



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL



FONTES DE LIPÍDIOS NA REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DE TILÁPIA-DO-NILO

Munir Francisco Zanardi
Zootecnista

Jaboticabal – SP – Brasil

Agosto de 2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL



FONTES DE LIPÍDIOS NA REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DE TILÁPIA-DO-NILO

Munir Francisco Zanardi

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marta Verardino De Stéfani

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Aquicultura.

Jaboticabal – SP – Brasil

Agosto de 2011

Zanardi, Munir Francisco
Z27f Fontes de lipídios na reprodução e larvicultura de tilápia-do-nilo/
Munir Francisco Zanardi. -- Jaboticabal, 2011
ix, 87 f. ; Il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Centro de Aqüicultura da UNESP, 2011

Orientador: Marta Verardino De Stéfani

Banca examinadora: João Batista Kochenborger Fernandes, Elisabeth Criscuolo Urbinati, Newton Castagnolli, Sergio Fonseca Zaiden.

Bibliografia

1. Tilápia-do-nilo-matrizes. 2. Oreochromis niloticus-fontes-lipídios. 3. Tilápia-do-nilo-larvas. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 639.37:636.084

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

Dedico.

À minha querida esposa Nádía,
pelos momentos difíceis e desgastantes que serviram como
diferencial do imenso amor que sinto por você. Não faltando
amor, afeto e carinho...

Mesmo que o ouro perca seu valor, mesmo que o sol pare de
brilhar. Por toda minha vida eu vou te amar...

(sem autor)

Ofereço.

**Aos meus pais Luis Antônio e Isabel, que
me ajudaram muito nessa batalha e
incentivaram-me nos estudos, mesmo
estando longe.**

**“Por ensinar-me que o que importa é ser feliz fazendo o que gosta, pensando
sempre na possibilidade de conseguir o que quer...”**

“Para aqueles que acreditam, nenhuma prova é necessária; para aqueles que não acreditam, nenhuma prova é suficiente.”

Albert Einstein

“O conhecimento amplia a vida. Conhecer é viver uma realidade que a ignorância impede desfrutar.”

Da Sabedoria Logosófica

“Tudo o que se acha oculto será descoberto um dia e o que o homem ainda não pode compreender lhe será sucessivamente desvendado, em mundos mais adiantados, quando se houver purificado.”

Allan Kardec

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein que me recebeu como co-orientado, apoiando-me nessa longa e desgastante caminhada repleta de novas idéias, projetos e propostas, fazendo com que me dedicasse integralmente aos estudos.

À Profa. Dra. Marta Verardino De Stéfani que me aceitou como orientado durante o doutorado, agradeço por me direcionar para a solução de problemas, principalmente nos momentos em que me senti frágil. Mesmo com tantos compromissos, lá estava ela pra me atender.

À banca de qualificação, Elisabeth Criscuolo Urbinati, João Batista Kochenborger Fernandes, pelas correções e conselhos para melhora deste trabalho.

À banca de defesa, Sergio Fonceca Zaiden, Newton Castagnolli, pelas correções e conselhos que fizeram deste trabalho um material científico a piscicultura brasileira.

Aos professores Dalton, Laura, Edvaldo Pezzato, Lúcia Sipaubá, Julieta e Flavio, agradeço por prestar-se ajuda e, principalmente, por indicar pessoas certas que poderiam solucionar problemas durante essa fase final.

Ao Dr. Euclides Braga Malheiros (FCAV- UNESP - Departamento de Ciências Exatas) agradeço por fornecer seus conhecimentos em estatística e assim me instruindo durante os resultados da pesquisa.

Aos alunos Santiago, Nicolas, Roberson, Fernanda, Regiane, Lilian, Nivaldo, Cleber, Pastor, agradeço pela preciosa ajuda durante a parte experimental, pela paciência e cumplicidade demonstrada e também por prestar essa ajuda, independentemente do horário.

Ao João Carlos do Departamento de Tecnologia da FCAV-UNESP agradeço pelas explicações sobre a metodologia e análise dos ácidos graxos, principalmente pela grande atenção demonstrada.

Ao Urandir do Departamento de Morfologia da FCAV-UNESP agradeço em ajudar na realização das análises histológicas.

Ao Marcio Alves dos Santos agradeço, principalmente, pela amizade e companheirismo durante todo esse tempo que estive no laboratório de tilapicultura, por prestar-me ajuda no período experimental deste trabalho e pelas conversas que tornaram esse período mais divertido e descontraído.

Aos meus amigos de serviço, Valdecir, Marcio Perereca, Sr. Mauro, Verinha, Fátima, Sueli, Roberta, Elaine, Lucia, Marcio (Breno), Polaquine, Silvinha (Verde), David, Mayara, Aline, Roberson e Monica, pela amizade e companheirismo.

À Helio da Fabrica de Ração da FCAV - UNESP, pessoa maravilhosa agradeço muito a atenção, por perder seu almoço para me ajudar.

Aos estagiários Mário, Felipe, Rafael do Laboratório de Tilapicultura, pela amizade e companheirismo.

À Industria de Nutrição Animal NUTRECO FRI-RIBE pelo oportunidade de meu primeiro contado profissional durante um ano e dois meses, pela cooperação do meu tempo escasso e aos amigos que lá dentro foram compreensivos comigo, Marcelo Toledo, Daniele, Ibrahym, Marcelo Carneiro, Flavio Migliorança e a todos indiretamente.

À Industria que forneceu os ingredientes das dietas do meu experimento, GUABI e em especial João Manoel, pela ajuda e explicação da formulação da dieta.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo auxilio financeiro durante esse período em que passei dentro do Doutorado.

Aos meus sogros, Sra. Nadir e Sr. Cide Vasconcelos, agradeço muito pela compree nsão

durante essa fase por que passei, sempre respeitando o que sinto por essa pessoa maravilhosa que está ao meu lado em todos os momentos difíceis.

Despeço-me então deste renomado Centro de Aquicultura, onde escrevi parte da minha história acadêmica, iniciando no exato dia 20 de janeiro de 2003, em nove anos com realizações de títulos de Mestrado e Doutorado e hoje levo comigo conhecimentos que serão usados para ensinar pessoas, assim como eu aprendi.

E agradeço principalmente, a Ele, que é a razão de tudo, a base de nossas vidas e a luz do nosso caminho. Não o vemos, mas podemos sentir e ver o que ele já fez por nós.

Mesmo sempre pedindo por Ele...

Obrigado meu Deus.

INDICE

RESUMO	6
ABSTRACT.....	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1. BIOLOGIA DA TILÁPIA.....	11
2.2. FONTES DE LIPÍDIOS	12
2.2.1. Óleo de Linhaça.....	14
2.2.2. Óleo de Soja	15
2.2.3. Óleo de Palma.....	16
2.2.4. Óleo de Peixe.....	17
2.2.5. Óleo de Fígado de Bacalhau.....	18
2.3. INFLUÊNCIA DOS LIPÍDIOS EMPARÂMETROS FISIOLÓGICOS E REPRODUTIVOS .	20
2.4. INFLUÊNCIA DOS LIPÍDIOS NA HEMATOLOGIA DE PEIXES	24
2.5. INFLUÊNCIA DOS LIPÍDIOS NO METABOLISMO DOS PEIXES	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. LOCAL EMATERIAL BIOLÓGICO.....	26
3.1.1. Parâmetros reprodutivos, fisiológicos, hematológicos e histologia	26
3.1.1.2. Tratamentos e Condições Ambientais	26
3.1.1.3. Parâmetros Analisados.....	31
3.1.1.3.1. Parâmetros Reprodutivos	31
3.1.1.3.2. Desafio da sobrevivência das larvas	32
3.1.1.3.3. Parâmetros Hematológicos e Fator de Condição.....	33
3.1.1.3.3.1 Eritrograma.....	33
3.1.1.3.3.2. Leucograma	33
3.1.1.3.3.3. Fator de Condição.....	33
3.1.1.3.4. Parâmetros Fisiológicos.....	34
3.1.1.3.4.1. Lipídios Totais do Fígado.....	34
3.1.1.3.4.2. Colesterol e Triglicerídeos	34

3.1.1.3.5. Histologia do Fígado	35
3.1.1.3.6. Ácido Graxos das Gônadas	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS E REPRODUTIVOS	37
4.2. DESAFIO DE JEJUM DE LARVAS	43
4.3. PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS	45
4.4. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS	52
4.5. HISTOLOGIA DO FÍGADO	55
4.6. PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS NAS GÔNADAS	57
5. CONCLUSÃO	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXO	90

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL, VALORES NUTRICIONAIS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA REPRODUTORES DE TILÁPIA-DO-NILO, LINHA GEM GIFT.....	27
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA REPRODUTORES DE TILÁPIA-DO-NILO, LINHA GEM GIFT.	28
TABELA 3 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DOS AQUÁRIOS EXPERIMENTAIS DE REPRODUTORES DE TILÁPIA-DO-NILO.	30
TABELA 4 - ÍNDICES ZOOTÉCNICOS DAS MATRIZES DESOVANTES, ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA (TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB), AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.	38
TABELA 5 - ÍNDICES SOMÁTICOS EM MATRIZES DE TILÁPIAS-DO-NILO ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA (TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB), AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.	39
TABELA 6 - DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MATRIZES DE TILÁPIA-DO-NILO ALIMENTADAS COM RAÇÃO CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA (TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB), AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.	41
TABELA 7 - ERITROGRAMA E TEOR DE PROTEÍNAS PLASMÁTICAS TOTAIS DE MATRIZES DE TILÁPIA-DO-NILO ALIMENTADAS COM RAÇÃO CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA (TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB) AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.....	46
TABELA 8 - LEUCOMETRIA DIFERENCIAL DE MATRIZES DE TILÁPIA-DO-NILO, ALIMENTADAS COM RAÇÃO CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA (TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB), AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.	48
TABELA 9 - PARÂMETROS DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE MATRIZES DE TILÁPIA-DO-NILO ALIMENTADAS COM RAÇÃO CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA	

(TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB), AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.	51
TABELA 10 - PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE MATRIZES DE TILÁPIA-DO-NILO ALIMENTADAS COM RAÇÃO CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA (TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB), AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.	53
TABELA 11 - PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAS DAS GÔNADAS DE MATRIZES DE TILÁPIA-DO-NILO ALIMENTADAS COM RAÇÃO CONTENDO ÓLEO DE LINHAÇA (TOL), ÓLEO DE SOJA (TOS), ÓLEO DE PALMA (TOP), ÓLEO DE PEIXE (TOPX), ÓLEO DE FÍGADO DE BACALHAU (TOFB), AO FINAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL.....	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA DA ÁGUA AFERIDA NO PERÍODO DE ADAPTAÇÃO (INÍCIO ATÉ 30 DIAS) E EXPERIMENTAL (31 A 120 DIAS) DOS AQUÁRIOS EXPERIMENTAIS DE TILÁPIA-DO-NILO.	28
FIGURA 2 - TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA DO AMBIENTE EXTERNO AFERIDA NO PERÍODO DE ADAPTAÇÃO (INÍCIO ATÉ 30 DIAS) E EXPERIMENTAL (31 A 120 DIAS) DOS AQUÁRIOS EXPERIMENTAIS DE TILÁPIA-DO-NILO.	29
FIGURA 3 – NÚMERO DE LARVAS MORTAS DE TILÁPIA-DO-NILO NO DESAFIO DE JEJUM. ...	44

FONTES DE LIPÍDIOS NA REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DE TILÁPIA-DO-NILO

Resumo

O estado nutricional dos reprodutores é um dos fatores determinantes para o sucesso da reprodução de tilápia-do-nylo. A qualidade dos ingredientes que compõe uma dieta é fundamental na fisiologia reprodutiva dos peixes. Os lipídios possuem um efeito poupador de custo para uma dieta, como fonte de energia. Baseados nestes estudos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação alimentar com diferentes fontes lipídicas sobre os parâmetros reprodutivos, de matrizes de tilápia-do-nylo da linhagem GIFT. Para isso, dietas contendo 42% de proteína bruta e 4356 Kcal/kg EB, contendo diferentes fontes lipídicas (óleo de linhaça - TOL, soja - TOS, palma - TOP, peixe - TOPX ou fígado de bacalhau - TOFB, com inclusão de 4%) foram fornecidas para fêmeas de tilápia (peso médio de 150g \pm 12,6) durante 90 dias. Para o desafio de jejum, três lotes de ovos das fêmeas de cada tratamento foram coletados, misturados e incubados. Após a eclosão dos ovos e absorção do saco vitelínico, 300 larvas foram distribuídas em 15 aquários experimentais, e mantidas em jejum até a mortalidade total. A suplementação de 4% de óleo de palma na dieta dos peixes influenciou positivamente nos índices somáticos (hepatosomático e gordura visceral), nos parâmetros reprodutivos (numero total, fertilidade e fecundidade dos ovos; fecundidade, número total e desafio de jejum nas larvas); taxas de colesterol e triglicerídeos e fator de condição. A adição do óleo de palma não apresentou alterações hepáticas decorrentes da suplementação. Não houve diferenças significativas observadas em relação à leucometria diferencial, eritrograma e nas proteínas plasmáticas totais das matrizes de tilápia. A análise histológica do fígado de matrizes mostrou que os peixes alimentados com óleo de linhaça apresentaram indícios de uma possível esteatose hepática. As matrizes que receberam as dietas contendo óleo de peixe e fígado de bacalhau, também apresentaram bons resultados, no entanto, a disponibilidade do óleo de palma é maior, o custo menor e por se tratar de extrativismo, o óleo de palma é o mais indicado, devido a sua ação social.

Palavra chave: *Oreochromis niloticus*, matrizes, fontes lipídicas e larvas



LIPIDS SOURCES IN THE NILE TILAPIA REPRODUCTION AND LARVAE
CULTURE

Abstract

The nutritional status of the breeding is one of the determining factors for successful reproduction of the Nile tilapia. The quality of the ingredients that make up a diet is essential in the reproductive physiology of fish. The lipids have a sparing effect of cost for a diet as a source of energy. Based on these studies, the objective of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation with different lipid sources on reproductive parameters, arrays of Nile tilapia GIFT strain. To do this diets containing 42% crude protein and 4356kcal/kg EB, containing different lipid sources (linseed oil – TOL, soybean oil – TOS, palm oil – TOP, fish oil – TOPX or cod liver oil – TOFB, with inclusion of 4%) were provided to female tilapia (average weight 150g ±12,6) for 90 days. For the challenge of fasting, three lots of eggs from females of each treatment were collected, mixed and incubated. After the eggs hatch and absorption of the vitelline sac, 300 larvae were distributed in 15 experimental aquaria, and kept fasting until the total mortality. The supplementation of 4% of palm oil in fish diet had a positive effect on somatic rates (hepatic-somatic and visceral fat) in reproductive parameters (total number, fertility and fecundity of eggs, fertility, and total number of larval challenge of fasting); cholesterol and triglycerides and condition factor. The addition of palm oil did not show hepatic alterations due to supplementation. No significant differences were observed in relation to the differential leukocyte counts, and plasma proteins erythrogram total of matrices of tilapia. Histological analysis of liver arrays showed that fish fed with linseed oil showed indicators of a possible liver steatosis. The arrays fed diets containing fish oil and cod liver oil, also presented positive results, however, the availability of palm oil is higher, lower cost and since it is extraction, palm oil is more indicated due to its social action.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, arrays, lipid sources and larvae



1. Introdução

Atualmente são conhecidas mais de 70 espécies de tilápia, sendo apenas oito apropriadas para aquicultura e a que mais se destaca é tilápia-do-nilo (Rodrigues *et al.* 2004). Dentre as linhagens comerciais de tilápia no Brasil, destacam-se a Bouaké, (primeira linhagem da tilapia-do-nilo introduzida no Brasil, na década de 70), a linhagem Chitralada ou Tailandesa (introduzida em 1996, trazendo a técnica de incubação artificial e melhorando o desempenho produtivo e a reversão sexual). Em 2002 a linhagem Supreme GST (GenoMar Supreme Tilápia - da empresa Genomar) chega ao Brasil e no ano de 2005 foi introduzida a linhagem GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia - proveniente da Malásia), desenvolvida inicialmente pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM) – atual Worldfish Center (Asian Development Bank, 2005).

A tilápia possui características reprodutivas favoráveis aos programas de melhoramento genético, como alta prolificidade, maturidade sexual precoce, fecundidade relativa elevada e desova freqüente (parcelada). Fazendo com que o controle reprodutivo seja um dos maiores desafios na tilapicultura (Turra *et al.*, 2010).

O estado nutricional dos reprodutores é um dos fatores determinantes para o sucesso da reprodução de tilápia-do-nilo (Castagnolli, 1992). Os ingredientes que compõem as dietas podem influenciar a fisiologia reprodutiva dos peixes, com o desenvolvimento do folículo, capacidade de ovulação, maturação oocitária, fertilidade e a sobrevivência embrionária (Robinson *et al.* 2006; Gunasekera *et al.*, 1996). A adição de nutrientes alternativos à dietas têm melhorado o bem estar e o estado nutricional dos peixes (Pezzato *et al.*, 2006).



A demanda por alimentos protéicos cresce proporcionalmente com o aumento da população mundial, proporcionando maior procura por alimentos de melhor qualidade nutricional, dentre estes, o pescado. Desta forma, torna-se necessário o aprimoramento de técnicas de criação, como nutrição e manejo reprodutivo, importantes no aumento da produtividade de ovos e larvas viáveis (Navarro *et al.*, 2009).

Para o sucesso de uma piscicultura de produção de alevinos, a qualidade dos ovos e o número de desovas é um ponto importante, pois resultarão em altas taxas de fertilização, eclosão e maior sobrevivência das larvas após a absorção do saco vitelino (Bromage *et al.*, 1992).

Como critérios para avaliar os efeitos da nutrição na reprodução, são usados o índice gonadosomático que durante o processo de maturação gonadal, aumenta gradativamente seus valores, e o seu pico coincide com o estágio de maturação mais avançada das fêmeas e os seus menores valores são observados no repouso (Navarro *et al.*, 2009).

O índice hepatossomático é uma forma de quantificar o estoque de energia (glicogênio) na fase de reprodução e o estágio de desenvolvimento gonadal (Navarro *et al.*, 2009).

Uma dieta desbalanceada pode ser subaproveitada pelos peixes como fonte energética, aumentando o custo, uma vez que a proteína é o nutriente mais caro. Já os lipídios possuem um efeito poupador de custo para uma dieta, como fonte de energia. Portanto a adição dos lipídios na dieta pode melhorar o aproveitamento da proteína reduzindo o custo (Shiau, 2002).

Segundo Stickney e Mc Geachin (1983), a fonte de lipídios utilizada na alimentação pode influenciar significativamente o desempenho produtivo, como conversão alimentar e ganho de peso dos peixes. Lehninger *et al.* (1995) consideram a



gordura como a principal forma de armazenagem de energia corporal e participa em diversas outras funções no organismo como, por exemplo, na constituição da parede celular, formação dos hormônios esteróides, produção de mensageiros intra e extra celulares, os eicosanóides, entre outras.

