UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP – CAUNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

Influência da adição *in vivo* de vitamina E e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia.

Fabrizia Sayuri Otani

Zootecnista

Jaboticabal – SP

2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP – CAUNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

Influência da adição *in vivo* de vitamina E e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia.

Fabrizia Sayuri Otani

Orientadora: Léa Silvia Sant´Ana

Co-orientador: João Batista Kochenborger Fernandes

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

Jaboticabal – SP

2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Otani, Fabrizia Sayuri, 1983-
O87i Influência da adição *in vivo* de vitamina E e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia / Fabrizia Sayuri Otani. – Jaboticabal : [s.n.], 2009.
ix, 60 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal, 2009
Orientador: Léa Silvia Sant'Ana
Co-orientador: João Batista Kochenborger Fernandes
Inclui bibliografia.

1. Vitamina E. 2. Tilápia. 3. Alimentos - Avaliação sensorial. 4. Oxidação. I. Sant'Ana, Léa Silvia. II. Fernandes, João Batista Kochenborger. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Jaboticabal). Centro de Aquicultura da Unesp. IV. Título.

Às três professoras de maior influência em minha vida:

Minha orientadora, Léa, a professora que mais me influencia profissionalmente;

Minha mãe, Lilia, ainda a pessoa mais sábia que conheço e a melhor professora de Matemática;

E à Belinha, minha professora de assuntos aleatórios, pois muito mais me ensina do que aprende comigo,

DEDICO

Às tilápias (*in memoriam*), pela privação de uma vida verdadeira,

OFEREÇO

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos Professores Léa Silvia Sant´Ana e João Batista K. Fernandes, pela orientação e co-orientação, respectivamente, pelo conhecimento transmitido e pela confiança depositada.

Às Doutoras Rose M. Vidotti e Cristiane R. P. Neiva, membros das Bancas de Qualificação e Defesa, respectivamente, pelas valiosas contribuições neste trabalho e pelo exemplo de pesquisadoras em nossa área de Tecnologia de Pescado.

Ao Professor Cláudio Ângelo Agostinho, membro das Bancas de Qualificação e Defesa, pelas sugestões, pelos ensinamentos e pelo exemplo de caráter e ética, desde os tempos de graduação.

Ao Pesquisador Dr. Giovani Sampaio Gonçalves pela confecção e doação do suplemento vitamínico-mineral e o auxílio na confecção da dieta.

Aos funcionários do Caunesp, da FCAV e do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – FCA, em especial ao técnico João, pela colaboração na execução do experimento e nas análises laboratoriais.

À secretária e amiga Veralice Cappatto, por fazer o “possível e o impossível” e pelas conversas regadas a muitas risadas sempre.

Ao prof° João Martins Pizauro Júnior do Departamento de Tecnologia da FCAV-Jaboticabal, em nome da técnica de laboratório Fátima, pela doação do gelo para o abate.

À profª Nilva Kazue Sakomura do Depto de Zootecnia da FCAV-Jaboticabal, em nome de seus pós-graduandos, pela doação de lisina para confecção da ração.

Aos colegas do AquaNutri – Botucatu Luis Gabriel, Daniel, Rosângela e Igo, pelo auxílio na formulação da dieta, coleta de lipídios e correção do *abstract*.

Aos colegas do Caunesp e demais “amigos dos peixes”, pela companhia nas disciplinas, cursos, ensaios experimentais e pela troca de experiências pessoais e profissionais, e a todos os estagiários que contribuíram com este trabalho.

Meu agradecimento especial aos colegas que ajudaram durante o período experimental, principalmente na coleta final: Milena, Marina, Ivan, Yoshi, Tais, Laurindo, Balboa, Marcio (funcionário), Perereca, Seu Mauro e Maurício, Valdecir, Strume, Judoca, Celú, Carlona, Silvinha (funcionária), Róberson, Zé-

Eterno, Graziela, Alex-colombiano, Baita, Bruno, Felipe Tumor, Leonardo-colombiano, Natália, Rodrigo Takata, Pastor, Luis Otávio e Maria Júlia.

Às companheiras de orientação Fabiola Fogaça, pela troca de experiências e auxilio sempre que solicitado, e Carolina Portella, minha primeira "colega profissional", que muito me auxiliou nas análises e pela oportunidade de lecionarmos juntas.

Aos amigos que fiz na ZOOna e muito contribuíram para minha estadia em Jaboticabal ser tão prazerosa: meus "vetcus" Super-15 e Polenta, Cherrico do "3", Renata do "2", Diego e Airon.

