

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RELAÇÕES ENTRE CARBOIDRATOS E LIPÍDIOS EM  
DIETAS PARA TILÁPIAS DO NILO EM TANQUES-REDE**

**Juliano José de Oliveira Coutinho**  
Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo  
2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RELAÇÕES ENTRE CARBOIDRATOS E LIPÍDIOS EM  
DIETAS PARA TILÁPIAS DO NILO EM TANQUES-REDE**

**Juliano José de Oliveira Coutinho**

Orientadora: Profa. Dra. Maria Célia Portella  
Co-orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP-CAUNESP, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Jaboticabal – São Paulo  
2016

Coutinho, Juliano José de Oliveira  
Relações entre carboidratos e lipídios em dietas para tilápias  
871r do nilo em tanques-rede / Juliano José de Oliveira Coutinho. --  
Jaboticabal, 2016  
x, 72 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Centro de Aquicultura, 2016  
Orientadora: Maria Célia Portella  
Co-orientador: Dalton José Carneiro  
Banca examinadora: Marcelo Pereira de Aguiar Toledo,  
Thiago Matias Torres do Nascimento  
Bibliografia

1. Amido. 2. Desempenho produtivo. 3. *Oreochromis  
niloticus*. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3.043

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

**unesp**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**Unidade Complementar - Jaboticabal**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: "RELAÇÕES ENTRE CARBOIDRATOS E LÍPIDIOS EM DIETAS PARA TILÁPIAS DO NILO EM TANQUES-REDE"**

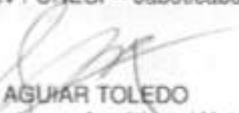
**AUTOR: JULIANO JOSÉ DE OLIVEIRA COUTINHO**

**ORIENTADORA: MARIA CÉLIA PORTELLA**

**CO-ORIENTADOR: DALTON JOSÉ CARNEIRO**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AQUICULTURA, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. DALTON JOSÉ CARNEIRO  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. MARCELO PEREIRA DE AGUIAR TOLEDO  
Departamento de Nutrição de Organismos Aquáticos / Nutreco Company, Pitangueiras-SP

  
Pós-doutorando THIAGO MATIAS TORRES DO NASCIMENTO  
Centro de Aquicultura - CAUNESP / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 18 de julho de 2016.

## **DADOS CURRÍCULARES DO AUTOR**

**JULIANO JOSÉ DE OLIVEIRA COUTINHO** – nasceu em Bambuí, MG no dia 10 de março de 1990. Em fevereiro de 2010 ingressou no curso de Zootecnia do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, realizando cursos e estágios. No ano de 2011 iniciou sua participação no grupo de estudo em nutrição animal (GENA) como coordenador, sob orientação do Professor Doutor Luiz Carlos Machado. Desenvolveu sua Iniciação Científica com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com o projeto “Ensilagem de leguminosas forrageiras tropicais com adição de melaço em pó” e bolsista de Iniciação Científica do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, com o projeto “Desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas com farinha de folha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill). Em dezembro de 2013 saiu para estágio supervisionado com orientação do Professor Doutor Jeferson Éder Ferreira de Oliveira na empresa RADIL Alimentos LTDA, Divinópolis, MG. Em julho de 2014, graduou-se em Zootecnia. Em agosto de 2014, ingressou no curso de Mestrado em Aquicultura no Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal - SP, sob orientação da Professora Doutora Maria Célia Portella e co-orientação do Professor Doutor Dalton José Carneiro, com bolsa financiada pelo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), submetendo sua dissertação à banca examinadora em julho de 2016.

“

*A vida é fruto da decisão de cada momento. Talvez seja por isso, que a ideia de plantio seja tão reveladora sobre a arte de viver. Viver é plantar. É atitude de constante semeadura, de deixar cair na terra de nossa existência as mais diversas formas de sementes...”*

***Dedico,***  
*este trabalho a Deus e às pessoas mais importantes da  
minha vida, meus pais Edson e Luzia, tudo que sou hoje é  
graças a vocês. A vocês devo toda a minha vida!!!*

## AGRADECIMENTOS

*Como já dizia Anitelli: “Sonho parece verdade quando a gente esquece de acordar”. Hoje, vivo uma realidade que parece um sonho, mas foi preciso muito esforço, determinação, paciência, perseverança, ousadia e maleabilidade para chegar até aqui, e nada disso eu conseguiria sozinho. Minha eterna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que este sonho pudesse ser concretizado.*

*Grato a Deus pelo dom da vida, pelo seu amor infinito, amizade esplendorosa e paciência em ouvir minhas preces, sem Ele nada sou. Agradeço aos meus pais, Edson e Luzia, meus maiores exemplos. Obrigado por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho correto, pela eterna ajuda em ver seu filho ser um grande profissional e sempre feliz e sorrindo.*

*Ao meu irmão, Jordano e minha cunhada Ana Lúcia, por todo apoio, amor e carinho; a minha sobrinha maravilhosa que sempre grita do outro lado do telefone “Tio Ju” e alegra todo o meu dia.*

*Ao professor Doutor Dalton José Carneiro que, com muita paciência, atenção, amizade e parceria, dedicou do seu valioso tempo para me orientar em cada passo deste trabalho, pela contribuição na minha vida acadêmica e por tanta influência na minha futura vida profissional. A professora Doutora Maria Célia Portella pela disponibilidade em me orientar e colocar dentro de seu laboratório um desconhecido que mal sabia o que significava “peixe”, grato pela paciência e confiança.*

*Aos meus amigos de laboratório Thyssia Bomfim, Amanda Halum, Thalys Vinicius, Juliana Tomomi, Lígia Neira, Lidiane Sandre, Carol Nebo, Natalia Leitão, Thiago Strumi, Andressa Innocente, Jesaias Ismael, Rudney Wiber, Ivã Guidini, Fred Werneck, Daniela Amorim, Gabriela Paulino, Sara Melo, Luiz Henrique e Silvinha, muito obrigado por depositarem a confiança de vocês em mim e acreditarem no meu potencial. Obrigado pela ajuda e pelos conselhos maravilhosos para uma vida boa. Para vocês deixo uma canção “Era uma vez... Um lugarzinho no meio do nada, com sabor de chocolate e cheiro de terra molhada. Era uma vez... A riqueza contra a simplicidade. Uma mostrando pra outra, quem dava mais felicidade. Pra gente ser feliz! Tem que cultivar as nossas amizades, os amigos de verdade. Pra gente ser feliz! Tem que mergulhar na própria fantasia, na nossa liberdade...”.*

*A banca de qualificação Maria Inez E. Geraldo Martins e Marta Verardino De Stéfani pelas grandes contribuições nesse trabalho. Obrigado!*

*A toda equipe do laboratório de fisiologia da FCAV-UNESP, a técnica do laboratório Damares e a Professora Elisabeth Urbinati pela disponibilizar de seu laboratório para realização das minhas análises.*

*A professora Márcia Helena e a Taís Sasahara pela ajuda e parceria nas análises histológicas, meu muito obrigado pela disponibilidade em me ajudar!*

*A professora Maria Inez E. Geraldo Martins e ao ilustre Jesaias que sempre me ajudaram em cada passo de toda parte econômica desse projeto!*

*Aos meus amigos de longa data, Neilton Lopes, Bruna Pontara, Rafael Coura, Isabela Martins, Katherine Kelly e Milena Alves, a quem aprendi a amar e construir laços eternos. Obrigado por todos os momentos sejam eles juntos ou distantes, mas sempre perto do coração. Vocês são meus irmãos de coração! Obrigado pela paciência, pelo sorriso, pelo abraço, pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês.*

*Aos meus amigos estagiários que me ajudaram na realização desse experimento Daniela Amorim, Octavio Guimarães, Rafael, Breno e Sérgio. Obrigado pelo apoio!*

*Aos meus amigos por todo apoio e cumplicidade. Porque mesmo quando distantes, estavam presentes em minha vida.*

*Agradeço a todos os funcionários do Caunesp pelo apoio, amizade e ajuda de sempre.*

*Obrigado a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desta etapa e para o Juliano Coutinho que sou hoje.*

*“Que todo o meu ser louve ao Senhor, e que eu não esqueça nenhuma das suas bênçãos!” Salmos 103:2.*

## SUMÁRIO

|                                                                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Lista de Tabelas.....                                                                                        | viii |
| Lista de Figuras.....                                                                                        | ix   |
| CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais.....                                                                       | 1    |
| 1.1 - Tilapicultura em tanques-rede .....                                                                    | 3    |
| 1.2 - Carboidratos na nutrição de peixes .....                                                               | 4    |
| 1.3 - Lipídios na nutrição de peixes .....                                                                   | 7    |
| 1.4 - Avaliação econômica .....                                                                              | 9    |
| Referências Bibliográficas .....                                                                             | 11   |
| CAPITULO 2 - RELAÇÕES ENTRE CARBOIDRATOS E LIPÍDIOS EM DIETAS<br>PARA TILÁPIAS DO NILO EM TANQUES-REDE ..... | 17   |
| RESUMO.....                                                                                                  | 17   |
| CHAPTER 2 - DIETARY CARBOHYDRATE-TO-LIPID RATIOS FOR NILE TILAPIA<br>PRODUCTION IN CAGE.....                 | 18   |
| ABSTRACT .....                                                                                               | 18   |
| 1 - Introdução .....                                                                                         | 19   |
| 2 - Material e métodos .....                                                                                 | 21   |
| 2.1 - Instalações e condições experimentais .....                                                            | 21   |
| 2.2 - Material biológico e manejo .....                                                                      | 22   |
| 2.3 - Dietas experimentais.....                                                                              | 22   |
| 2.4 - Delineamento experimental .....                                                                        | 23   |
| 2.5 - Avaliação do desempenho produtivo .....                                                                | 24   |
| 2.6 - Análise da composição corporal e rendimento de filé .....                                              | 24   |
| 2.7 - Parâmetros de eficiência nutricional.....                                                              | 25   |
| 2.8 - Índices fisiológicos.....                                                                              | 26   |
| 2.9 - Análise de histologia .....                                                                            | 27   |
| 2.10 - Ensaio de digestibilidade.....                                                                        | 28   |
| 2.11 - Análises estatísticas.....                                                                            | 29   |
| 2.12 – Avaliação econômica .....                                                                             | 29   |
| 3 – Resultados .....                                                                                         | 31   |
| 3.1 - Desempenho produtivo.....                                                                              | 32   |
| 3.2 - Composição corporal .....                                                                              | 36   |
| 3.3 – Avaliação histológica.....                                                                             | 38   |
| 3.4 - Ensaio de digestibilidade.....                                                                         | 41   |
| 3.5 – Avaliação econômica .....                                                                              | 42   |
| 4 - Discussão .....                                                                                          | 47   |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4.1 - Condições experimentais ..... | 47 |
| 4.2 - Desempenho .....              | 47 |
| 4.3 - Composição corporal .....     | 52 |
| 4.4 - Digestibilidade .....         | 52 |
| 4.5 - Avaliação histológica.....    | 53 |
| 5 – Considerações finais .....      | 54 |
| 6 – Referências bibliografia.....   | 55 |
| 7 – Anexos .....                    | 61 |

## Lista de Tabelas

|                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> - Valores médios de parâmetros físico-químicos da água durante o período experimental.....                                                                                                                              | 21 |
| <b>Tabela 2</b> - Formulação e composição das dietas experimentais.....                                                                                                                                                                 | 23 |
| <b>Tabela 3</b> - Desempenho produtivo de tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo níveis de carboidratos e lipídios. ....                                                                                                      | 33 |
| <b>Tabela 4</b> – Equações ajustadas para os parâmetros de desempenho. ....                                                                                                                                                             | 33 |
| <b>Tabela 5</b> - Eficiência de utilização de nutrientes de tilápias do Nilo alimentadas com dietas extrusadas contendo níveis de carboidratos e lipídios (valores expressos em % de matéria natural).....                              | 35 |
| <b>Tabela 6</b> - Análise de variância e médias dos índices fisiológicos de tilápias do Nilo alimentadas com dietas extrusadas contendo níveis de carboidratos e lipídios. ....                                                         | 36 |
| <b>Tabela 7</b> - Análise de variância da composição corporal de tilápias do Nilo alimentadas com dietas extrusadas contendo níveis de carboidratos e lipídios (valores expressos em % de matéria natural).....                         | 37 |
| <b>Tabela 8</b> - Análise de variância e médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta e proteína bruta em dietas contendo diferentes níveis de carboidratos e lipídios para tilápia do Nilo. .... | 42 |
| <b>Tabela 9</b> - Custo relativo do ingrediente na formulação (R\$/100 Kg).....                                                                                                                                                         | 43 |
| <b>Tabela 10</b> - Descrição dos custos com ração, mão de obra e juvenis por tratamento de 4m <sup>3</sup> , para criação de tilápias do Nilo em 120 dias de experimentação (R\$). ....                                                 | 44 |
| <b>Tabela 11</b> – Indicadores de rentabilidade por tratamento (R\$/4m <sup>3</sup> ) de criação de tilápias do Nilo calculada para venda direta ao frigorífico. ....                                                                   | 44 |
| <b>Tabela 12</b> - Custo relativo do ingrediente na formulação (R\$/100 Kg).....                                                                                                                                                        | 45 |
| <b>Tabela 13</b> – Indicadores de rentabilidade por tratamento (R\$/4m <sup>3</sup> ) de criação de tilápias do Nilo calculada para venda direta ao frigorífico. ....                                                                   | 46 |

## Lista de Figuras

**Figura 1-** Curva de regressão quadrática para a taxa de crescimento específico da produção de tilápia do Nilo alimentadas com as relações de carboidratos e lipídios estudados. .... 34

**Figura 2-** Fotomicrografias de fígados de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes relações entre níveis de CHO:L nas dietas. A, amostra inicial de fígado de tilápia do Nilo com presença de vacuolização de gordura (VG), estase sanguínea (seta grossa). HE, 20X. B, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 3,89, organização cordonal dos hepatócitos (traço fino) e vacuolização de gordura (VG). HE, 10X. .... 39

**Figura 3** - Fotomicrografias de fígados de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes relações entre níveis de CHO:L nas dietas. C, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 4,87, estase sanguínea e vacuolização de gordura (VG). HE, 20X. B, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 6,14, organização cordonal dos hepatócitos (traço fino), núcleo deslocado para a periferia (seta clara), estase sanguínea (seta grossa) e vacuolização de gordura (VG). HE, 10X. .... 40

**Figura 4** - Fotomicrografias de fígados de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes relações entre níveis de CHO:L nas dietas. E, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 7,83, estase sanguínea (seta grossa), vacuolização de gordura (VG) e núcleo deslocado para periferia (seta escura). HE, 20X. .... 41

## **CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais**

O Brasil possui grande potencial para a expansão da aquicultura, com mais de 5,3 milhões de hectares de espelho de água doce que poderiam ser aproveitadas ou reaproveitadas em produção aquícola (OSTRENSKY et al. 2008). Apresenta características favoráveis, como clima, diversidade em espécies nativas, além de condições favoráveis do mercado consumidor interno e externo.

Segundo o IBGE (2014), a produção aquícola nacional no ano de 2014 foi de 511.103.844 t., representando um incremento de 17,04% em relação à produção de 2013. Seguindo o padrão observado nos anos anteriores, a maior parcela da produção aquícola é oriunda da produção de peixes, que produziu 474.329.095 t. em 2014.

A piscicultura tem ganhado força em diferentes estados, sendo utilizados diferentes sistemas de produção. Alguns desses sistemas de produção utilizam grandes densidades de estocagem, que dentre outros fatores, limitam o acesso dos peixes ao alimento natural. Por essa razão, a produção de peixes intensiva tornou-se dependente de dietas artificiais nutricionalmente completas (FURUYA et al. 1998; FEDRIZI, 2009). De um modo geral, os estudos em nutrição animal avaliam as entradas de nutrientes e as possíveis implicações no crescimento e produção. Há necessidade de pesquisas em nutrição que reduzam os custos e os impactos ambientais, enfatizando a digestão, utilização e rendimento de macro nutrientes pelos animais, levando em consideração a capacidade dos peixes em aproveitar o alimento e sua resposta metabólica frente à variação nutricional da dieta (SUÁREZ et al. 1995).

A capacidade de adaptação dos processos digestivos dos peixes, como perfil e secreção enzimática e a absorção e transportes de nutrientes, varia entre as espécies, sendo que os onívoros, como a tilápia, exibem uma habilidade muito maior em modular sua fisiologia digestiva e absorviva em relação aos carnívoros (BUDDINGTON et al. 1987), mas estas habilidades parecem variar também entre espécies.

Os carboidratos são largamente utilizados na nutrição de peixes, porém os peixes não possuem uma exigência desse nutriente e sua inclusão em níveis adequados confere uma melhor eficiência de utilização de outros nutrientes (GATLIN III, 1999).

Os carboidratos são considerados fontes importantes de energia na dieta pelo seu baixo custo, mas é necessário cuidados na sua inclusão nas dietas, pois os peixes apresentam uma baixa e limitada metabolização deste nutriente. Um nível tolerável de carboidrato em dietas para peixes é aquele que não compromete o crescimento ou não resulte em aumento da mortalidade, enquanto que um nível ótimo para peixes é o que permite que a glicose seja totalmente oxidada para produzir energia, e assim poupar proteína (SOLER-JARAMILLO, 1996).

Em produção comercial de tilápias, é frequente a ocorrência de características anormais do fígado, apresentando aspecto gorduroso e friável, além de alterações na forma e coloração, o que pode indicar um desequilíbrio metabólico no organismo. A alta mortalidade na fase final do ciclo de cultivo pode estar diretamente relacionada a essas ocorrências acometidas no fígado. A presença de esteatose ou lipidose hepática é resultado do acúmulo excessivo de lipídios no interior dos hepatócitos. Uma das possíveis causas é a quantidade excessiva de carboidratos nas rações comerciais, visto que as tilápias são fitoplanctófagas em ambiente natural, possuindo limitada capacidade de aproveitamento desse nutriente (GAYÃO, 2009).