Desta forma o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação de diferentes fontes de lipídios (óleo de linhaça, soja, palma, peixe e de fígado de bacalhau) nas dietas para matrizes de tilápia-do-nilo. Através de reprodutivos (índices somáticos, número de desova por coleta, fecundidade absoluta e fertilidade), hematológicos (eritrometria e leucometria), fisiológicos (proteínas plasmáticas do sangue, colesterol, triglicerídeos e lipídios totais do fígado), histologia do fígado e desafio de sobrevivência das larvas sob condições de jejum após absorção do saco vitelínico. O perfil dos ácidos graxos dos lipídios na ração e nas gônadas dos peixes, também foi analisado.



2. Revisão da Literatura

2.1. Biologia da Tilápia

A tilápia é o segundo peixe mais produzido no mundo, sendo ultrapassada apenas pela carpa (*Cyprinus carpio*). A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é a que mais se destaca comercialmente, devido à qualidade de sua carne apreciada mundialmente, rusticidade e rápido crescimento (Zimmermann e Fitzsimmons, 2004).

A superpopulação de tilápias em viveiros de cultivo é conseqüência das características reprodutivas da espécie, como alta capacidade de reprodução, maturidade sexual precoce, fecundidade relativa elevada e desova freqüente, prejudicando a taxa de crescimento dos indivíduos devido à alta densidade. Para controlar este problema existem os métodos de reversão sexual (Borges *et al.*, 2005; Zanardi *et al.*, 2011), tais como a sexagem por hibridação (Wolfarth e Hulata, 1981), poliploidia (Diaz, 1994), ginogênese e androgênese (Thorgaard, 1983), altas temperaturas (Dias-Koberstein *et al.*, 2007) e a reversão por meio de hormônios masculinizantes (Popma e Green, 1990), tanto na ração como em banhos de imersão (Galé *et al.*, 1999).

Na tilapicultura, os machos crescem cerca de 30% a mais que as fêmeas, pois estas utilizam grande parte de suas reservas energéticas no processo de vitelogênese (Marengoni *et al.*, 2010), não se alimentando durante o período de incubação dos ovos na boca (Beardmore *et al.*, 2001).

A tilápia GIFT é resultado do cruzamento de oito linhagens de tilápia, sendo quatro linhagens comerciais cultivadas na Ásia e outras quatro linhagens silvestres de cultivo Africano, com a finalidade de aumentar a variabilidade genética para selecionar as primeiras gerações de linhagem. O *Worldfish Center* e parceiros testaram esta



linhagem em diferentes ambientes de cultivo e em muitos outros países antes da distribuição comercial (Oliveira *et al.* 2011).

Ao comparar linhagens de tilápia, Fülber *et al.* (2010) observaram que a linhagem GIFT apresentou ganho de peso superior à Chitralada e a Boaké (437,52; 368,28 e 360,90g respectivamente), quando alimentadas com dois níveis de proteína (25 e 30%). Rutten *et al.* (2004) pesquisaram o rendimento de filé da tilápia GIFT comparando com as linhagens Chitralada e IDRC (Projeto do Asia Institute of Technology), com peso médio de 700g e em diferentes pisciculturas na Holanda. Estes autores observaram que a linhagem GIFT apresentou maior rendimento de filé (37,8; 34,5 e 35,2 %, respectivamente).

2.2. Fontes de lipídios

Os lipídios são classificados em simples e complexos. Dentre os lipídios simples estão os óleos (líquidos a temperatura ambiente e cadeia carbônica insaturada), gorduras (sólidos a temperatura ambiente e cadeia carbônica saturada) e as ceras (cadeia longa) que são ésteres derivados de ácidos carboxílicos. Já os lipídios complexos também insolúveis em água. Nesta classe estão incluídos, os fosfolipídios, glicolipídios, carotenóides, tocoferóis (vit. E), Vitaminas A, D, K, esteróides, etc (Uieara, 2010).

A energia é uma das principais exigências para qualquer espécie animal, sendo essencial para manutenção, crescimento e reprodução. As gorduras e óleos são facilmente encontrados no mercado, fornecendo, além da energia, uma quantidade considerável de ácidos graxos essenciais. Óleos de origem vegetal, por exemplo, são boas fontes de gordura para peixes de clima tropical (Pezzato, 1997; Pezzato, 1999).

Logato (2000) relatou que as principais funções dos lipídios são: a) principal fonte de energia para peixes, utilizado como poupador de proteína; b) carreador de



vitaminas lipossolúveis; c) favorece o “flavor” e a textura da ração; d) precursor de formação de fosfolipídios, que são componentes da membrana celular e organelas; e) são fontes de ácidos graxos essenciais (AGE) como linolênico, linoléico e araquidônico.

Os ácidos graxo considerados essenciais são: linoléico, araquidônico, linolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico e são requeridos pelo organismo em cerca de 6-10% da gordura ingerida (equivale a 5 a 10g.dia⁻¹). Eles podem ser fornecidos na dieta pelos óleos vegetais (ácido linoléico e linolênico) e pelos óleos de peixes marinhos (ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenoico) que também podem ser parcialmente, sintetizados a partir do linolênico (Feltre, 2000).

Identifica-se a nomenclatura de um ácido graxo pelo número de átomos de carbono (ex. 16; 18; 20; 22), grau de insaturação ou número de duplas ligações (ex. 20:5 – cinco duplas ligações) e a posição da primeira dupla ligação (ex. 20:5 n-3 – primeira dupla ligação esta no carbono três a partir do grupo metila). Os ácidos graxos têm vários nomes, tais como 16:0 – ácido palmítico, 18:1 n-9 – ácido oléico e o 18:3 n-3 – ácido linolênico, onde muitas vezes refletem na sua origem, palma, azeite e linhaça respectivamente, mas alguns destes ácidos refletem o grego latim como ácido eicosapentaenóico 20:5 n-3 e o ácido docosahexaenóico 22:6 n-3, com origem dos números de carbono (20 e 22) e as duplas ligações (5 e 6) (Halver e Hardy, 2002).

Segundo Kanazawa *et al.* (1980), a exigência do ácido graxo linoléico C18:2 n-6 para tilápia *Oreochromis zilli* é de 1% da dieta. Takeuchi *et al.* (1983) observaram que para espécie *Oreochromis niloticus*, a inclusão de 0,5%. Em geral os peixes de água doce necessitam tanto do ácido linoléico (n-6) como do ácido linolênico (n-3) na dieta (Pezzato *et al.*, 2004).



O uso freqüente de níveis cada vez mais altos de lipídios em dietas para peixes é bem aceito se for utilizado como poupador de proteína para melhorar o ganho de peso (Sargent *et al.*, 1989).

Falcon *et al.* (2008) trabalharam com dietas contendo diferentes níveis de vitamina C (0 a 1200mg.Kg⁻¹) e níveis de lipídios (0 a 12%) para juvenis tilápia-do-nilo em sistema de desafio a frio (26 para 18°C). A partir da contagem diferencial de leucócitos, os autores observaram que os níveis de 8 e 12% de lipídios na dieta, os peixes apresentaram melhor resistência ao frio. Meurer *et al.* (2002) utilizaram níveis crescentes de lipídios (3 a 12%) em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo e o nível que apresentou maior ganho de peso (6,62g) e melhor conversão alimentar (1,66) foi a dieta contendo 8,4% de lipídio. Gallagher (1996) trabalhou com altos teores de lipídios (13 a 16%) nas dietas para *Sunshine Bass* (*Morone chrysops* X *M. Saxatilis*) e observou que o maior valor afetou a desempenho do fígado, pela grande presença de gordura.

Existem várias fontes de lipídios que podem ser utilizadas na alimentação animal. Sendo as de origem animal o sebo bovino, banha suína, óleo de aves, óleo de peixes, óleo de fígado de bacalhau e as de origem vegetal o óleo de colza, girassol, coco, milho, linhaça, palma, algodão, amendoim, canola e soja, (NRC 2011). A seguir, apresentaremos a composição e dados das fontes lipídicas estudadas no presente trabalho.

2.2.1. Óleo de Linhaça

O óleo de linhaça é extraído das sementes de linho por compressão a frio, fato que preserva sua atividade funcional. Com energia bruta de 9560 kcal.Kg⁻¹, o óleo de linhaça é muito utilizado na formulação de dietas para peixes (Santos *et al.*, 2005;



Ribeiro *et al.*, 2007). É a principal fonte de ácido alfa-linolênico (LNA) fonte de ômega 3, lignana (produto da transformação da lignina, com propriedade biológica significativa como: ação antimetabólica, antifúngica, antioxidante e anticarcinógeno), ácido linoléico (ômega 6), vitamina E e fitoestrógeno (Galvão, 2009; Ferreira, 2008). O ácido alfa-linolênico 18:3 n-3 representa de 44,6 a 51,5% do total de ácidos graxos (Visentainer *et al.* 2005). De acordo com Ribeiro *et al.* (2007) o óleo de linhaça constitui fonte de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 (PUFAs ômega-3).

O óleo de linhaça exerce ação protetora sobre o sistema cardiovascular, melhorando a elasticidade das artérias, e desta forma a irrigação sanguínea (Batello 2009).

Wing-Keong e Yan (2011) trabalharam com dietas contendo 9,16% de óleo de peixe, palma ou linhaça para reprodutores de tilápia GIFT e observaram que o melhor valor de eclodibilidade (48%) e menor porcentagem de deformidade dos ovos (1%) foram obtidos na dieta contendo óleo de peixe.

2.2.2. Óleo de Soja

Os óleos vegetais crus, no caso da soja, são obtidos principalmente por prensagem mecânica das sementes seguida por extração com solvente. Este óleo é rico em ácidos graxos poliinsaturados e amplamente utilizado na alimentação animal. Contém 38,72 % de ácido linoléico (18:2 n-6) utilizado como fonte de energia e matéria-prima do tecido nervoso. Possui substâncias que regulam a pressão arterial, coagulação, frequência cardíaca, dilatação vascular, resposta imune e metabolismo das gorduras, do qual pode ser originado do ácido araquidônico (C20:4) e do ácido linolênico (C18:3), do qual por alongamento e dessaturação, são gerados os ácidos



eicosapentaenóico (EPA – C20:5) e ácido docosaheptaenóico (DHA – C22:6) (Missão, 2006; Mandarino e Roessing, 2001; Visentainer *et al.*, 2005).

O óleo de soja é frequentemente utilizado na formulação de dietas de peixes, sendo uma excelente fonte energética para o seu crescimento, apresentando, segundo Santos *et al.* (2007), 9870kcal.kg⁻¹ de energia bruta e para a tilápia-do-nilo, 8485kcal/kg de energia digestível (ED) (Boscolo *et al.*, 2002). De acordo com Rostagno *et al.* (2000) o óleo de soja apresenta em sua composição 54% de ácidos graxos essenciais, nas rações de tilápia-do-nilo pela tabela de exigências nutricionais do NRC (2011).

Boscolo *et al.* (2004) relataram que a inclusão de 5,9% de óleo de soja na ração de tilápias na fase de crescimento (200 – 300g) melhorou o rendimento de filé sem afetar a porcentagem de gordura e desempenho produtivo dos peixes. Reprodutores de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo de 0 a 14% de inclusão óleo de soja e 2700 a 3700 Kcal.Kg⁻¹ de energia digestível ED resultou nos melhores índices de: sobrevivência das larvas (74%) e de fêmeas desovantes (68,33%) quando incluíram 5,21% de óleo de soja e 3200 Kcal.Kg⁻¹ ED na dieta (Bombardelli *et al.*, 2009).

2.2.3. Óleo de Palma

O óleo de Palma é extraído do dendezeiro (*Elaeis guineensis*), palmeira oleaginosa de origem africana introduzido, no Brasil por volta do século XVI, por ocasião do tráfico negreiro (Pandolfo, 1981). Devido a sua baixa acidez (4 a 5%) tem larga utilização na agroindústria alimentar. Com relação à energia bruta, Moreira (2007) obteve valor de 8946Kcal.Kg⁻¹EB. O óleo de palma, mais conhecido como azeite de dendê, é rico em gorduras saturadas (ácido palmítico, 45%), insaturadas (ácido oléico, 45%), carotenóides e anti-oxidantes naturais, benéficos para a saúde (Surre e Ziller, 1969).



A suplementação de dietas para reprodutores de tilápia GIFT com 9,16% de inclusão de óleo de palma cru apresentou melhor desenvolvimento das gônadas, desovas precoces, menor intervalos entre desova, longo período de fertilidade, maior produção de ovos, maior taxa de eclosão e menor índice de larvas deformadas comparando com o tratamento óleo de peixe (Wing-Keong e Yan, 2011).

2.2.4. Óleo de Peixe

Na cadeia produtiva do salmão, obtêm-se significativa quantidade de resíduos orgânicos, como peixes descartados durante a fase de criação devido ao baixo desempenho produtivo. Estes resíduos devem ser ecologicamente aproveitados, pois os mesmos têm alta carga de matéria orgânica. Nesse sentido, existem várias utilidades no tipo de aproveitamento: extração de colágeno para a indústria farmacêutica e alimentícia; pele para artesanato, móveis e vestuário; produção de polpa para embutidos, compostagem, silagem, farinha e óleo. No processo de fabricação de farinha de peixe extrai-se o óleo, obtendo dois produtos na mesma linha de processamento. As características qualitativas e quantitativas destes produtos dependem das características da matéria-prima utilizada, pois as referidas características são mantidas mesmo após o processamento (Arruda, 2004). Estes subprodutos são utilizados basicamente para a produção animal. Em linhas gerais, o processamento de resíduos obtidos de peixes com peso de abate até 800 gramas produz, em média, 85% de farinha e 15% de óleo (Vidotti e Gonçalves, 2006). O óleo de peixe é muito utilizado nas rações comerciais para peixes em sistema intensivo pela quantidade e qualidade de sua energia, possuindo 9969Kcal.Kg⁻¹ de energia bruta (Junqueira *et al.*, 2005).

O óleo de peixe torna-se a cada dia mais importante por ser rico em ácidos graxos ômega-3, principalmente ácidos eicosapentaenoico (EPA) e ácido



docosaheptaenoico (DHA), devido à efetiva ação hipocolesterolêmica (níveis baixos de colesterol) e prevenção das doenças cardiovasculares (Simopoulos, 2002). Gatlin e Stickney (1982) encontraram o maior ganho de peso com adição óleo de peixe na alimentação de bagre americano (*Ictalurus punctatus*).

El-Sayed *et al.* (2005) trabalharam com fontes de lipídios, óleo de soja e óleo de peixe, na dieta para reprodutores de tilápia-do-nilo e observaram maior número de desova e eclodibilidade foram obtidos com a dieta contendo óleo de peixe.

2.2.5. Óleo de Fígado de Bacalhau

Os maiores beneficiadores do óleo de fígado de bacalhau são Islândia e Noruega. Atualmente o processo de extração do óleo vai da destilação até a filtração a vácuo, a 250°C. Há muito tempo o método de extração do óleo iniciava dentro dos navios dos pescadores (Price 2010), que consistia na retirada do fígado do peixe, e ao chegar no cais eram depositado em tonéis, até chegar no estado de putreficação, hora que ocorre a quebra da parede dos hepatócitos (células do fígado) e liberam o óleo para a superfície dos tonéis (Wetzel, 2005).

Com relação à energia bruta, o óleo de fígado de bacalhau possui cerca de 9440kcal.kg⁻¹EB (El-Marakby, 2006). A composição de ácidos graxos essenciais é diferente para cada fonte de lipídios. Os lipídios de origem marinha, como o óleo de fígado de bacalhau, são ricos em C20:5 n – 3 ou EPA e C22:6 n – 3 ou DHA e são muito utilizados em rações para peixes de água doce, para os quais o fator limitante é o custo (Ribeiro *et al.*, 2007). O óleo de fígado de bacalhau é uma rica fonte de vitamina A, cuja deficiência causa xerofthalmia, diarreia e perda de apetite (Vasconcelos 2007). O óleo de fígado de bacalhau participa nas reações inflamatórias, e está diretamente



relacionado à resistência imunológica e distúrbios metabólicos (Hirayama *et al.*, 2006). El-Sayed *et al.* (2005) trabalharam com inclusão de 5% de óleo de fígado de bacalhau na dieta de matrizes de tilápia-do-nilo e obtiveram melhor resultado nos índices reprodutivos (maturidade sexual, número de desova por fêmeas, fecundidade absoluta, diâmetro dos ovos e intervalo entre desovas) em comparação com o óleo de soja. Os mesmo autores afirmam que o óleo de fígado de bacalhau diminui em até sete dias o intervalo entre desovas, comparado com a inclusão de óleo de soja.

Uliana *et al.* (2001) trabalharam com larvas de jundiá arraçoadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios: óleo de canola, soja, fígado de bacalhau, girassol e milho com inclusão de 5% e obtiveram os melhores resultados para comprimento total, peso médio e taxa de crescimento específico, nas dietas com óleo de canola (19,97mm; 54,28mg e 15,71%.dia⁻¹ respectivamente) e óleo de fígado de bacalhau (19,91mm; 51,12mg e 15,42 %.dia⁻¹ respectivamente).

El-Sayed e Teshima (1992) estudaram o requerimento de energia para a tilápia-do-nilo, utilizando como fonte de lipídio na dieta o óleo de soja (1 a 10%) e óleo de fígado de bacalhau (1 a 6%). Os peixes submetidos a estes tratamentos apresentaram deposição de gordura na carcaça de 20,77% para dieta com óleo de soja e 27,77% para os que receberam a dieta contendo óleo de fígado de bacalhau. O excesso de gordura na carcaça é uma característica indesejável, pois diminui a percentagem de rendimento de filé e, conseqüentemente, o valor comercial do peixe (Meurer *et al.*, 2002). Ballestrazzi *et al.* (2003) utilizaram dietas com óleo de peixe, óleo de fígado de bacalhau e óleo de coco em níveis crescentes de 0 a 13%, para reprodutores de truta arco-íris. Observaram que o peso dos peixes duplicou durante 168 dias, mas não diferiram significativamente entre si. Observaram também que houve maior quantidade de ácidos graxos essenciais na dieta com óleo de fígado de bacalhau, das séries n – 3 e n – 6, nos ovos.



A qualidade da fonte de gordura utilizada na ração pode influenciar significativamente no aumento do crescimento e conversão alimentar dos peixes (Stickney e Mc Geachin, 1983).

2.3. Influência dos lipídios em parâmetros fisiológicos e reprodutivos

Segundo Halver e Hardy (2002), há uma impressão errônea a respeito de estudos sobre lipídios. Há grande número de trabalhos publicados sobre lipídios. No entanto, o motivo de tantos trabalhos a respeito, é porque com certeza, busca-se maiores conhecimentos sobre as exigências nutricionais dos lipídios.

A nutrição de reprodutores pode influenciar a reprodução, o desenvolvimento gonadal, o número e a qualidade de ovócitos e espermatozóides (Navarro *et al.*, 2009). Segundo El-Sayed *et al.*, (2003), a alimentação fornece aos peixes os nutrientes essenciais para a reprodução, principalmente para o desenvolvimento gonadal da fêmea e a performance de seus ovos e larvas.

A nutrição de reprodutores é vital para a qualidade e alta produção de ovos e larvas, devido a necessidade de ácidos graxos essenciais para o embrião, melhorando o desenvolvimento das larvas (Tandler *et al.*, 1995). A maioria dos ácidos graxos existente os ovos dos peixes são de fundamental importância para a formação das larvas. Os ácidos graxos não são apenas a principal fonte de energia para todos os peixes, especialmente para as espécies carnívoras, onde os carboidratos têm pouca participação nas dietas, (Halver e Hardy, 2002), para os processos reprodutivos (Sargent *et al.*, 1989) e energia metabólica para o crescimento do ovo (Tocher *et al.*, 1985; Hemderson *et al.*, 1984).