À minha equipe de profissionais contratadas de Botucatu: minha secretária Maira Lótus, minha *personal service* Luciana Marruá, minhas babás e companheiras de trilha Brenda Lee e Maria Goró, minha *baby sitter* e motorista Evelyn e por fim minha cozinheira e exemplo negativo para a Belinha, Xiquinha. Sem vocês minha vida não seria o ARRASO que é! Muito obrigada por trabalharem de graça para mim e mesmo assim desempenharem seus papéis com tanta dedicação.

À minha família: Belinha, meu pai "Di Bigode", minha mãe Lilia, meus irmãos Fernando, Fellipe e Bibi, minha sobrinha Giulia, minha cunhada Érika, e aos meus tios e primos. Vocês são meu porto seguro, obrigada por corresponderem ao verdadeiro significado de FAMÍLIA e sempre me cercarem de muito amor.

Às minhas companheiras desde os tempos de graduação: Francisca, Siriguela, Goró, Lótus, Peba, Merreka e Fuinha (que mesmo tão distante sempre estará tão próxima!) – minha família de Botucatu. E às minhas companheiras de ZOOna: Celulete, Pop-Toxa, Carlona, Judoca, Sukuri, Folgada e Cronã – minha família de Jabuka. Há quem diga que "Família é quem você escolhe para viver...", e se for mesmo verdade, eu não poderia ter escolhido melhores pessoas. Obrigada por "terem me saturado", mesmo eu sendo muitas vezes uma amiga tão "prolapsa". Vocês fizeram e ainda fazem parte dos meus melhores momentos. E para cumprir minha resolução de Ano Novo: eu amo vocês!

À Belinha, por me ajudar a confirmar que Deus existe.

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

Nem toda gratidão do mundo expressaria meu verdadeiro sentimento, mesmo assim,

Muito Obrigada!

Sumário

1. Introdução..... 01

2. Objetivos..... 04

2.1. Objetivos específicos..... 04

3. Revisão de Literatura..... 05

3.1. Panorama da Tilapicultura..... 05

3.2. Estresse e abate..... 07

3.3. Oxidação lipídica e Antioxidantes..... 10

3.4. Vitamina E..... 12

3.5. Atributos de qualidade do pescado..... 16

4. Material e Métodos..... 19

4.1. Material biológico..... 19

4.2. Variáveis da água de cultivo..... 20

4.3. Dieta..... 20

4.4. Métodos de abate..... 22

4.5. Variáveis de Desempenho..... 23

4.6. Análises Corporais..... 23

4.7. Análises Químicas..... 24

4.8. Análise Sensorial..... 25

4.9. Análise Estatística..... 26

5. Resultados e Discussão..... 27

5.1. Variáveis da água de cultivo..... 27

5.2. Dieta..... 28

5.3. Desempenho e Análises Corporais..... 31

5.4. Composição química do filé..... 34

5.5. Análise Sensorial..... 45

6. Conclusões..... 49

7. Referências..... 50

Índice de Figuras e Tabelas

Figura 1. Estrutura da molécula do α-tocoferol (5,7,8 – trimetiltocol)..... 13

Figura 2. Valores de lipídeos e desvio padrão para a interação tratamento x método de abate..... 38

Figura 3. Valores de lipídeos de filés congelados de tilápias, suplementadas por meio da dieta com diferentes fontes de vitamina E..... 39

Figura 4. Composição centesimal de filés de tilápia, submetidos aos métodos de abate sangria e imersão em água gelada..... 40

Figura 5. Correlação do nível de SRATB e dias de armazenamento congelado de filés de tilápia submetidos ao abate por imersão em gelo..... 43

Figura 6. Correlação do nível de SRATB e dias de armazenamento congelado de filés de tilápia submetidos ao abate por sangria..... 44

Figura 7. Índice de qualidade para filés de tilápia congelados abatidos por imersão (linha continua) e por sangria (linha pontilhada)..... 46

Tabela 1. Formulação de dietas experimentais para tilápia, contendo diferentes fontes de vitamina E..... 21

Tabela 2. Médias das variáveis da água de cultivo de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de vitamina E..... 27

Tabela 3. Composição química e atividade de água (Aw) de dietas experimentais..... 29

Tabela 4. Parâmetros de desempenho de tilápias alimentadas com dietas suplementadas com diferentes fontes de vitamina E..... 32

Tabela 5. Composição química de filés congelados de tilápia..... 35

Tabela 6. Composição química de filés congelados de tilápia..... 35

Tabela 7. Composição centesimal de filés de tilápia, armazenados congelados..... 37

