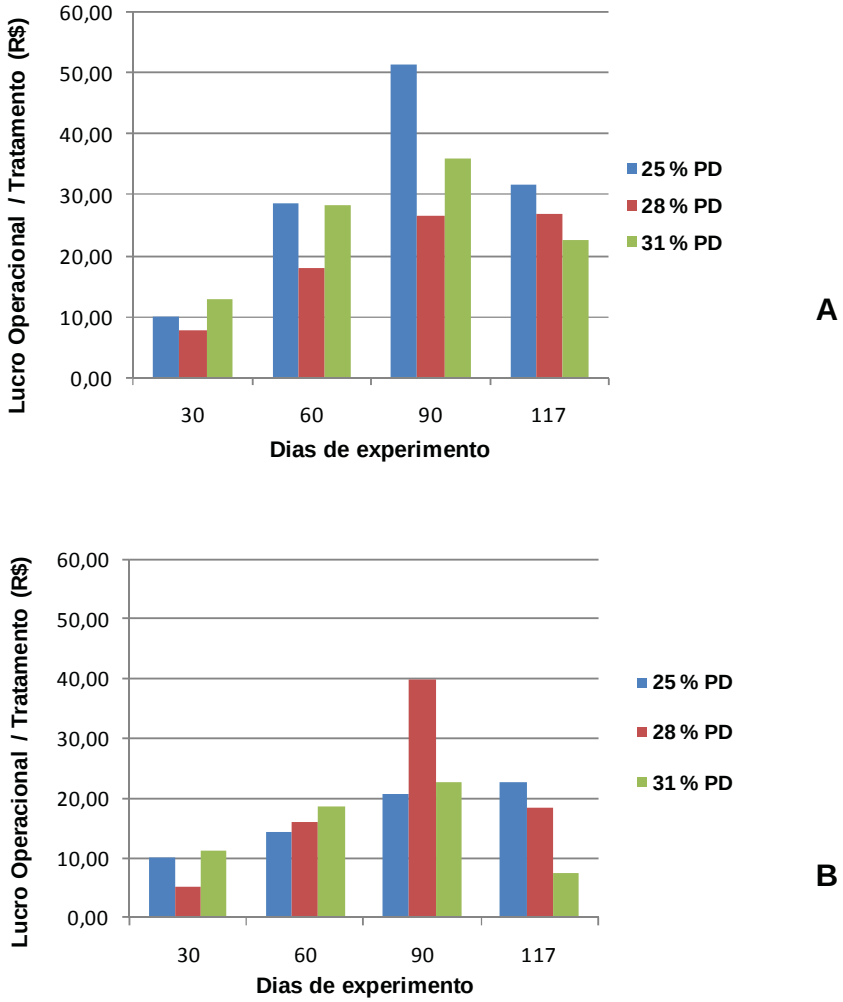

Figura 02. Lucro Operacional da produção de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas extrusadas **(A)** e dietas peletizadas **(B)** durante o período experimental

Tabela 08. Parâmetros técnicos da simulação de produção de tilápia-do-nilo em gaiolas de volume útil de 1m^3, na densidade de 111 peixes/m^3, **valores por m^3**

Dietas	Consumo (kg/trat)				Biomassa (kg/trat)			
	30	60	90	117	30	60	90	117
	(dias)				(dias)			
Extrusada 25% PD	12,83	43,11	79,73	102,51	24,50	45,12	69,92	84,72
Extrusada 28% PD	13,00	41,49	78,39	103,21	23,09	45,43	76,71	85,01
Extrusada 31% PD	11,78	42,31	80,49	105,08	24,59	47,20	73,06	83,58
Peletizada 25% PD	13,23	41,16	75,96	98,96	22,66	41,84	64,76	68,25
Peletizada 28% PD	13,38	41,44	73,94	98,42	22,06	38,95	56,92	67,80
Peletizada 31% PD	13,40	43,23	78,06	100,05	23,96	43,45	62,19	68,04