As principais características reprodutivas das tilápias de importância para produção comercial de larvas são: desova em substratos, cuidado parental, desovas parceladas e baixa fecundidade absoluta. De acordo com Kubitza (2000) existem inúmeros fatores que interferem no desempenho reprodutivo desta espécie, como: temperatura da água, estado nutricional dos reprodutores, densidade de estocagem, estratégias de coletas de ovos e/ou pós-larvas, fotoperíodo e luminosidade, canibalismo, dentre outros.

Informações sobre nutrição de tilápias na fase de crescimento são abundantes (Santiago e Laron, 2002), no entanto, sobre exigências lipídicas, não são conclusivas.

De acordo com Takeuchi *et al.* (1983), os ácidos graxos essenciais são aqueles que não podem ser sintetizados pelo organismo animal a partir de outro ácido ou qualquer substância precursora. Portanto, os peixes devem obter os ácidos graxos essenciais via ração ou alimentos naturais disponíveis no ambiente de cultivo.

Uma das maneiras de se desenvolver dietas ideais para reprodutores em cativeiro é analisar a composição dos ovos de peixes selvagens comparando com os ovos de reprodutores em cativeiro (Silversand *et al.*, 1996). A composição de ácidos graxos do ovo foi afetada pelas dietas fornecidas aos reprodutores de várias espécies, incluindo o robalo (*Dicentrarchus labrax*), besugo (*Pagellus acarne*), jack listrado (*Katsuwonus Pelamis*), bacalhau (*Gadus morhua*) e yellow tail (*Chrysiptera parasema*) (Halver e Hardy 2002). Estudo demonstrou que vários critérios de qualidade do ovo, incluindo incubação, taxas de fertilização e sobrevivência inicial, foram positivamente correlacionados com o n-3 HUFA em bacalhau (Pickova *et al.*, 1997). A relação ácido docosaheptaenóico DHA 22:6 n-3: ácido eicosapentaenóico EPA 20:5 n-3 em ovos tem se mostrado positivamente correlacionada com os critérios de qualidade do ovo (Halver e Hardy, 2002).



Reprodutores de robalo (*Dicentrarchus labrax*), alimentados com restrição de lipídios na dieta, apresentaram redução da fecundidade e baixa qualidade do ovo, podendo ser resultado de alterações hormonais durante a fase final da gametogênese (Cerdá *et al.*, 1994).

Pesquisas com fontes de PUFA como o óleo de pescado realizadas com humanos tem proporcionado resultados benéficos com relação à fertilidade (Conquer *et al.*, 2000).

A deficiência de ácidos graxos essenciais causa redução no crescimento, piora na conversão alimentar, aumento da taxa de mortalidade, aumento de gordura corporal, degeneração gordurosa no fígado e aumento da taxa respiratória, devido aos excessos de gordura corporal ocasionando um maior consumo de oxigênio. Os ácidos graxos não só atendem às funções energéticas de crescimento e manutenção dos peixes, como também auxiliam nas funções do rim e das brânquias, desenvolvimento neural, visual, reprodução e sanidade desses animais (Sato *et al.*, 1989 e Leray *et al.*, 1985)

Os lipídios presentes em ovos de peixes marinhos são ricos em n-3 ácidos graxos altamente insaturados - HUFA, normalmente com níveis mais elevados do que em outros tecidos do corpo (Sargent *et al.*, 1989). Os ovos de peixes de água doce contem maior quantidade de n-6 ácidos graxos poliinsaturados - PUFA, 20:04 n-6 e 18:2 n-6 (Anderson *et al.*, 1990). Os ácidos graxos insaturados têm grandes funções como: estrutura da membrana plasmática, energia durante a fase embrionária e início do desenvolvimento larval (Rainuzzo, 1993).

Fernandez-Palacios (1995) e Fernandez-Palacios *et al.* (1997), verificaram que a qualidade dos ovos e o desenvolvimento das larvas de dourada (*Sparus aurata*) são influenciados pela composição de AGE da dieta, principalmente pelo eicosapentaenóico – EPA (20:5 n-3), precursor da prostaglandinas no peixes.



A natureza e proporção dos ácidos graxos na dieta também influenciam na concentração do colesterol sérico, sendo que os ácidos graxos saturados tendem a elevá-lo, enquanto os ácidos graxos poliinsaturados promovem sua diminuição (Roos *et al.*, 2002).

As pesquisas nutricionais e epidemiológicas revelam que a proporção entre ácidos graxos poliinsaturados n-6 e n-3 na dieta (1:4) é importante para as funções fisiológicas e prevenção de doenças (Lima *et al.*, 2004; De Souza *et al.*, 2007).

Os eicosanóides C20 – PUFA tem amplas ações fisiológicas, por exemplo, na coagulação do sangue, resposta imune, resposta inflamatória, função renal e neural e reprodução. Eles são armazenados nas gônadas para o desenvolvimento ovariano (Wing-Keong e Yan, 2011).

Rodriguez *et al.* (1994) observaram que a transferência do ácido graxo araquidônico 20:4 n-6 para as larvas podem influenciar positivamente o crescimento de gilthead besugo (*Sparus aurata*) e reduz a mortalidade de Yellowtail (*Chrysiptera parasema*) (Ishizaki *et al.*, 1998).

Dietas para machos reprodutores com o ácido graxo 22:6 n-3 pode influenciar na qualidade do esperma, levando em conta o sucesso da fertilidade (Halver e Hardy, 2002).

Os óleos de peixes do hemisfério norte são fontes de ácidos graxos (16:0, 18:1 n-9; 20:01 n-9; e 22:01 n-11) e energia metabólicas. São consumidos em grandes quantidades durante a fase de crescimento e na formação dos ovócitos das fêmeas. Tem também, um importante papel no fornecimento de energia, na reprodução e principalmente na produção de ovos (Henderson *et al.*, 1984).



2.4. Influência dos lipídios na hematologia de peixes

As dietas lipídicas exercem influência determinante no desempenho zootécnico e nas características da carcaça dos animais em geral, inclusive dos peixes. É possível avaliar o estado nutricional dos peixes por meio de análises das características hematológicas, pois o sangue é um dos tecidos mais dinâmicos do organismo e alteram-se em função do tipo de dieta consumida (Falcon *et al.*, 2008).

Um dos exames hematológicos mais utilizados é o eritrograma, definido por Krache (1943), composto por contagem do número de hemácias, concentração de hemoglobina, volume globular, cujos valores obtidos dão origem aos índices corpusculares absolutos, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média.

O sangue é composto por três camadas: líquida (soro ou plasma), branca (leucócitos e trombócitos) e vermelha (eritrócitos). Segundo Swenson (1996), as proteínas plasmáticas são identificadas como albumina, globulinas e fibrinogênio. A falta ou excesso pode causar alterações hematológicas muito graves aos peixes, principalmente com relação ao desequilíbrio do volume do plasma que conseqüentemente diminuição da imunidade do peixe (Melo *et al.*, 2009). Feldman (2000) relatou que as proteínas plasmáticas estão envolvidas na nutrição, manutenção da pressão osmótica, tamponamento, transporte de pequenos íons e moléculas, homeostase e resistência a infecções.

2.5. Influência dos lipídios no metabolismo dos peixes

Os lipídios são necessários para o crescimento e desenvolvimento dos peixes assim como para absorção de vitaminas lipossolúveis. Os lipídios apolares, na forma de



triacilglicerois, são hidrolisados pelas enzimas digestivas, resultando em glicerol e ácidos graxos livres, os quais são principalmente catabolisados para obtenção de energia. O aumento da concentração de lipídios na dieta, até certo ponto, resulta em maior aproveitamento da proteína pelos peixes, com melhoras nos índices de utilização alimentar e no crescimento (NRC, 2011).

Meurer *et al.* (2002) observaram níveis de 3 a 12% de lipídios na dieta para tilápia-do-nilo na fase de crescimento e mostraram que níveis acima de 3% não são aproveitados pela tilápia, sendo que de 6 a 12% há um aumento significativo da gordura corporal.

O óleo de tilápia apresenta índices de qualidade nos padrões exigidos para nutrição animal com predominância de ácidos graxos insaturados, com destaque para os monoinsaturados. Dentre os poliinsaturados, registram-se ácidos graxos da série n-3 e n-6, o que torna o óleo de tilápia um produto de excelente qualidade para nutrição animal (Vidotti e Gonçalves, 2006).



3. Material e Métodos

3.1. Local e Material Biológico

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Aqüicultura da UNESP - CAUNESP campus de Jaboticabal – SP no Laboratório de Tilapicultura, durante o período de 120 dias. Os juvenis de tilápia-do-nilo, linhagem GIFT - Genetically Improved Farmed Tilapia, foram obtidos na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

3.1.1. Parâmetros reprodutivos, fisiológicos, hematológicos e histologia

3.1.1.2. Tratamentos e Condições Ambientais

No período de adaptação (30 dias) das matrizes, o peso médio inicial era de 38g ($\pm 5,3g$) e o final de 150g. A partir deste período, iniciou-se o experimento com duração de 90 dias. Em ambas as etapas, os peixes receberam dietas de 4 a 6mm de diâmetro contendo 42,86% ($\pm 0,3419$) de proteína bruta e 11,22% ($\pm 1,25$) de extrato etéreo 4356,2 Kcal/Kg ($\pm 41,64$) energia bruta (calculada) e 5,92% ($\pm 0,65$) fibra bruta. A partir desta dieta, cinco tratamentos foram formados contendo diferentes fontes lipídicas, sendo três de origem vegetal: soja (*Glycine Max*) (Controle), palma (*Elaeis guineensis*) e linhaça (*Linum usitatissimum*) e duas de origem animal: óleo de peixe (salmão) e óleo de fígado de bacalhau (*Gadus morhua*), com inclusão de 4% na ração.

Os reprodutores foram distribuídos nos aquários em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Para a análise estatística dos resultados obtidos foi utilizado o programa SAS (Statistical Analysis System, 1996). Para verificar a significância entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.



As dietas experimentais foram extrusadas na fábrica de ração da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV - UNESP campus de Jaboticabal e estão descritas na Tabela 1 e 2. O arraçoamento foi realizado seis vezes ao dia, no período de adaptação e no período experimental a frequência alimentar passou para quatro arraçoamentos diários, sendo 3% da biomassa total, até o final do experimento. Quinzenalmente, 20 peixes por tratamento eram pesados, para ajuste da quantidade de ração.

Tabela 1 - Composição percentual, valores nutricionais e perfil de ácidos graxos das dietas experimentais para reprodutores de tilápia-do-nylo, linhagem GIFT.

Ingredientes (%):	Tratamentos				
	TOL	TOS	TOP	TOPX	TOFB
Farelo milho	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Farelo trigo	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
Farelo arroz	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Farelo soja	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
Farinha salmão	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00
Óleo Linhaça	4,00	0	0	0	0
Óleo Soja	0	4,00	0	0	0
Óleo Palma	0	0	4,00	0	0
Óleo Peixe	0	0	0	4,00	0
Óleo Fígado de Bacalhau	0	0	0	0	4,00
Fosfato bicálcico	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Suplemento min. e vit.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Fornecendo:					
Umidade (%)	4,1 (± 0,40)	10,9 (± 0,30)	4 (± 0,50)	4,2 (± 0,30)	3,7 (± 0,20)
Proteína bruta (%)	42,75 (± 0,25)	42,41 (± 0,32)	43,13 (± 0,20)	43,27 (± 0,12)	42,75 (± 0,41)
Energia Bruta (Kcal.Kg ⁻¹) ¹	4289,0	4360,0	4364,0	4364,0	4404,0
E.E. Hidrólise Ácid (%)	11,56 (± 1,23)	10,55 (± 1,22)	12 (± 0,99)	10,25 (± 0,97)	11,75 (± 1,52)
Fibra bruta (%)	6,4 (± 0,1)	5,6 (± 0,2)	5,2 (± 0,4)	5,6 (± 0,5)	6,8 (± 0,3)
Material mineral (%) ¹	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86
Cálcio (%)	3,12(± 0,1)	2,67(± 0,1)	2,01(± 0,4)	2,99(± 0,2)	2,57(± 0,3)
Fósforo (%)	1,89(± 0,3)	1,52(± 0,1)	1,62(± 0,1)	1,90(± 0,2)	1,73(± 0,4)

TOL: Tratamento: dieta com óleo de linhaça; TOS: Tratamento: dietas contendo óleo de soja; TOP: Tratamento: dieta com óleo de palma; TOPX: Tratamento: dieta com óleo de peixe; TOFB: Tratamento: dieta com óleo de fígado de bacalhau. ¹ Energia bruta e material mineral calculados com base dos ingredientes.



Tabela 2 - Composição percentual, perfil de ácidos graxos das dietas experimentais para reprodutores de tilápia-do-nilo, linhagem GIFT.

Ácidos graxos	Nomenclatura	Tratamentos				
		TOL	TOS	TOP	TOPX	TOFB
		g.100g ¹ de Lipídio				
ácido palmítico	C16:0	22,12	19,64	21,65	21,09	17,58
ácido oléico	C18:1 n-9	24,59	24,21	20,79	22,39	22,42
ácido linoléico	C:18:2 n-6	31,10	39,50	25,11	37,76	21,72
α ácido linolênico	C18:3 n-3	3,49	4,20	2,84	4,39	25,54
ácido eicosenoico	C20:1 n-9	2,20	0,83	1,21	0,83	0,71
ácido araquidônio	C20:4 n-6	0,84	0,62	0,89	0,70	0,66
ácido eicosapentaenóico (EPA)	C20:5 n-3	5,86	4,29	6,23	5,53	4,43
ácido docosahexaenóico (DHA)	C22:6 n-3	8,34	5,83	8,53	6,29	6,03
n-3		17,69	14,32	17,59	16,21	36,00
n-6		31,95	40,12	26,00	38,45	22,38
n-6/n-3		1,80	2,80	1,47	2,37	0,61

Nas Figuras 1 e 2 estão demonstradas as temperaturas da água e do ar, que foram aferidas diariamente às 9 horas da manhã através de termômetros de máxima e mínima com bulbo de mercúrio durante o período de adaptação e experimental.

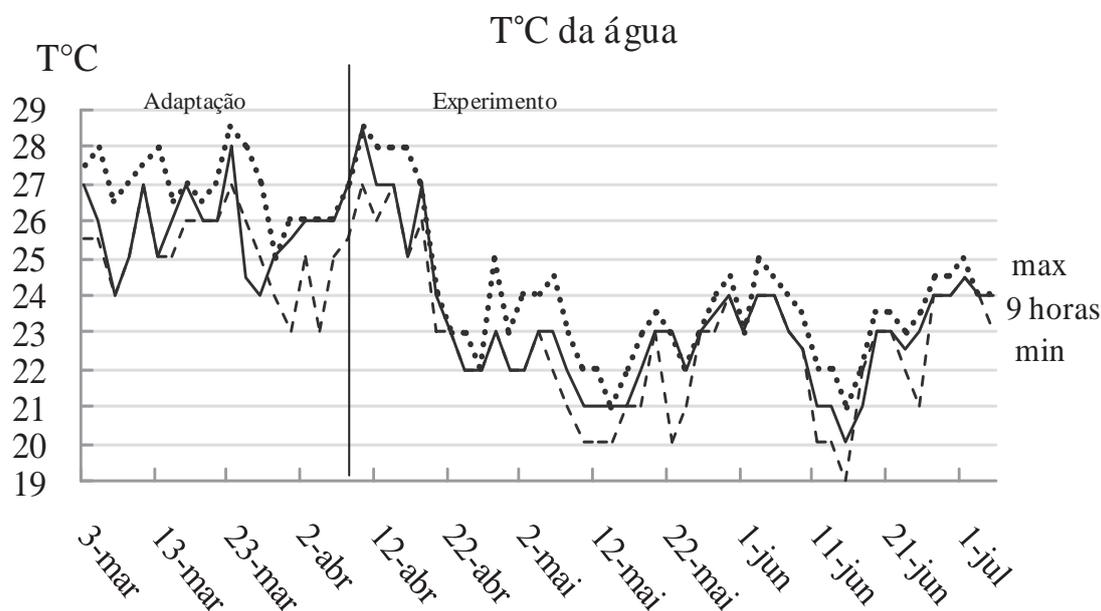


Figura 1 - Temperatura máxima e mínima da água aferida no período de adaptação (início até 30 dias) e experimental (31 a 120 dias) dos aquários experimentais de tilápia-do-nilo.



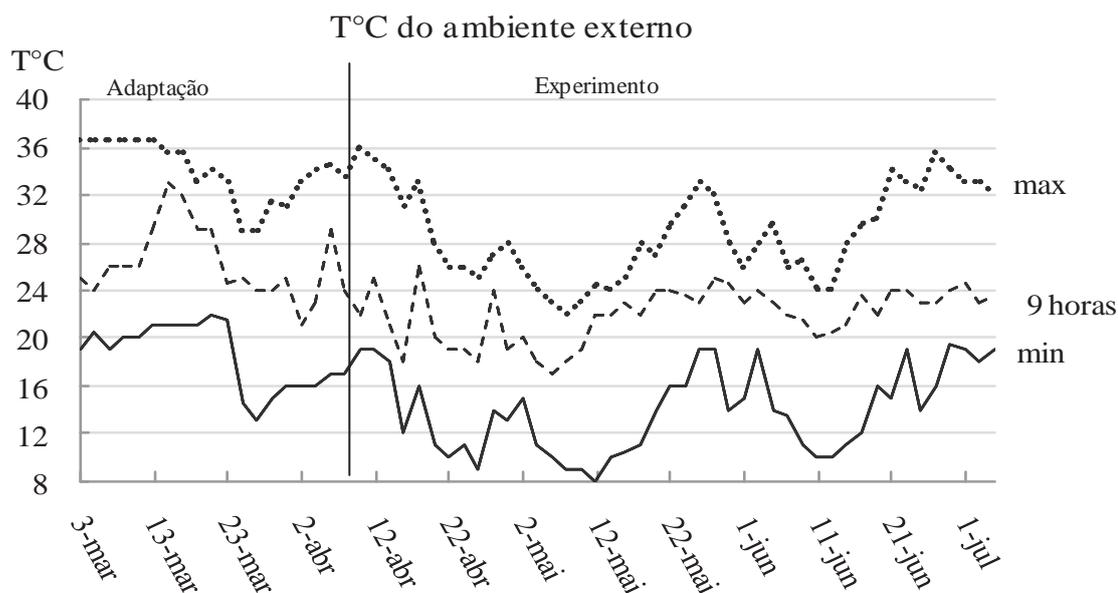


Figura 2 - Temperatura máxima e mínima do ambiente externo aferida no período de adaptação (início até 30 dias) e experimental (31 a 120 dias) dos aquários experimentais de tilapia-do-nilo.

A Tabela 3 apresenta os valores dos parâmetros físicos e químicos da água, aferidos semanalmente: pH modelo potenciômetro digital – Corning OS-30, condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) condutivímetro digital – Corning PS – 70, oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) oxímetro YSI - Yellow Spring Instruments 54A, alcalinidade ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) titulação e amônia ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) por titulação, utilizando a metodologia de Golterman *et al.* (1978).