A gordura é considerada a principal forma de armazenagem de energia corporal, dadas as suas características de hidrofobicidade e a quantidade de energia que fornece, em relação aos carboidratos e a proteína; no entanto, ela participa em diversas outras funções no organismo, como por exemplo, na constituição da parede celular, formação dos hormônios esteroides, produção de mensageiros intracelular e extracelular, entre outras. A gordura é uma importante fonte de energia na alimentação dos peixes e facilmente encontrada no mercado (LEHNINGER & NELSON, 1995).

A tilápia do Nilo é uma espécie de peixe bastante versátil na piscicultura, adaptando-se tanto ao cultivo extensivo, sem qualquer tecnologia empregada, quanto ao sistema de criação em tanques-rede, com rações completas de alta tecnologia de produção; devido à sua importância na aquicultura, muitos aspectos da nutrição desta espécie são estudados (DEGANI & REVACH, 1991).

### 1.1 - Tilapicultura em tanques-rede

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, pertence à família *Cichlidae*, é a espécie mais difundida no mundo, criada em mais de 30 países e a mais produzida no Brasil. No ambiente natural, a tilápia, apresenta hábito alimentar micrófago ou filtrador, sendo oportunistas, onívora, quando confinada. O grupo consiste em três gêneros de grande importância na aquicultura: *Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilapia*. As tilápias do gênero *Oreochromis* foram as que mais ganharam destaque na aquicultura mundial, sendo a tilápia do Nilo, a espécie de maior importância (POPMA & LOVSHIN, 1994).

Foram introduzidas no Brasil em 1971, procedente da Costa do Marfim, África (CASTAGNOLLI, 1992). As tilápias são peixes que aceitam rações com grande facilidade desde o período larval, adaptando-se muito bem aos sistemas de cultivos, prolíferas, alta produtividade, rusticidade e muito apreciada pela indústria de filetagem graças às qualidades organolépticas e a ausência de espinhos em forma de “Y” em seu filé (MEURER et al. 2000; MEURER et al. 2002; HILDSORF, 1995).

A produção de peixes no ano de 2014 foi de 474.329.095 ton., sendo que a produção de tilápia foi de 198.664.464 ton., representando 41,9% do total da produção de pescado desta modalidade (IBGE, 2014). No Brasil a produção de tilápia do Nilo vem desempenhando um papel cada vez mais importante na economia de muitas regiões brasileiras, sendo foco de muitos grupos de pesquisa (FURUYA & FURUYA, 2010).

Existem várias modalidades de criação intensivas de peixes, porém a criação em tanques-rede ou gaiolas é a mais utilizada (TACON & HALWART, 2007) e vem se tornando promissora desde então no país. O cultivo exige menor investimento econômico em relação aos sistemas tradicionais de criação em tanques escavados, uma vez que pode ser adotado em estruturas de menor porte e ser relativamente menos oneroso. O cultivo em tanques-rede pode ser feito sem aquisições de grandes faixas de terras, dispensa desmatamento e movimentação de terra, evitando assim, o aumento dos problemas de erosão e assoreamento dos rios e lagos (CARDOSO et al. 2005), sendo utilizadas águas de domínio público, sejam continentais ou marinhas.

A atividade de piscicultura em tanques-rede necessita ainda de muito conhecimento científico e apoio técnico basal uma vez que grande parte desses

empreendimentos é fadada ao fracasso, tornando-se inviável economicamente em curto e médio prazo. Podemos destacar dois fatores imprescindíveis para o não sucesso do empreendimento: falta de mão-de-obra qualificada (técnicos em aquicultura e correlatos) e boas práticas de manejo, que são retroalimentadas pelo falta de mão de obra (AGOSTINHO et al. 2007).

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. Os animais não podem se deslocar até um local onde haja água de melhor qualidade por isso é indispensável observar a qualidade de água e o posicionamento dos tanques-rede. O conjunto desses fatores é decisivo para o crescimento, a conversão alimentar e a saúde dos peixes (ONO & KUBITZA, 2003).

## **1.2 - Carboidratos na nutrição de peixes**

Os carboidratos são classificados, geralmente em duas categorias: polissacarídeos de reserva (amido) e polissacarídeos estruturais ou não amiláceos (VOET & VOET, 2006). Sintetizados pelas plantas através da fotossíntese, o amido é a principal fonte de reserva energética de todo o reino vegetal e é composto por duas macromoléculas, a amilose que são polímeros lineares formadas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 e a amilopectina que são polímeros de glicose unidas em  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6, formando uma estrutura ramificada (VOET & VOET, 2006; DENARDIN & SILVA. 2009). Nos animais, os carboidratos são encontrados em pequenas quantidades no sangue, na forma de glicose (monossacarídeos) e no fígado e músculos, na forma de glicogênio (polissacarídeo) (SALWAY, 1994).

Os carboidratos ingeridos são absorvidos primariamente como glicose, aumentando imediatamente seu nível no sangue (WILSON & POE, 1987; GOUVEIA & DAVIES, 2004). A glicose, por sua vez, pode ser utilizada pelo peixe como fonte imediata de energia ou estocada na forma de glicogênio hepático, sendo utilizada para a síntese de compostos como triacilgliceróis e aminoácidos não essenciais, ou ainda, excretada (DENG et al. 2001). A baixa capacidade de síntese de glicogênio ou lipogênese, quando ocorre o excesso de glicose na fase pós prandial e/ou a alta atividade persistente de produção de glicose hepática (quando há oferta de

carboidratos na dieta) podem limitar a utilização da glicose pelos peixes (WILSON, 1994; PANCERAT et al. 2001).

O fígado desempenha importante papel no metabolismo dos carboidratos, regulando a glicemia. A produção de glicose pelo fígado é feita a partir de reservas de glicogênio ou precursores gliconeogênicos (NEWGARD, 1983). Esses processos são controlados por atividades enzimáticas através de mecanismos específicos de curto e longo prazo (PILKIS & CLAUS, 1991).

Na nutrição animal, os carboidratos são considerados as fontes de energia mais baratas e utilizadas em larga escala pela indústria de fabricação de rações. Porém, a sua utilização pelos peixes pode ser limitada. Os peixes onívoros e herbívoros toleram maiores níveis de carboidratos, que são utilizados mais eficientemente como fonte de energia; os animais carnívoros não utilizam eficientemente os carboidratos em suas dietas, demandando uma quantidade maior de lipídios e também de fontes de origem animal em sua alimentação. Os amidos geleificados são ainda mais digestíveis e têm um melhor efeito sobre o crescimento quando comparados com amidos crus (STEFFENS, 1987). Além disso, as espécies de peixes apresentam atividade de enzimas digestivas endógenas diferenciadas, podendo adaptar-se a esses fatores em diferentes graus (STONE et al. 2003).

O adequado fornecimento de carboidratos na dieta para peixes é de extrema importância, afastando os aminoácidos da via oxidativa e melhorando a taxa de crescimento e o efeito poupador de proteínas (COWEY et al. 1977; HEMRE, et al. 2002).

Os estudos que relacionam a composição das dietas com os aspectos metabólicos e digestivos de peixes de regiões temperadas são numerosos. Entretanto, para espécies tropicais, essas informações ainda são muito escassas.

Estudando os efeitos de dietas práticas com três níveis de extrativo não nitrogenado (34, 38 e 42%) em juvenis de tilápias do Nilo, revertidos ou não sexualmente, que receberam dois tipos de alimentos durante a recria em viveiros (alimento natural através da fertilização orgânica com esterco suíno ou dieta extrusada comercial), Favero (2010) verificou com o nível de 42% de carboidratos não estruturais, os melhores resultados para a maioria das variáveis de desempenho avaliadas. Porém, isto resultou em aumento significativo de gordura no fígado dos peixes (maior índice hepatossomático).

Utilizando oito dietas isoproteicas (26%), com dois níveis de energia bruta (3900 e 4500 kcal) e quatro teores de carboidratos (35, 40, 45 e 50%), Carneiro et al (1994) observaram melhor desempenho e maior taxa de eficiência proteica nos tambacus alimentados com a dieta contendo 3900kcal de EB/Kg e 45% de carboidratos, concluindo que a utilização dos carboidratos como fonte de energia para este híbrido é dependente do nível de lipídios.

Mohanta et al. (2009) utilizaram cinco níveis de carboidratos em dietas semipurificadas (22, 26, 30, 34 ou 38%) para “silver barb” (*Puntius gonionotus*). Verificaram que os animais alimentados com as dietas contendo 26% de carboidratos apresentaram os melhores resultados para o ganho em peso, taxa de crescimento específico, digestibilidade da proteína e conversão alimentar, atribuindo estes resultados à alta digestibilidade e à retenção de proteína e energia pelos peixes.

Ali & Al-asgah (2001) avaliaram o crescimento e a composição corporal de tilápia do Nilo utilizando cinco dietas isoproteicas e isoenergéticas, variando os níveis de carboidratos (de 18,27% - 40,37%) e de lipídios (de 8,14% - 19,53% com uma relação de carboidratos/lipídios variando entre 4,95 a 0,94). Verificaram que os níveis que proporcionaram o melhor desempenho aos animais estão entre as relações de carboidrato/lipídio de 2,06 a 4,95%.

A digestibilidade dos carboidratos é influenciada pelos seus níveis de inclusão e sua complexidade nas dietas para perca prateada, segundo Stone et al. (2003). Os autores avaliaram a habilidade dos juvenis de perca prateada em digerir o amido do farelo de trigo em suas dietas contendo 30 ou 60% de inclusão e quatro graus de geleificação (0, 25, 50 e 80%). Os coeficientes de digestibilidade aparente do amido e da energia aumentaram tanto pelos graus de geleificação do amido do farelo de trigo quanto pelos os níveis de inclusão nas dietas.

O efeito poupador de proteína mensurado pelo aumento de retenção proteica em espécies como enguia europeia (*Anguilla anguilla* L.), tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), salmão do Atlântico (*Salmo salar* L.) e bagre do canal (*Heteropneustes fossilis*) é encontrado quando o carboidrato é oferecido na forma geleificada. Melhores resultados são obtidos com carboidratos complexos em relação a açúcares simples (HEMRE et al. 2002). Da mesma forma, amidos crus geralmente apresentam baixa digestibilidade (WILSON & POE, 1994).

Testando diferentes fontes de carboidratos para pacu (amido de milho regular, amido de milho ceroso, amido de milho regular pré-gelatinizado e modificado, fécula de mandioca modificada e pré-gelatinizada, malto-dextrina e glicose-dextrose) em dois níveis de inclusão (20 e 40%), Muñoz-Ramírez (2005) verificou melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e energia bruta com a utilização de 40% de carboidratos digestíveis com diferentes graus de complexidade.

Os carboidratos utilizados na nutrição de peixes passam em geral, pelo processo de extrusão que utiliza de temperatura, pressão, umidade e cisalhamento, modificando estruturas mais complexas tornando-as mais digestíveis.

### **1.3 - Lipídios na nutrição de peixes**

Lipídios são compostos biológicos, heterogêneos, solubilizados por solventes orgânicos e insolúveis ou pouco solúveis em água (KOOLMAN & ROEHM, 2005).

Os lipídios são considerados como principal forma de armazenamento de energia corporal; tem a facilidade do acondicionamento das moléculas de triacilglicerol no interior dos adipócitos e quantidade superior de energia fornecida em relação ao carboidrato e a proteína. É uma fonte de alimento facilmente encontrada no mercado e fornece, além da energia, uma quantidade considerável de ácidos graxos essenciais (STEFFENS, 1987).

Uma grande variedade de lipídios, tanto de origem animal quanto vegetal, são utilizados nas formulações de dietas e são amplamente enfatizados na nutrição animal. O crescimento dos peixes é satisfatório quando as exigências de ácidos graxos essenciais são alcançadas. Peixes carnívoros são mais exigentes em lipídios do que animais onívoros e herbívoros (MARTINO et al. 2002); por isto suas rações podem conter elevados níveis desse nutriente (WILSON, 1998).

Os lipídios exercem funções essenciais e dinâmicas na manutenção do crescimento, na eficiência alimentar, na higidez, funções renais, no desenvolvimento neural e visual, na reprodução e na qualidade do filé (LIM & WEBSTER, 2001). Participam do processo de absorção das vitaminas lipossolúveis (NRC, 1993), conferem características essenciais aos alimentos, como palatabilidade e textura (NUNES, 1998) e óleos utilizados como fonte de lipídios possibilitam diminuir a quantidade de proteína da dieta e o custo da ração (MARTINO et al. 2002).

Os lipídios são conduzidos no organismo por lipoproteínas que os carregam até o fígado, onde sofrem transformações, ou são armazenados na forma de tecido adiposo. Quando ocorre distúrbio metabólico de origem tóxica, tem-se uma quebra deste ciclo, com a degeneração da gordura estocada no fígado denominado esteatose hepática (ANDRIGUETO, 1988).

Os lipídios apolares são hidrolisados pelas enzimas digestivas em triacilglicerol, que resulta em glicerol e ácidos graxos livres, os quais são catabolizados para a obtenção de energia. Os lipídios polares são os componentes essenciais das membranas celulares. O aumento da concentração de lipídios na ração de peixes, até certo ponto, resulta em melhor aproveitamento da proteína contida na ração, melhorando os índices zootécnicos (MORO, 2008).

Os lipídios são importantes na dieta, tanto como fonte de energia como também de ácidos graxos essenciais (WATANABE et al. 2001). A maioria dos peixes utiliza de forma eficiente os lipídios das dietas (SARGENT et al. 1989). Diversos estudos demonstram que altas concentrações de lipídios nas dietas resultam em maior aproveitamento da proteína pelos peixes (BORBA et al. 2006)

Quanto maior for a inclusão de gordura nas dietas dos peixes, maior será o nível de gordura corporal. Uma característica indesejável das tilápias é que acumula tecido adiposo na cavidade abdominal, diminuindo assim a porcentagem de rendimento de filé e abaixando o valor comercial do peixe (MEURER et al. 1999).

Vásques-Torres et al. (2002) avaliaram o desempenho de alevinos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) fornecendo nove dietas isoproteicas (32% PB), com três níveis de carboidratos (20, 28 e 36%), e três de lipídios (4, 8 e 12%). A taxa de crescimento específico e o ganho em peso foram estatisticamente maiores com qualquer dos três níveis de carboidratos, nas combinações com 4% de lipídios. Quando se aumentou o teor de lipídios a 8 e 12%, ocorreram reduções significativas no crescimento.

O pacu apresentou maior eficiência no crescimento com níveis de 7% de lipídios na dieta (ALVES, 1999) ou com 8% quando o nível de extrativo não nitrogenado é em torno de 46 a 50% (PEZZATO, 1990).

Para o tambaqui, diferentes fontes e níveis de lipídios na dieta não influenciaram a composição corporal (MACEDO-VIEGAS & CONTRERAS, 1998). Entretanto, para a tilápia vermelha o nível de lipídios na dieta (6, 12, 18 e 24%) acarretou maior deposição de gordura corporal (SILVA et al. 1991).

Níveis de inclusão de gordura de 5% a 10% são recomendados para peixes de clima quente (WILSON, 1998). Entretanto, tilápias não toleram níveis tão altos de gordura quanto os salmonídeos (LOVELL, 1989). Atualmente, o principal produto obtido da produção de tilápia do Nilo é o filé, que melhora seu rendimento com a inclusão de até 5,9% de lipídios, sem afetar a porcentagem de gordura e desempenho dos peixes (BOSCOLO et al. 2004).

A utilização de lipídios na nutrição de peixes tem sido cada vez mais frequente na indústria de rações. Porém, altos níveis desse ingrediente podem atrapalhar no desempenho e no acabamento final do produto ou até mesmo, resultar em compostos, que sob altas temperaturas e pressões, podem modificar a estrutura desses ingredientes e os tornar indigestíveis para os peixes.

#### **1.4 - Avaliação econômica**

A aquicultura atualmente está passando por grandes avanços científicos e tecnológicos somando em produtividade, substituindo grande parte do pescado oriundo da pesca extrativista. Muitas famílias estão cada vez mais dependentes da pesca e aquicultura para a sua alimentação e rendimento, porém as práticas prejudiciais e a má gestão ameaçam a sustentabilidade do setor (FAO, 2014).

A atenção dos órgãos governamentais ao setor ainda é singela, tornando-o pouco produtivo em relação a outros países. Os principais entraves para a expansão do setor são, segundo Ostrensky et al. (2008), questões ambientais, dificuldade para regularização dos empreendimentos falta de organização da cadeia produtiva, entre outros. A falta de informações e o mau gerenciamento podem comprometer a viabilidade do empreendimento (MARTINS et al. 2001).

O custo de produção é uma ferramenta importante na administração, possibilita ao produtor realizar uma comparação do desempenho de exploração, permite selecionar as técnicas de exploração mais adequadas visando à melhoria de rendimento e redução de custos e avalia o desempenho do maquinário e utilização de mão-de-obra necessária (MARTINS & BORBA, 2008).

Todo empreendimento visa maior lucratividade; porém, para obter tal objetivo é necessário ter um bom manejo tecnológico na produção de peixes que permita

uma maior produtividade; os estudos econômicos dão suporte necessário para a expansão da atividade (CASACA & TOMAZELLI JÚNIOR, 2001).

A tomada de decisões mais precisa está relacionada aos principais fatores que afetam os custos de produção, as variáveis de desempenho produtivo e o acompanhamento do ambiente de estudo permite identificar os itens que perdem maior importância e aqueles que possuem uma tendência em aumentar sua participação no cálculo geral (SOUZA FILHO et al. (2003).

A viabilidade econômica de um sistema produtivo, à curto prazo, pode ser avaliada pelo estudo do desempenho da produção e insumos utilizados, ou seja, por análise de custos e receitas geradas nesse sistema (VERA-CALDERÓN & FERREIRA, 2004).

A procura por uma grande produtividade em tanques-rede e “raceways” demanda a utilização de dietas adequadas e balanceadas, que são responsáveis pela maior fração do custo em uma piscicultura intensiva e semi-intensiva (BOSCOLO et al. 2001; FURUYA, 2001).

## Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. 502p
- ALI, A.; AL-ASGAH, N. A. Effect of feeding diferente carbohydrate to lipid retions on the growth performance and body composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Animal Research**, v. 50, p. 91-100, 2001.
- ALVES, J.M.C. **Níveis de lipídios em dietas para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 1999. 57f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.
- ANDRIGUETTO, J. M. **Nurição animal. Alimentação animal (nutrição animal aplicada)**. Livraria Nobel. São Paulo, v. 2, n. 1, 1988. 395p.
- BORBA, M. R.; FRACALOSSI, D. M.; PEZZATO, L. E. Dietary energy requirement of Piracanjuba fingerkings, *Brycon orbignyanus*, and relative utilization of dietary carbohydrate on lipid. **Aquaculture Nutrition**, 12, p. 183-191.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A.; Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n.1, p.8-13, 2004.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.
- BUDDINGTON, R. K.; CHEN, J. W. ; DIAMOND, J. M. Genetic and phenotypic adaptation of the intestinal nutrient transport to diet in fish. **Journal of Physiology**, v. 393, p. 261-281, 1987.
- 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. **Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2005. 104p.
- CARNEIRO, D. J.; FRAGNITO, P. S.; MALHEIROS, E. B. Influence of carbohydrate and energy level on growth and body composition of tambacu, a hybrid of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*), **Aquaculture**, Amsterdam, v. 124, n. 1 – 4, p. 129 – 130, 1994.
- CASACA, J. M.; TOMAZELLI JÚNIOR, O. **Planilhas para cálculos de custo de produção de peixes**. Florianópolis: Epagri, EMATER, 2001. 38p.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.

COWEY, C., DE LA HIGUERA, M., ADRON, J.W. The effect of dietary composition and of insulin on gluconeogenesis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**. 38, 385-395, 1977.

DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: Carp, *Cyprinus carpio* L. Tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus* and African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell 1822. **Aquaculture and Fisheries Management**, v.22, n.1, p.397-403, 1991.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 945-954, 2009.

DENG, D. F.; REFSTIE, S.; HUNG, S. S. O. Glycemic and glycosuric responses in White sturgeon *Acipenser transmontanus* after oral administration of simple and complex carbohydrates. **Aquaculture**, v.199, p, 107-117, 2001.

FAO. 2014. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014**. Rome. 223 pp. 2014. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf> > Acesso em: 8 set. 2015.

FAVERO, G. C. **Níveis de carboidratos em dietas extrusadas para tilápias do Nilo revertidas ou não sexualmente**. 2010. xiii, 65 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

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.

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.

FURUYA, W.M. Alimentos ambientalmente corretos para piscicultura. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

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.

GATLIN III, D. M. Nutrition and feeding of red drum and hybrid striped bass. In: CHANG, Y. K.; WANG, S. S. (Ed.). **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publ., 1999. P. 43-52.

GAYÃO, A. L. B. A. **Nutrição e reversão sexual de tilápia do nilo: Parâmetros produtivos e estrutura do fígado**. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Jaboticabal: UNESP, 100p. 2009.

GOUVEIA, A.; DAVIES, S. J. Modulation of the post prandial plasma glucose profile in juvenile european sea bass *Dicentrarchus labrax* fed diets varying in starch complexity. **Journal of the World Aquaculture Society** 35:392-400, 2004.

HEMRE G.I.; MOMMSEN T.P.; KROGDAHL A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, v.8, p.175-194, 2002.

HILDSORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 22. N. 1, p. 73-78, 1995.

KOOLMAN, J.; ROEHM, K-H. **Color atlas of biochemistry**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Thieme, 2005 467p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON D. L. **Princípios de Bioquímica**. New York: Sarvier, 1995.

LIM, C.; WEBSTER, C.D. **Nutrition and fish health**. The Haworth Press, Binghamton, NY, 2001.

LOVELL, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; CONTRERAS, E.G. Effect of sources and level of dietary lipids on growth, body composition, and fatty acids of the tambaqui (*Colossoma macropomum*). **World Aquaculture**, 66-70. 1998.

MARTINO, C.R.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L. et al. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim (*Pseudoplatistoma corruscans*). **Aquaculture**, v.209, p.209-218, 2002.

MARTINS, C. V. B.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, R. S.; HERMES, C. A.; OLIVEIRA, L. G.; VAZ, S. K.; MINOZZO; M. G.; CUNHA, M.; ZACARKINA, 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.

MARTINS, M.I.E.G.; BORBA, M.M.Z. **Custo de produção**. Jaboticabal: Fcav/Unesp, 2008. 22p.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; Soares, C. M. Lipídios na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.02, p.566-573, 2002.

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.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.; BOSCOLO, W. R. Níveis de gordura na alimentação de machos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) revertidos sexualmente, na fase inicial. **Anais do Simpósio Latino-americano de Aquicultura**, Campos de Jordão, v. 1, p. 348-357, 1999.

MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J. SAHU, N. P.; PATRO, B. Carbohydrate level in the diet of silver barb, *Puntius gonionotus* (Bleeker) fingerlings: effect on growth, nutrient utilization and whole body composition. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 927-937, 2009.

MORO, G. V. **Utilização de fontes dietéticas não proteicas de energia pelo jundiá, *Rhamdia quelen*: crescimento, atividade de enzimas digestivas e utilização dos nutrientes**. 2008. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2008.

MUÑOZ-RAMIREZ, A. P. **Utilização de carboidratos digestíveis em dietas para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 2005. 138 f. Tese (doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

NEWGARD, C. B. **Studies of the mechanism by which exogenous glucose is converted into liver glycogen in rat. A direct or an indirect pathway?** J. Biol. Chem. 258:p.8046-8052, 1983.

NRC. **Nutrient requirements of fish**. pp. 56. Academic Press, Washington, USA. 1993.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 388 p. 1998.

ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3. ed. Jundiá: 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

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil. O desafio é crescer**. Brasília, DF, 2008. 276 p.

PANCERAT, S.; PLAGNES-JUAN, E.; KAUSHIK, S. Nutritional regulation and tissue specificity of gene expression. For proteins involved in hepatic glucose metabolism in rainbow trout. **Journal Experimental Biology**. 204, 2351-2360, 2001.

PEZZATO, L.E. **Efeito de diferentes níveis de gordura de origem animal e vegetal sobre o desempenho e deposição de ácidos graxos em pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 1990. 91f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

PILKS, S. J.; CLAUS, T. H. **Hepatic gluconeogenesis/glycolysis: regulation and structure/function relationships of substrate cycle enzymes.** Annual Review of nutrition. 11: 465-515,1991.

POPMA, T.J.; LOVSHIN, L.L. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia.** Auburn: Auburn University, Center for Aquaculture and Aquatic Enviroments, Department of Fisheries and Allied Aquacultures, 1994. 40p.

Produção da pecuária municipal / IBGE, 2014, Rio de Janeiro: **IBGE** <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2014\\_v42\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf)>

SALWAY, J.G. **Metabolism at a glance.** London: Balckwell Science, 1994. 95p.

SARGENT, J., HENDERSON, R.J., TOCHER, D.R. **The lipids.** In: Fish Nutrition. 2ed. Academic Press Inc., San Diego, p. 153-217, 1989.

SILVA, S.S., GUNASEKERA, R.M. & SHIM, K.F. Interactions of varying protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. **Aquaculture** 95, 305-318. 1991.

SOLER-JARAMILLO, M.P. **Sistema digestivo de los peces, camarones y su fisiología.** In: SOLER-JARAMILLO, M.D.P.; RODRÍGUEZ-GÓMEZ, H.; DAZA, P. V. Fundamentos en nutrición y alimentación en acuicultura. Santa Fé de Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1996. p. 23- 52.

SOUZA FILHO, J.; SCHAPPO, C.L.; TAMASSIA, S.T.J. **Custo de produção de peixes de água doce.** Florianópolis: ICEPA/ Epagri, 40p. 2003.

STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces.** Zaragoza: Acubia, 1987. 275 p.

STONE, D. A. J.; ALLAN, G. L.; ANDERSON, A. J. Carboydrate utilization by juvenile silver perch *Bidyanus bidyanus*. The protein sparing effect to wheat starch-based carbohydrate. **Aquaculture Research** 94: 123-134, 2003.

SUÁREZ, M. D.; HIDALGO, M.C.; GARCIA GALLEGU, M.; SANZ, A.; DE LA HIGUERA, M. Influence of the relative proportions of energy yielding nutrients on liver intermediary metabolism of the *European eel*. **Comparative Biochemistry and Physiology** 111A, v. 3, p. 421- 428, 1995.

TACON, A.G.J.; HALWART, M. **Cage aquaculture: a global overview.** In: HALWART, M.; SOTO, D.; ARTHUR, J.R. (Ed.). Cage aquaculture– Regional reviews and global overview. Rome: FAO, 2007. p.1-16. (FAO Fisheries Technical Paper, 498).

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

VÁSQUEZ-TORRES, W.; PEREIRA FILHO, M.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A. Estudos para Composição de uma Dieta Referência Semipurificada para Avaliação de Exigências Nutricionais em Juvenis de Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.31, n.1, p.283-292, 2002.

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

VOET, D.; VOET, J. **Bioquímica.** 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 1616p.

WATANABE, W.O., ELLIS, S.C., CHAVES, J. Effects of dietary lipid and energy to protein ratio on growth and feed utilization of juvenile mutton snapper *Lutjanus analis* fed isonitrogenous diets at two temperatures. **Journal World Aquaculture.** Soc. 32, 30-40, 2001.

WILSON, R. P.; POE, W. E. Apparent inability of channel catfish to utilize dietary mono- and disaccharides as energy sources. *Journal of Nutrition*, v. 117, p. 280-285, 1987.

WILSON, R. P.; POE, W. E. Utilization of dietary carbohydrates by fish. **Aquaculture.** 124, 67-80. 1994.

WILSON, R.P. State of art of warmwater fish nutrition. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p.375-380.

WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.124, p. 67-80, 1994.

## **CAPITULO 2 - RELAÇÕES ENTRE CARBOIDRATOS E LIPÍDIOS EM DIETAS PARA TILÁPIAS DO NILO EM TANQUES-REDE**

**RESUMO** - O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho produtivo de tilápias do Nilo criadas em gaiolas e alimentadas com dietas extrusadas com quatro níveis de carboidratos e lipídios em diferentes relações. Foram utilizados 1280 peixes machos revertidos sexualmente da linhagem gift ( $157,54 \pm 3,50\text{g}$ ), distribuídos em 16 gaiolas ( $1,0 \text{ m}^3$ ), em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições, com 80 tilápias do Nilo em cada gaiola. Os peixes foram alimentados com quatro dietas com aproximadamente  $3500 \text{ kcal kg}^{-1}$  de energia digestível, contendo quatro níveis de carboidratos e lipídios ( $\text{CHO}_{35}/\text{L}_9$ ,  $\text{CHO}_{39}/\text{L}_8$ ,  $\text{CHO}_{43}/\text{L}_7$  e  $\text{CHO}_{47}/\text{L}_6\%$ ) e com diferentes relações de CHO:L (3,89; 4,87; 6,14; 7,83; respectivamente). As tilápias foram arraçadas quatro vezes ao dia, durante 120 dias. Não houve mortalidade durante o período experimental. As tilápias alimentadas com as dietas contendo a relação CHO:L 6,14, obtiveram as melhores médias para o desempenho produtivo: ganho em peso médio (GPM)  $397,24 \pm 5,06\text{g}$ ; taxa de crescimento específico (TCE)  $1,07 \pm 0,028\%/ \text{dia}$  e consumo médio de ração (CS)  $462,08 \pm 5,06\text{g}$  e também para eficiência de retenção de energia bruta ( $\text{ER}_{\text{EB}}$ )  $57,17 \pm 4,16\%$  e para extrato etéreo no ganho em peso ( $\text{EE}_{\text{GP}}$ )  $13,71 \pm 1,47\%$ , nas condições de realização do experimento. Na avaliação histológica houve um aumento na concentração de vacúolos de gordura nos tecidos hepáticos quando as relações de CHO:L aumentavam.

**Palavras-chave:** amido, desempenho produtivo, gordura, *Oreochromis niloticus*

## CHAPTER 2 - DIETARY CARBOHYDRATE-TO-LIPID RATIOS FOR NILE TILAPIA PRODUCTION IN CAGE

**ABSTRACT** - The aim of this was to evaluate the performance of Nile tilapia reared in cages fed extruded diets containing four relations of carbohydrates and lipids. 1280 male ( $157.54 \pm 3,50\text{g}$ ) were used and distributed in 16 cages ( $1.0 \text{ m}^3$ ) in a completely randomized design with four treatments and four replicates. Each cage contains 80 Nile tilapia. The fish were fed diets with  $3500 \text{ kcal kg}^{-1}$  of digestible energy, containing four levels of carbohydrates and lipids (CHO35/L9, CHO39/L8, CHO43/L7 and CHO47/L6%) with the CHO:L relations: (3.89; 4.87; 6.14; 7.83; respectively). The tilapia were fed four times a day for 120 days. There was no mortality during the trial period. The tilapia fed diets containing the relation CHO:L 6.14, showed the best productive performance mean for weight gain (WG)  $397.24 \pm 5,06\text{g}$ ; specific growth rate (SGR)  $1.07 \pm 0.028\%/ \text{day}$ , average feed intake (AFC)  $462.08 \pm 5,06\text{g}$ , also gross energy retention efficiency (GERE)  $57.17 \pm 4.16\%$  and ether extract to weight gain (EEWG)  $13.71 \pm 1.47\%$ , at the experiment conditions. Histological evaluation showed increased in fat vacuoles concentration and liver tissues when as CHO:L relations increased as well.

**Key words:** Fat, *Oreochromis niloticus*, productive performance, starch.

## 1 - Introdução

A aquicultura é um dos sistemas de produção de alimentos que mais cresce no mundo, tendo como atividade mais promissora, a piscicultura de água doce, principalmente a de cultivo de tilápias (WAGNER et al. 2004). No Brasil as tilápias são as que mais se destacam entre as espécies de peixes produzidas, representando 39% do total de pescados proveniente da piscicultura continental (BRASIL, 2010).

Possuir rápido crescimento em cultivo intensivo e rusticidade são características que destacam a tilápia do Nilo, dentre as demais espécies de peixes (VERAS, 2013). Sua larga capacidade de aclimação permite a produção em diferentes sistemas de cultivo, com bom desempenho zootécnico e em condições ambientais diversas. Temperaturas de cultivo, abaixo de 18°C e acima de 30°C, são estressantes e devem ser evitadas (LIM & WEBSTER, 2006).

No entanto, os altos custos da alimentação são entraves no sistema de produção de organismos aquáticos (FERNANDES et al. 2000). Mais de 50% dos custos de produção, do sistema intensivo, são com rações (EL-SAYED, 1999). Pelo aumento da produção de peixes, o mercado de rações é o que tem apresentado maior crescimento, tendo dobrado a produção na última década (GILL, 2007). Apesar do desafio determinado pela estiagem que comprometeu diversos reservatórios no país, a demanda de rações para peixes e camarões alcançou 940 mil toneladas e avançou 10% ao longo do ano de 2015 (SINDIRAÇÕES, 2015).

O avanço da tilapicultura em sistema intensivo trouxe aos pesquisadores e empresas do setor a preocupação pela busca por dietas balanceadas nutricionalmente e de qualidade, visando aumentar o potencial zootécnico da espécie. A obtenção de produtos com uma porcentagem maior de filé e menor conteúdo de gordura melhora a qualidade do produto final para assim atender as exigências dos mercados consumidores. (HISANO & PORTZ, 2007).

A introdução de níveis elevados de carboidratos pode proporcionar uma quantidade de gordura abdominal maior que aqueles animais alimentados com dietas mais ricas em gordura (LIN et al. 1997; TAN et al. 2009), e ainda proporcionar uma esteatose hepática (GAYÃO, 2009) porém, sua inclusão em níveis adequados pode assegurar melhor eficiência na utilização de outros nutrientes e contribuir no

processo de extrusão da dieta, além de ser uma fonte energética abundante (KROGDAHL; HEMR; MOMMSEN, 2005). A utilização de altos níveis de lipídios nas dietas pode, também, proporcionar elevados níveis de gordura na carcaça dos animais e diminuir o rendimento de filé (MEURER et al. 1999).

O presente trabalho estudou a melhor relação entre níveis de carboidratos e lipídios em dietas práticas para atendimento das necessidades energéticas para tilápia do Nilo em tanques-rede com base no seu desempenho produtivo, econômico e eficiência de utilização de nutrientes.

## 2 - Material e métodos

### 2.1 - Instalações e condições experimentais

O experimento foi conduzido de março a julho de 2015 (120 dias) em um viveiro de aproximadamente 1822 m<sup>2</sup> de espelho d'água e profundidade média de 2,0m. Os peixes utilizados foram estocados em 16 gaiolas flutuantes de 1,0 m<sup>3</sup> de volume útil (1,0 × 1,0 × 1,2 m), dispostas paralelamente em duas linhas de oito gaiolas, no sentido longitudinal do viveiro. Entre elas foi colocado um aerador, ligado das 19h30min até as 06h00min do dia seguinte. Diariamente, foram controlados os valores de temperatura e oxigênio dissolvido (YSI - *Yellow Springs Instruments* 550A) a 10 cm da superfície no período da manhã e da tarde. Semanalmente, foram monitorados parâmetros de qualidade da água (Tabela 01) no período da manhã e da tarde (08h00min e 18h00min): pH (PHTEK - pH100), condutividade elétrica (PHTEK - CD203), transparência da água (disco de Secchi). Quinzenalmente, foram coletadas amostras de água do viveiro para determinação de amônia, nitrato, nitrito e fósforo total (KOROLEFF, 1976; GOLTERMAN et al. 1978; MACKERETH et al. 1978).