Observa-se na Figura 02, que os lucros operacionais se comportaram de maneira diferente para cada tratamento ao longo do experimento e as dietas peletizadas proporcionaram maiores lucros operacionais durante todo o experimento (dados de custo e rentabilidade estão detalhados nos Anexos 04, 05 e 06). Para as dietas extrusadas, o nível de 31,0% PD se mostrou mais atraente até os 60 dias de experimento (Anexo 05), sendo o lucro operacional aos 90 dias ultrapassado pelo nível de 28,0% PD, pois neste período os peixes desse tratamento aproveitaram melhor a dieta fornecida, ganhando, consequentemente, mais peso, proporcionando assim maior receita (Anexo 06). Ao final do experimento, o nível de 25,0% PD mostrou-se mais rentável (Figura 02 e Tabela 07). Já os lucros operacionais para as dietas peletizadas mostraram que o nível proteico de 31,0% PD só foi superior aos 30 dias de experimento e, nos demais meses, a dieta de 25,0% PD foi superior às demais (Figura 02). O pico apresentado aos 90 dias deve-se ao mesmo fator apresentado para as dietas extrusadas.

3.3.3 – Estratégia alimentar

Com base nos dados obtidos para os melhores lucros operacionais apresentados pelos níveis proteicos, traçou-se uma estratégia alimentar para cada tipo de processamento de dieta (Tabela 09). Nestas simulações, estudou-se o uso da dieta de

31,0% PD até os 60 dias, substituindo por dietas de 28,0% PD até os 90 dias e por dietas 25,0% PD dos 90 dias até os 117 dias, final do período, para dieta extrusada (Estratégia 1). Para a dieta peletizada, a estratégia foi a de utilizar dieta com 31,0% PD até os 30 dias e substituindo pela dieta de 25,0% PD até o final do experimento (Estratégia 2). Dados que compõem o COT como, juvenis, mão-de-obra, manutenção e depreciação permaneceram os mesmos verificados na simulação com 111 peixes/m^3 ao final do período experimental (Tabela 07).

Com a simulação de melhor utilização do nível proteico, verificou-se um aumento dos lucros para ambos os processamentos. A estratégia de produção com dietas extrusadas garantiu lucro operacional 58,21% superior quando comparada à estratégia com dietas peletizadas, mesmo essa apresentando menor COT. Essa diferença se justifica devido ao uso da estratégia alimentar, que proporcionou maiores pesos médios finais para as dietas extrusadas, gerando um aumento da receita (Tabela 09).

Tabela 09. Simulação do custo operacional da estratégia alimentar para dietas extrusadas e peletizadas ao final do período experimental (117 dias) (dados em m^3, em reais (R$) em dezembro de 2010)

CUSTOS	**un.**	**Dietas Extrusadas**	**Dietas Peletizadas**
		Estratégia 1 (1)	**Estratégia 2 (2)**
juvenis	R$/$m^3$	29,97	29,97
dietas	R$/$m^3$	66,77	40,04
mão-de-obra (arraçoamento)	R$/$m^3$	21,07	28,27
manutenção infraestrutura	R$/$m^3$	6,38	6,54
COE (3)	R$/$m^3$	**124,19**	**104,81**
depreciação infraestrutura	R$/$m^3$	23,50	23,74
COT (4)	R$/$m^3$	**147,69**	**128,56**
Produção	kg/m^3	**96,57**	**72,77**
COT médio	R$/kg	**1,53**	**1,77**
Preço de Venda	(R$/kg)	**3,00**	
Receita Bruta	R$/$m^3$	**289,71**	**218,32**
Lucro Operacional	R$/$m^3$	**142,01**	**89,76**
Quantidade de Nivelamento	kg/m^3	**49,23**	**42,85**
Preço de Nivelamento	R$/kg	**1,53**	**1,77**

(1) Dietas aos 30,60,90 e 117 dias, com 31, 31, 28, e 25% de PD, respectivamente

(2) Dietas aos 30,60,90 e 117 dias, com 31, 25, 25, e 25% de PD, respectivamente

(3) = custo operacional efetivo; (4) custo operacional total

Um estudo realizado por ABDEL-TAWWAB et al. (2009) com tilápias-do-nilo criadas em gaiolas de 1,0m^3 mostraram a possibilidade da redução de níveis proteicos de 45,0% de proteína bruta (PB) para 35,0% PB, e depois para 25,0% PB, durante o crescimento dos peixes, sem prejudicar o desempenho. Os autores não realizaram análise econômica das estratégias utilizadas e uma avaliação da relação custo:benefício seria muito importante, pois além de melhorar o desempenho, reduziria os custos de produção.