Os parâmetros da água monitorados estavam de acordo com o recomendado para aquicultura, segundo Boyd (1992), Sipaúba-Tavares (1995), Popma e Phelps (1998) e Kubitza (2000).



Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos da água dos aquários experimentais de reprodutores de tilápia-do-nylo.

Tratamentos	Período ¹	pH	Oxigênio Dissolvido	Condutividade Elétrica	Alcalinidade	Amônia
			mg.L ⁻¹	µS.cm ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹
TOL	Inicial	7,76 ± 0,115	6,06 ± 0,965	250,3 ± 102,4	73,3 ± 2,89	308,1 ± 194,7
	meio	7,70 ± 0,001	6,80 ± 0,997	164,0 ± 15,6	80,0 ± 7,07	546,0 ± 1,7
	Final	7,76 ± 0,058	6,89 ± 0,961	202,0 ± 47,1	75,0 ± 13,23	696,3 ± 86,0
TOS	Inicial	7,76 ± 0,058	7,19 ± 0,775	217,6 ± 39,6	80,0 ± 8,66	190,6 ± 64,3
	meio	7,80 ± 0,141	6,39 ± 0,700	260,5 ± 128,0	72,5 ± 3,54	453,7 ± 68,6
	Final	7,76 ± 0,115	6,82 ± 0,206	172,0 ± 15,9	75,0 ± 5,00	754,4 ± 212,7
TOP	Inicial	7,80 ± 0,100	6,50 ± 0,574	193,3 ± 21,5	71,6 ± 7,64	275,0 ± 239,8
	meio	7,80 ± 0,001	6,17 ± 0,389	252,5 ± 130,8	72,5 ± 10,61	539,6 ± 3,0
	Final	7,70 ± 0,100	6,85 ± 0,906	199,0 ± 43,7	70,0 ± 5,00	645,0 ± 130,5
TOPX	Inicial	7,80 ± 0,100	6,95 ± 1,080	275,6 ± 68,2	76,6 ± 2,89	291,0 ± 177,2
	meio	7,75 ± 0,071	5,85 ± 0,636	174,0 ± 2,5	75,0 ± 7,07	568,8 ± 71,1
	Final	7,73 ± 0,153	6,86 ± 0,329	172,6 ± 17,7	71,6 ± 2,89	652,8 ± 30,7
TOFB	Inicial	7,80 ± 0,100	6,55 ± 0,553	174,0 ± 9,8	71,6 ± 16,07	401,8 ± 276,6
	meio	7,75 ± 0,212	6,30 ± 0,283	168,0 ± 4,2	60,0 ± 7,07	574,0 ± 11,2
	Final	7,80 ± 0,173	7,14 ± 0,980	280,0 ± 72,5	68,3 ± 23,09	603,3 ± 19,4

¹Período inicial (1° ao 40° dia), meio (41° ao 80° dia) e final (81° ao 120° dia).

Foram utilizados 20 aquários experimentais com capacidade 2000L e volume útil de 1500L, dentro de uma estufa coberta com folha de zinco e protegida lateralmente com telas mosquiteiras, com fotoperíodo natural. Os aquários eram de alvenaria, com fluxo de água contínuo e sistema de recirculação de água. Eram sifonados duas vezes por semana para eliminação dos resíduos.

Foram distribuídas 320 tilápias em 20 aquários, na proporção de 3:1 (três fêmeas para cada macho) sendo 12 fêmeas e quatro machos.



3.1.1.3. Parâmetros Analisados

3.1.1.3.1. Parâmetros Reprodutivos

Semanalmente realizou-se as coletas dos ovos, retirados da boca das fêmeas através de contra-fluxo da orofaringe com auxílio de uma piceta e um béquer de 500mL. Os ovos retirados eram pesados em balança de precisão digital três casas após a vírgula, e sete gramas de amostra coletados contado para estimar o número total de ovos por desova, 100 ovos por desova foram observados com auxílio de uma lupa para verificar a fertilidade. Após este procedimento foram depositados em incubadoras plásticas com 2,5L de capacidade, em sistema de recirculação de água, com aeração e aquecimento. Após a eclosão dos ovos, as larvas permaneciam nas bandejas da mesa incubatória, até a completa absorção do saco vitelino. As larvas eram contadas para obtenção da fecundidade (nº de larvas eclodidas). Outros parâmetros analisados foram: número médio de desovas.coleta⁻¹ (nº de desovas), número total de desovas, fertilidade dos ovos (%), fecundidade absoluta de ovos (ovos.desova⁻¹), fecundidade absoluta de larvas (larvas.desovas⁻¹) e número total de larvas.

As biometrias foram realizadas no início, 30, 60 e 90 dias de experimento, para obtenção dos dados de peso, altura do corpo, comprimento padrão (da cabeça até a inserção do pedúnculo caudal) e total (da cabeça ao final da cauda). Utilizou-se para este procedimento, uma balança digital e ictiômetro graduado.

Foram calculados os seguintes índices somáticos:

- Índice gonadosomático total (IGST) = [(peso das gônadas* 100) / peso do peixe];
- Índice hepatossomático (IHS) = [(peso do fígado * 100) / peso do peixe];



- Índice gordura visceral (IGV) = [(peso da gordura visceral * 100) / peso do peixe]

Para análises dos índices somáticos as matrizes foram anestesiadas com superdosagem de Benzocaína e retirados as gônadas, fígado e separada a gordura visceral.

O filé foi eutanaziado e descarnado com auxílio de uma faca, iniciando próximo ao opérculo e finalizando no pedúnculo caudal. O couro foi retirado depois do descarne, e realizada a toaleta (retirada de oito espinhos intramusculares e aparas).

3.1.1.3.2. Desafio da sobrevivência das larvas

Foram utilizados três lotes de ovos de cada grupo de reprodutores submetidos aos tratamentos, anteriormente descritos, e misturados, colocados em incubadoras de 2,5 litros de capacidade, em sistema de recirculação com identificação de cada tratamento, até a eclosão. Após a eclosão, 300 larvas com aproximadamente 9mm de comprimento total e 0,09g de peso. Foram distribuídas 300 larvas em 15 aquários, sendo 20 por aquário, de vidro com capacidade de 2,7 litros e volume útil de 2,0 litros, em banho-maria com temperatura média de 27,5°C ($\pm 0,5$).

As larvas foram distribuídas nos aquários em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições, permanecendo nesses aquários até a mortalidade total. Duas vezes ao dia (9 e 17 horas) foi verificado a mortalidade das larvas, retiradas e contadas. Para a análise estatística dos resultados obtidos foi utilizado o programa SAS. A significância entre as médias foi utilizado o teste de Tukey.



3.1.1.3.3. Parâmetros Hematológicos e Fator de Condição

3.1.1.3.3.1 Eritrograma

No final do experimento foram coletados, 2,0 mL de sangue retirados de sete peixes, por meio de venopunção vaso caudal, com auxílio de seringas EDTA (10% fluoretado), para o eritrograma (taxa de hematócrito (Ht) método de Goldenfarb *et al.* (1971), hemoglobina (Hb) pela técnica da metahemoglobina (Collier, 1944)), de posse desses dados, calculou-se a Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM), conforme a preconização de Wintrobe (1934) e proteína plasmática total (PPT) por refratometria.

3.1.1.3.3.2. Leucograma

Aos 30, 60 e 90 dias experimentais, foram amostrados dois peixes por repetição e submetidos à coleta sanguínea por meio de venopunção caudal com auxílio de seringas (3mL) e agulhas (25 x 7mm) banhadas em heparina 100 UI. Imediatamente após a coleta sanguínea foram confeccionadas extensões sanguíneas, que posteriormente foram coradas com a combinação de May Grünwald-Giemsa-Wright para contagem diferencial de leucócitos. O sangue remanescente foi acondicionado em tubos de polipropileno (2mL) e mantidos sob refrigeração até o momento do processamento para obter os resultados do leucograma.

3.1.1.3.3.3. Fator de Condição

Após as coletas sanguíneas, cada peixe foi pesado (g) e medido o comprimento total (cm). De posse desses dados biométricos, determinou-se o fator relativo de



condição (Le Cren, 1951). Para calcular a relação peso-comprimento foi usada a equação $W_t = aL^b$, onde W_t é o peso total em gramas e o L o comprimento total (L_t) em cm, a e b são constantes. Estas constantes foram estimadas pela regressão linear da equação transformada: $W = \log a + b \times \log L$.

3.1.1.3.4. Parâmetros Fisiológicos

3.1.1.3.4.1. Lipídios Totais do Fígado

Para lipídios totais do fígado, as análises foram realizadas através da técnica gravimétrica de Bligh e Dyer (1959). Utilizou-se 500mg de tecido homogeneizado em cinco ml da mistura de extração com solvente orgânico (clorofórmio - metanol 2:1). Após a filtragem do homogenado foi acrescentada água destilada na proporção de 5:1, agitado e centrifugado por 5 minutos a 1.500 rpm para obtenção de camadas distintas, sendo uma contendo a fração lipídica (clorofórmio) e outra não lipídica (metanol). Após o isolamento da camada que continha o lipídio, cada amostra foi colocada em placas de Petri previamente pesadas em balança analítica e em seguida levadas a estufa à 100 °C por 1 hora para evaporação. Após a secagem, a diferença entre os pesos iniciais e finais das placas permitiu a realização dos cálculos para obtenção da porcentagem de lipídio em cada amostra.

3.1.1.3.4.2. Colesterol e Triglicerídeos

Para análise de colesterol e triglicerídeos foi coletado um mL de sangue, colocado em microtubo e deixado repousar por duas horas para separação do soro. Após



a separação, a amostra foi congelada e em seguida foi realizado as análises de colesterol e triglicerídeos (Kit Labtest).

3.1.1.3.5. Histologia do Fígado

A histologia do tecido hepático foi realizada no Laboratório de Histologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV da UNESP, campus de Jaboticabal, e consistiu no seguinte protocolo: coletados dois fragmentos do fígado com peso médio de 1g, sendo um fragmento de cada lóbulo e fixados em Bouin. Após a fixação, as amostras foram desidratadas em série crescente de etanol/água (v/v), (70, 80 e 95%, Absoluto I, II e III) e diafanização em xilol (I, II e III) e incluída na parafina. Após este procedimento, foram realizados cortes em micrótomo automático (Leica, RM-2155), de três micrometros (μm) de espessura. As lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina, montagem com bálsamo-do-Canadá (Behmer *et al.*, 1976). As fotomicrografias das lâminas foram feitas com o microscópio de luz e transmissão de imagem e visualizadas pelo software da Carl Zeiss AxioVision LE Rel. 4.8.1, no Laboratório de Patologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV da UNESP.

3.1.1.3.6. Ácido Graxos das Gônadas

No final do experimento foram amostradas cinco gônadas de fêmeas, por tratamento, e conservadas em nitrogênio líquido para análise dos ácidos graxos essenciais, que foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Departamento de Biologia da UNESP de Jaboticabal. As gônadas foram descongeladas em banho-maria, homogeneizados formando um *mix*, e uma alíquota de 3g da amostra foi transferida para



um erlenmeyer de 125mL, adicionados 10mL de clorofórmio, 20mL de metanol e 8mL de água destilada. Utilizou-se um agitador orbital por 30 minutos para ressuspender a amostra e os reagentes. Após adicionar 10mL de clorofórmio e 10mL de sulfato de sódio (1,5%) a solução foi agitada vigorosamente por mais dois minutos e as camadas foram separadas naturalmente. Por meio de sucção, a camada superior foi descartada e o restante foi colocado em um tubo Falcon de 50mL. 10mL do filtrado foram transferidos para um béquer de 50mL. Logo após a evaporação do solvente em estufa de ar forçado à 55°C, o substrato esfriou em dessecador, para a pesagem. Após este procedimento, 50mg da matéria lipídica extraída foi retirada e transferida para um tubo Falcon de 15mL. Adicionou-se 2mL de n-Heptano, agitando a mistura até a completa dissolução do lipídio. Foram colocados 2mL de KOH 2mol.L⁻¹ em metanol, em tubo tampado e submetido à agitação vigorosa por aproximadamente cinco minutos, até a obtenção de uma solução levemente turva. Após a separação das fases, foi transferido 1mL da camada superior (Leptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) para Eppendorf de 1,5mL fechado hermeticamente, protegendo-o da luz e armazenado em freezer, para análise em cromatógrafo. O Cromatógrafo utilizado foi a gás GC – 14B – Shimadzu, com coluna capilar, sílica fundida, OMEGAWAX 250 (30m X 0,25mm X 0,25µm), n°24136 – SUPELCO, com programação de temperatura da coluna a 50°C.min⁻¹, aquecimento de 4°C até 220°C, e permaneceu nesta temperatura por mais 25 min para a queima do lipídio (Bligh e Dyer 1959).



4. Resultados e Discussão

4.1. Parâmetros Zootécnicos e Reprodutivos

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos índices zootécnicos das matrizes desovantes ao final do período experimental.

Os peixes alimentados com a dieta contendo óleo de peixe apresentaram as maiores médias para peso, comprimento total e comprimento padrão (237,3g; 22,3cm e 18,4cm respectivamente), não apresentando diferença significativa, comparado com as dietas contendo óleo de linhaça em relação ao peso. No presente trabalho, os menores valores de peso, comprimento total e comprimento padrão foram observados nos peixes que receberam dietas contendo o óleo de fígado de bacalhau, não apresentando diferenças significativas em relação ao óleo de soja e palma. De acordo com Vargas *et al.* (2007), tilápias-do-nilo alimentadas com 5% inclusão de óleo de milho, peixe ou linhaça na dieta, apresentaram valores de peso médio de 192,3; 203,2 e 213,2g respectivamente.

Para o rendimento de filé, o maior valor foi observado nos peixes alimentados com a dieta contendo óleo de peixe (32,76%), diferindo significativamente apenas dos peixes que receberam dieta com inclusão de óleo de linhaça, o qual apresentou o menor valor de rendimento de filé (29,33%), não diferindo significativamente da dieta contendo óleo de soja (31,46%). Boscolo *et al.* (2004) observaram médias de rendimento de filé, de 36,6%, quando as tilápias foram alimentadas com inclusão de 3,2% de óleo de soja na dieta, valor superior ao observado no presente estudo. No presente trabalho o peso final dos peixes não influenciou o rendimento de filé. Do mesmo modo, Pinheiros *et al.* (2006) observaram que o peso de tilápia-do-nilo de 300g a 1Kg não influencia no rendimento industrial de filé.



Tabela 4 - Índices zootécnicos das matrizes desovantes, alimentadas com dietas contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB), ao final do período experimental.

Estatística	Peso	Compr. total	Compr. padrão	Rendimento Filé ²	Sobrev.
	(g)	(cm)	(cm)	%	%
F tratamento	11,37 (0,0001)**	6,90 (0,0001)**	5,48 (0,0004)*	5,28 (0,0032)**	-
CV	15,19	4,81	5,1	4,36	-
Tratamentos	Médias ¹				
TOL	219,2 ^{ab} (± 60,35)	22,16 ^a (± 1,068)	18,23 ^{ab} (± 1,251)	29,33 ^b (± 1,64)	100
TOS	213,9 ^{bc} (± 75,84)	21,78 ^{ab} (± 2,010)	18,05 ^{abc} (± 1,991)	31,46 ^{ab} (± 1,56)	100
TOP	196,4 ^c (± 97,20)	21,45 ^b (± 1,693)	17,59 ^c (± 1,497)	32,07 ^a (± 1,46)	100
TOPX	237,3 ^a (± 58,25)	22,39 ^a (± 1,722)	18,40 ^a (± 1,573)	32,76 ^a (± 0,96)	100
TOFB	195,3 ^c (± 49,81)	21,37 ^b (± 1,655)	17,67 ^{bc} (± 1,632)	31,72 ^a (± 1,09)	100

** nível de 1% de probabilidade. ¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere entre si. ²O filé foi retirado com auxílio de faca eliminando os espinhos intramusculares e o couro.

Estas informações no entanto, são de grande importância para a cadeia produtiva da tilápia (Boscolo *et al.*, 2004), uma vez que o maior peso corporal dos peixes proporciona maior produção para piscicultura e o maior rendimento de filé, maior produção para indústria de pescado.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados dos índices gonadosomático, hepatossomático e gordura visceral, das matrizes desovantes ao final do período experimental.

Não houve diferença significativa no índice gonadosomático das matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com as diferentes fontes de lipídios, variando de 1,81 a 3,07%. Bombardelli *et al.* (2009) observaram índice gonadosomático de 3,77 para tilápia-do-nilo alimentada com dieta contendo 5,21% de inclusão de óleo de soja. Wing-Keong e Yan (2011) observaram em matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo 9,16% de óleo de peixe, palma ou linhaça e obtiveram valores diferentes do presente trabalho, sendo respectivamente 3,3; 4,4 e 2,8%.



Tabela 5 - Índices somáticos em matrizes de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB), ao final do período experimental.

Estatística	Índice Gonadosomático (%)	Índice Hepatosomático (%)	Gordura Visceral (%)
F. tratamentos	1,09 (0,3914) ^{ns}	10,24 (0,0001)**	94,18 (0,0001)**
CV	42,27	21,45	19,33
Tratamentos	Médias ¹		
TOL	3,07	3,03 ^a (± 2,05)	17,17 ^b (± 1,31)
TOS	1,81	2,65 ^{ab} (± 1,65)	23,50 ^a (± 4,82)
TOP	2,70	1,93 ^{bc} (± 1,43)	4,30 ^d (± 0,72)
TOPX	2,60	1,53 ^c (± 1,98)	11,75 ^c (± 1,19)
TOFB	2,72	1,88 ^{bc} (± 1,84)	3,14 ^d (± 1,56)

** Nível de 1% de probabilidade. ¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem-se entre si.

Os maiores valores do índice hepatossomático foram observados nos peixes alimentados com a dieta contendo óleo de linhaça, (3,03%), não diferenciando significativamente daqueles alimentados com a dieta contendo óleo de soja (2,65%), mas diferiram de outros. O menor índice hepatossomático foi observado nas matrizes alimentadas com dieta contendo óleo de peixe (1,53%), não diferenciando dos tratamentos contendo óleo de palma e fígado de bacalhau. Navarro *et al.* (2010) obtiveram valores de 1,22%, quando incluíram 7,6% de óleo de soja em dietas para alevinos de tilápia, inferior ao encontrado no presente trabalho. Graciano *et al.* (2010) encontraram valor de 1,88%, para tilápia-do-nilo alimentadas com adição de 5% de óleo de soja na dieta, também inferior ao observado no presente trabalho.

O maior índice de gordura visceral foi encontrado nas matrizes de tilápia alimentadas com dieta contendo óleo de soja (23,50%), diferenciando significativamente dos outros tratamentos. A inclusão do óleo de fígado de bacalhau proporcionou o menor índice de gordura visceral (3,14%) não diferindo dos peixes alimentados com dietas contendo óleo de palma. Losekann *et al.* (2008) apresentaram dados de gordura visceral, em jundiá, semelhantes ao presente trabalho, de 25,65%



quando arraçoados com dietas contendo 5% de óleo de soja. Araujo (2009) observou 2,41% de gordura visceral em tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo, 6% de óleo de linhaça, inferior ao presente estudo. A gordura visceral é um dado importante a ser analisado, uma vez que elimina a idéia de que o maior peso final é do melhor peixe. Este peso pode estar relacionado com a gordura visceral, que traz prejuízos á saúde do peixe e conseqüentemente um menor rendimento de filé.