Tabela 1 - Valores médios de parâmetros físico-químicos da água durante o período experimental

| Parâmetros                       | Média           |
|----------------------------------|-----------------|
| Temperatura (°C) / Manhã         | 21,95±2,72      |
| Temperatura (°C) / Tarde         | 25,25±2,85      |
| OD (mg.L <sup>-1</sup> ) / manhã | 5,27 ± 1,36     |
| OD (mg.L <sup>-1</sup> ) / 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 (µg.L <sup>-1</sup> )     | 95,14 ± 55,79   |
| Nitrato (µg.L <sup>-1</sup> )    | 561,18 ± 178,61 |
| Nitrito (µg.L <sup>-1</sup> )    | 15,73 ± 5,38    |
| Fósforo (µg.L <sup>-1</sup> )    | 282,24 ± 17,69  |

## **2.2 - Material biológico e manejo**

Utilizaram-se 1280 juvenis de tilápia do Nilo machos, da linhagem Gift, com peso médio inicial de  $157,54\text{g} \pm 3,50$  revertidos sexualmente para machos, adquiridos da Piscicultura AcquaSanta, localizada em Arealva - SP,

A densidade utilizada foi de 80 peixes/m<sup>3</sup>. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia, até saciedade aparente dos animais, nos seguintes horários: 08h30min, 11h30min, 14h30min e 17h30min. A quantidade de alimento consumido diariamente foi calculada através da diferença entre as quantidades inicial e final da dieta previamente pesada e separada para ser fornecida em cada gaiola.

## **2.3 - Dietas experimentais**

As análises de nutrientes e energia 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, Campus de Jaboticabal, SP.

Foram formuladas quatro dietas isoproteicas (28%) com aproximadamente 4200 kcal/Kg de energia bruta, contendo quatro níveis de carboidratos e lipídios ( $\text{CHO}_{35}/\text{L}_9$ ,  $\text{CHO}_{39}/\text{L}_8$ ,  $\text{CHO}_{43}/\text{L}_7$  e  $\text{CHO}_{47}/\text{L}_6$ ) e diferentes relações de CHO:L (3,89; 4,87; 6,14 e 7,83), (Tabela 2).

Os nutrientes e energia das dietas foram calculados com base nas análises bromatológicas e nos coeficientes de digestibilidade descritos por Pezzato et al. (2002) e Meurer et al. (2003) para a espécie.

As dietas foram processadas na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP - Campus de Jaboticabal. Os ingredientes das dietas foram finamente moídos em moinho com peneira de malha 0,9 mm de diâmetro. As dietas foram extrudadas em extrusora Manzoni, modelo MEX-250.

Tabela 2 - Formulação e composição das dietas experimentais

| Ingredientes (%)                             | Tratamentos                       |                                   |                                   |                                   |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                              | CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> | CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> | CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> | CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> |
| Farinha de vísceras de aves                  | 8,00                              | 8,00                              | 8,00                              | 8,00                              |
| Farinha de resíduos de tilápia               | 3,55                              | 3,55                              | 3,55                              | 3,55                              |
| Farelo de soja                               | 27,80                             | 25,70                             | 21,30                             | 5,85                              |
| Milho                                        | 10,00                             | 10,00                             | 9,07                              | 2,13                              |
| Farelo de trigo                              | 10,00                             | 9,40                              | 9,20                              | 2,00                              |
| Óleo de soja                                 | 2,90                              | 3,26                              | 3,40                              | 2,89                              |
| Quirera de arroz                             | 4,05                              | 9,00                              | 8,30                              | 7,00                              |
| Farelo de arroz                              | 20,05                             | 10,00                             | 1,25                              | 0,00                              |
| Farelo de algodão                            | 7,50                              | 6,50                              | 1,00                              | 0,00                              |
| Amido                                        | 0,10                              | 6,25                              | 18,90                             | 39,75                             |
| Glúten de milho                              | 0,10                              | 3,00                              | 10,50                             | 22,60                             |
| Vitamina C                                   | 0,02                              | 0,02                              | 0,02                              | 0,02                              |
| Fosfato bicálcico                            | 3,60                              | 3,10                              | 3,30                              | 3,40                              |
| Calcário                                     | 1,60                              | 1,55                              | 1,54                              | 1,80                              |
| Antifúngico (Filax)                          | 0,15                              | 0,15                              | 0,15                              | 0,15                              |
| Antioxidante (BHT)                           | 0,02                              | 0,02                              | 0,02                              | 0,02                              |
| Suplemento mineral e vitamínico*             | 0,50                              | 0,50                              | 0,50                              | 0,50                              |
| TOTAL                                        | 100,00                            | 100,00                            | 100,0                             | 100,00                            |
| <i>Composição calculada**</i>                |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Proteína bruta                               | 28,11                             | 28,0                              | 27,98                             | 28,01                             |
| Proteína digestível                          | 25,14                             | 25,15                             | 25,64                             | 25,98                             |
| Extrato etéreo                               | 9,05                              | 8,00                              | 6,99                              | 6,01                              |
| Fibra bruta                                  | 6,05                              | 4,80                              | 3,07                              | 1,6                               |
| Matéria mineral                              | 7,48                              | 6,40                              | 5,13                              | 3,9                               |
| Extrato não nitrogenado                      | 35,09                             | 39,01                             | 43,00                             | 47,00                             |
| Energia bruta (kcal. Kg <sup>-1</sup> )      | 4152,91                           | 4160,5                            | 4181,78                           | 4236,7                            |
| Energia digestível (kcal. Kg <sup>-1</sup> ) | 3513,69                           | 3503,1                            | 3492,85                           | 3568,00                           |
| Relação CHO:L                                | 3,89                              | 4,87                              | 6,14                              | 7,83                              |

\*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<sup>-1</sup>); 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<sup>-1</sup>); Vit E (200,00 UI kg<sup>-1</sup>); Vit K (6,00 mg); zinco (150,00 mg); niacina (100,00 mg); biotina (0,10 mg). CHO: Carboidrato; L: Lipídio. \*\* Com base na composição avaliada de cada ingrediente.

## 2.4 - Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos correspondendo a quatro relações entre níveis de carboidratos e lipídios das dietas (CHO<sub>35</sub>/L<sub>9</sub>, CHO<sub>39</sub>/L<sub>8</sub>, CHO<sub>43</sub>/L<sub>7</sub> e CHO<sub>47</sub>/L<sub>6</sub>), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma gaiola com 1m<sup>3</sup> de capacidade e 80 peixes.

## 2.5 - Avaliação do desempenho produtivo

Todos os juvenis de tilápia do Nilo foram pesados e medidos no início e no final do período de experimentação. O desempenho produtivo foi avaliado pela taxa de sobrevivência, ganho em peso médio, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica e taxa de crescimento específico, de acordo com as seguintes expressões:

$$\text{Sobrevivência (S)} = \frac{n^{\circ} \text{ inicial de peixes} - n^{\circ} \text{ final de peixes}}{n^{\circ} \text{ inicial de peixes}}$$

$$\text{Ganho em peso (GP)} = \text{Pesomédio final} - \text{Peso médio inicial}$$

$$\text{Conversão alimentar aparente (CA)} = \frac{\text{Consumo de dieta}}{\text{Ganho em peso}}$$

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

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

## 2.6 - Análise da composição corporal e rendimento de filé

Para determinação da composição corporal, foram utilizados vinte peixes de uma amostra inicial e oito de cada parcela ao final do experimento, totalizando 32 peixes por tratamento. Os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas antes de serem eutanasiados por aprofundamento do plano anestésico em benzocaína, em seguida foram acondicionados com as vísceras em sacos plásticos rotulados e congelados em freezer para posteriores análises bromatológicas.

Os peixes coletados foram moídos congelados e homogeneizados em moedor de carne C.A.F, modelo 22S, para a retirada das amostras destinadas à

determinação da porcentagem de matéria seca, proteína bruta (Leco Nitrogen/Protein in Organic Samples, modelo FP528), lipídios (pelo método de hidrólise ácida) e matéria mineral, além de energia bruta determinada em bomba calorimétrica de Parr, de acordo com a metodologia da A.O.A.C. (2000).

Para análise de rendimento de filé, os mesmos foram retirados do esqueleto, no sentido craniocaudal e dorsoventral, sendo um lado de cada vez. A pele foi removida no sentido caudocranial, seguindo-se a realização de *toilet* nos filés, para a retirada dos restos de pele e os espinhos presentes na parte cranial; posteriormente pesados e quantificados os rendimentos.

## 2.7 - Parâmetros de eficiência nutricional

Com os resultados obtidos da análise de 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 seguintes expressões:

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

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

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

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

Onde:

PBf, EBf e EEf= níveis de proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo final corporal  
PBi, EBi e EEi= níveis de proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo inicial na corporal

CPB= consumo de proteína bruta

CEB= consumo de energia bruta

Pi e Pf= peso médio inicial e final dos peixes

## 2.8 - Índices fisiológicos

Para o cálculo do índice gorduro viscerossomático e do índice hepatossomático, foram coletados aleatoriamente, no final do período experimental, quatro peixes de cada parcela, num total de 16 peixes por tratamento. Os peixes foram pesados e posteriormente eutanasiados pelo aprofundamento do plano anestésico em benzocaína. Os peixes também foram eviscerados para a pesagem das vísceras. Toda a gordura contida nas vísceras foi retirada e pesada para cálculo do índice gorduro-viscerossomático. Logo após, cada fígado foi pesado separadamente para o cálculo do índice hepatossomático.

$$\text{Índice hepatossomático (IHS \%)} = \frac{P_{\text{fígado}}}{P_{\text{t peixe}}} \times 100$$

$$\text{Índice gorduro – viscerossomático (IGVS \%)} = \frac{P_{\text{gv}}}{P_{\text{t peixe}}} \times 100$$

Onde:

P fígado: peso do fígado

Pgv: peso da gordura visceral

Pt: peso total do peixe

Para as análises fisiológicas de glicogênio do fígado, foram utilizados os mesmos quatro peixes para a coleta dos índices hepato somático e gorduro-viscerossomático de cada parcela, totalizando 16 peixes por tratamento, antes de ser feita a abertura da cavidade celomática e coleta do fígado. Os materiais foram armazenados em papel alumínio, identificados e mantidos em freezer a -80 °C.

As concentrações de glicogênio do fígado foram determinadas conforme metodologia proposta por Moon et al. (1989). Utilizou-se 50 a 100 mg de tecido; adicionou-se 1mL de solução de ácido perclórico 6 % à amostra. Homogeneizou-se imediatamente, utilizando-se o turrax, assegurando-se que todo tecido estivesse macerado. Em seguida, foi realizada a neutralização pela adição de X  $\mu$ L de  $K_2CO_3$  3M. As amostras neutralizadas foram centrifugadas a 3000 g por 10 minutos a 10 ° C, em centrífuga refrigerada. O sobrenadante foi desprezado; agitou-se e retirou-se 100  $\mu$ L do homogeneizado neutralizado. Realizou-se o mesmo procedimento com o branco (tampão citrato) e com os padrões (P75, P150, P300 e P600). Acrescentou-se 200  $\mu$ L de amiloglicosidase e incubou-se à temperatura ambiente por 1 hora. Em seguida foram adicionados 300  $\mu$ L de ácido perclórico 6 %. Agitou-se e neutralizou-se pela adição de Y  $\mu$ L de  $K_2CO_3$  2,25 M, agitando-se novamente. Seguida da centrifugação refrigerada à 10°C por 3000 g durante 10 minutos. Retirou-se 20  $\mu$ L do sobrenadante neutralizado (amostras e padrões) e adicionou-se 1mL do meio de análise de glicose Kit Labtest e incubou-se por 18 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 505 nm.

O cálculo de glicogênio presente nas amostras hepáticas foi obtido a partir da fórmula:

$$\text{Glicogênio \%} = \frac{\Sigma[P](\text{mg/mL})}{\Sigma \text{LeitP}} \times \frac{\text{Leit Amostra}}{\text{Peso Fígado (mg)}} \times 1, X^1 (\text{mL}) \times 100$$

## 2.9 - Análise de histologia

Para a análise histológica, foram utilizados os mesmos quatro peixes coletados para a análise dos índices hepato somático e gorduro-víscerosomático de cada parcela, totalizando 16 peixes por tratamento. Fragmentos de fígado de tilápia de aproximadamente 1,0 cm<sup>3</sup> foram fixados em solução de Bouin por 24 horas e imersos em etanol 70%. Estes fragmentos foram posteriormente incluídos em paraplast (Histosec-Merck), mediante realização de rotina histológica convencional, seguida da microtomia em micrótomo automático (Leica-RM2155), com auxílio de navalhas descartáveis. Cortes de cinco micrometros ( $\mu$ m) foram corados com Hematoxilina-Eosina e as lâminas montadas com Entellan (Merck). As lâminas foram

observadas em microscópio (Leica DM 5000B) e o registro fotográfico realizado por câmera digital Leica DFC 300FX para a descrição histológica.

## 2.10 - Ensaio de digestibilidade

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia de cada dieta experimental foram determinados em um ensaio paralelo ao experimento de desempenho. Foram utilizados 240 juvenis ( $35,70 \pm 7,12$  g) de tilápia, distribuídos em 16 caixas de 100 litros (15 peixes por caixa) com fluxo contínuo de água proveniente de poço artesiano. Foram alimentados por cinco dias, três vezes ao dia, até a saciedade aparente, com as mesmas dietas experimentais, acrescidas de 0,5% de óxido de cromo III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ).

No quinto dia de alimentação, no período da manhã, os juvenis foram arraçoados e transferidos para as incubadoras de fibra de vidro (80L) com circulação contínua de água. As fezes foram coletadas a cada duas horas, por decantação, sendo centrifugadas por trinta minutos à 3000 rpm, e conservadas em congelador, até completar-se a quantidade necessária para as análises. As amostras de fezes foram secas em liofilizadora.

Para determinação de óxido de cromo – III das fezes e das dietas foi utilizado a metodologia descrita por Furukawa & Tsukahara (1966), onde as amostras foram submetidas a digestão nitro-perclórica, com posterior leitura em espectrofotômetro de absorção atômica. O extrato etéreo foi analisado por hidrólise ácida e a proteína bruta, através do aparelho Leco Nitrogen/Protein in Organic Samples modelo FP528.

Para o ensaio de digestibilidade, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Os valores de coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) foram calculados de acordo com a equação proposta por Nose (1966):

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

## **2.11 - 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). As médias observadas foram submetidas às análises de regressão polinomial e modelo broken line, quando não foram significativas para as regressões quadráticas ou modelo broken line, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas usando o programa R version 3.2.0 - Copyright (©) 2015 The R Foundation for Statistical Computing.

## **2.12 – Avaliação econômica**

Na avaliação econômica, foi utilizado o método de orçamentos parciais descrito por Tung (1990) e Shang (1990), que tem como base a análise das mudanças dos custos e das receitas que podem vir a ocorrer por alternativas operacionais do empreendimento, considerando que as possíveis alterações ao longo do período produtivo avaliado, não exigem a aplicação de um orçamento global para ajustar um método de produção.

As variáveis de custo analisadas foram relativas aos custos com ração, mão-de-obra para o arraçamento e aquisição dos juvenis. Determinou-se, inicialmente, os custos com ração (consumo médio x preço kg da ração), com mão de obra (horas de arraçamento x custo hora trabalhada) e o custo dos juvenis (preço de juvenil x densidade de estocagem). Foram calculados: o custo com mão de obra referente ao arraçamento de 0,15 horas/dia; a ração do ciclo de produção em dias; e o custo unitário da mão de R\$ 6,50 hora, referente a razão da soma entre salário mínimo mensal no estado de São Paulo (R\$ 1000,00) e 43% de encargos sociais pelas 220 horas mensais trabalhadas, para realização dos cálculos referentes as receitas do empreendimento. As receitas foram calculadas pelo produto entre a biomassa final de cada tratamento pelo preço de venda do quilo (kg) do peixe vivo. Foi utilizado o preço para o quilo do peixe vivo de R\$ 4,20, considerando o preço médio de venda para frigorífico.

Considerando-se que os custos com ração, mão de obra e juvenis representam mais de 90% do custo operacional total, foi realizado uma análise para determinar a receita líquida parcial (RLP), da seguinte forma:

$$RLP = RB - \text{Custo parcial}$$

Onde:

RLP: Receita Líquida Parcial

RB: Receita Bruta

Custo Parcial: Juvenis, mão de obra e ração

### 3 – Resultados

#### 3.1 – Condições experimentais

Durante o período experimental foram registradas temperaturas abaixo da temperatura média para conforto dos animais (Figura 1). Nos primeiros 45 dias do presente estudo, a média registrada foi de  $28,36 \pm 1,84^{\circ}\text{C}$  e nos próximos 45 dias a temperatura média registrada foi na faixa de  $23,79 \pm 1,50^{\circ}\text{C}$ . Do 91º dia ao 120º dia a média registrada foi de  $22,75 \pm 0,40^{\circ}\text{C}$ . As baixas temperaturas influenciaram no ganho em peso dos animais, reduzindo o consumo e, conseqüentemente, diminuindo o ganho em peso dos animais (Figura 2).

Figura 1 – Temperatura diária máxima e mínima observadas durante o período experimental (março a julho de 2015).