Os resultados do presente estudo poderão dar suporte a novos estudos de criação de tilápias-do-nilo em gaiolas, para auxiliar, principalmente o pequeno e médio produtor, na adoção do melhor tipo de processamento e nível proteico de dieta que garanta máxima rentabilidade e desempenho dos peixes. Porém, é muito importante que novos estudos a campo sejam conduzidos para validar as simulações realizadas.

4- Conclusões

Nas condições de realização do presente estudo, os resultados permitiram que fossem enumeradas as seguintes conclusões:

- a densidade de estocagem baixa utilizada e o custo da dieta foram as variáveis que provocaram maiores impactos na viabilidade econômica da atividade;

- as dietas peletizadas apresentaram lucros superiores às dietas extrusadas que usaram secadoras à óleo diesel, sendo uma boa opção de processamento aos pequenos e médios produtores, apesar das dietas extrusadas terem proporcionado médias de desempenho superiores;

- o nível de 25,0% de PD poderia ser utilizado na maior parte do ciclo de produção sem danos ao desempenho e melhorando a lucratividade;

- a adoção de estratégias alimentares, utilizando o nível correto de PD nas dietas em diferentes fases da produção pode aumentar significativamente os lucros operacionais de dietas peletizadas e extrusadas.

5 - Referências bibliográficas

ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M. H. Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus (L.).* **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, p.1532-1537, 2009.

ABIMORAD, E. G.; FAVERO, G. C.; CASTELLANI, D.; GARCIA, F. ; CARNEIRO, D. J. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 295, p. 266-270, 2009.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, T.S.C.; SANTOS, V. G. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus)* criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 36, n. 3, p. 517-525, 2007.

CAMPOS, C.M.; GANECO, L.N.; CASTELLANI, D.; MARTINS, M.I.E.G. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim Instituto de Pesca,** São Paulo, v. 33, n.2, 265-271, 2007.

CARNEIRO, P. C. F.; CYRINO, J. E. P.; CASTAGNOLLI, N. Produção da tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.3, p. 673-679 , 1999a.

CARNEIRO, P.C.F; MARTINS, M.I.E.G.; CYRINO, J.E.P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede – Avaliação econômica. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.29, n.8, p. 52-61, 1999b.

FOSS, A.; EVENSEN, T. H.; VOLLEM, T.; OIESTAD, V. Effects of chronic ammonia exposure on growth and food conversion efficiency in juvenile spotted wolffish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 228, p.215-224, 2003.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp*.) em tanque-rede no médio Paranapanema, Estado de São Paulo, Safra 2004/2005. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n. 3, p. 63-69, 2006.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Análise econômica da produção de tilápia em tanques-rede, ciclo de verão, região do médio Paranapanema, estado de São Paulo, 2009. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.40, n.4, p. 5-11, 2010.

FURUYA, W.M.; SOUSA, S.R.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P. Dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus L.),* fase de terminação. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.28, n.3, p. 483-487, 1998.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters.** London:Blackweel Sci. Publ., 1978. 214p.

IBAMA. **Estatística de pesca 2007:** Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Coordenação de gestão de recursos pesqueiros, 2009,151p.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRANSHOFFK (ed). **Methods of seawater analysis**. Weinhein: Verlag Chemie**,** 1976. p. 117-181.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. E TALLING, J.F. **Water Analyses: Some revised methods for limnologists.** London: Scient Public., 1978. 121p.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Econômia Agrícola**, São Paulo, p. 123-139, 1976.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus L*.). **Acta Scientiarum,** Maringá, v. 22, n. 2, p. 479-484, 2000.

MPA- Ministério da Pesca e Aquicultura. **Caderno consolidação dos dados estatísticos. Produção Pesqueira e Aquícola. Estatística 2008 e 2009.** Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/nt_AGO_19-08-Producao-de-pescado-aumenta>. Acesso em: 13 nov. 2010.

MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P.; CARNEIRO, D. J. Lysine and methionine supplementation in diets with low protein level for the initial growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n. 4, p. 909-916, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes**. Washington: National Academy Press,1993. 102p.

PADUA, D. M. C. **Apontamentos de piscicultura**. Goiânia: Ed. da UCG. 2000. 277p.

PEZZATO, L. E.; MIRANADA, E. C.; BARROS, M. M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W. M.; PEZATTO, A. C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p.1595-1604, 2002.

ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede.** 3. ed. Jundiaí: ACQUA IMAGEM, 2003. 112 p.

SCORVO-FILHO, J.D.; MARTINS, M.I.E.G.; FRASCA-SCORVO, C.M.D. Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt, 2004. p.239-266.

SCORVO FILHO, J.D.; PINTO, C.S.R.M.; VERANI, J.R.; SILVA, A.L. Custo operacional de produção da criação de tilápias vermelha da Flórida e Tailandesa em tanque-rede de pequeno volume. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.36, n.10, p. 71-79, 2006.

VERA-CALDERON, L.E.; FERREIRA, A.C.M. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de São Paulo. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.34, n.1, p. 7-17, 2004.

WATANABE, W. O.; CLARK, J. H.; DUNHAM, J. B.; WICKLUND , R. I.; OLLA, B. L. Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 90, p. 123-134, 1990.

6 – Anexos

Anexo 01. Guia de alimentação para 1000 tilápias em tanques-rede

IDADE (semana)	PESO (grama)	RAÇÃO (tipo)	TAXA (%)	RAÇÃO (g/dia)	RAÇÃO (acumulada)	TRATOS (x/dia)	C.A (kg/kg)	GPD (g /dia)
1 / 7 dias	0,3	55% - pó/ 45% - Aquaxcel 0,8mm	33,3	100	0,70	oito	1,00	0,10
2 / 14 dias	1,0	55% - pó/ 45% - Aquaxcel 0,8mm	25,0	250	2,45	oito	1,03	0,24
3 / 21 dias	2,7	55% - pó/ 45% - Aquaxcel 0,8mm	17,0	460	5,67	oito	1,04	0,44
4 / 28 dias	5,8	45% - Aquaxcel1,5mm	13,4	780	11,13	seis	1,05	0,74
5 / 35 dias	11,0	45% - Aquaxcel1,5mm	8,4	920	17,57	seis	1,07	0,86
6 / 42 dias	17,0	45% - Aquaxcel1,5mm	6,5	1.100	25,27	seis	1,10	1,00
7 / 49 dias	24,0	3,6% 2,6 mm	5,4	1.300	34,37	seis	1,14	1,14
8 / 56 dias	32,0	3,6% 2,6 mm	5,3	1.700	46,27	seis	1,19	1,43
9 / 63 dias	42,0	3,6% 2,6 mm	5,0	2.100	60,97	seis	1,23	1,71
10 / 70 dias	54,0	32% - 4 mm	4,6	2.500	78,47	quatro	1,25	2,00
11 / 77 dias	68,0	32% - 4 mm	4,6	3.100	100,17	quatro	1,28	2,43
12 / 84 dias	85,0	32% - 4 mm	4,4	3.700	126,07	quatro	1,30	2,86
13 / 91 dias	105,0	32% - 4 mm	4,1	4.300	156,17	quatro	1,31	3,29
14 / 98 dias	128,0	32% - 4 mm	4,0	5.100	191,87	quatro	1,32	3,86
15 / 105 dias	155,0	32% - 4 mm	3,7	5.700	231,77	quatro	1,33	4,29
16 / 112 dias	185,0	32% - 4 mm	3,4	6.300	275,87	quatro	1,34	4,71
17 / 119 dias	218,0	32% - 6 mm	3,3	7.200	326,27	três	1,36	5,29
18 / 126 dias	255,0	32% - 6 mm	3,4	8.700	387,17	três	1,35	6,43
19 / 133 dias	300,0	32% - 6 mm	3,2	9.700	455,07	três	1,36	7,14
20 / 140 dias	350,0	32% - 6 mm	3,3	11.700	536,97	três	1,37	8,57
21 / 147 dias	410,0	32% - 6 mm	3,1	12.800	626,57	três	1,38	9,29
22 / 154 dias	475,0	32% - 6 mm	2,9	13.900	723,87	três	1,39	10,00
23 / 161 dias	545,0	32% - 6 mm	2,6	14.000	821,87	três	1,40	10,00
24 / 168 dias	615,0	32% - 6 mm	2,3	14.000	919,87	três	1,40	10,00
25 / 175 dias	685,0	32% - 6 mm	2,0	14.000	1.017,87	três	1,51	9,29
26 / 182 dias	750,0	32% - 6 mm	1,9	14.000	1.115,87	três	1,51	9,29
27 /189 dias	815,0	32% - 6 mm	1,7	14.000	1.213,87	três	1,51	9,29
28 / 196 dias	880,0	32% - 6 mm	1,6	14.000	1.311,87	três	1,63	8,57
29 / 203 dias	940,0	32% - 6 mm	1,5	14.000	1.409,87	três	1,63	8,57
Temperatura	18 a 20	20 a 22	22 a 24	24 a 26	26 a 30	30 a 32	>32	
Percentual	45%	60%	75%	85%	100%	80%	suspender	