Os resultados do desempenho reprodutivo de matrizes de tilápia-do-nilo encontram-se na Tabela 6.

Os maiores valores do número médio de desova por coleta foram observados nos peixes alimentados com dieta contendo óleo de palma e fígado de bacalhau (5 desova.coleta⁻¹), não apresentando diferença significativa para os peixes que receberam a inclusão de óleo de peixe e soja. No presente trabalho o menor número de desovas por coleta foi observado nas matrizes arraçadas com dietas com óleo de linhaça (2,23 desova.coleta⁻¹), não diferenciando do óleo de peixe e soja. Números de desovas próximos ao presente trabalho foram observados para tilápia-do-nilo, alimentadas com inclusão de 5% de óleo de fígado de bacalhau (4,3 desovas/coleta) e óleo de soja (3,7 desovas/coleta), (El-Sayed *et al.*, 2005). Ballestrazzi *et al.* (2003) observaram que a inclusão de 1% de óleo de fígado de bacalhau em dietas para truta arco-íris mostraram maior produção de ovos, quando comparado com 1% de óleo de coco.

O número total de desovas ao final do experimento foi maior para os peixes que receberam a dieta contendo óleo de fígado de bacalhau, peixe e palma (57, 50 e 54 desovas, respectivamente) e o menor valor foi observado para a dieta com óleo de linhaça (32 desovas). Nho (1996), citado por Bhujel (2000), observou 51 desovas em um período de 90 dias para tilápia GIFT, próximo aos valores encontrados para os peixes que receberam óleo de palma, óleo de peixe ou óleo de fígado de bacalhau.



Resultados e Discussão

Tabela 6 - Desempenho reprodutivo de matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com ração contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB), ao final do período experimental.

Estadística	Nº de desova/coleta ¹	Nº total de desovas/período	Fertilidade dos ovos (%)	Fecundidade absoluta ovos (ovos/desova/fêmea)	Fecundidade absoluta larvas (larvas/fêmea)	Nº total de larvas
F tratamento	7,28 (0,0001)**	-	23,83 (0,0001)**	25,98 (0,0001)**	9,32 (0,0001)**	
CV	41,86	-	6,46	34,35	87,65	-
Tratamentos	Médias ²					
TOL	2,2 ^b (± 1,12)	32	85,8 ^c (± 4,12)	603,0 ^b (± 381,03)	136,2 ^c (± 112,16)	8.600
TOS	3,0 ^{ab} (± 2,14)	44	90,4 ^b (± 2,15)	764,0 ^b (± 295,10)	290,6 ^{bc} (± 210,72)	11.199
TOP	5,0 ^a (± 2,51)	54	97,0 ^a (± 3,38)	1.161,7 ^a (± 435,02)	522,7 ^a (± 101,18)	14.868
TOPX	4,2 ^{ab} (± 2,76)	50	95,6 ^b (± 4,01)	1.168,4 ^a (± 321,13)	453,0 ^{ab} (± 152,10)	15.830
TOFB	5,0 ^a (± 2,66)	57	95,7 ^a (± 3,58)	1.186,8 ^a (± 232,92)	490,2 ^{ab} (± 292,21)	19.399

¹Número de desova por coleta (uma vez por semana). ** ao nível de 1% de probabilidade. ² Médias seguidas de mesma letra não difere-se entre si.



A taxa de fertilidade consiste na porcentagem de ovos viáveis de uma desova. As maiores taxas de fertilidade foram observadas nas matrizes que receberam a dieta contendo óleo de palma (97,0%), óleo de fígado de bacalhau (95,7%) e óleo de peixe (95,6%), diferenciando significativamente dos peixes alimentados com dietas contendo óleo de linhaça e óleo de soja. El-Sayed *et al.* (2005) observaram que a inclusão de 5% de óleo de soja e fígado de bacalhau na dieta de tilápia proporcionaram taxas de 58,97 e 60,11% respectivamente, inferiores à observado no presente trabalho.

A fecundidade absoluta dos ovos consiste no número médio de ovos/desova/fêmea. O maior valor de fecundidade absoluta dos ovos do presente trabalho foram observados nas fêmeas alimentadas com a dieta contendo óleo de fígado de bacalhau (1.186,8 ovos/desova/fêmeas), não apresentando diferença significativa em relação aos peixes alimentados com as dietas contendo óleo de palma e peixe. Wing-Keong e Yan (2011) observaram valores maiores do que o presente trabalho, quando utilizaram para matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo 9,16% de óleo de peixe (2.694 ovos/desova/fêmea), palma (3.819 ovos/desova/fêmea) ou linhaça (1.450 ovos/desova/fêmea), nível de inclusão superior ao utilizado no presente trabalho. Os menores valores de fecundidade absoluta dos ovos do presente experimento foram observados nos peixes que receberam óleo de linhaça (603,0 ovos/desova/fêmea), não diferenciando dos peixes alimentados com a dieta contendo óleo de soja. Nogueira *et al.* (2002) relataram que fêmeas de tilápia-do-nilo, na primeira maturação, apresentaram fecundidade que variou entre 581 a 754 ovos/desova, independente da dieta.

Os peixes que receberam a dieta contendo óleo de palma apresentaram os maiores valores de fecundidade absoluta das larvas (522,7 larvas) não diferindo significativamente das dietas contendo óleo de peixe e fígado de bacalhau. O menor



número de larvas foi observado na dieta contendo óleo de linhaça (136,2 larvas/fêmeas), não apresentando diferenças significativas em relação ao óleo de soja. Proença e Bittencourt (1994) observaram resultados semelhantes, de 100 a 500 larvas/fêmeas, dependendo do tamanho das mesmas. Watanabe e Kuo (1985) observaram que fêmeas de tilápia-do-nilo de 99 a 277g de peso corporal produzem em média 710 larvas.

O maior número de larvas ao final do experimento foi obtido pelos peixes arraoados com as dietas contendo óleo de fígado de bacalhau (19.399 larvas), e o menor número foi para os peixes que receberam a dieta contendo óleo linhaça, com 8.600 larvas. Estes resultados são de grande interesse aos produtores, uma vez que a sobrevivência das larvas reflete no lucro direto da empresa (Dias-Koberstein, 2011, comunicação pessoal).

4.2. Desafio de jejum de larvas

A Figura 3 mostra a mortalidade das larvas no período de 12 dias de observação. Os resultados mostraram que as larvas provenientes das matrizes alimentadas com óleo de linhaça morreram nos três primeiros dias. O óleo de linhaça como fonte de ácidos graxos para tilápia-do-nilo não foi bem utilizado na transferência de nutrientes dos reprodutores para as larvas.

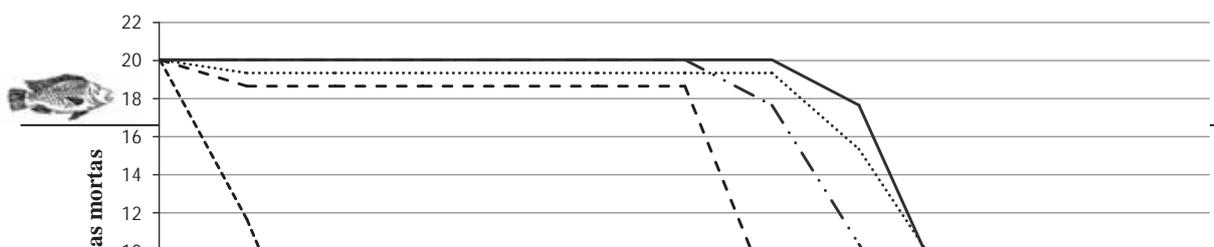


Figura 3 – Número de larvas mortas de tilápia-do-nilo no desafio de jejum.

As larvas provenientes das matrizes que receberam as outras dietas mantiveram-se vivas até o 12º dia de observação, sugerindo que estas fontes de lipídios oferecidas aos reprodutores, prepararam a progênie para suportar um longo período de jejum, exceto para o óleo de soja que sobreviveram até 11º dia sem alimentação. Discordando dos resultados, Bombardelli *et al.* (2009) observaram que o aumento da inclusão de óleo de soja (0 a 14,39%) na dieta de matrizes de tilápias-do-nilo proporcionou uma sobrevida no desafio de jejum de 16 para 21 dias, até a mortalidade total das larvas. Essa melhora na qualidade larval pode estar relacionada ao vigor das proles e, possivelmente, devido à maior deposição de nutrientes da dieta das fêmeas para os ovócitos durante a vitelogênese.

Por meio de estudos de biologia de peixes brasileiros no ambiente natural, várias espécies migradoras apresentam grandes depósitos de gordura intramuscular e intraperitoneal quando se inicia o desenvolvimento gonadal. A presença desses depósitos lipídicos permite que a fase de vitelogênese, no ambiente natural, coincida com uma fase de restrição na disponibilidade alimentar de várias espécies. Dessa forma,



observa-se uma redução natural na ingestão de alimentos durante a fase de maturação gonadal, sendo gradativamente utilizada a energia armazenada, o que praticamente extingue os depósitos lipídicos, liberando espaço para que a cavidade abdominal passe a ser ocupada por gônadas bastante desenvolvidas (Zaniboni Filho; Nuñez 2004).

Observamos na natureza, que as desovas ocorrem nos períodos chuvosos. As fêmeas desovam e os ovos flutuam, para que sejam levados para as lagoas marginais, ou também chamados de lares de criação e alimentação das larvas. Neste período, os alimentos são escassos e levados pela correnteza, e conseqüentemente dificulta a alimentação das larvas (comunicação pessoal Dias-Koberstein, 2009).

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que a composição das fontes lipídicas das dietas amplia o tempo necessário para ocorrer 100% de mortalidade de larvas em jejum.

4.3. Parâmetros Hematológicos

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da contagem de células da série vermelha (eritograma) e teor de proteínas plasmáticas totais em matrizes de tilápia-do-nylo alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios como óleo de linhaça, soja, palma, peixe ou fígado de bacalhau, durante o período experimental.

Para os parâmetros do eritograma não foram observadas diferenças significativas entre percentual de hematócrito, taxa de hemoglobina e concentração de hemoglobina corpuscular média. A taxa de hematócrito variou de 28,48 a 29,71%. Resultados semelhantes foram obtidos por Araujo *et al.* (2011), quando incluiu 6% do óleo de girassol ou linhaça nas dietas experimentais de tilápia-do-nylo, obtendo taxas de 26,25% e 28,90%, respectivamente. A taxa de hematócrito é um parâmetro utilizado



para diagnosticar anemias, policitemia (situação oposta à anemia) e monitoramentos hemorrágicos, por meio do volume relativo ocupado pelos eritrócitos em uma amostra de sangue (ou volume celular condensado) expresso em porcentagem (Gomes *et al.*, 2006). Falcon *et al.* (2007) observaram resultados semelhantes para matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com 12% de lipídios

Tabela 7 - Eritrograma e teor de proteínas plasmáticas totais de matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com ração contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB) ao final do período experimental.

Parâmetros	Tratamentos					CV
	TOL	TOS	TOP	TOPX	TOFB	
	Médias ^{ns}					
	Eritrograma					
HTC (%)	9,17 (±1,50)	29,71 (±0,45)	28,48 (±0,72)	29,54 (±1,06)	29,00 (±1,20)	39,1
HB (g.dL ⁻¹)	8,39 (±1,82)	8,08 (±1,69)	8,10 (±0,67)	8,47 (±1,33)	8,30 (±1,18)	65,2
CHCM (g.dL ⁻¹)	29,88 (±6,82)	27,21 (±5,34)	28,55 (±2,98)	28,82 (±5,19)	28,77 (±4,80)	25,9
	Proteína Plasmáticas Totais					
PPT (g.dL ⁻¹)	7,58(± 0,07)	8,24 (±0,82)	7,37 (±0,65)	8,23 (±0,30)	7,89 (±0,83)	51,0

^{ns} não significativo ($P > 0,05$) entre si conforme as médias do teste de Tukey. HTC - percentual de hematócrito, HB - taxa de hemoglobina, CHCM - concentração de hemoglobina corpuscular média, PPT - proteínas plasmáticas totais.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados, em relação às taxas de hemoglobina, variando de 8,08 a 8,47g.dL⁻¹. Hisano *et al.* (2006) afirmam que peixes mais ativos como a tilápia-do-nilo podem ter valores de hemoglobina mais altos, com média de $6,24 \pm 0,21$ g.dL⁻¹. Pontes *et al.* (2010) observaram taxas de hemoglobina de 5,51 a 6,17g.dL⁻¹, em juvenis de tilápia-do-nilo alimentadas com diferentes níveis de farinha de peixe (0 a 6%) nas dietas. Os valores observados pelos autores acima, corroboram com os encontrados no presente trabalho.

A determinação da concentração de hemoglobina é um dos meios mais simples e usuais como indicador de anemias (Collier, 1944). A variação da concentração de hemoglobina está relacionada a fatores, como a atividade do animal, altitude,



temperatura da região e sazonalidade (Harris, 1972). A taxa de hemoglobina sanguínea compromete o transporte de oxigênio para os tecidos, causando como principais sintomas as alterações da pele e das mucosas (palidez), gastrintestinais (estomatite), fadiga, fraqueza, redução da função promotora do crescimento e do desenvolvimento psicomotor, anemia, além de afetar o sistema imunológico (Osório 2002).

A concentração de hemoglobina corpuscular média observada no presente trabalho não diferiu significativamente entre os tratamentos estudados, variando de 27,21 a 29,88 g.dL⁻¹. Falcon *et al.* (2007) observaram valores de 27,86 g.dL⁻¹, para a dieta contendo 12% de óleo de soja para tilápia-do-nilo, resultado semelhante ao presente trabalho. CHCM (Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média) indica o valor médio da porcentagem em peso da hemoglobina por eritrócito e varia pouco entre as espécies. É um parâmetro que avalia a hemoglobina encontrada em 100 mL de hemácias.

Os valores de proteínas plasmáticas observadas no presente trabalho também não diferiram significativamente entre os tratamentos variando de 7,37 a 8,24 g.dL⁻¹. A maioria das proteínas plasmáticas é sintetizadas no fígado, como a albumina, a alfa e a beta globulina. A proteína plasmática total é um parâmetro importante para a determinação de doenças gastrintestinais, hepáticas, renais e infecciosas, onde reflete um equilíbrio entre as concentrações extra e intravasculares de proteínas e na maioria das vezes, é o reflexo da nutrição desbalanceada (Da Silva 2008).

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados da leucometria de matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios como óleo de linhaça, soja, palma, peixe ou fígado de bacalhau durante o período experimental.



Tabela 8 - Leucometria diferencial de matrizes de tilápia-do-nilo, alimentadas com ração contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB), ao final do período experimental.

Parâmetros	Tratamentos				
	Médias ^{ns}				
	TOL	TOS	TOP	TOPX	TOFB
Monócito (%)	3,34 (±0,831)	2,50 (±0,875)	3,17 (±1,021)	3,21 (±0,764)	2,96 (±1,233)
Linfócitos (%)	85,09 (±2,68)	86,80 (±4,36)	86,38 (±1,68)	88,00 (±3,36)	87,25 (±5,69)
Basófilo (%)	1,84 (±0,47)	1,96 (±0,62)	1,31 (±0,55)	1,79 (±0,73)	1,75 (±1,44)
Neutrófilo (%)	9,79 (±2,13)	8,29 (±3,06)	8,86 (±2,06)	6,63 (±2,50)	7,63 (±2,75)
Leucócitos imaturos (%)	0,29 (±0,18)	0,42 (±0,38)	0,29 (±0,18)	0,38 (±0,32)	0,42 (±0,31)

^{ns} não significativo ($P > 0,05$)

Os leucócitos são classificados de acordo com a quantidade de grânulos do citoplasma e a quantidade de lóbulos nucleares. Sendo assim, são divididos em dois grupos: granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) e agranulócitos (monócitos e linfócitos) (Hokama e Machado, 1997).

O eritograma é o estudo das células vermelhas que estão descritos a seguir. As células analisadas dos leucogramas foram: monócitos, linfócitos, basófilos, neutrófilos e leucócitos imaturos e não houve diferença significativa em relação à leucometria diferencial das matrizes de tilápia-do-nilo, suplementadas com fontes de lipídios.

Os peixes que receberam as dietas contendo óleo de linhaça apresentaram a maior porcentagem de monócitos (3,34%) e a menor porcentagem (2,50%) para o óleo de soja ($P > 0,05$), no entanto, não houve diferença significativa entre as fontes lipídicas estudadas. Resultados semelhantes foram observados por Tavares-Dias e Moraes (2003), que observaram valores de monócitos de $2,7 \pm 1,6\%$, em *Tilapia rendalli* em um pesque-pague na região de Franca, estado de São Paulo.

Os linfócitos produzem anticorpos e participam do processo inflamatório. São células que respondem de forma específica aos antígenos, com atuação através da produção de anticorpos, que somente ocorre após o reconhecimento de um determinado antígeno por um linfócito (Finn e Nielson, 1971).



Os peixes que receberam a dieta contendo óleo de peixe apresentaram a maior porcentagem de linfócito (88,00%) a menor porcentagem foi observada (85,09%) para a dieta com óleo de soja ($P>0,05$), mas não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. Falcon *et al.* (2008) estudaram a inclusão de 6% de óleo de soja para tilápia-do-nilo e observaram valores de 95,48% de linfócitos. Estes valores são maiores do que os encontrados no presente trabalho.

As células basófilas exercem função fagocítica, embora não o fazem com a mesma avidéz dos neutrófilos. Nos mamíferos, são células derivadas da medula óssea e participam de processos alérgicos e respostas imunológicas (Lorenzi, 1999). As funções das células basófilas estão associadas com as situações de tensão severa ou prolongadas e a processos tóxicos e septicêmicos (multiplicação bacteriana no sangue). Os basófilos encontram-se no sangue periférico (ou veias periféricas) e aumentam em processos necróticos, etapas iniciais da inflamação e reações de hipersensibilidade e situações de estresse (Cardoso e Tessari, 2003).

Os peixes provenientes das dietas contendo diferentes fontes lipídicas, não diferenciaram significativamente entre si, em relação às porcentagens de basófilos e variaram de $1,31 \pm 0,55$ a $1,96 \pm 0,62\%$. Negrete *et al.* (2009) verificaram que fêmeas de bagre (*Sorubim cuspicaudus*) apresentaram porcentagens de basófilos de $3,28\% \pm 3,7$, superior ao do presente trabalho. Os autores afirmam que quanto menor a porcentagem de células basófilas, melhor o bem estar do peixe. Os basófilos aparecem em grandes quantidades no sangue quando há uma deficiência de ferro e insuficiência renal crônica (Hokama e Machado, 1997).

Cardoso e Tessari (2003) relatam que a contagem total de leucócitos é necessária para poder interpretar com maior certeza a natureza de uma infecção viral ou bacteriana quando se associa com a interpretação da contagem diferencial de leucócitos ou avaliar



o estado geral de um animal. Em geral, os leucócitos são células de defesa e participam da resposta imunológica (Fernandez *et al.*, 2002).