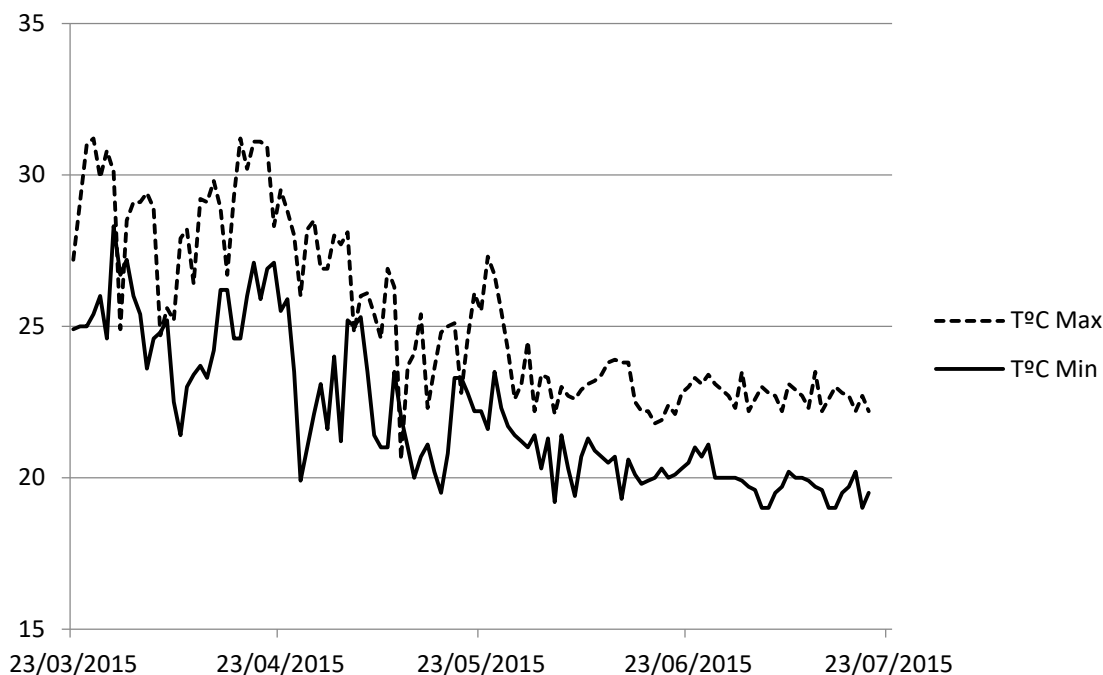
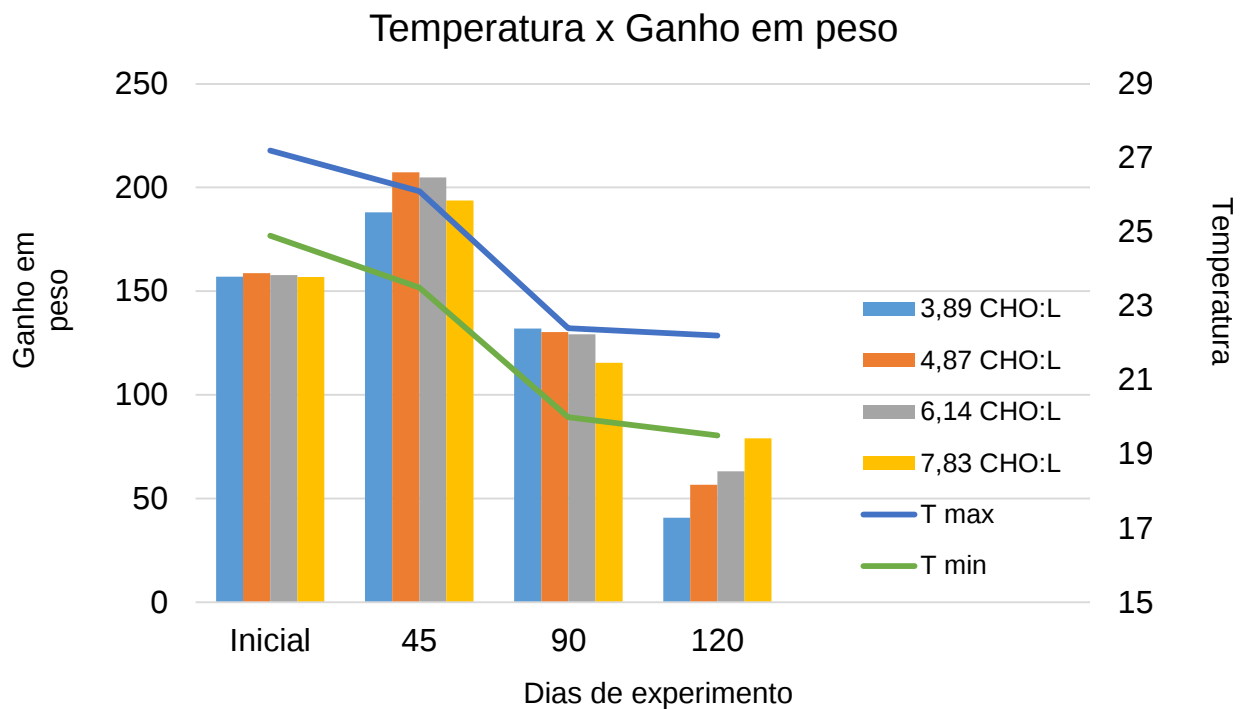


Figura 2 - Dados de temperatura média e médias de peso dos animais durante os 120 dias de experimento.



T max: Temperatura máxima; T min: Temperatura mínima; CHO:L: Relação carboidrato/lipídio

### 3.1 - Desempenho produtivo

Durante o período experimental, não houve mortalidade dos animais cultivados. Foram observadas diferenças significativas para todos os parâmetros de desempenho produtivo de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes relações entre carboidratos e lipídios (Tabela 3).

Tabela 3 - Desempenho produtivo de tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo níveis de carboidratos e lipídios.

| <b>Relação CHO:L</b>                         | <b>GP(g)</b> | <b>TCE (%/dia)</b> | <b>CS(g)</b> | <b>CAA</b> | <b>TEP</b> |
|----------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------|------------|------------|
| 3,89<br>(CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 360,85±7,11  | 0,98± 0,024        | 452,21±6,36  | 1,27±0,01  | 2,82±0,03  |
| 4,87<br>(CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 394,28±2,12  | 1,04± 0,010        | 464,82±6,37  | 1,18±0,01  | 3,01±0,04  |
| 6,14<br>(CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 397,24±5,06  | 1,07± 0,028        | 462,08±5,06  | 1,17±0,05  | 3,05±0,11  |
| 7,83<br>(CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) | 388,19±7,99  | 1,04± 0,002        | 422,53±5,64  | 1,10±0,03  | 3,24±0,07  |
| Valor de F                                   | 43,9         | 61,97              | 72,09        | 19,68      | 19,89      |
| Valor de P                                   | 0,0000016    | 0,00000022         | 0,000000060  | 0,000062   | 0,000059   |

GP: Ganho em peso; PF: Peso final; TCE: Taxa de crescimento específico CS: Consumo médio de ração; CAA: Conversão alimentar aparente; TEP: Taxa de eficiência proteica; Média ± Desvio Padrão.

Nos estudos de regressões polinomiais para determinação das melhores relações estudadas entre os níveis de carboidratos e lipídios nas dietas para os resultados de desempenho, ajustaram-se sempre as regressões quadráticas ( $P < 0,05$ ) para todos os parâmetros avaliados, com exceção da conversão alimentar aparente (Tabela 4), que mostrou-se linear. Desta forma, dentre as relações estudadas, a melhor média de CAA foi proporcionada pela dieta de maior conteúdo de carboidrato (relação CHO:L 7,83) talvez pelo menor consumo médio observado no experimento.

Tabela 4 – Equações ajustadas para os parâmetros de desempenho.

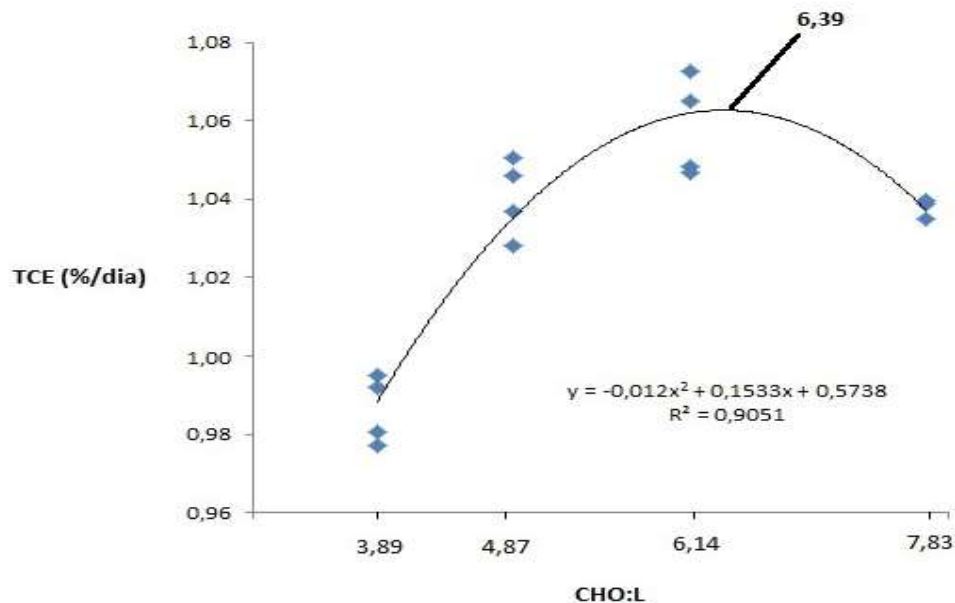
| <b>Parâmetro</b> | <b>Equação determinada</b>          | <b>R<sup>2</sup> (%)</b> | <b>Ponto Máximo CHO:L</b> |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| GP               | $y = -7,38x^2 + 92,86x + 113,11$    | 87,10                    | 6,28                      |
| TCE              | $y = -0,012x^2 + 0,1533x + 0,5738$  | 90,51                    | 6,39                      |
| CS               | $y = -6,4699x^2 + 68,415x + 283,66$ | 90,9                     | 5,27                      |
| CAA              | $y = -0,038x + 1,40$                | 75,59                    | -                         |
| TEP              | $y = -0,0344x^2 + 0,4555x + 1,2734$ | 70,65                    | 6,62                      |

GP: Ganho em peso; PF: Peso final; TCE: Taxa de crescimento específico; CS: Consumo médio de ração; CAA: Conversão alimentar aparente; TEP: Taxa de eficiência proteica;

A Figura 3 demonstra a distribuição de médias da taxa de crescimento específico (TCE), que foi a variável de desempenho que apresentou maior

coeficiente de correlação ( $R^2 = 90,51$ ), demonstrando que este resultado teórico máximo pode ser obtidos com a relação CHO:L de 6,39% nas dietas.

Figura 3 - Regressão quadrática para a taxa de crescimento específico da produção de tilápia do Nilo alimentadas com as relações de carboidratos e lipídios estudados.



Também houve efeito das relações CHO:L das dietas ( $P < 0,05$ ) sobre as médias de eficiência de retenção de energia bruta ( $ER_{EB}$ ) e de proporção de lipídios no ganho em peso ( $EE_{GP}$ ), mas não sobre as médias ( $P > 0,05$ ) de eficiência de retenção de proteína ( $ER_{PB}$ ) e de proporção de proteína no ganho em peso ( $PB_{GP}$ ) (Tabela 5). A distribuição dos resultados de eficiência de retenção de nutrientes não se apresentou significativa para regressões quadráticas ou para o modelo de broken line com as relações CHO:L das dietas estudadas.

Tabela 5 - Eficiência de utilização de nutrientes de tilápias do Nilo alimentadas com dietas extrusadas contendo níveis de carboidratos e lipídios (valores expressos em % de matéria natural).

| <b>Relação<br/>CHO:L</b>                     | <b>ER<sub>PB</sub> (%)</b> | <b>ER<sub>EB</sub> (%)</b> | <b>PB<sub>GP</sub> (%)</b> | <b>EE<sub>GP</sub> (%)</b> |
|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 3,89<br>(CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 43,15±2,86                 | 47,65±5,50b                | 17,17±1,32                 | 11,40±0,84b                |
| 4,87<br>(CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 44,30±5,24                 | 55,13±1,57ab               | 16,79±1,79                 | 11,96±0,79ab               |
| 6,14<br>(CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 43,33±3,18                 | 57,17±4,16a                | 15,75±1,54                 | 13,71±1,47a                |
| 7,83<br>(CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) | 48,26±3,98                 | 56,33±1,76a                | 15,82±0,99                 | 13,83±1,04a                |
| CV (%)                                       | 8,76                       | 6,74                       | 8,79                       | 8,39                       |
| DMS                                          | 8,23                       | 7,65                       | 3,02                       | 2,24                       |
| Valor de F                                   | 1,479                      | 5,725                      | 0,955                      | 5,298                      |
| Valor de P                                   | 0,27                       | 0,0114                     | 0,445                      | 0,0148                     |

ER<sub>PB</sub>: Eficiência de retenção de proteína bruta; ER<sub>EB</sub>: Eficiência de retenção de energia bruta; PB<sub>GP</sub>: Proporção de proteína bruta no ganho em peso; EE<sub>GP</sub>: Proporção de extrato etéreo no ganho em peso. Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação. Dms: Diferença mínima significativa. Média ± Desvio Padrão.

As médias para os índices hepatossomático (IHS) e víscerosomático (IVS) diferiram estatisticamente para as diferentes relações de carboidratos e lipídios incluídos nas dietas ( $P < 0,05$ ), obtendo-se as maiores médias para as relações de 6,14 e de 7,83 CHO:L. Para a variável de glicogênio hepático, não houve efeito significativo entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância e médias dos índices fisiológicos de tilápias do Nilo alimentadas com dietas extrusadas contendo níveis de carboidratos e lipídios.

| <b>Relação<br/>CHO:L</b>                     | <b>GLIC (%)</b> | <b>IHS (%)</b> | <b>IGVS (%)</b> |
|----------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 3,89<br>(CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 6,05±1,11       | 1,71±0,15b     | 3,89±0,43b      |
| 4,87<br>(CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 6,54±0,53       | 1,85±0,17b     | 3,77±0,43b      |
| 6,14<br>(CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 5,73±0,37       | 2,43±0,25a     | 4,93±0,52a      |
| 7,83<br>(CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) | 5,63±0,55       | 2,61±0,27a     | 5,12±0,09a      |
| CV (%)                                       | 11,48           | 9,95           | 9,10            |
| DMS                                          | 1,47            | 0,45           | 0,84            |
| Valor de F                                   | 2,004           | 16,7           | 11,94           |
| Valor de P                                   | 0,167           | 0,00014        | 0,000648        |

GLIC: Glicogênio hepático; IHS: Índice hepatossomático; IGVS: Índice gorduro- víscerosomático. Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação. Dms: Diferença mínima significativa. Média ± Desvio Padrão.

A distribuição dos resultados dos índices fisiológicos não apresentou-se significativamente para regressões quadráticas ou para o modelo de broken line com as relações CHO:L das dietas estudadas.

### 3.2 - Composição corporal

Na análise da composição corporal das tilápias ao final do período experimental (Tabela 7), não houve diferenças significativas para os parâmetros avaliados, com exceção do extrato etéreo, que teve a melhor média para a relação CHO<sub>35</sub>/L<sub>9</sub> (3,89), indicando menor concentração de gordura na carcaça dos animais. As maiores relações de CHO:L das dietas proporcionaram as melhores taxas de desempenho zootécnico e aproveitamento de nutrientes, mas com um maior aumento do nível de gordura corporal.

A distribuição dos resultados de composição corporal também não se apresentou significativa para regressões quadráticas ou para o modelo broken line com as relações CHO:L das dietas estudadas.

Tabela 7 - Análise de variância da composição corporal de tilápias do Nilo alimentadas com dietas extrusadas contendo níveis de carboidratos e lipídios (valores expressos em % de matéria natural).

| <b>Relação<br/>CHO:L</b>                     | <b>UM (%)</b> | <b>MM (%)</b> | <b>PB (%)</b> | <b>EB (Kcal/Kg)</b> | <b>EE (%)</b> | <b>RF (%)</b> |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|
| 3,89<br>(CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 65,48±0,65    | 14,57±2,45    | 16,26±0,91    | 1965,02±86,38       | 10,07±0,59 b  | 31,56±1,47    |
| 4,87<br>(CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 65,95±1,15    | 15,17±2,13    | 16,03±1,27    | 1950,86±47,99       | 10,54±0,58 ab | 31,70±1,13    |
| 6,14<br>(CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 65,66±1,83    | 14,14±1,91    | 15,29±1,08    | 1977,22±104,05      | 11,81±1,05 a  | 32,02±1,71    |
| 7,83<br>(CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) | 65,19±0,72    | 15,71±1,17    | 15,35±0,71    | 1913,23±48,99       | 11,86±0,74 a  | 30,95±2,86    |
| CV (%)                                       | 3,44          | 13,24         | 6,44          | 3,88                | 6,89          | 6,05          |
| DMS                                          | 2,48          | 4,14          | 2,12          | 159,16              | 1,60          | 4,01          |
| Valor de F                                   | 0,284         | 0,48          | 0,913         | 0,536               | 5,614         | 0,22          |
| Valor de P                                   | 0,836         | 0,703         | 0,464         | 0,667               | 0,0122        | 0,881         |

UM: Umidade; MM: Matéria Mineral; PB: Proteína Bruta; EB: Energia Bruta; EE: Extrato Etéreo; RF: Rendimento de Filé.

Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação. Dms: Diferença mínima significativa. Média ± Desvio Padrão.

### **3.3 – Avaliação histológica**

No geral, os fígados de tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo diferentes relações de carboidratos e lipídios caracterizam-se por apresentar distribuição cordonal dos hepatócitos, congestão sanguínea e grande vacuolização de gordura. Os hepatócitos apresentavam citoplasma claro, com núcleo central e formato arredondado. Nas amostras de tecido inicial dos peixes, foram observados alguns vacúolos de gordura no tecido hepático e estase sanguínea (Figura 4 - A). Na relação de CHO:L 3,89, houve acúmulos de gordura e alguns hepatócitos em arranjo cordonal (Figura 4 - B).

À medida que houve aumento da relação de CHO:L nas dietas fornecidas aos animais, houve maior acúmulo de gordura no tecido hepático, tendo os fígados dos peixes dos tratamentos finais, uma maior presença de vacuolização de gordura (Figura 5 - D e Figura 6 – E). As amostras de tecido hepático dos animais que receberam a dieta com maior relação de CHO:L (7,83), apresentaram vacuolização de gordura em maior área e em maior número. Os hepatócitos apresentaram-se levemente arredondados, estase sanguínea, arranjo cordonal dos hepatócitos e, em algumas regiões, houve deslocamento do núcleo dos hepatócitos para a periferia (Figura 6 – E).