Anexo 02. Investimento inicial, depreciação e manutençao da infraestrutrua, para criação de tilápias-do-nilo em gaiolas com dietas extrusadas e peletizadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (em reais (R$), em dezembro de 2010)

Itens	un.	Quant.	Preço (R$)	Valor Total (R$)	Vida Útil (anos)	Valor Sucata (R$)	Depreciação (R$/ano)	h. uso (ano)	h.uso (exp.)	h.uso (trat)	Dep. (R$/trat)	Manutenção (R$/ano)	Manutenção (R$/trat)
Equipamentos/ Materiais													
Balança (Máx 3Kg; escala de 0,5g)	un.	1	1.200,00	1.200,00	7	0,00	171,43	1040	180,5	30,08	4,96	36,00	1,04
Barco de alumínio de 5 m	un.	1	2.980,00	2.980,00	20	298,00	134,10	1040				89,40	
dietas extrusadas (arraç. + biometrias)	un.									13,95	1,80		1,20
dietas peletizadas (arraç. + biometrias)	un.									19,35	2,49		1,66
Oximetro	un.	1	960,00	960,00	5	0,00	192,00	260	59	9,83	7,26	28,80	1,09
Condutivimetro	un.	1	130,00	130,00	5	0,00	26,00	260	59	9,83	0,98	3,90	0,15
Phmetro de Bolso	un.	1	131,00	131,00	5	0,00	26,20	260	59	9,83	0,99	3,93	0,15
Disco de Secchi	un.	1	25,00	25,00	5	0,00	5,00	130	29,5	4,92	0,19	0,75	0,03
Aerador	un.	1	2.397,00	2.397,00	10	0,00	239,70	4380	1404	234	12,81	71,91	3,84
Remo	un.	1	25,00	25,00	5	0,00	5,00	1040				0,75	
dietas extrusadas (arraç. + biometrias)	un.									13,95	0,07		0,01
dietas peletizadas (arraç. + biometrias)										19,35	0,09		0,01
Puças	un.	2	19,00	38,00	5	0,00	7,60	1040	11	1,83	0,01	0,00	0,00
Cadeado + Corrente	un.	1	28,00	28,00	10	0,00	2,80	4380	1404	234	0,15	0,00	0,00
Baldes	un.	4	20,00	80,00	5	0,00	16,00	1040	11	1,83	0,03	0,00	0,00
Materiais Diversos *	un.	1	50,00	50,00	2	0,00	25,00	2080	936	156	1,88	0,00	0,00
Infraestrutura													
Tanques-rede	un.	18	400,00	7.200,00	10	0,00	720,00	8760	2808	468	38,47	216,00	11,54
Corda de seda (8 mm)	Kg	10	13,00	130,00	2	0,00	65,00	8760	2808	468	0,58	3,90	0,03
TOTAL				***15.374,00***		***298,00***	***1.635,83***				**72,75**	***455,34***	***20,76***