Os peixes que receberam as dietas contendo as diferentes fontes lipídicas, não apresentaram diferença significativa em relação aos leucócitos imaturos, e variaram de 0,29 a 0,42%. Vasques-Piñeros *et al.* (2010), observaram tilápias infectadas com *Aeromonas Hydrophila* e *Edwardsiella tarda* e controle e apresentaram porcentagens de leucócitos imaturos de $0,25\% \pm 0,46$; $0,25\% \pm 0,46$ e 0, respectivamente.

Na Tabela 9 estão apresentados os parâmetros de desempenho zootécnico de matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com diferentes fontes de lipídios durante o período experimental. Os parâmetros analisados foram: comprimento total, peso, fator de condição e sobrevivência durante 30, 60 e 90 dias do início do experimento.

Não houve diferença significativa entre as fontes lipídicas estudadas em relação ao comprimento total das matrizes de tilápia-do-nilo, em cada período estudado, variando de 20,6 a 21,9cm. Nos períodos estudados (30, 60 e 90 dias), o comprimento total apresentou diferença significativa na última (90 dias) para a primeira observação realizada (30 dias). Bombardelli *et al.* (2009) verificaram que fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo a inclusão de óleo de soja (0; 0,61; 5,21; 9,8 ou 14,39%), apresentaram maiores comprimentos nas dietas contendo 9,8%.



Tabela 9 - Parâmetros de desempenho zootécnico de matrizes de tilápia-do-nylo alimentadas com ração contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB), ao final do período experimental.

Parâmetro	Tratamento	30 dias	60 dias	90 dias	CV (%)
Comprimento total (cm)	TOL	21,9 ^{Ba}	24,0 ^{ABa}	25,4 ^{Aa}	10,29
	TOS	20,8 ^{Ba}	23,3 ^{ABa}	25,3 ^{Aa}	8,75
	TOP	20,6 ^{Ba}	23,5 ^{ABa}	24,0 ^{Aa}	9,98
	TOPX	21,6 ^{Ba}	25,2 ^{Aa}	24,6 ^{ABa}	10,82
	TOFB	21,1 ^{Ba}	23,5 ^{ABa}	23,8 ^{Aa}	8,28
Peso (g)	TOL	240,5 ^{Aa}	307,5 ^{Aa}	372,5 ^{Aa}	34,85
	TOS	187,0 ^{Ba}	271,2 ^{ABa}	357,0 ^{Aa}	26,73
	TOP	188,2 ^{Aa}	255,7 ^{Aa}	264,2 ^{Aa}	33,51
	TOPX	220,0 ^{Ba}	329,2 ^{ABa}	340,2 ^{Aa}	30,69
	TOFB	215,2 ^{Aa}	258,7 ^{Aa}	284,2 ^{Aa}	28,44
Fator Relativo Condição	TOL	0,99 ^{Aa}	1,00 ^{Aa}	0,99 ^{Ab}	1,68
	TOS	1,00 ^{Aa}	1,00 ^{Aa}	1,00 ^{Ab}	1,69
	TOP	1,00 ^{Aa}	1,02 ^{Aa}	1,02 ^{Aa}	2,17
	TOPX	1,00 ^{Aa}	1,00 ^{Aa}	1,00 ^{Ab}	1,52
	TOFB	0,99 ^{Ba}	1,01 ^{Aa}	1,01 ^{ABab}	1,8
Sobrevivência (%)	TOL	100	100	100	0
	TOS	100	100	100	0
	TOP	100	100	100	0
	TOPX	100	100	100	0
	TOFB	100	100	100	0

Letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Em relação ao peso das fêmeas, não houve diferença significativa entre os peixes que receberam as diferentes fontes lipídicas, mas diferiram significativamente entre os períodos estudados para óleo de soja (30 e 90 dias) e óleo de peixe (30 e 90 dias). Bombardelli *et al.* (2009) observaram peso semelhante ao presente trabalho, quando incluíram na dieta de tilápia-do-nylo 5,21% de óleo de soja (126,8g).

Os peixes que receberam ração contendo óleo de palma, com relação ao fator de condição, diferiram significativamente daqueles alimentados com óleo de linhaça e de soja, aos 90 dias de experimento. Entre os períodos analisados, os peixes que receberam



a dieta contendo óleo de fígado de bacalhau aos 90 dias diferiram significativamente das observações realizadas aos 30 dias do período experimental, para o fator de condição.

Boscolo *et al.* (2005) incluíram óleo de soja na dieta de larvas de tilápia-do-nilo (0 a 15,4%) e observaram valores de fator de condição de 2,1 a 2,2. Losekann *et al.* (2008) observaram que jundiás que receberam dietas contendo 5% de óleo de soja, apresentaram valores de fator de condição de 0,9, inferior ao presente trabalho.

4.4. Parâmetros Fisiológicos

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados dos parâmetros fisiológicos das matrizes de tilápia-do-nilo ao final do período experimental.

Os parâmetros fisiológicos analisados foram: lipídios totais do fígado, colesterol e triglicerídeos.

As tilápias que receberam dietas com diferentes fontes lipídicas, não apresentaram diferença significativa em relação à porcentagem de lipídios totais no fígado, variando de 4,4 a 7,1%. As lipoproteínas são responsáveis pelo transporte dos lipídios até o fígado, por meio dos ramos da artéria hepática alcançando os hepatócitos (células do fígado) e são transformados novamente em ácidos graxos e glicerol (Pereira 2005). Os principais lipídios do plasma são colesterol, triglicerídeos, fosfolipídios e ácidos graxos não-esterificados (Schiavo *et al.*, 2003).



Tabela 10 - Parâmetros fisiológicos de matrizes de tilápia-do-nilo alimentadas com ração contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB), ao final do período experimental.

Estatística	Lipídios Totais Fígado (%)	Colesterol mg.dl ⁻¹	Triglicerídeos mg.dl ⁻¹
F. para tratamento	0,69 (0,6038) ^{ns}	14,16 (0,0001)*	6,03 (0,0011)*
CV	51,44	20,26	45,62
	Médias		
TOL	6,08	222,7 ^{bc} (±52,88)	433,6 ^{bc} (±64,57)
TOS	7,06	298,2 ^a (±33,25)	680,7 ^{ab} (±71,69)
TOP	5,68	150,9 ^d (±12,46)	313,4 ^c (±41,11)
TOPX	5,25	172,5 ^{dc} (±22,08)	340,4 ^{bc} (±10,55)
TOFB	4,37	282,2 ^{ab} (±39,12)	806,6 ^a (±56,88)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

Falcon *et al.* (2007) incluíram 12% de óleo de soja em dietas para tilápia-do-nilo e obtiveram valores de 15,6% de lipídios no fígado, superior aos encontrados no presente trabalho. Santos *et al.* (2007) trabalharam com e sem a inclusão de ácido linoléico conjugado CLA (0,05% do lipídios) em dietas para tilápia-do-nilo e observaram valores de lipídios totais do fígado abaixo do presente trabalho (3,52% ± 0,25 sem CLA e 3,70% ± 0,41 com CLA).

Os ácidos graxos saturados são considerados hipercolesterolêmicos (aumentam o colesterol) e os mais preocupantes, neste sentido, são mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmítico (C16:0). O colesterol é uma substância, pertencente ao grupo dos lipídios, presentes no reino animal. Desempenha funções importantes no organismo humano, sendo constituintes de todas as células do corpo, chave intermediária na produção de ácidos biliares, precursor de hormônios e participa da síntese de vitamina D3. A maior parte do colesterol do organismo humano, aproximadamente 70% é proveniente da síntese biológica (colesterol endógeno), sendo que apenas 30% fornecido pela dieta (colesterol exógeno) (Bragagnolo, 2001).

As matrizes de tilápia-do-nilo que receberam as dietas contendo óleo de soja e fígado de bacalhau apresentaram os maiores valores de colesterol (298,27 e 282,25



mg.dl⁻¹ respectivamente). O menor valor observado foi para os peixes da dieta contendo óleo de palma (150,95 mg.dl⁻¹). Araujo *et al.* (2011) incluíram 6% de óleo de linhaça na dieta de tilápia-do-nilo e observaram valores de colesterol total de 139 mg.dl⁻¹, inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Peng *et al.* (2008) observaram que a utilização de óleos vegetais nas dietas dos peixes contribuem na diminuição de colesterol plasmático, devido a existência de ácidos graxos que podem afetar a absorção do colesterol. Neu (2011) observou em juvenis de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de glicerol (0 a 10%), que não houve diferença significativa entre os tratamentos e o menor valor médio do colesterol, foi de (195,48 mg.dl⁻¹±18,65).

Visentainer *et al.* (2005) ressaltam que um aumento na ingestão de ácidos graxos polinsaturados ômega-3, reduzem a taxa de triglicerídeos no sangue, quando substitui óleo de girassol pelo de linhaça, com inclusão de 5% na dieta para tilápia. Os elevados níveis de triglicerídeos no soro estão associados com as seguintes condições patogênicas: diminuição dos níveis de HDL (lipoproteínas de alta densidade) no soro; aumento das lipoproteínas remanescentes; elevação da LDL (lipoproteína de baixa densidade) e aumento das condições trombogênicas (formação de coágulos), causando riscos de doenças cardiovasculares (Schiavo *et al.*, 2003).

Os maiores valores de triglicerídeos foram obtidos nos peixes que receberam dietas contendo óleo de fígado de bacalhau e soja (806,6; 680,7 mg.dl⁻¹ respectivamente), não diferenciando significativa entre si. Araujo *et al.* (2011) observaram tilápias-do-nilo alimentadas com inclusão de 6% de óleo de linhaça na dieta e obtiveram valores de 256,2 mg.dl⁻¹, inferiores aos encontrados no presente estudo. Neu (2011) observou que tilápia-do-nilo alimentadas com a inclusão de 5% de glicerol nas dietas apresentam valores de triglicerídeos de 141,02 ±59,86, inferior aos resultados



do presente trabalho. Os altos níveis de colesterol e triglicerídeos em pacu são resultados de dietas com elevado teores de lipídios (Da Silva, 2008).

4.5. Histologia do Fígado

A análise histológica do tecido hepático está demonstrada na Figura 4, mostrando as alterações das estruturas morfológicas dos hepatócitos supostamente repletos de glicogênio ou gordura. Os peixes do tratamento com óleo de linhaça apresentaram maior hepatodistrofia difusa mais especificamente vacuolização (suspeita de esteatose), seguido do óleo de peixe e uma moderada vacuolização para o óleo de soja e fígado de bacalhau e leve presença de vacuolização para o óleo de palma. Bombardelli *et al.* (2009) alimentaram matrizes de tilápia-do-nilo com inclusão de óleo de soja na dieta (0 a 14,39%) e não observaram evidências de alterações das estruturas morfológicas, nas análises histológicas do tecido hepático, resultado oposto ao presente trabalho, cujas alterações foram observadas nos peixes que receberam dietas contendo óleo de linhaça e soja.

A degeneração da gordura, também conhecida como metamorfose gordurosa, esteatose, lipidose, e infiltração gordurosa é uma doença provocada pelo desequilíbrio entre a captação hepática dos ácidos graxos e sua utilização. A doença causa a presença excessiva de lipídios no fígado e ocorre quando a quantidade de triglicerídeos excede seus índices de degradação metabólica ou liberação como lipoproteínas (Silva e Gonçalves, 2008).



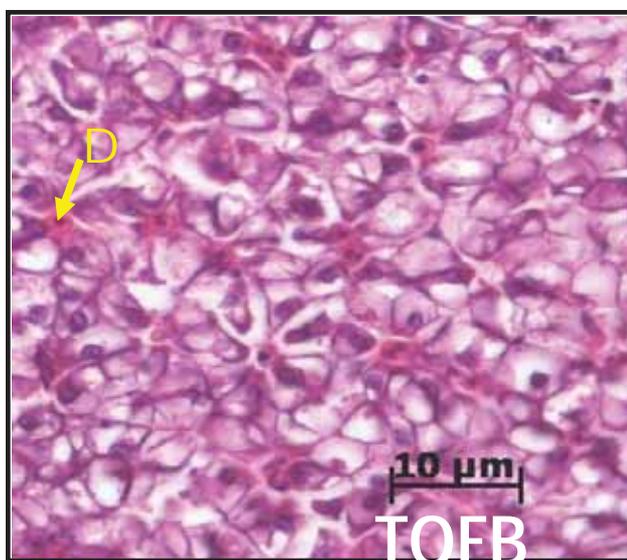
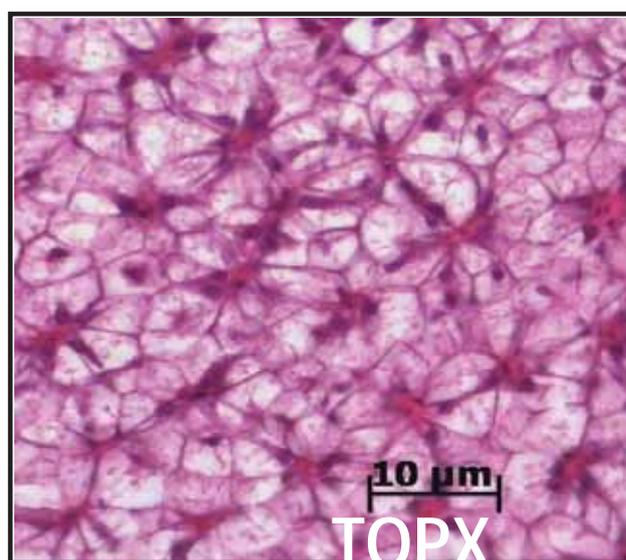
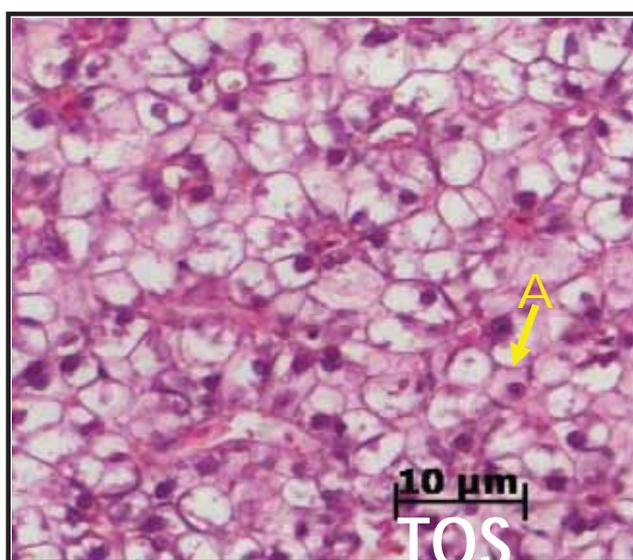
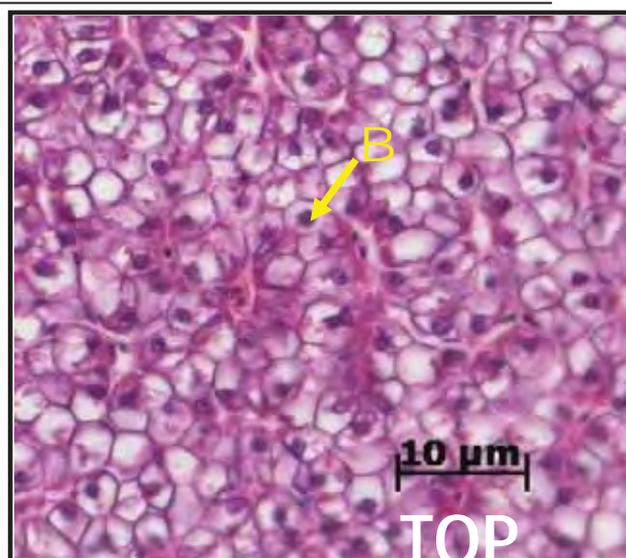
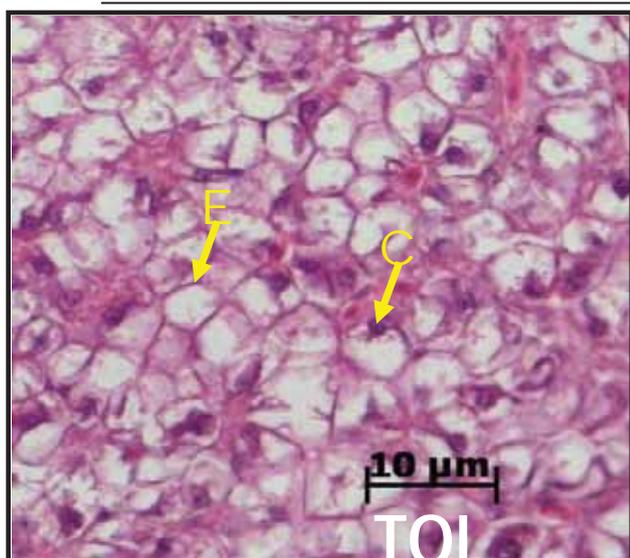


Figura 4- Fotomicrografia do fígado de tilápia-donilo corado pela técnica de Hematoxilina-Eosina – HE.

Visualização: objetiva 40X. A – célula hepática ou hepatócitos; B – núcleo do hepatócitos; C – aumento do volume celular com deslocamento do núcleo para periferia; D – vasos sanguíneos com presença de hemácias; E – vacuolização do citoplasma do tecido hepático.



A atenção e preocupação com o significado do manejo causado pela reprodução nas criações intensivas de peixe, tem aumentado nos últimos anos, principalmente por seus efeitos negativos sobre a produção (Urbinati e Carneiro, 2004), sugerindo que outros trabalhos referentes manejo, sejam realizados com relação à nutrição e manejo de reprodutores de tilápia-do-nilo.

4.6. Perfil dos Ácidos Graxos nas Gônadas

Na Tabela 11 estão apresentados os resultados dos ácidos graxos essenciais das gônadas das matrizes ao final do período experimental.

Os ácidos graxos são constituintes estruturais das membranas celulares, cumprem funções energéticas e de reservas metabólicas, além de formarem hormônios e sais biliares. Dentro da diversidade dos ácidos graxos, existem aqueles que o organismo tem capacidade de sintetizar, porém outros não, esses ácidos graxos cuja biossíntese é inadequada são denominados ácidos graxos essenciais. Para suprir a demanda orgânica, os mesmos devem estar em quantidades suficientes na alimentação. O ômega-6 e o ômega-3 são considerados precursores dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa: ácido araquidônico (AA), ácido eicosapentaenóico (EPA), e ácido docosahexaenóico (DHA) (Silva *et al.*, 2007).

Os peixes que receberam a dieta contendo óleo de palma apresentaram as maiores porcentagem de ácido palmítico ($28,62 \pm 2,29$), diferenciando significativamente dos peixes alimentados com óleo de linhaça, soja e fígado de bacalhau. Wing-Keong e Yan (2011) observaram em gônadas de matrizes de tilápia-do-nilo, alimentadas com dietas contendo a inclusão de 9,16% de óleo de palma, os valores de $25,6\% \pm 0,6$ de ácido palmítico, semelhante ao encontrado no presente estudo.