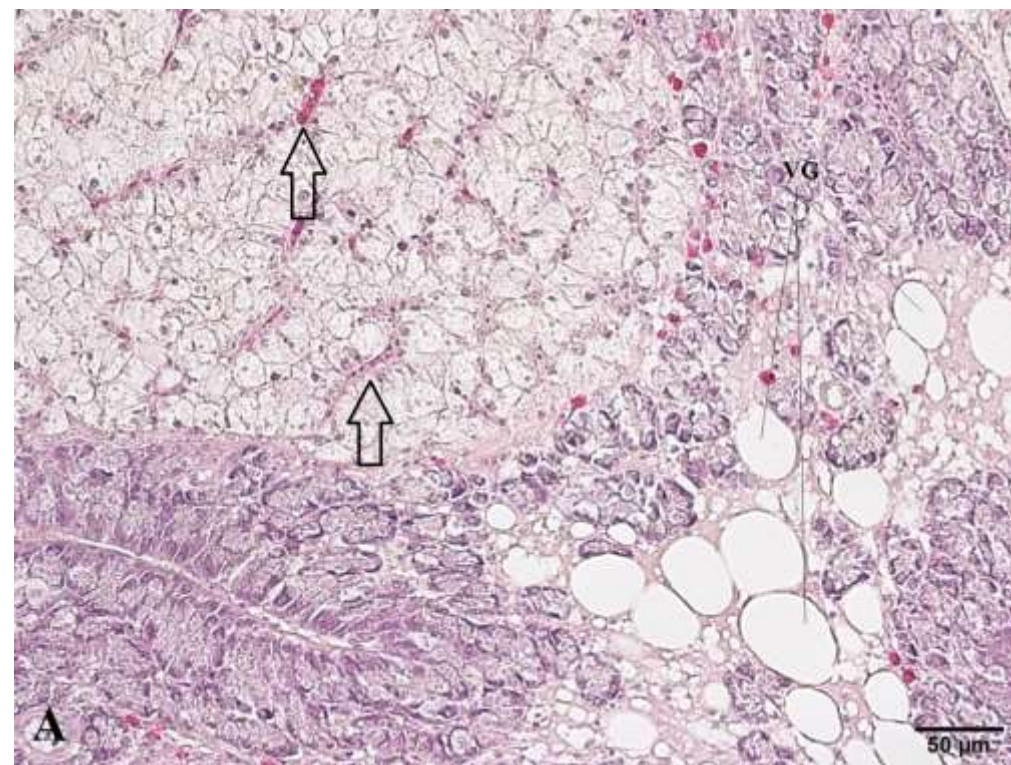
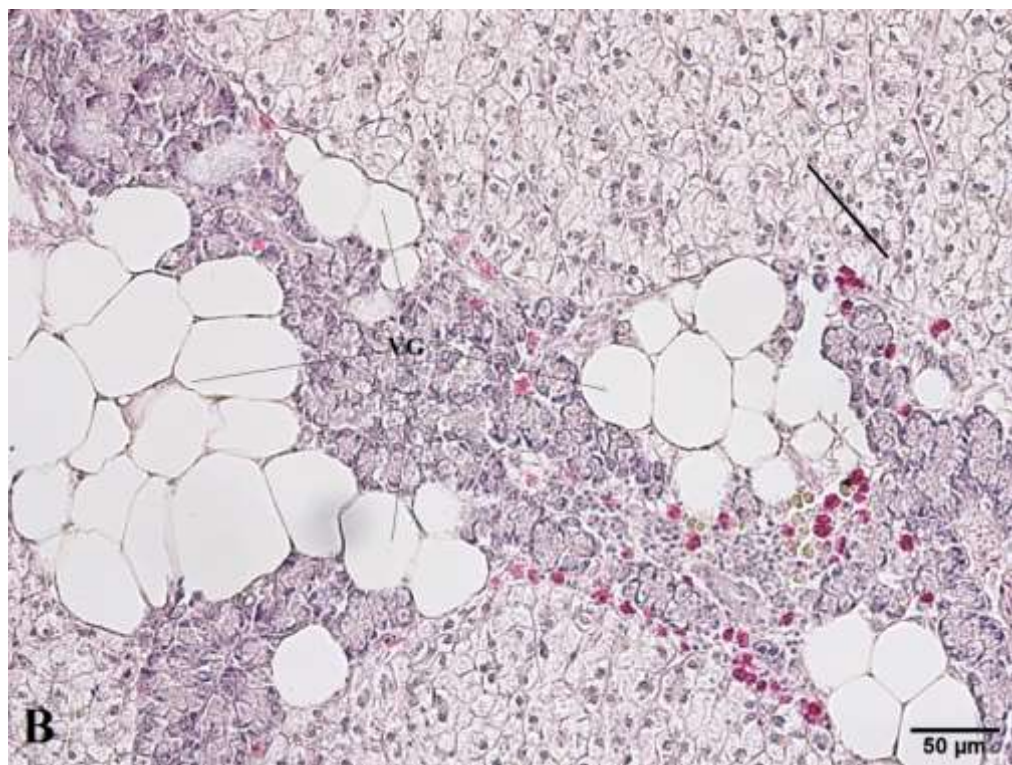


Figura 4- Fotomicrografias de fígados de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes relações entre níveis de CHO:L nas dietas. A, amostra inicial de fígado de tilápia do Nilo com presença de vacuolização de gordura (VG), estase sanguínea (seta grossa). HE, 20X. B, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 3,89, organização cordonal dos hepatócitos (traço fino) e vacuolização de gordura (VG). HE, 10X.

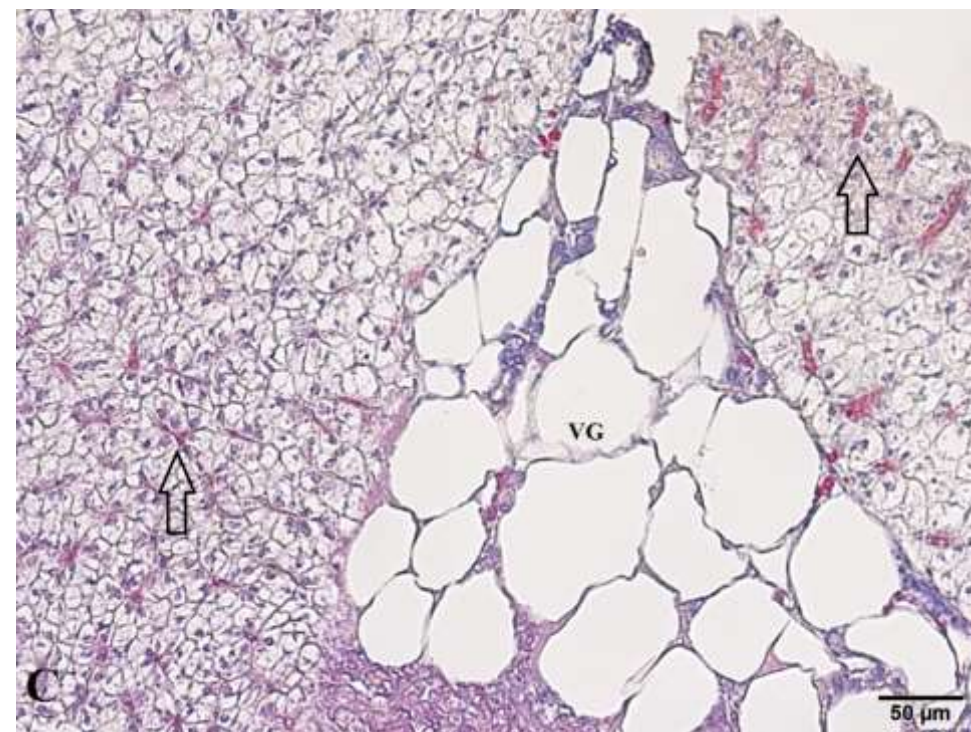
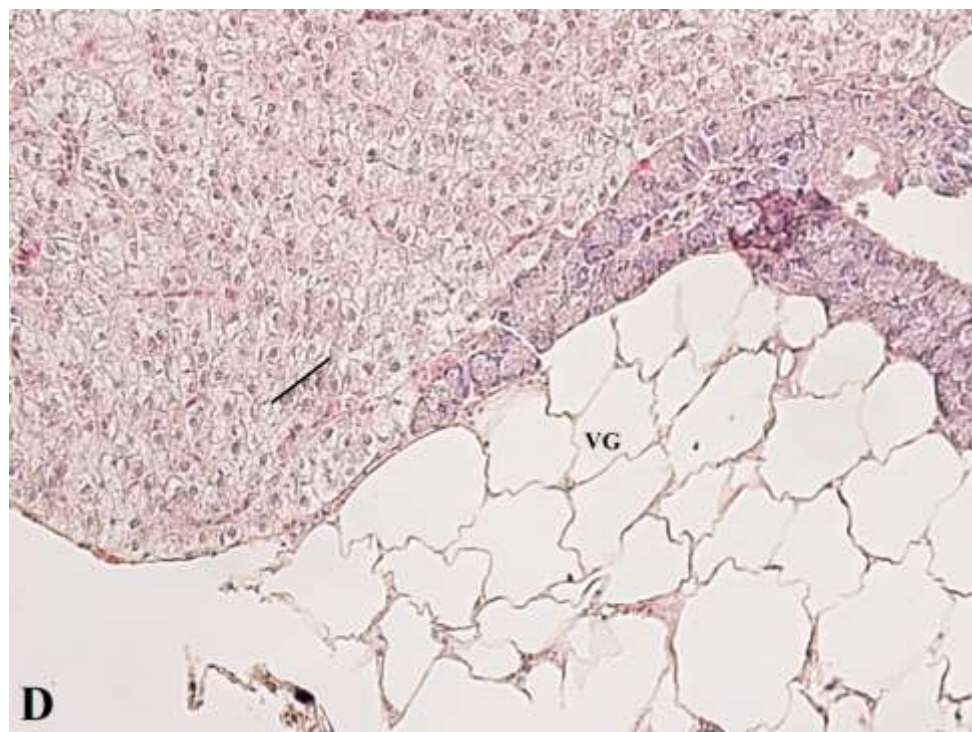


Figura 5 - Fotomicrografias de fígados de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes relações entre níveis de CHO:L nas dietas. C, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 4,87, estase sanguínea e vacuolização de gordura (VG). HE, 20X. B, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 6,14, organização cordonal dos hepatócitos (traço fino), núcleo deslocado para a periferia (seta clara), estase sanguínea (seta grossa) e vacuolização de gordura (VG). HE, 10X.

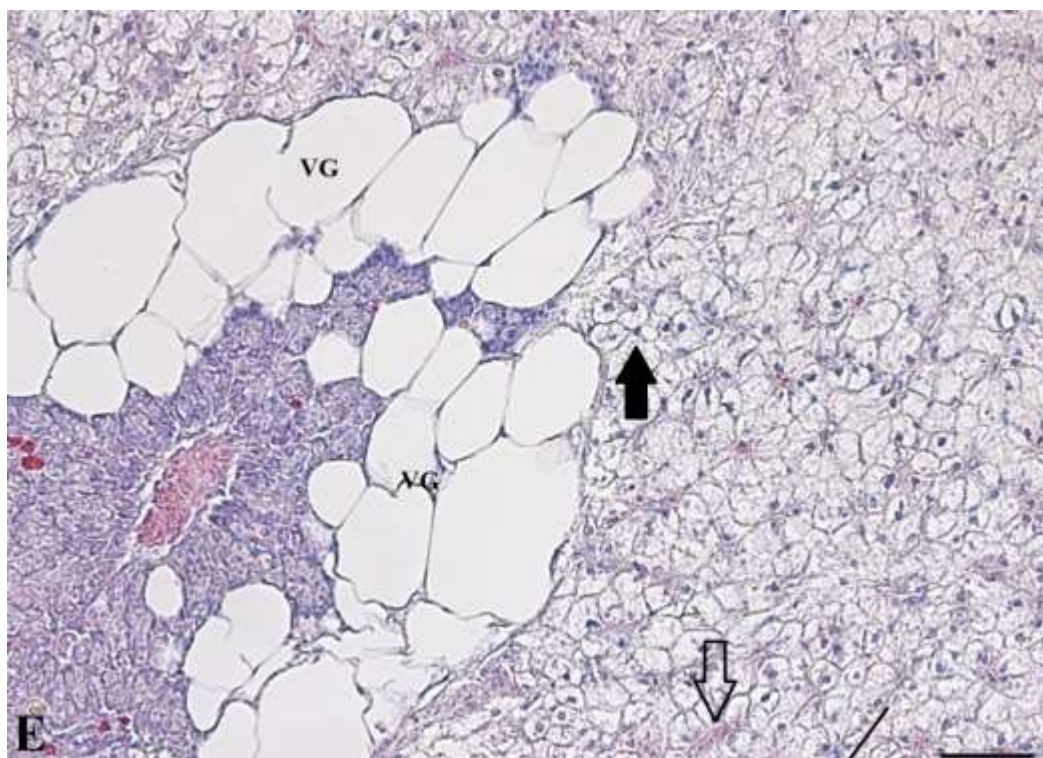


Figura 6 - Fotomicrografias de fígados de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes relações entre níveis de CHO:L nas dietas. E, Amostra de fígado de tilápia do Nilo alimentada com relação CHO:L 7,83, estase sanguínea (seta grossa), vacuolização de gordura (VG) e núcleo deslocado para periferia (seta escura). HE,20X.

### 3.4 - Ensaio de digestibilidade

A dieta com a relação CHO:L de 7,83 ( $\text{CHO}_{47}/\text{L}_6$ ) apresentou as maiores médias para os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS) e energia bruta (EB), 80,58% e 83,17%, respectivamente. As mais baixas médias de CDA da MS (66,1%) e EB (72,05%), ocorreram com a relação de 4,87 CHO:L ( $\text{CHO}_{39}/\text{L}_8$ ) da dieta. As demais dietas apresentaram valores intermediários para os coeficientes de digestibilidade da MS e EB das dietas. Não houve diferença estatística para os CDA da proteína bruta das dietas estudadas (Tabela 8).

Tabela 8 - Análise de variância e médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta e proteína bruta em dietas contendo diferentes níveis de carboidratos e lipídios para tilápia do Nilo.

| Relação CHO:L                                | CDA energia bruta % | CDA proteína bruta % | CDA matéria seca % |
|----------------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| 3,89<br>(CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 77,26 ± 2,64 b      | 89,31 ± 1,62         | 71,17 ± 2,27 b     |
| 4,87<br>(CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 72,05 ± 1,37 c      | 87,32 ± 0,90         | 66,10 ± 1,66 c     |
| 6,14<br>(CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 78,29 ± 2,08 b      | 89,13 ± 2,01         | 73,69 ± 2,57 b     |
| 7,83<br>(CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) | 83,17 ± 2,65 a      | 89,24 ± 1,93         | 80,58 ± 1,60 a     |
| CV (%)                                       | 2,89                | 1,77                 | 4,39               |
| DMS                                          | 4,72                | 3,29                 | 6,62               |
| Valor de F                                   | 16,48               | 1,35                 | 9,70               |
| Valor de P                                   | 0,000149            | 0,31                 | 0,00406            |

CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente. Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação. Dms: Diferença mínima significativa.

### 3.5 – Avaliação econômica

Os preços dos ingredientes das dietas foram obtidos por meio de pesquisa de mercado com três fábricas produtoras de rações do estado de São Paulo, no mês de setembro de 2014 e os valores foram corrigidos para maio de 2016 pelo Índice Geral de Preço-Disponibilidade Interna (IGP-DI). Na Tabela 9, encontram-se os preços referentes aos níveis de inclusão dos ingredientes descritos na Tabela 2. Foi considerado um valor fixo para o processamento e embalagem do produto de R\$ 0,70 por quilo de ração produzida.

Os custos das dietas foram crescentes ao longo dos tratamentos, sendo a dieta com a maior relação (CHO:L 7,83), a de maior custo. A menor relação de carboidratos e lipídios das dietas (CHO:L 3,89) resultou no menor custo; porém, a quantidade demandada foi menor em relação aos demais tratamentos (Tabela 3), evidenciando que seu menor consumo levou a um menor ganho em peso dos animais. Um dos fatores que evidencia o alto custo das dietas foi a grande concentração de amido de milho em sua composição. O milho que apresenta altíssima concentração de amido é um ingrediente com baixo custo, porém, este

nutriente torna-se caro quando utilizado puro e em grandes quantidades nas dietas experimentais. Nota-se que os custos das dietas (Tabela 10) foram crescentes com o aumento da relação CHO:L, mesmo quando o consumo dos animais foi menor (Tabela 3).

Tabela 9 - Custo relativo do ingrediente na formulação (R\$/100 Kg)

| Ingredientes                  | Relações CHO:LIP nas dietas                  |                                              |                                              |                                              | Preço<br>(R\$/Kg) |
|-------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|
|                               | 3,89<br>(CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 4,87<br>(CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 6,14<br>(CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 7,83<br>(CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) |                   |
| Farinha de vísceras de aves   | 14,28                                        | 14,28                                        | 14,28                                        | 14,28                                        | 1,78              |
| Farinha de resíduo de tilápia | 8,36                                         | 8,36                                         | 8,36                                         | 8,36                                         | 2,36              |
| Farelo de soja                | 31,18                                        | 28,83                                        | 23,89                                        | 6,56                                         | 1,12              |
| Milho                         | 6,63                                         | 6,63                                         | 6,01                                         | 1,41                                         | 0,66              |
| Farelo de trigo               | 6,93                                         | 6,52                                         | 6,38                                         | 1,39                                         | 0,69              |
| Óleo de soja                  | 10,94                                        | 12,30                                        | 12,83                                        | 10,90                                        | 3,77              |
| Quirera de arroz              | 4,54                                         | 10,09                                        | 9,31                                         | 7,85                                         | 1,12              |
| Farelo de arroz               | 14,92                                        | 7,44                                         | 0,93                                         | 0,00                                         | 0,74              |
| Farelo de algodão             | 9,33                                         | 8,09                                         | 1,24                                         | 0,00                                         | 1,24              |
| Amido                         | 0,37                                         | 22,94                                        | 69,38                                        | 145,91                                       | 3,67              |
| Glúten                        | 0,22                                         | 6,61                                         | 23,13                                        | 49,78                                        | 2,20              |
| Vitamina C                    | 0,58                                         | 0,58                                         | 0,58                                         | 0,58                                         | 29,16             |
| Fosfato bicálcico             | 11,75                                        | 10,12                                        | 10,77                                        | 11,09                                        | 3,26              |
| Calcário                      | 0,78                                         | 0,76                                         | 0,75                                         | 0,88                                         | 0,49              |
| Antifúngico (Filax)           | 1,91                                         | 1,91                                         | 1,91                                         | 1,91                                         | 12,75             |
| Antioxidante (BHT)            | 0,38                                         | 0,38                                         | 0,38                                         | 0,38                                         | 19,17             |
| Suplemento vitamínico mineral | 10,15                                        | 10,15                                        | 10,15                                        | 10,15                                        | 20,29             |
| L- Lisina HCL                 | 0,19                                         | 0,00                                         | 0,00                                         | 6,59                                         | 19,37             |
| DL-Metionina                  | 6,42                                         | 0,00                                         | 0,00                                         | 0,00                                         | 128,48            |
| Processamento                 | 70,00                                        | 70,00                                        | 70,00                                        | 70,00                                        | -                 |
| <b>Total em 100 Kg</b>        | <b>209,88</b>                                | <b>225,98</b>                                | <b>270,28</b>                                | <b>348,03</b>                                | <b>-</b>          |

Considerando os gastos com ração, mão de obra para arraçãoamento, aquisição dos juvenis e a receita gerada pela venda dos peixes para frigorífico, foi feito o cálculo da receita líquida parcial (Tabela 11), que corresponde ao valor da receita bruta estimada subtraída dos custos com mão de obra, juvenis e ração. O tratamento CHO<sub>39</sub>/L<sub>8</sub> (correspondente a relação de CHO:L de 4,87) obteve os maiores valores da receita líquida parcial, sendo mais efetivo dentre os tratamentos.