Tabela 8. Valores médios de oxidação lipídica (mg de MDA/kg de filés de tilápia), pela formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB)..... 42

Tabela 9. Avaliação da qualidade de filés de tilápia pelo método Índice de Qualidade (MIQ)..... 45

Tabela 10. Valores dos pontos de demérito, para avaliação de qualidade de filés congelados de tilápia, pelo método do Índice de Qualidade (MIQ).. 47

Influência da adição *in vivo* de vitamina E e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a influência da vitamina E pela suplementação por meio da dieta, em peixes submetidos a dois métodos de abate (imersão em água gelada e sangria), nos atributos de qualidade de filés congelados de tilápia (*Oreochromis spp*.). Peixes, com peso médio inicial de 340 g, foram alimentados por um período de nove semanas com três dietas isocalóricas (3264,09 kcal ED/kg) e isoprotéicas (24,8% PD), diferindo na adição de 100 mg/kg de ração de α-tocoferol (grupo TO), 100 mg de princípio ativo/kg de ração de acetato de α-tocoferil (grupo AC), e sem adição de vitamina E (grupo controle – CO). Ao final do período de alimentação, os peixes foram abatidos pelos métodos citados anteriormente. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2x5, caracterizado por três dietas, dois métodos de abate e cinco tempos de análises dos filés. Foram realizadas análises de desempenho e corporais, e de composição centesimal, oxidação lipídica pela formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB), e sensorial pelo método do Índice de Qualidade (MIQ) nos filés, nos tempos zero (antes do congelamento), 45, 90, 120 e 150 dias de estocagem. A suplementação da vitamina E não afetou os parâmetros de desempenho, entretanto influenciou na composição centesimal e na oxidação lipídica, protegendo os filés ao longo do período de estocagem. Foi elaborada tabela de avaliação dos filés congelados, pelo MIQ, instrumento útil para a análise de atributos de qualidade.

Palavras-chave: acetato de α-tocoferil, α-tocoferol, MIQ, *Oreochromis spp.,* oxidação lipídica.

Effect of dietary supplementation of vitamin E and slaughter methods on tilapia fillet quality.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to evaluate the influence of vitamin E dietary supplementation, and fish slaughtering methods (immersion in ice-water and exsanguination), on the fillets quality of tilapia, during frozen storage. Fish of 340 g mean initial body weight were fed for nine weeks with three isoenergetic (containing 3264,09 kcal DE/kg) and isonitrogenous (24,8% DP) diets. Two diets were supplemented with 100 mg/kg diet of α-tocopherol (TO group) and 100 mg of active source/kg diet of α-tocopheryl acetate (AC group), plus a non-supplemented diet (control group – CO). At the termination of the 9-week feeding trial, fish were slaughtered by the summoned methods. A completely randomized design was used, in a 3x2x5 factorial scheme, characterized by the 3 vitamin E supplementation diets, 2 slaughter methods and 5 fillets analysis. The growth performance parameters, hepatosomatic and fat viscerosomatic index, centesimal composition, lipid oxidation determined by the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and sensorial by Quality Index Method (QIM) analysis were analyzed in five times: before frozen storage, 45, 90, 120 and 150 days storage. The vitamin E supplementation did not influence the growth performance parameters, but centesimal composition were influenced, and vitamin E protected fillets from lipid oxidation in frozen storage. Fillets quality availability table were organized, by QIM, for to help in sensorial analysis.

Keywords: α-tocopheryl acetate, α-tocopherol, QIM, *Oreochromis spp.,* lipid oxidation

1. INTRODUÇÃO

O pescado contribui com aproximadamente ¼ da oferta mundial da proteína de origem animal (SEBRAE, 2008). Entretanto, as perdas do pescado na pós-colheita causadas pela deterioração, atingem cerca de 10 a 12 milhões de toneladas/ano, e ainda aproximadamente mais 20 milhões de toneladas de peixes/ano são rejeitados no mar, prejudicando a segurança alimentar – termo utilizado para garantir que todos tenham acesso físico e econômico ao alimento básico que necessitam (FAO, 2007).