** sacos plásticos, potes plásticos, papelaria..*

Anexo 03. Itens de custo do uso do capital fixo utilizado na confecção de dietas experimentais extrusadas e peletizadas para tilápias-do-nilo (em reais (R$), em dezembro de 2010)

Máquinas	un.	Quant.	Valor unit. (R$)	Uso/ horas	Valor total (R$)	Valor total (100kg) (R$)	Vida útil (anos)	Valor sucata (R$)	Depreciação (R$/ano)	Depreciação (R$/h)	Dep. (100kg)	Manutenção (R$/ano)	Manut. (R$/h)	Manut. (100kg)
Moinho	R$	1	27.550,00		27.550,00		20	2.755,00	1.239,75	0,60	0,33	826,50	0,65	0,36
capacidade	kg/h	180												
dietas	kg	1360												
energia elétrica	kw/h	10	0,20	7,6	14,78	1,09								
mão-de-obra	R$	1	4,00	7,6	30,25	2,22								
Extrusora	R$	1	90.000,00		90.000,00		20	9.000,00	4.050,00	1,95	1,30	2.700,00	2,41	1,61
capacidade	kg/h	150												
dietas	kg	680												
óleo diesel	L/h	20	1,95	4,5	176,80	26,00								
energia elétrica	kw/h	23	0,20	4,5	20,39	3,00								
mão-de-obra	R$	1	4,00	4,5	18,15	2,67								
Secadora	R$	1	52.000,00		52.000,00		20	5.200,00	2.340,00	1,13	0,75	1.560,00	1,22	0,81
capacidade	kg/h	150												
dietas	kg	680												
energia elétrica	kw/h	20	0,20	4,5	17,73	2,61								
óleo diesel	L/h	20	1,95	4,5	176,80	26,00								
mão-de-obra	R$	1	4,00	4,5	18,15	2,67								
Peletizadora	R$	1	56.000,00		56.000,00		20	5.600,00	2.520,00	1,21	0,30	1.680,00	3,5	0,88
capacidade	kg/h	400												
dietas	kg	680												
energia elétrica	kw/h	21	0,20	1,7	6,98	1,03								
mão-de-obra	R$	1	4,00	1,7	6,81	1,00								
TOTAL					***226.018,70***	***68,28***		**22.555,00**	**10.149,75**	**4,88**	**2,68**	**6.766,50**	**7,78**	**3,65**

Anexo 04. Custo e rentabilidade aos 30 dias de experimento de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010)

CUSTOS	un.	(1) E25	E28	E31	P25	P28	P31
juvenis	R$/$m^3$	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97
dietas	R$/$m^3$	18,84	19,61	18,21	11,28	11,96	12,46
mão-de-obra (arraçoamento)	R$/$m^3$	6,52	6,52	6,52	8,43	8,43	8,43
manutenção infraestrutura	R$/$m^3$	1,71	1,71	1,71	1,75	1,75	1,75
COT *(3)*	R$/$m^3$	**57,04**	**57,81**	**56,41**	**51,44**	**52,11**	**52,61**
depreciação infraestrutura	R$/$m^3$	6,30	6,30	6,30	6,37	6,37	6,37
COT	R$/$m^3$	**63,35**	**64,12**	**62,71**	**57,80**	**58,48**	**58,98**
Produção	kg/m^3	**24,50**	**23,09**	**24,59**	**22,66**	**22,06**	**23,96**
COT médio	R$/kg	**2,59**	**2,78**	**2,55**	**2,55**	**2,65**	**2,46**
Preço de Venda	(R$/kg)	**3,00**					
Receita Bruta	R$/$m^3$	**73,49**	**69,27**	**73,76**	**67,99**	**66,19**	**71,87**
Lucro Operacional	R$/$m^3$	**10,15**	**5,16**	**11,05**	**10,19**	**7,71**	**12,90**
Ponto de Nivelamento (quant)	kg/m^3	**21,12**	**21,37**	**20,90**	**19,27**	**19,49**	**19,66**
Ponto de Nivelamento (R$)	R$/kg	**2,59**	**2,78**	**2,55**	**2,55**	**2,65**	**2,46**