Tabela 10 - Descrição dos custos com ração, mão de obra e juvenis por tratamento de 4m<sup>3</sup>, para criação de tilápias do Nilo em 120 dias de experimentação (R\$).

| Custos     | 3,89 (CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) |                  |        | 4,87 (CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) |                  |        | 6,14 (CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) |                  |        | 7,83 (CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) |                  |        |
|------------|-------------------------------------------|------------------|--------|-------------------------------------------|------------------|--------|-------------------------------------------|------------------|--------|-------------------------------------------|------------------|--------|
|            | Quant.                                    | Valor Unit (R\$) | Total  | Quant.                                    | Valor Unit (R\$) | Total  | Quant.                                    | Valor Unit (R\$) | Total  | Quant.                                    | Valor Unit (R\$) | Total  |
| Ração (Kg) | 144,71                                    | 2,10             | 303,71 | 148,04                                    | 2,26             | 334,54 | 147,32                                    | 2,70             | 398,17 | 135,21                                    | 3,48             | 470,57 |

Tabela 11 – Indicadores de rentabilidade por tratamento (R\$/4m<sup>3</sup>) de criação de tilápias do Nilo calculada para venda direta ao frigorífico.

|                                                | 3,89 (CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 4,87 (CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 6,14 (CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 7,83 (CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Preço médio peixe (R\$/kg)                     | 4,20                                      | 4,20                                      | 4,20                                      | 4,20                                      |
| Produção (Kg/4m <sup>3</sup> )                 | 165,69                                    | 176,96                                    | 177,60                                    | 174,40                                    |
| Receita bruta (R\$/4m <sup>3</sup> )           | 695,89                                    | 743,23                                    | 745,91                                    | 732,46                                    |
| Receita líquida parcial (R\$/4m <sup>3</sup> ) | 87,83                                     | 104,35                                    | 43,39                                     | -42,45                                    |
| Índice de lucratividade (%)*                   | 12,62                                     | 14,04                                     | 5,82                                      | -5,80                                     |

\*Não representa um índice de lucratividade real, pois não são considerados todos os itens do custo operacional total.

A utilização de amido puro para o processamento de rações nas fábricas produtoras de rações não é muito usual, sendo o milho usado como principal fonte de carboidratos para um ótimo processamento e fluabilidade das rações. Assim, para uma segunda análise do custo de produção, foi substituído o preço do amido de milho puro pelo preço do milho grão (Tabela 12) e realizada uma nova análise parcial do custo de produção.

Tabela 12 - Custo relativo do ingrediente na formulação (R\$/100 Kg)

| Ingredientes                  | Relações CHO:LIP nas dietas                  |                                              |                                              |                                              | Preço<br>(R\$/Kg) |
|-------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|
|                               | 3,89<br>(CHO <sub>35</sub> /L <sub>9</sub> ) | 4,87<br>(CHO <sub>39</sub> /L <sub>8</sub> ) | 6,14<br>(CHO <sub>43</sub> /L <sub>7</sub> ) | 7,83<br>(CHO <sub>47</sub> /L <sub>6</sub> ) |                   |
| Farinha de vísceras de aves   | 14,28                                        | 14,28                                        | 14,28                                        | 14,28                                        | 1,78              |
| Farinha de resíduo de tilápia | 8,36                                         | 8,36                                         | 8,36                                         | 8,36                                         | 2,36              |
| Farelo de soja                | 31,18                                        | 28,83                                        | 23,89                                        | 6,56                                         | 1,12              |
| Milho                         | 6,63                                         | 6,63                                         | 6,01                                         | 1,41                                         | 0,66              |
| Farelo de trigo               | 6,93                                         | 6,52                                         | 6,38                                         | 1,39                                         | 0,69              |
| Óleo de soja                  | 10,94                                        | 12,30                                        | 12,83                                        | 10,90                                        | 3,77              |
| Quirera de arroz              | 4,54                                         | 10,09                                        | 9,31                                         | 7,85                                         | 1,12              |
| Farelo de arroz               | 14,92                                        | 7,44                                         | 0,93                                         | 0,00                                         | 0,74              |
| Farelo de algodão             | 9,33                                         | 8,09                                         | 1,24                                         | 0,00                                         | 1,24              |
| Amido                         | 0,07                                         | 4,14                                         | 12,53                                        | 26,35                                        | 0,66              |
| Glúten                        | 0,22                                         | 6,61                                         | 23,13                                        | 49,78                                        | 2,20              |
| Vitamina C                    | 0,58                                         | 0,58                                         | 0,58                                         | 0,58                                         | 29,16             |
| Fosfato bicálcico             | 11,75                                        | 10,12                                        | 10,77                                        | 11,09                                        | 3,26              |
| Calcário                      | 0,78                                         | 0,76                                         | 0,75                                         | 0,88                                         | 0,49              |
| Antifúngico (Filax)           | 1,91                                         | 1,91                                         | 1,91                                         | 1,91                                         | 12,75             |
| Antioxidante (BHT)            | 0,38                                         | 0,38                                         | 0,38                                         | 0,38                                         | 19,17             |
| Premix                        | 10,15                                        | 10,15                                        | 10,15                                        | 10,15                                        | 20,29             |
| L- Lisina HCL                 | 0,19                                         | 0,00                                         | 0,00                                         | 6,59                                         | 19,37             |
| DL-Metionina                  | 6,42                                         | 0,00                                         | 0,00                                         | 0,00                                         | 128,48            |
| Processamento                 | 70,00                                        | 70,00                                        | 70,00                                        | 70,00                                        |                   |
| Total para 100Kg              | 209,57                                       | 207,18                                       | 213,43                                       | 228,46                                       |                   |

Para tanto, os preços das dietas foram menores que a análise inicial proporcionando um cálculo mais fidedigno à realidade das empresas produtoras de rações. A dieta CHO<sub>39</sub>/L<sub>8</sub> obteve o menor custo de todas as dietas diferindo do primeiro cenário em que a dieta de menor custo foi a CHO<sub>35</sub>/L<sub>9</sub>. A receita líquida parcial mais eficiente foi referente ao tratamento CHO<sub>39</sub>/L<sub>8</sub> (Tabela 13) onde obteve o maior valor (R\$/4m<sup>3</sup> 132,18). O ponto principal da segunda análise é que não

obteve valores negativos referentes às receitas líquidas parciais, onde todos os tratamentos foram positivos, sendo o pior valor atribuído à dieta CHO<sub>35</sub>/L<sub>9</sub>.

Tabela 13 – Indicadores de rentabilidade por tratamento (R\$/4m<sup>3</sup>) de criação de tilápias do Nilo calculada para venda direta ao frigorífico.

|                                                   | 3,89<br>(CHO35/L9) | 4,87<br>(CHO39/L8) | 6,14<br>(CHO43/L7) | 7,83<br>(CHO47/L6) |
|---------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Preço médio (R\$/kg)                              | 4,20               | 4,20               | 4,20               | 4,20               |
| Produção (Kg/m <sup>3</sup> )                     | 165,69             | 176,96             | 177,60             | 174,40             |
| Receita Bruta (R\$/m <sup>3</sup> )               | 695,89             | 743,23             | 745,91             | 732,46             |
| Receita líquida<br>parcial (R\$/4m <sup>3</sup> ) | 88,27              | 132,18             | 127,14             | 119,22             |
| Índice de<br>lucratividade (%)                    | 12,68              | 17,78              | 17,05              | 16,28              |

## **4 - Discussão**

### **4.1 - Condições experimentais**

Durante o período experimental houve uma queda na temperatura de cultivo (Figura 1), o que provavelmente pode ter contribuído para o baixo consumo e desempenho dos animais. Campana et al. (1996) afirmaram que a temperatura é um fator de controle para o crescimento dos peixes, pois afeta diretamente as taxas metabólicas, o consumo de oxigênio, a alimentação e a digestibilidade. As tilápias, peixes tipicamente tropicais, apresentam redução do apetite, do consumo de alimento e, conseqüentemente, do crescimento em temperaturas que estão abaixo ou acima do conforto térmico (entre 27 e 32°C). Abaixo de 18°C, o sistema imunológico das tilápias é suprimido e em temperaturas entre 8 e 14°C são letais (KUBITZA, 2000).

### **4.2 - Desempenho**

A utilização de carboidrato está associada a diversos fatores como temperatura de cultivo, regime alimentar, estação climática (verão ou inverno), processamento da dieta e nível dos nutrientes (KAUSHIK et al. 1989; VENOU et al. 2003).

De acordo com revisão de Hemre et al. (2002), embora a glicose seja a molécula central do metabolismo da maioria dos vertebrados, especialmente mamíferos, nos peixes ela parece ter um papel subordinado ao papel dos lipídios e proteínas, mesmo tendo importância primária como substrato oxidativo para algumas células e tecidos de peixes. Da glicose ingerida, parte é oxidada para fornecimento de energia, parte transformada em glicogênio hepático e muscular e parte é utilizada para produção de lipídio no fígado. Segundo Brauge et al. (1994), quando os carboidratos absorvidos não são utilizados para energia, podem ser depositados no fígado, tanto em forma de glicogênio como na forma de lipídios ou acumular-se na cavidade abdominal, o que diminui a percentagem de rendimento de filé e, conseqüentemente, o valor comercial do peixe (Meurer et al. 2002).

A conversão alimentar média melhorou significativamente com o aumento dos teores de extrativo não nitrogenado (1,10) e taxa de eficiência proteica apresentou a melhor média (3,24%), ambas para as maiores relações de CHO:L (7,83) nas dietas. Rueda-Jasso et al. (2004) não observaram diferenças significativas na conversão alimentar aparente de *Solea senegalensis* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lipídios e de amido. Garling & Wilson (1977) não relataram diferenças na conversão alimentar quando juvenis de bagre do canal foram alimentados com dietas isoproteicas (24% de proteína bruta) e isocalóricas (2,759 kcal Kg<sup>-1</sup>), com relações de CHO:L de 0,45 a 4,5. Abimorad & Carneiro (2007), trabalhando com três teores de extrativo não nitrogenado (41, 46 ou 50%) e dois de lipídios (4 e 8%) em dietas para o pacu encontraram melhores médias para a taxa de conversão alimentar (2,5) nos animais que receberam dietas que continham níveis de carboidratos (50%) e lipídios (8%).

Uma dieta deficiente em energia provocará um aumento no consumo de alimentos e, em casos extremos, uma maior utilização da proteína para gerar energia (RIBEIRO et al. 2011). Quanto menor a relação de CHO:L da dieta, menor foi a taxa de eficiência proteica dos peixes deste experimento. Meurer et al. (2002), testando níveis de lipídios (3,0; 4,8; 6,6; 8,4; 10,2; e 12,0%) na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), relatou que a taxa de eficiência proteica apresentou redução à medida que se elevou o nível de lipídeo na dieta, o que demonstra que o efeito do lipídio em desviar a proteína da dieta para a produção de energia para o anabolismo corporal, evidenciado em salmonídeos (Lovell, 1989), não ocorre nesta espécie. Utilizando oito dietas isoproteicas (26% PB) com dois níveis de energia bruta (3900 ou 4500 kcal/kg) e quatro níveis de carboidratos (35, 40, 45 ou 50 %), Carneiro et al. (1994), com o objetivo de avaliar o desempenho do híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) encontraram a maior taxa de eficiência proteica para as dietas contendo 45% de carboidratos e menor concentração de energia, demonstrando a alta eficiência de utilização deste nutriente como fonte energética por este híbrido. Os carboidratos aceleram a glicólise e a lipogênese e diminuem a gliconeogênese e degradação de aminoácidos no fígado, permitindo a utilização de altas taxas de carboidratos pelas tilápias.

As médias de ganho em peso foram melhores nas maiores relações de CHO:L, sendo a primeira relação, com CHO:L de 3,89, a de menor ganho em peso

(360,85 g). Abimorad et al. (2004), avaliando os efeitos de dois níveis de proteína digestível (19 e 22%), dois níveis de lipídios (4 e 8%) e três níveis de carboidratos (41, 46 e 50%) para pacu, sugere que para dietas com 4% de extrato etéreo, deve ser utilizado o nível de 46% de extrativo não-nitrogenado, pode ser elevado até 50% de extrativo não nitrogenado em dietas com 8% de extrato etéreo, sem prejudicar o crescimento. Erfanullah & Jafri (1999) registraram maior ganho em peso e maior taxa de crescimento específico para as carpas catla e rohu, numa relação de CHO:L de 8,93, mas para a carpa mrigal o melhor desempenho foi registrado para os peixes alimentados com dietas com a relação CHO:L igual a 3,38.

Vasques-Torres et al. (2002) avaliaram o desempenho de alevinos de pirapitinga alimentados com nove dietas isoproteicas (32%) com três níveis de carboidratos (20, 28 e 36%), e três de lipídios (4, 8 e 12%) em esquema fatorial. Observaram uma redução significativa no crescimento dos animais quando houve um aumento no teor de lipídios de 8 para 12%. De forma semelhante a do presente trabalho, quando as relações de CHO:L foram maiores, os parâmetros avaliados apresentaram-se com as melhores médias. Para Hayashi et al. (1999), diferentes níveis de lipídios para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) reduziram linearmente o desempenho dos animais, à medida que os níveis de lipídios na ração foram em maiores concentrações. De acordo com Meer et al. (1997), não houve diferenças no desempenho de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com diferentes níveis de lipídios, o que demonstra que há diferentes resultados com a utilização de lipídios e carboidratos como fonte de energia pelas diferentes espécies.

O aumento na relação CHO:L das dietas proporcionaram melhores médias na taxa de crescimento específico dos animais. Takeda et al. (1975) observaram que é possível diminuir a concentração de proteína da dieta do olhete (*Seriola quinqueradiata*) de 70% para 55%, sem prejudicar a taxa de crescimento, elevando o conteúdo de lipídios na dieta de 10% para 17%. Em outras espécies, porém, ocorre uma redução no crescimento com o aumento da concentração de lipídios na dieta acima de 4%, como foi o caso da carpa indiana (*Catla catla*) (SEENAPA & DEVARAJ, 1985).

Os índices médios de eficiência de retenção de energia ( $ER_{EB}$ ) e de proporção de extrato etéreo no ganho em peso ( $EE_{GP}$ ) foram maiores ( $P < 0,05$ ) nos peixes alimentados com altas relações de CHO:L das dietas (6,14 e 7,83). Honorato

et al. (2009) estudaram o efeito de dietas com níveis de carboidratos (400 e 500 g Kg<sup>-1</sup>) e lipídios (40 ou 80 g Kg<sup>-1</sup>) sobre a composição corporal e eficiência de retenção de nutrientes e energia do pacu. Observaram que as médias de eficiência de retenção de energia bruta foram maiores para os níveis de carboidratos das dietas. Porém, as interações entre os níveis de carboidratos e níveis de lipídios não foram observadas nestas variáveis, atribuindo o fato de terem a mesma função metabólica, ou seja, ambas são fontes de energia que são estocadas na forma de gordura visceral.

Não houve diferenças significativas nas análises de glicogênio hepático, mas as relações CHO:L de 6,14 e 7,83 nas dietas promoveram aumentos do índice hepato somático, principalmente pela elevação de gordura no fígado. Hemre et al. (2002) e Moro et al. (2010) observaram um maior tamanho no fígado (IHS), mas com concentração de glicogênio menor, o que pode ser explicado por uma sobrecarga metabólica dos peixes devido à alta concentração de carboidratos dietéticos.

O índice hepatossomático é considerado um indicador sensível para a disponibilidade de energia em peixes. O excesso de energia digestível leva à deposição de glicogênio ou lipídios, resultando no aumento do índice hepatossomático no estudo. Em dietas para juvenis de “silver barb” (*Puntius gonionotus*), Mohanta et al. (2009) utilizando cinco teores de carboidratos (22, 26, 30, 34 ou 38 %) verificaram um aumento nos valores para o IHS, conforme os teores de carboidratos elevaram-se de 30 para 38%, o que pode ser atribuído à uma maior deposição de gordura no fígado dos peixes. O mesmo foi observado neste experimento, com o aumento da relação de CHO:L nas dietas de tilápias. Os aumentos nas relações de CHO:L de 6,14 para 7,83 proporcionaram maiores médias de IHS dos animais, evidenciando que maiores relações de carboidratos nas dietas promoveram maiores acúmulos de lipídios no tecido hepático. Ali & Al-Asgah (2001) também estudaram diferentes relações CHO:L no desempenho produtivo e composição corporal em juvenis de tilápia do Nilo e encontraram resultados mais elevados para o índice hepatossomático, somente quando os teores de carboidratos e lipídios na dieta estavam acima de 35,19 e 16,84 %, respectivamente.