Resultados e Discussão

Tabela 11 - Perfil de ácidos graxos essenciais das gônadas de matrizes de tilápia-do-nylo alimentadas com ração contendo óleo de linhaça (TOL), óleo de soja (TOS), óleo de palma (TOP), óleo de peixe (TOPX), óleo de fígado de bacalhau (TOFB), ao final do período experimental.

Ácidos Graxos	No nomenclatura	TOL	TOS	TOP	TOPX	TOFB
		Médias (%) ¹				
ácid. Palmítico	C16:0	22,48 ^b (± 1,19)	23,46 ^b (± 0,72)	28,62 ^a (± 2,28)	23,88 ^{ab} (± 2,64)	24,68 ^b (± 1,50)
ácid. Oleico	C18:1 n-9	26,23 (± 0,62)	27,20 (± 1,32)	26,10 (± 3,13)	24,15 (± 2,25)	28,89 (± 1,38)
ácid. Linoleico	C18:2 n-6	16,24 ^b (± 0,59)	23,02 ^a (± 1,34)	14,21 ^b (± 1,02)	22,07 ^a (± 2,65)	16,87 ^b (± 1,94)
ácid. α -linolenico	C18:3 n-3	9,96 ^a (± 0,55)	1,80 ^b (± 0,14)	1,06 ^c (± 0,09)	1,85 ^b (± 0,32)	1,32 ^{bc} (± 0,19)
ácid. Eicosenoico	C20:1 n-9	1,02 ^c (± 0,06)	1,20 ^{bc} (± 0,06)	1,40 ^b (± 0,33)	1,17 ^{bc} (± 0,12)	1,92 ^a (± 0,13)
ácid. Araquidônio	C20:4 n-6	2,12 ^b (± 0,27)	3,42 ^a (± 0,32)	4,09 ^a (± 1,21)	3,08 ^a (± 0,31)	3,82 ^a (± 0,38)
ácid. Eicosapentaenoico	C20:5 n-3	1,34 ^a (± 0,14)	0,77 ^c (± 0,03)	0,83 ^c (± 0,10)	1,02 ^b (± 0,09)	0,79 ^c (± 0,09)
ácid. Docosahexaenoico	C22:6 n-3	16,17 ^b (± 1,04)	15,54 ^c (± 1,06)	19,52 ^a (± 3,11)	18,59 ^{ab} (± 2,99)	17,45 ^b (± 1,06)
n-3		27,47	18,11	21,41	21,46	19,56
n-6		18,36	26,44	18,30	25,15	20,69
n-6/n-3		0,67	1,46	0,85	1,17	1,06

Médias seguidas de mesma letra na linha não se diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.¹ Porcentagem do lipídio.



Os peixes alimentados com as fontes lipídicas alternativas não apresentaram diferenças significativas em relação à porcentagem de ácido oléico nas gônadas de matrizes de tilápia-do-nilo. Wing-Keong e Yan (2011) utilizaram 9,16% de óleo de peixe, linhaça ou palma como fontes de lipídios para matrizes de tilápia-do-nilo e observaram que o óleo de palma na dieta proporcionou a maior porcentagem do ácido oléico nas gônadas das tilápias ($28,0 \pm 0,5\%$), diferindo significativamente das outras fontes estudadas. Resultados próximos obtidos no presente trabalho.

As maiores porcentagem do ácido linoléico foram encontrados nas gônadas de tilápia que receberam as dietas contendo óleo de soja ($23,02\% \pm 1,3$) e peixe ($22,07\% \pm 2,7$), que diferenciaram significativamente das encontradas nos peixes que receberam óleo de fígado de bacalhau ($16,87\% \pm 1,9$), óleo de linhaça ($14,21\% \pm 1,0$). Furuita *et al.* (2007) observaram em *Anguilla japonica*, alimentadas com a inclusão de 7,0% de óleo de milho ou óleo de fígado de Pallock, um aumento significativo ($6,1\% \pm 0,7$ e $0,7 \pm 0,1$ respectivamente) no ácido linoléico.

O ácido α -linolenico tem sua origem a partir da linhaça (Halver e Hardy, 2002). No presente trabalho podemos observar que as gônadas das matrizes de tilápia-do-nilo apresentaram as maiores porcentagens do referido ácido ($9,96\% \pm 0,5$) quando foram alimentadas com dietas contendo óleo de linhaça, diferenciando significativamente das outras fontes de lipídios inclusas nas dietas.

Os maiores valores do ácido graxo essencial eicosenoico foi observado nas gônadas de tilápia-do-nilo, na porcentagem de $1,92\% \pm 0,1$, quando as matrizes receberam a dieta contendo óleo de fígado de bacalhau, diferindo significativamente das outras fontes lipídicas estudadas. Wing-Keong e Yan (2011) verificaram em gônadas de tilápia-do-nilo, alimentadas com inclusão de 9,16% de óleo de peixe na dieta, valores



elevados de ácido eicosenoico ($2,7\% \pm 0,1$), semelhante ao encontrado no presente trabalho.

O ácido graxo araquidônico (AA) C_{20:4} n-6 é o precursor do ácido eicosapentaenóico (EPA) C_{20:5} n-3, responsável pela ovulação, desenvolvimento do embrião e sistema imunológico (Furuita *et al.*, 2007). É o principal precursor de eicosanóides em células de peixes (Bell *et al.*, 1994) e são importantes no controle da ovulação e estão envolvidos provavelmente no desenvolvimento da embriogênese, sistema imunológico, incubação e início do desenvolvimento larval. No presente estudo, o menor valor observado ($2,12\% \pm 0,3$) foi encontrado nas gônadas de tilápias com suplementação de óleo de linhaça na dieta, que diferiu significativamente de todas as fontes lipídicas estudadas.

As maiores porcentagem do ácido eicosapentaenóico - EPA ($1,34\% \pm 0,1$) foram obtidos nas gônadas de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo óleo de linhaça, diferenciando significativamente das outras fontes de lipídios analisadas. O ácido eicosapentaenóico é um ácido graxo ômega -3 e seus metabólitos atuam no organismo, principalmente em virtude de sua associação com o ácido araquidônico (Andrade e do Carmo, 2006).

As maiores porcentagem do ácido docosahexaenóico (DHA) ocorreram nas gônadas das tilápias alimentadas com dietas contendo óleo de palma ($19,52\% \pm 3,1$) e peixe ($18,59\% \pm 3,0$), que diferiram significativamente dos valores encontrados nas gônadas dos peixes que receberam a dieta com óleo de soja ($15,54\% \pm 1,0$). Mozarra *et al.* (2003) destacaram a importância das dietas na transferência do DHA para as gônadas das matrizes, aumentando a fecundidade relativa e fertilidade, semelhantes os resultados obtidos no presente trabalho.



Wing-Keong e Yan (2011) observaram gônadas de tilápia-do-nilo, alimentadas com a inclusão de 9,16% de óleo de peixe, linhaça ou palma na dieta e verificaram porcentagens de 13,9% \pm 0,6; 8,8% \pm 0,3 e 3,5% \pm 0,3, respectivamente. Estes resultados são inferiores aos observados no presente trabalho.

De acordo com De Souza *et al.* (2007), existem duas séries de ácidos graxos essenciais que não podem ser sintetizados pelos animais e devem ser supridos pela dieta. O óleo de peixe é utilizado como excelente fonte para suprir as necessidades de n-3, mas com a estagnação dos recursos pesqueiros, seu preço tende a subir, necessitando de outras fontes alternativas. A inclusão de óleos vegetais como linhaça e canola na dieta são alternativas sustentáveis.

O presente trabalho apresentou taxas de n-6 superiores às n-3, em relação as fontes lipídicas, óleo de soja (26,40%), óleo de peixe (25,15%) e óleo de fígado de bacalhau (20,69%), enquanto que as maiores porcentagens de n-3, foram encontradas nas gônadas de tilápias-do-nilo, que receberam dietas contendo óleo de linhaça (27,47%) e palma (21,41%). A relação n-6/n-3 variou de 0,67 a 1,46. De acordo com De Souza *et al.* (2007), peixes cultivados em água doce, contém menor quantidade de ácidos graxos da série n-3 e maior de n-6, porque as dietas exógena e a alimentação endógena são ricas em n-6.

Por meio dos resultados do presente trabalho, observamos que a suplementação de 4% de óleo de palma na dieta dos peixes influenciou positivamente nos índices somáticos (hepatosomático e gordura visceral), nos parâmetros reprodutivos (numero total, fertilidade e fecundidade dos ovos; fecundidade, número total e desafio de jejum nas larvas); taxas de colesterol e triglicerídeos e fator de condição. A adição do óleo de palma não apresentou alterações hepáticas decorrentes da suplementação. As matrizes que receberam as dietas contendo óleo de peixe e fígado de bacalhau, também



apresentaram bons resultados, no entanto, a disponibilidade do óleo de palma é maior, o custo menor e por se tratar de extrativismo, o óleo de palma é o mais indicado, devido a sua ação social.

Torna-se necessário maiores estudos sobre as exigências lipídicas dos peixes durante as diferentes fases de criação, para que se possa elaborar dietas que maximizem o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.



5. Conclusão

A suplementação de óleo de palma na dieta dos peixes influenciou positivamente nos índices somáticos (hepatosomático e gordura visceral), nos parâmetros reprodutivos (numero total, fertilidade e fecundidade dos ovos; fecundidade, número total e desafio de jejum nas larvas); taxas de colesterol e triglicérides e fator de condição.

O óleo de linhaça, como fonte de ácidos graxos para tilápia-do-nilo, não foi bem utilizado na transferência de nutrientes das reprodutoras para as larvas.

As matrizes que receberam as dietas contendo óleo de peixe e fígado de bacalhau, também apresentaram bons resultados, mas a preferência pela utilização do óleo de palma se deve ao fato de ser um produto encontrado com facilidade, abundancia, proveniente de agricultura familiar extrativista e baixo custo.



6. Referências Bibliográficas

ANDERSON, A. J.; ARTHINGTON, A. H.; ANDERSON, S. Lipid classes and fatty acid composition of the eggs of some Australian fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 96, n. 2, p. 267-270, 1990.

ANDRADE, P. M. M; CARMO, M. G. T. **Ácidos graxos n-3: Um link entre eicosanóides, inflamação e imunidade.** **Revista Metabolismo Nutrição**, Porto Alegre, v. 8, n.3. p. 135-143, 2006.

ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduo de beneficiamento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem óleo como subprodutos.** 2004. 200f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e pratica.** 4. ed. Viçosa: UFV, 2009. 111 p.

ARAÚJO, D. M.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; NAKAGOME, F. K. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.3, p.294-302, 2011.



ASIAN DEVELOPMENT BANK. **An impact evaluation of the development of genetically improved farmed tilapia:** and their dissemination in selected countries. Mandaluyong: Asian Development Bank, 2005.

BALLESTRAZZI, R.; RAINIS, S.; TULLI, F.; BRACELLI, A. The effect of dietary coconut oil on reproductive traits and egg fatty acid composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture International**, London. v. 11, n. 1, p. 289-299, 2003.

BATELLO, C. F. **Os poderes do óleo de linhaça.** Disponível em <http://www.saudeforum.com.br/loja/?p=av&id=Os_poderes_do_Oleo_de_Linhaca> . Acesso em: 24 nov. 2009

BEARDMORE, J. A.; MAIR, G. C.; LEWIS, R. I. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. **Aquaculture**, Amsterdam. v. 197. p. 283–301, 2001.

BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C.; FREITAS NETO, A. G. (Ed.). **Manual de técnicas para histologia normal e patológica.** São Paulo: Edart, 1976. 256p.

BELL, J. G.; TOCHER, D. R.; SARGENT, J. R.; Effect of supplementation with 20:3(n-6), 20:4(n-6) and 20:5(n-3) on the production of prostaglandins E and F of the 1-, 2- and 3-series in turbot (*Scophthalmus maximus*) brain astroglial cell in primary culture. **Biochimica Biophysica. Acta.** Amsterdam v. 1211, n.1. p. 335–342, 1994.



BHUJEL, R.C. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v.181, n. 1, p.37-59, 2000.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**. Ottawa, v. 3. n.37, p.911-917, 1959.

BOMBARDELLI, R. A.; HAYASHI, C.; NATALI, M. R. M.; SANCHES, E. A.; PIANA, P. A. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n.8, p.1391-1399, 2009.

BORGES, A. M.; MORETTI, J. O. C.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.153-159, 2005.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, E. F. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1. p. 539-545. 2002.

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.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R., SIGNOR, A. S.; REIDEL, A.; Energia digestível para larvas de tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.6, p.1813-1818, 2005.

BOYD, C. Water quality management for ponds fish culture. In: BOYD, C. **Developments in aquaculture and fisheries science**. 9th. ed. New York. Elsevier, 1992. 318p.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. **2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Concórdia. p. 393-402. 2001. (5 de Novembro a 6 de Dezembro de 2001).

BROMAGE, N.; JONES, J.; RANDALL, C.; THRUSH, M.; DAVIES, B.; SPRINGATE, J.; DUSTON, J.; BARKER, G. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncarhynchus rnykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 100, n. 1. p. 141-166, 1992.

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



CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. **Arquivo Instituto Biologia**, São Paulo, v.70, n.4, p.419-424, 2003.

CERDÁ, J.; CARRILLO, M.; ZANUY, S.; RAMOS, J.; HIGUERA, M.. Influence of nutritional composition of diet on sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., reproductive performance and egg and larval quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v.128, n. 1. p.345-361, 1994.

COLLIER, H. B. The standardizations of blood hemoglobin determinations. **Canadian Medical Association**, Ontario, v.50, n. 1. p. 550 - 552. 1944.

CONQUER, J. A.; MARTIN, J. B.; TUMMON, I.; WATSON, L.; TEKPETEY, F. Effect of DHA supplementation on DHA status and sperm motility in asthenozoospermic males. **Lipids**, London, v. 35, n.1, p. 149-154, 2000.

DABROWSKI, K.; BERGOT, P. CHARLON, N.; KAUSHIK, S. Rearing of coregonid larvae using dry and live food: preliminary data. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 41. n.1. p. 11-20. 1984.

DA SILVA, C. A. H. **Desempenho, enzimologia e metabolismo de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas peletizadas e extrusadas com níveis médio e alto de lipídios e carboidratos**. 2008. 114 f. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.



DE SOUZA, S. M.; ANIDO, R. J. V.; TOGNON, F. C. Ácidos graxos Ômega-3 e Ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p. 63-71, 2007.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; NETO, A. G.; DE STÉFANI, M. V.; MALHEIROS, E. B.; ZANARDI, M. F.; DOS SANTOS, M. A. Reversão sexual de larvas de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de banhos de imersão em diferentes dosagens hormonais. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 391-395, 2007.

DIAZ, M. **Análisis de viabilidad y crecimiento hasta el levante de triploides y diploides de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*, Linné)**. Manaus: INPA, 1994. p. 33-45. (Boletim Científico, 2).

EL-MARAKBY, H. I. Effect of dietary sources and levels of lipids on growth performance and feed utilization of fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) (Teleostei: Perciformes). **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, New York, v. 1, n. 2. p. 117-125. 2006.

EL-SAYED, A. F. M.; TESHIMA. S. Protein and energy-requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v.103, n.1, p.55-63, 1992.

EL-SAYED, A. M.; MANSOUR, C. R.; EZZAT, A. A. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.220, n. 5, p.619-632, 2003.



EL-SAYED, A. F. M.; MANSOURB, C. R.; EZZATA, A. A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 248, n. 1. p. 187-196. 2005.

FALCON, D. R.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; VALLE, J. B. Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia/Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, MG, v. 36, n.1. p. 1462-1472, 2007.

FALCON, D. R.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; SOLARTE, W. V. N.; GUIMARÃES, I. G. Leucograma da tilápia do Nilo arraçoada com dietas suplementadas com níveis de vitamina C e lipídeo submetidas a estresse por baixa temperatura. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1. p.543-551, 2008.

FELDMAN, B. F. **Schalm's veterinary hematology**. 5th ed. Philadelphia: Ed. Lippincott Williams and Wilkins, 2000. 1221p.

FELTRE, R. Química Orgânica. São Paulo. Editora Moderna. Vol. 3 2000. 448p.

FERNANDEZ-PALACIOS, H. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.132, n. 1. p.325-337, 1995.



FERNANDEZ-PALACIOS, H.; IZQUIERDO, M. S.; ROBAINA, L.; VALENCIA, A.; SALHI, M.; MONTERO, D. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam. v.148, n. 1. p.233-246, 1997.

FERNANDEZ, A. B.; de BLAS, I.; RUIZ, I. El sistema inmune de los teleósteos (I): Células y órganos. **Revista AquaTic**, Zaragoza. v.16, 2002. Disponível em: www.revistaaquatic.com.

FERREIRA, F. Realidade da Indústria de Pescado: Adequações às Diretivas da EU. In: III SIMCOPE (III Simpósio de Controle do Pescado). Segurança Alimentar, Inovação Tecnológica e Mercado). 2008; São Vicente. **Anais...** III Simpósio de Controle do Pescado, São Vicente, 2008. 1 CD.

FINN, J. P.; NIELSON, N. O. The inflammatory response of rainbow trout. **Journal Fish Biology**, London, n. 3, p. 463-478, 1971.

FÜLBER, V. M.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L. D.; BRACCINI, G. L.; MARENGONI, N. G.; GODOY, L. C. Desempenho produtivo de três linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dois níveis de proteína. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 77-83, 2010.

FURUITA, H.; HORI, K.; SUZUKI; SUGITA, T.; YAMAMOTO, T. Effect of n-3 and n-6 fatty acids in broodstock diet on reproduction and fatty acid composition of



broodstock and eggs in the Japanese eel *Anguilla japonica*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 267, n. 1. p. 55-61. 2007.

GALE, W. L.; FITZPATRICK, M. S.; LUCERO, M. Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 178, n. 1. p. 349 – 357, 1999.

GALLAGHER, M. L. Growth responses and liver changes in juvenile sunshine bass (*Morone chrysops X M.saxitilis*) associated with dietary protein and lipid level. **Journal Applied Aquaculture**, Binghamton. v. 6, n. 1 p. 75-85, 1996.

GALVÃO, A. L. B. Oxidative stress in end-stage chronic kidney disease in small animals. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba v. 14, n. 3, p. 178-186. 2009.

GATLIN, D. M.; STICKNEY, R. R. Fall-winter growth of Young channel catfish in response to quantity and source of dietary lipid. **Transactions of the American Fisheries Society**, Grosvenor Lane Bethesda, v.111, p.90-93, 1982.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproductibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal Clinical Pathology**, Philadelphia, v. 56, n.1. p. 35 - 39. 1971.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1978.



GOMES, K. R.; SANTOS, M. G. C.; FRANCO, D. F.; PIRES, R. B.; SILVA, M. G.; Da NEVES, M. F.; BASSANI-SILVA, S. Avaliação do hematócrito e da proteína plasmática em sangues hemodiluídos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça. v. 1, n. 7. p. 1-5. 2006.

GRACIANO; T. S., NATALI; M. R. M., VIDAL; L. V. O., MICHELATO; M., RIGHETTI; J. S., FURUYA; W. M. Desempenho e morfologia hepática de juvenis de tilapia-do-nilo alimentados com dietas suplementadas com metionina e colina **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.737-743, 2010.

GUNASEKERA, R. M.; SHIM, K. F.; LAM, T. J. Effect of dietary protein level on spawning performance and amino acid composition of eggs of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.146, n.2, p.121-134, 1996.