(1) E= extrusada; P= peletizada; 25, 28 ou 31= % proteína digestível; (2) = custo operacional efetivo; (3) custo operacional total

Anexo 05. Custo e rentabilidade aos 60 dias de experimento de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010)

CUSTOS	un.	(1) E25	E28	E31	P25	P28	P31
juvenis	R$/$m^3$	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97
dietas	R$/$m^3$	63,29	62,62	65,37	35,10	37,04	40,19
mão-de-obra (arraçoamento)	R$/$m^3$	11,54	11,54	11,54	15,50	15,50	15,50
manutenção infraestrutura	R$/$m^3$	3,45	3,45	3,45	3,53	3,53	3,53
COE (2)	R$/$m^3$	**108,25**	**107,57**	**110,32**	**84,10**	**86,04**	**89,19**
depreciação infraestrutura	R$/$m^3$	12,69	12,69	12,69	12,82	12,82	12,82
COT (3)	R$/$m^3$	**120,94**	**120,27**	**123,02**	**96,92**	**98,86**	**102,01**
Produção	kg/m^3	**45,12**	**45,43**	**47,20**	**41,84**	**38,95**	**43,45**
COT médio	R$/kg						
Preço de Venda	(R$/kg)	**3,00**					
Receita Bruta	R$/$m^3$	**135,36**	**136,30**	**141,61**	**125,51**	**116,84**	**130,35**
Lucro Operacional	R$/$m^3$	**14,42**	**16,04**	**18,59**	**28,59**	**17,98**	**28,34**
Ponto de Nivelamento (quant)	kg/m^3	**40,31**	**40,09**	**41,01**	**32,31**	**32,95**	**34,00**
Ponto de Nivelamento (R$)	R$/kg	**2,68**	**2,65**	**2,61**	**2,32**	**2,54**	**2,35**

(1) E= extrusada; P= peletizada; 25, 28 ou 31= % proteína digestível; (2) = custo operacional efetivo; (3) custo operacional total

Anexo 06. Custo e rentabilidade aos 90 dias de experimento de tilápias-do-nilo criadas em gaiolas com dietas peletizadas e extrusadas contendo diferentes níveis de proteína digestível (dados por m^3, em reais (R$), em dezembro de 2010)

CUSTOS	un.	(1) E25	E28	E31	P25	P28	P31
juvenis	R$/$m^3$	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97	29,97
dietas	R$/$m^3$	117,06	118,32	124,36	64,79	66,09	72,57
mão-de-obra (arraçoamento)	R$/$m^3$	18,20	18,20	18,20	24,13	24,13	24,13
manutenção infraestrutura	R$/$m^3$	5,03	5,03	5,03	5,08	5,08	5,08
COE (2)	R$/$m^3$	**170,26**	**171,52**	**177,57**	**123,97**	**125,28**	**131,76**
depreciação infraestrutura	R$/$m^3$	18,83	18,83	18,83	18,91	18,91	18,91
COT (3)	R$/$m^3$	**189,09**	**190,35**	**196,40**	**142,88**	**144,19**	**150,67**
Produção	kg/m^3	**69,92**	**76,71**	**73,06**	**64,76**	**56,92**	**62,19**
COT médio	R$/kg	**2,70**	**2,48**	**2,69**	**2,21**	**2,53**	**2,42**
Preço de Venda	(R$/kg)	**3,00**					
Receita Bruta	R$/$m^3$	**209,76**	**230,14**	**219,19**	**194,28**	**170,76**	**186,56**
Lucro Operacional	R$/$m^3$	**20,67**	**39,79**	**22,79**	**51,39**	**26,57**	**35,89**
Ponto de Nivelamento (quant)	kg/m^3	**63,03**	**63,45**	**65,47**	**47,63**	**48,06**	**50,22**
Ponto de Nivelamento (R$)	R$/kg	**2,70**	**2,48**	**2,69**	**2,21**	**2,53**	**2,42**

(1) E= extrusada; P= peletizada; 25, 28 ou 31= % proteína digestível; (2) = custo operacional efetivo; (3) custo operacional total