Também houve um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) nas médias do índice gorduro-víscerosomático nos peixes que receberam as duas maiores relações de CHO:L nas dietas (6,14 e 7,83). De forma contrária, Martino et al. (2002) relataram que o nível de lipídios na dieta é geralmente associada a um aumento na deposição

de lipídios nas vísceras. Resultados semelhantes foram obtidos por: Jantrarotai et al. (1994) com catfish, (*Clarias sp.*) e híbridos, e por Gaylord & Gatlin (2000) para o híbrido *Striped bass*, que tiveram maiores taxas de IVS com o aumento de lipídios nas dietas. Porém, nesse estudo o aumento do teor de carboidratos nas duas relações de CHO:L nas dietas é que promoveram os maiores IVS.

Os peixes onívoros possuem maior capacidade de regulação da concentração de glicose no sangue, e isso pode explicar a maior capacidade desses peixes em utilizar carboidratos como fonte de energia comparativamente às espécies carnívoras. Essa resposta regulatória se traduz em um aumento da atividade da via glicolítica, bem como da lipogênese, e uma redução na gliconeogênese, conforme descrito por Shimeno et al. (1993) para tilápia do Nilo. As carboidrases possuem maior atividade que as proteases em tilápias, já as lipases, são as enzimas com menor atividade (OPUSZYNSKI & SHIREMAN, 1995). Isso pode ter contribuído para uma melhor utilização das dietas com uma relação de CHO:L, maior que as dietas que continham uma menor relação de CHO:L.

Quando ingeridos, os carboidratos são convertidos principalmente em glicose, que é prontamente absorvida (HEPHER, 1988); porém, a taxa de transporte é variável entre as diferentes espécies de peixes. Os peixes onívoros e herbívoros adaptam-se a dietas com alto nível de carboidratos. Entretanto, há um limite em que o peixe pode fisiologicamente suportar (SHIMENO et al. 1981).

Uma variável que influencia fortemente a digestão e a absorção de alimentos é a velocidade de passagem ou o tempo de trânsito do alimento pelo trato digestório. O conteúdo alto de fibras pode aumentar a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal e prejudicar o aproveitamento dos nutrientes pelo animal (BERTECHINI, 2012). O alto conteúdo de fibras na primeira dieta (CHO<sub>35</sub>L<sub>9</sub>) pode ter provocado uma maior taxa de passagem da digesta no trato gastrointestinal das tilápias desse experimento. A matriz insolúvel da parede celular das fibras mantém sua integridade durante a passagem da digesta pelo intestino delgado, por ser resistente a ação dos microrganismos presentes neste segmento, mantendo, desta forma, a capacidade de hidratação e podendo atuar como barreira física capaz de limitar o acesso das enzimas digestivas ao conteúdo interno das células (amido, proteína, entre outros), diminuindo a digestão e absorção dos nutrientes (VANDERHOOF, 1998).

### 4.3 - Composição corporal

Para a composição corporal dos peixes, somente houve diferença no conteúdo de extrato etéreo ( $P < 0,05$ ) nos peixes alimentados com as dietas com as maiores relações de CHO:L (6,14 e 7,83). Abimorad (2004), estudou relações entre níveis de proteína e energia digestíveis em dietas para o crescimento do pacu com diferentes proporções de lipídios (4% e 8%) e carboidratos (41%, 46% e 50%) e também observaram que os incrementos de ambos os níveis de carboidratos e lipídios resultaram em uma maior deposição de gordura corporal. Keshavanath et al. (2002) encontraram um aumento significativo de deposição de gordura, ao elevar os níveis de carboidratos em dietas para carpa. Por outro lado, em estudo realizado por Macedo-Viegas & Contreras (1998), não houve efeito das fontes e níveis de lipídios na dieta sobre a composição corporal do *Colossoma macropomum*.

### 4.4 - Digestibilidade

Para os coeficientes de digestibilidade aparente, McGoogan & Reigh (1996), relataram que peixes onívoros como a tilápia, utilizam de forma mais eficiente a fração carboidratos das dietas, o que está diretamente relacionado com as características do trato gastrointestinal, mais longo em comparação com os carnívoros (SILVEIRA et al. 2012).

Abimorad (2004), testando níveis de proteína digestível (19 e 22%) em dietas com diferentes proporções de lipídios (4 e 8%) e carboidratos (41, 46 e 50%) para o crescimento do pacu, observou que, quando o conteúdo de lipídios nas dietas é baixo, os coeficientes de digestibilidade da fração proteica e da energia foram melhores, corroborando com os resultados encontrados neste estudo para a energia. Em salmão, o aumento dos níveis de carboidratos nas dietas prejudicou a digestibilidade da energia (HILLESTAD et al. 2001).

#### 4.5 - Avaliação histológica

As patologias hepáticas e a atividade metabólica das células do fígado proporcionam algumas diferenças no formato e tamanho dos hepatócitos assim como no núcleo (Rašković *et al.* 2011). No estudo de Wassef *et al.* (2007), a migração do núcleo do hepatócito foi reportada para peixes alimentados com níveis crescentes de lipídios na dieta, atribuindo-a ao processo de lesão das células hepáticas pelo acúmulo de gordura. Esta característica também foi observada neste estudo, nos tecidos hepáticos de tilápias que receberam a dieta com menor relação de carboidratos e lipídios (CHO:L 3,89). Segundo Guevara (2014), existe uma relação da vacuolização com o índice hepatossomático. Isso está relacionado à reserva conjunta de lipídios e glicogênio no fígado, somado a dinâmica do uso da energia através do fígado; os valores de IHS acompanham a vacuolização.

O deslocamento do núcleo dos hepatócitos para a periferia da célula e a presença de vesículas no interior no citoplasma mostrou que as células estavam com a atividade metabólica alterada. Segundo Santos *et al.* (2004), vacuolizações citoplasmáticas que aumentam o volume dos hepatócitos indicam a existência de regiões com provável concentração de lipídios e glicogênio. O acúmulo de lipídios e a diminuição de glicogênio no citoplasma dos hepatócitos prejudicam suas atividades metabólicas. Houve alterações dos hepatócitos nesse estudo semelhante às observadas por este autor, principalmente nos tecidos dos animais que receberam a maior relação de CHO:L (7,83).

## **5 – Considerações finais**

Nas condições de realização do presente estudo, a relação que melhor atende as necessidades energéticas e proporciona o máximo desempenho produtivo para tilápia do Nilo em tanques-rede é de 6,14 CHO:L, visando modular a fisiologia digestiva dos peixes para o melhor aproveitamento da fração carboidrato da dieta.

No entanto, quando as temperaturas máxima e mínima da água mantêm-se próximos de 22,75 e 19,84°C (respectivamente) a melhor relação entre carboidratos e lipídios na dieta passa ser de 7,83 (47 e 6, respectivamente).

## 6 – Referências bibliografia

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. 107 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ABIMORAD, E.G.; D.J. CARNEIRO. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia** 33(5): 1101-1109. 2004.

ALI, A.; AL-ASGAH, N. A. Effect of feeding diferente carbohydrate to lipid retions on the growth performance and body composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Animal Research**, v. 50, p. 91-100, 2001.

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

BRAUGE, C., MÉDALE, F., CORRAZE, G. 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. **Aquaculture** 123, 109-120.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. UFLA / Editora UFLA, Lavras. 2012. 373 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção pesqueira e aquícola – Estatística 2008 e 2009, 2010**. p. 12-17.

CABRAL, B. L. Níveis de alimentação produção econômica de juvenis de Tilápiasdo-Nilo em tanques-rede. **Dissertação** (Mestrado) UNESP. Jaboticabal, p.47 2013

CAMPANA, S. E.; MOHN, R. K.; SMITH, S. J.; CHOUINARD, G. A. Reply: spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*) off the eastern coast of Canada. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.53, n. 2, p.2912-2914, 1996.

CARNEIRO, D. J.; FRAGNITO, P. S.; MALHEIROS, E. B. Influence of carbohydrate and energy level on growth and body composition of tambacu, a hybrid of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*), **Aquaculture**, Amsterdam, v. 124, n. 1 – 4, p. 129 – 130, 1994.

EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protéin sources for farmed tilapia *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v. 179, p. 149-168, 1999.

ERFANULLAH. JAFRI, A. K. Growth, feed conversion, body composition and nutriente retention efficiencies in fingerling catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), fed diferente sources of dietary carbohydrate. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 30, p.43-49, 1999.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.3, p.646-653, 2000.

FURUKAWA, A.A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the determination of chrornic oxide as index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Fisheries**, Minato, v.32, n.6, p.502-506, 1966.

GARLING, D. L.; WILSON, R. P. Effects of dietaray carbohydrate to lipid ratios on growth and body composition of fingerling channel catfish. **Prog. Fish-Cult**, 39. 1977.

GAYÃO, A. L. B. A. **Nutrição e reversão sexual de tilápia do nilo: Parâmetros produtivos e estrutura do fígado**. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Grauação em Aquicultura, Jaboticabal: UNESP, 100p. 2009.

GAYLORD, T.G., GATLIN III, D.M., 2000. Dietary lipid level but not L-carnitine affects growth performance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂). **Aquaculture** 190, 237–246.

GILL, C. Word feed panorama: bigger cities, more feed. **Feed International**, New York, v. 28, n. 1, p.5-9, 2007.

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

GUEVARA, M. J. P. **Metabolismo energético em híbrido de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus***. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras UFLA, 2014, 186p.

HAYASHI, C.; MEURER, F.; SOARES, C.M. Utilização de diferentes níveis de gordura em dietas para alevinos de carpa-capim (*Ctenonpharyngodon idella*, V). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11, 1999, Olinda. **Anais...** Olinda: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca: 1999b. p.201-210.

HEMRE, G. I.; MOMMSEN, T.P.; KROGDAHL, A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 175 – 194, 2002.

HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge. Cambridge University Press, 1988.

HILLESTAD, M.; ASGARD, T.; BERGE, G. M. Determination of digestibility of comercial salmon feeds. **Aquaculture**, v. 170, p.81-94,1999.

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

HONORATO, C. A.; ALMEIDA, L. C.; NUNES, C. S.; 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. 15, n. 1, p. 1 – 9, 2009.

JANTRAROTAI W, SITASIT P, RAJCHAPAKDEE S (1994). The optimum carbohydrate to lipid ratio in hybrid *Clarias catfish* (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) diets containing raw broken rice. **Aquacult.**, 127: 61-68.

KAUSHIK, S.J., MÉDALE, F., FAUCONNEAU, B., BLANC, D. Effect of digestible carbohydrates on protein/energy utilization and on glucose metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). **Aquaculture**, v. 79, p. 63–74, 1989.

KESHAVANATH, P.; MANJAPPA, K.; GANGADHARA, B. Evaluation of carbohydrate rich diets through commom carp culture in manured tanks. **Aquaculture nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 169-174, Sept. 2002.

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

KROGDAHL, A; HEMRE, G. I; MOMMSEN, T. P. Carbohudrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 11, n.2, p. 103-122, Apr. 2005.

KUBITZA, F. Tilápia – **Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**. Jundiaí: Fernando Kubitza. 2000. 289p.

LIM, C.; WEBSTER, C.D. (Ed.). **Tilapia: biology, culture, and nutrition**. New York: Food Products Press, 2006. 678p.

LIN, J.H.; CUI, Y.; HUNG, S.O.; SHIAU, S.Y. Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization by white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) and hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 148, p. 201-211, 1997.

LOVELL, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.

MACEDO-VIEGAS, E.M. & CONTRERAS, E.G. (1998) Effect of sources and level of dietary lipids on growth, body composition, and fatty acids of the tambaqui (*Colossoma macropomum*). **World Aquaculture**, 66-70.

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

MARTINO, C.R.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L. et al. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim (*Pseudoplatistoma corruscans*). **Aquaculture**, v.209, p.209-218, 2002.

MCGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v.141, p.233-244, 1996

MEER, M. B. V.; HERWAARDEN; H.; VERDEGEM, M. C. J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, p.419-432, 1997.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; Soares, C. M. Lipídios na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.02, p.566-573, 2002.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.; BOSCOLO, W. R. Níveis de gordura na alimentação de machos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) revertidos sexualmente, na fase inicial. **Anais do Simpósio Latino-americano de Aquicultura**, Campos de Jordão, v. 1, p. 348-357, 1999.

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

MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J.; SAHU, N. P.; PATRO, B. Carbohydrate level in the diet of silver barb, *Puntius gonionotus* (Bleeker) fingerlings: effect on growth, nutrient utilization and whole body composition. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 927 – 937, 2009.

MOON, T.W.; FOSTER, G.D.; PLISETSKAYA E.M. Changes in peptide hormones and liver enzymes in the rainbow trout deprived of food for 6 weeks. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v.67, p. 2189-2193, 1989.

MORO, G. V. et al. Dietary non-protein energy sources: growth, digestive enzyme activities and nutriente utilization by the catfish jundiá, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture Reasearch**, Oxford, v. 41, n. 3, p. 394-400, Feb. 2010.

NOSE, T. Recents advances in the study of fish digestion in Japan. In: SYMPOSIUM ON FEEDING TROUT AND SALMON CULTURE, 7., 1966, Belgrade. Proceedings... Belgrade: EIFAC, p. 17. 1966.

OPUSZYNSKI, K.; SHIREMAN, J.V. Digestive mechanisms. In: OPUSZYNSKI, K., SHIREMAN, J.V. Herbivorous fishes: culture and use for weed management. **CRC Press.**, p. 21–31, 1995.

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.15951604, 2002.

R Core Team. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. URL <https://www.R-project.org/>

RAŠKOVIĆ B.S., STANKOVIĆ M.B., MARKOVIĆ Z.Z. & POLEKSIĆ V.D. 2011. Histological methods in the assessment of different feed effects on liver and intestine of fish. **J. Agricult. Sci.** 56(1):87-100.

RIBEIRO, P.A.P.; ROSA, P.V.; VIEIRA, J.S.; GONÇALVES, A.C.S.; DE FREITAS, R.T.F. Perfil lipídico e composição química de tilápias nilóticas em diferentes condições de cultivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p. 199-208, 2011.

RUEDA-JASSO, R.; CONCEIÇÃO, L.E.C.; DIAS. Effect of dietary non-protein energy levels on condition and oxidative status of Senegalese sole juveniles (*Solea senegalensis*). **Aquaculture**, v.231, p.417-433, 2004.

SANTOS, A.A.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; FELIZARDO, N.N.; RODRIGUES, E. de L. Análise histopatológica de fígado de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, criadas em tanque-rede na represa de Guarapiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.141-145, 2004.

SEENAPPA, D.; DEVARAJ, K. V. Effect of diferente levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilization and body carcass composition of fingerling in *Catla catla* (Ham.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 129, p. 242-249, 1985.

SHANG, Y.C. Partial budget analysis. In: Aquaculture Economic Analysis: An Introduction. **The World Aquaculture Society**, Honolulu, v.2, p.47–49, 1990.

SHIMENO, S.; DUAN-CUN-MING; TAKEDA, M. Regulation of carbogydrate metaolism in fish XVI. Metabolic response to dietary carbohydrate to lipid ratios in *Oreochromis niloticus*. **Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish**, Tokyo, v. 59, p. 827-833, 1993.

SHIMENO, S., TAKEDA, M., TAKAYAMA, S., FUKUI, A., SASAKI, H. e KAJIYAMA, H. Adaptation of hepatopancreatic enzymes to dietary carbohydrate in carp. Bull. **Jap. Soc. Sci. Fish.**, v. 47. Tokyo: 1981, p. 71-7.

SILVEIRA, J. **Ontogenia do sistema digestório das larvas de jundiá, *Rhamdia quelen*, determinada através de estudos bioquímicos e histológicos**. Dissertação. Florianopolis, SC, 2012. 63p.

SINDIRAÇÕES, Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Boletim informativo do setor alimentação animal**. 2015. Disponível em: <<http://sindiracoes.org.br/produtos-e-servicos/boletim-informativo-do-setor/>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

TAKEDA, M.; SHIMENO, S.; HOSOKAWA, H.; KAJIYMA, H.; KAISYO, T.; The effect of dietary Jpn. **Sot. Sci. Fish.**, 41: 443-447.

TAN, Q.; FEN, W.; XIE, S.; ZHU, X.; LEI, W.; SHEN, J. Effect of high dietary starch levels on the growth performance, blood chemistry and body composition of gibel carp (*Carassius auratus* var. *gibelio*). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 10, p. 1011 – 1018, 2009.

TUNG, N.H. **Orçamento parcial: caracterização**. In: TUNG, N.H. Planejamento e controle financeiro das empresas agropecuárias. São Paulo: Edições Universidade Empresa, 1990. p.271-278.

VANDERHOOF, J. A. Immunonutrition: the role of carbohydrates. **Nutri. Res.** New York, v. 14, nn7/8, 1998.

VÁSQUEZ-TORRES, W.; PEREIRA FILHO, M.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A. Estudos para Composição de uma Dieta Referência Semipurificada para Avaliação de Exigências Nutricionais em Juvenis de Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.1, p.283-292, 2002.

VENOU, B., ALEXIS, M. N., FOUNTOULAKI, E., NENGAS, I., APOSTOLOPOULOU, M.; CASTRITSI-CATHARINOU, I. Effect of extrusion of wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth, nutrient utilization efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, v. 225, p. 207-223, 2003.

VERAS, G. C. Fotoperíodo sobre parâmetros fisiológicos relacionados ao estresse em alevinos de tilápia do Nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 5, p. 1434-1440, 2013.

WAGNER, P. M. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Revista Acta Scientiarum: animal sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 187-196, 2004.

WASSEF E.A., WAHBY O.M. & SAKR E.M. 2007. Effect of dietary vegetable oils on health and liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*) growers. **Aquacult. Res.** 38(8):852-861.

## 7 – Anexos

### Anexo 1 – CEUA Comissão de ética no uso de animais

 **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal

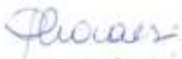


**CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo nº 11394/15 do trabalho de pesquisa intitulado **"Relações entre níveis de carboidratos e lipídios em dietas para produção de Tilápias-do-Nilo em tanques-rede"**, sob a responsabilidade da Profª Drª Maria Célia Portella, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 06 de julho de 2015.

Jaboticabal, 06 de julho de 2015.

  
Profª Drª Paola Castro Moraes  
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil  
Tel. 16 3209 2800 - fax 16 3202 4275 www.fcav.unesp.br