HALVER, J.; HARDY, R. **Fish Nutrition**. 3rd.ed. San Diego: Elsevier, 2002. 824p.

HARRIS, J. A. Seasonal variation in some hematological characteristics of *Rana pipiens*. **Company Biochemical Physiology**, Oxford, v. 43, n. A, p.975-989, 1972.

HENDERSON, B. W.; DOUGHERTY, T. J.; MALONE, P. B. Studies on the mechanism of tumour destruction by photoradiation therapy. In: DOIRON, D.R.; GOMER, C.J. (Ed.). **Porphyrin localisation and treatment of tumours**. New York: Alan R. Liss, 1984. p. 601.



HIRAYAMA, K. B.; SPERIDIÃO, P. G. L.; NETO, U. F. Ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa, **The Electronic Journal of Pediatric Gastroenterology, Nutrition And Liver Diseases**, São Paulo. v. 10 n. 3, set. 2006.

HISANO, H. S.; MAELI, D. P.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Levedura integra e derivados do seu processamento em rações para tilápia do Nilo: aspectos hematológicos e histológicos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringa, v. 28, n. 4, p. 311-318, 2006.

HOKAMA, N. K.; MACHADO, P. E. A. Interpretação clínica do hemograma nas infecções. **Jornal Brasileiro Medicina**, Rio de Janeiro, v.72, n.3, p.38-49, 1997.

ISHIZAKI, Y.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T.; ARIMOTO M.; SHIMIZU. K. A preliminary experiment of the effect of Artemia enriched with arachidonic acid on survival and growth of yellowtail. **Fisheries Science**, Tokio, v. 64, n. 1. p. 295-299. 1998.

JUNQUEIRA, O. M; ANDREOTTI, M.; ARAUJO, L. F. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.6, p.2335- 2339, 2005.

KANAZAWA, A.; TESHIMA, S.; SAKAMOTO, M.; AWAL M. A. Requirements of *Tilapia Zillii* for essential fatty acids. . **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Tokyo. v. 46, n. 1. p. 1353-1356. 1980.



KRACHE, R. **Doenças do sangue**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1943. 417p.

KUBITZA, F. **Tilápia - Tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Divisão de Biblioteca e Documentação, 2000. 289 p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. Tradução de W. R. Loodi e A. A. Simões. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

LERAY, C.; NONNOTTE, G.; ROUBAUD, P.; LEGER, C. Incidence of (n-3) essential fatty acid deficiency on trout reproductive processes. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ulis, v. 25, n. 2, p. 567-581. 1985.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, London. v. 20. n. 2. p. 201 – 219. 1951.

LIMA, M. F.; HENRIQUES, C. A.; SANTOS, F. D.; ANDRADE, P. M. M.; CARMO, M. G. T. Ácido graxo ômega 3 docosaheptaenóico (DHA: C22:6 n-3) e desenvolvimento neonatal: aspectos relacionados a sua essencialidade e suplementação. **Nutrire: Revista Sociedade Brasileira Alimento Nutrição**, São Paulo, v. 28, n. 1. p.65-77. 2004.

LOGATO, P. V. R. **Nutrição e alimentação de peixes da água doce**. Viçosa. Aprenda fácil editora, 2000. 128p.



LORENZI, T. F. **Manual de hematologia propedêutica e clínica**. São Paulo, MDSI,1999, 641p.

LOSEKANN, M. E.; RADÜNZ NETOII, J.; EMANUELLI, T.; PEDRON, F. A.; LAZZARI, R.; BERGAMIN, G. T; CORREIA, V.; SIMÕES, R. S. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. Santa Maria - **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.225-230, 2008.

MANDARINO, J. M. G.; ROESSING, A. C. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Londrina, Embrapa Soja, 2001. 40p.

MARENGONI, N. G.; ALBUQUERQUE, D. M.; MOTA, F. L. S.; PASSOS NETO, O. P.; SILVA NETO, A. A.; SILVA, A. I. M.; OGAWA, M. Desempenho e proporção sexual de tilápia vermelha sob à inclusão de probiótico em água mesohalina. **Arquivo Zootecnia**, Córdoba, v.59, n.227, 2010.

MAZORRA, C.; BRUCE, M.; BELL, J. G.; DAVIE, A.; ALOREND, E.; JORDAN, N.; REES, J.; PAPANIKOS, N.; PORTER, M.; BROMAGE, N. Dietary lipid enhancement of broodstock reproductive performance and egg and larval quality in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 227, n. 1. p. 21-33. 2003.

MELO, D. C.; OLIVEIRA, D. A. A.; MELO, M. M.; TEIXEIRA, E. A.; GUIMARÃES, S. R. Perfil protéico de tilápia nilótica chitralada (*Oreochromis*



niloticus), submetida ao estresse crônico por hipóxia. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 61, n.5, p.1183-1190, 2009.

MESQUITA-JÚNIOR, D.; ARAÚJO, J. A. P.; CATELAN, T. T. T.; DE SOUZA, A. W. S.; CRUVINEL, W. M.; ANDRADE, L. E. C.; DA SILVA, N. P. Sistema Imunitário – Parte II Fundamentos da resposta imunológica mediada por linfócitos T e B. **Revista Brasileira Reumatologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 5. p. 552-580. 2010.

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 Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.2, p.566-573. 2002.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, Maringá, v. 3, n. 1, p. 7-15, 2006.

MOREIRA, G. E. G. **Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola**. 2007. 85f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

NAVARRO, R. D.; RIBEIRO FILHO, O. P.; FERREIRA, W. M. PEREIRA, F. K. S. A importância das vitaminas E, C e A na reprodução de peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.20-25, 2009.

NAVARRO M. P, BARROSO D. E, CASTILLO S. M, BLANCO D. A, LOZANO M, ARTILES H. J. L., CHESA P. N. An analysis of our experience in cryopreservation of



semen from cancer patients. **Actas Urológicas Española**, Madri, v. 1, n. 34. p. 101 – 105. 2010.

NEGRETE, J. C. C.; CORREA, A. A. G.; GUEVARA, M. J. P.; GARCIA, V. J. A.; CARRASCO, S. C. P. Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v.27, n.4, p.393-405.2009.

NEU, D. H. **Glicerol na dieta de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Centro de Engenharia e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo. 2011.

NHO, P.V., **Comparision of the reproductive performance of three strains of Nile tilapia *Oreochromis niloticus***. 1996. 75p. Thesis (Doctorod - Asian Institute of Technology, Tailand, 1996.

NOGUEIRA M. F. G.; BARROS B. J. P.; TEIXEIRA A. B.; TRINCA L. A.; D'OCCHIO M. J.; BARROS C. M. Embryo recovery and pregnancy rates after the delay of ovulation and fixed time insemination in superstimulated beef cows. **Theriogenology**, Cincinnate, v. 57, n. 1. p: 1625 – 1634. 2002.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of fish**. Public Review Draft, July, 2011. Washington, DC: NRC.



OLIVEIRA, S. N.; RIBEIRO, R. P.; LOPERA, N. M; CANDIOTO, F. B.; RESENDE, E. K.; LEGAT, A. P. Análise genética de três gerações de tilápia do Nilo (linhagem GIFT) utilizando o marcador RAPD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 207-212, 2011.

OSÓRIO, M. M. Fatores determinantes da anemia em crianças. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4. p. 269-278. 2002.

PANDOLFO, C. **A cultura do dendê na Amazônia**. Belém: SUDAM, 1981. 35 p.

PENG, S.; CHEN, L.; QIN, G. J.; HOU, J.; YU, N.; LONG, Z.; YE, J.; SUN, X. Effects of replacement of dietary fish oil by soybean oil on growth performance and liver biochemical composition in juvenile black seabream, *Acanthopagrus schlegeli*. **Aquaculture**, Amsterdam v. 276, n. 2. p. 154-161, 2008.

PEREIRA, J. C. Nutrição e alimentação, parte específica lipídios, protídios e glicídios. **Boletim do Criadouro Campo das Caviúnas**, Cruzeiro. v. 1. n.15. p. 1-21. 2005.

PEZZATO, L. E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 3., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:USP, 1997. p.45-62.



PEZZATO, L. E. Alimentação de peixes - Relação custo e benefício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. 1999, Porto alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. p.109-118.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACASOLI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Ed. TecArt, 2004. p. 75-169.

PEZZATO, L. E.; MENEZES, A.; MARROS, M. M.; GUIMARÃES, I. G.; SCHICH, D. Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.13, n.1, p.84-94, 2006.

PICKOVA, J.; DUTTA, P. C.; LARSSON, P. O.; KIESSLING, A. Early embryonic cleavage pattern, hatching success, and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod (*Gadus morhua*) stocks. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 54, n. 10, p. 2410-2416. 1997.

PINHEIRO, L. M. S.; MARTINS, R. T.; PINHEIRO, L. A. S.; PINHEIRO, L. E. L. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis spp.*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.1. p.257-262, 2006.

PONTES, E. C.; OLIVEIRA, M. M.; VIEIRA E ROSA, P.; de FREITAS, R. T. T.; PIMENTA, M. E. S. G.; RODRIGUES, P. B. Níveis de farinha de peixe em rações para



juvenis de tilápia. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.8, p.1626-1632, 2010.

POPMA, T. J.; GREEN, B. W. **Reversão sexual de tilápias em tanques de terra.**
In: Manual de produção em aquacultura. Auburn: Universitu Auburn, 1990. 52p.

POPMA, T. J., PHELPS, R. P. Status report to commercial tilápia producers on monose x fingerling productions techniques. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1998, Recife. *Anais...* Recife: SIMBRAQ, 1998. p.127-145.

PRICE, W. A. Cod liver oil our number one superfood. In: PRICE, W. A. **Food, farming and the healing arts.** Washington: The Weston A. Price Foundation, 2010. v. 202, p. 4363-4394. 2010.

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

RAINUZZO, J. R. *In* “**Fish Farming Technology,**” In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FISH FARMING TECHNOLOGY, 1º, 1993, Trondheim. *Proceedings...* p. 43–49.

RIBEIRO, P. A. P.; BRESSAN, M. C.; LOGATO, P. V. R.; GONÇALVES, A. C. S. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 4, n. 2, p. 436 – 455. 2007.



ROBINSON, R. S.; FRAY, M. D.; WHATES, D. C.; LAMMING, G. E.; MANN, G. E.
In: Vivo expression of interferon-tau mRNA by the embryonic trophoblast and uterine concentrations of interferon-tau protein during early pregnancy in the cow. **Molecular Reproduction Development**, New York. v.73, n. 1. p.470-474, 2006

RODRIGUES, M. S. M.; RODRIGUES, L. B.; DO CARMO, J. L.; BRITO JÚNIOR, W.; PATEZ, C.; Aproveitamento integral do pescado com ênfase na higiene, manuseio, cortes, salga e defumação. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA**, 2º, 2004, Belo Horizonte. Anais... CD-ROM.

RODRÍGUEZ, C.; PÉREZ, J. A.; LORENZO, A.; IZQUIERDO, M. S.; CEJAS, J. N-3
HUFA requirement of larval gilthead seabream *S. aurata* when using high levels of eicosapentaenoic acid. **Comparative Biochemical Physiology**, New York, v. 107, n. 1, p. 693-698, 1994.

ROOS, N. M.; SIEBELINK, E.; BOTTS, M. L.; VAN TOL, A.; SCHOUTEN, E. G.; KATAN, M. B. Trans monounsaturated fatty acids and saturated fatty acids have similar effects on postprandial flow-mediated vasodilation. **European Journal of Clinical Nutrition**, Basingstoke, v. 56, n. 7. p. 674-679. 2002.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.



RUTTEN, M. J. M.; BOVENHUI, H.; KOMEN, H. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v.231, n. 4, p.113-122, 2004.

SATOH, S.; POE, W. E.; WILSON, R. P. Studies on the essential fatty acid requirement of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 121-128. 1989.

SANTIAGO, C. B.; LARON, M. A. Growth and fry production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), on different feeding schedules. **Aquaculture Research**, Berlin, v.33, n. 1, p.129-136, 2002.

SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. RODRIGUES, P. B.; LIMA, J. A. F.; CARELLOS, D. C.; BRANCO, P. A. C.; CANTARELLI, V. S. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.1, p.232-237, 2005.

SANTOS, L. D.; FURUYA, W. M.; MATSUSHITA, M.; DA SILVA, L. C. R.; SILVA, T. S. C.; BOTARO, D. Ácido linoléico conjugado (CLA) em dietas para tilápia-do-nilo: desempenho produtivo, composição química e perfil de ácidos graxos. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p.1481-1488, 2007.

SARGENT, J. R.; HENDERSON, R. J.; TOCHER, D. R. **Fish Nutrition** 2nd ed. New York: Academic Press. 1989. p. 153.



SCHIAVO, M; LUNARDELLI, A; OLIVEIRA, J. R. Influência da dieta na concentração sérica de triglicerídeos. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v. 39. n. 4. p. 283-288. 2003.

SHIAU S. Y. Tilapia, *Oreochromis* spp. In: Webster CD and Lim CE (eds), Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. **CABI Publishing**, Oxon, p. 273-292. 2002.

SILVA, D. R. B.; MIRANDA-JÚNIOR, P. F.; SOARES, E. A. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 7, n. 2, p. 123-133, 2007.

SILVA, L. B.; GONÇALVES, P. Degeneração gordurosa (lipidose hepática). **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 1, n. 10. p. 01-05. 2008.

SILVERSAND, C.; NORBERG, B.; HAUX, C. Fatty-acid composition of ovulated eggs from wild and cultured turbot *Scophthalmus maximus*. in relation to yolk and oil globule lipids (1996). **Marine Biology**, New York, v.125, n. 1, 269-278, 1996.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 21, n. 6, p. 495-505, 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 70p.



STICKNEY, R. R.; MC GEACHIN, R. B. Effects of dietary lipid quality on growth and food conversion of tilápia. **Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies**, Amsterdam, v. 37, n. 5, p. 352-357, 1983.

SURRE, C., ZILLER, R. **La palmeira de aceite**. Barcelona: Editorial Blume, 1969. 231p.(Coleccion Agricultura Tropical).

SWENSON, M. J. Propriedades fisiológicas e constituintes químicos e celulares do sangue. In: DUKES, H.H.; SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Ed.). **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.19-43.

TAKEUCHI, T.; SATOH, S.; WATANABE, T. Requirement of *Tilapia nilotica* for essential fatty acids. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Tokyo, v. 49, n. 1. p. 1127-1134. 1983.

TANDLER, A.; HAREL, M.; KOVEN, W. M.; KOLKOVSKI, S. Broodstock and larvae nutrition in gilthead seabream *Sparus aurata*: New findings on its mode involvement in improving growth, survival and swimbladder inflation. **Israel Journal of Aquaculture**, Bamidgeh, v. 47, n. 1. p.95-111.1995.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas da Tilápia rendalli Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em pesque-pague de



Franca, São Paulo, Brasil. **BioScience Journal**, Uberlândia, v.19, n.1. p. 107 – 114. 2003.

THORGAARD, G.H. Chromosome set manipulation and sex control in fish. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; DONALDSON, E.M. (Ed.). **Fish physiology**. New York: Academic Press, 1983. v.9B, n. 1, p. 405-434.

TOCHER, D. R.; FRASER, A. J.; SARGENT, J. R.; GAMBLE, J. C. Lipid class composition during embryonic and early development in Atlantic herring (*Clupea harengus L.*). **Lipids**, Grand Furks, v. 20, n. 1. p. 84–89. 1985.

TURRA, E. M.; OLIVEIRA, D. A. A.; TEIXEIRA, E. A.; LUZ, R. K.; PRADO, S. A.; MELO, D. C.; FARIA, P. M. C.; SOUSA, A. B. Controle reprodutivo em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de manipulações sexuais e cromossômicas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.34, n.1, p.21-28, 2010.

UIERA, M. Lipídios. Disponível em: (http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/docs/apostila_lipídios_marina.doc). Acesso 19 jan. 2010.

ULIANA, O.; SILVA, J. H. S. RADÜNZ-NETO, J. Substituição parcial ou total de óleo de canola por lecitina de soja em rações para larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), pisces, pimelodidae. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.677-681, 2001.



URBINATI, E.; CARNEIRO, P. C. Prática de manejo dos peixes em piscicultura. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**, São Paulo, TecArt, 2004. P. 533.

VARGAS, R. J.; DE SOUZA; S. M. G; TOGNON, F. C.; GOMES, M. E.; KESSLER, A. M. desempenho de alevinos de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 377-381, 2007.

VASCONCELOS, F. A. G. Tendências históricas dos estudos dietéticos no Brasil. *História, Ciência e Saúde*, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.197-219. 2007.

VÁSQUEZ-PIÑEROS, M. A.; RONDÓN-BARRAGÁN, S.; RESTREPO-BETANCUR, L. F.; ESLAVA-MOCHA, P. R. Estudio clínico y hematológico de una infección experimental con *Aeromonas hydrophila* y *Edwardsiella tarda* en tilapia, *Oreochromis SP*. **Orinoquia**, Villavicencio. v. 14, n. 1, p. 33-44. 2010.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. (2006). Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápias e sua utilização na alimentação animal. Disponível em: <www.pesca.sp.gov.br> , Acesso em 14 jan. 2011.

VISENTAINER, J. V.; SALDANHA, T.; BRAGAGNOLO, N.; FRANCO, M. R. B. Relação entre teores de colesterol em filés de tilápias e níveis de óleo de linhaça na ração. **Ciências Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2. p. 310-314, 2005.



ZANARDI, M. F. DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; DOS SANTOS, M. A. MALHEIROS, E. B. Desempenho produtivo e reversão sexual em tilápias em dois métodos hormonais. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 18, n. 1. p. 45-52. 2011.

ZANIBONI FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. 2004. **Reprodução de Peixes Migradores de Água Doce do Brasil**. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C. Fracalossi, D. M.; Castagnolli, N. (Orgs.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo, TecArt, 2004. 345p.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS. K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P., URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI. C. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533 p.

WATANABE, W. O.; KUO, C. Observations on the reproductive performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in laboratory aquaria at various salinities. **Aquaculture**, Amsterdam. v. 49, n. 1. p. 315-323. 1985.

WETZEL, D. Cod liver oil notes on the manufacture of our most important dietary supplement. **The Weston A Price Foundation Wise Traditions FALL**, Washington, 2005. p. 22-27

WING-KEONG, N.; YAN, W. Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive



performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 314, n. 1. p. 122–131. 2011.

WINTROBE, M. M. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, Leipzig, v. 51, n. 1. p. 32-49, 1934.

WOHLFARTH, G. W.; HULATA, G. I. **Applied genetics of tilapias**. Philippines: ICLARM Studies and Reviews Manila, 1981. v.6, 26p.



Anexo



Figura 1. - A: Ração extrusada; B: Fontes de lipídios (1. Óleo de palma; 2. Óleo de soja; 3. Óleo de fígado de bacalhau; 4. Óleo de linhaça e 5. Óleo de peixe (salmão); C: Baldes de depósito de ração para semana; D: Aquários



experimentais; E: Desova das matrizes; F: Retirada dos ovos da boca da matriz; G: Fertilidade dos ovos; H: Balança de precisão.¹

¹ Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein (Centro de Aqüicultura da UNESP) crisdias@caunesp.unesp.br