Para alcançar a segurança alimentar é necessário que existam três fatores: disponibilidade, acesso e qualidade (SEBRAE, 2008). Assim, é necessário melhorar a segurança do alimento (termo utilizado para se referir à garantia da produção de alimentos seguros, isto é, sem contaminação química e/ou microbiológica) além de utilizar adequadamente os alimentos produzidos, reduzir as perdas pós-colheita e para a aquicultura, aumentar a porcentagem dos peixes utilizados para o consumo humano direto. Para isso, a cadeia produtiva do pescado terá de enfrentar grandes desafios, não apenas se intensificando, mas também se diversificando, através da exploração de novas espécies e modificando seus sistemas e práticas. (FAO, 2008).

No Brasil, o cultivo de tilápia tem sido expressivo, principalmente nas regiões sul e sudeste, devido a características relativas à carne, com boa aceitação do filé, aliado à facilidade do cultivo. Além da produção voltada para pesque-pague, parte é destinada à indústria de processamento (SOUZA;

MARANHÃO, 2001).

Poucos são os estudos referentes ao processamento do pescado, sendo necessário esses conhecimentos (SOUZA; MARANHÃO, 2001), uma vez que a tecnologia do pescado é o elo entre a matéria-prima e o consumidor, gerando produtos conforme as necessidades (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004).

A preocupação atual dos produtores de peixes está direcionada a vários aspectos da produção. Uma preocupação recente é relativa à qualidade do pescado, em que se procura atingir um padrão para garantir a comercialização, tornando-se necessário a adoção de medidas tanto na produção quanto na pós-colheita (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004).

O controle de qualidade do pescado e a segurança do alimento são fundamentais, pois é a *commodity* alimentar mais comercializada internacionalmente (HUSS, 2003). Mas a qualidade dos peixes também deve abranger aspectos éticos durante a produção (LAMBOOIJ et al., 2006). Para peixes, o bem-estar animal começou a ser discutido recentemente (LAMBOOIJ et al., 2002), entretanto na indústria de abate de aves e mamíferos já se tem utilizado o bem-estar animal como forma de melhorar o produto final (LAMBOOIJ et al., 2006).

Uma das etapas críticas para se manter a qualidade do pescado é o abate (RIBAS et al., 2007). O estresse associado a este manejo afeta diretamente na resolução do *rigor mortis*, proporcionando principalmente diminuição da vida de prateleira (ROBB; KESTIN, 2002).

Além de fatores como o abate, as próprias características químicas e estruturais da carne de pescado provocam aceleradas alterações, que

proporcionam deterioração do pescado (MELO FRANCO; LANDGRAF, 1996). Um dos problemas ocasionados pelas alterações durante o período de estocagem congelada é a oxidação lipídica.

A utilização de antioxidantes na dieta de animais para abate é uma alternativa para retardar os efeitos oxidativos durante a estocagem (BUCKLEY; MORRISEY, 1992). Assim, é um fator pré-abate importante na preservação da qualidade dos filés (SCAIFE et al., 2000), aumentando a vida de prateleira dos alimentos (ST. ANGELO, 1996). Dentre os antioxidantes, destaca-se a vitamina E, em que sua suplementação por meio da dieta atua protegendo os lipídeos dos tecidos do ataque dos radicais livres (BUCKLEY; MORRISEY, 1992).

Assim, estudos referentes à suplementação com antioxidantes, bem como a utilização de diferentes métodos de abate podem contribuir para garantir maior vida de prateleira ao pescado.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da suplementação *in vivo* de vitamina E na qualidade de filés congelados de tilápia (*Oreochromis spp*.).

2.1. Objetivos específicos

- Avaliar a influência de duas fontes de vitamina E (acetato de α-tocoferil e α-tocoferol) nos parâmetros de desempenho e nos índices corporais.
- Avaliar a influência da vitamina E e dos métodos de abate na composição dos filés e na oxidação lipídica, durante o período de estocagem.
- Avaliar os atributos de qualidade de filés congelados de tilápia, pelo Método do Índice de Qualidade (MIQ).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Panorama da Tilapicultura

A aquicultura é a produção de organismos aquáticos em condições controladas, que se destina a produzir alimentos de alto valor nutritivo (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004). É uma das atividades mais recentes de produção animal, principalmente no ocidente, no entanto é uma das que mais cresce mundialmente (BORGHETTI; OSTRENSKY, 1999).

As fontes anuais de pescado mundial foram mantidas entre 13 e 16 kg/*per capita* durante a década de 90 (FAO, 2007), houve crescimento produtivo de 11% ao ano e a projeção é de contínuo crescimento, assim como a demanda pelo pescado. A contribuição da aquicultura para a produção de pescado em 2004 foi de cerca de 45,5 milhões de toneladas, excluindo as plantas aquáticas (FAO, 2008).

Estima-se que para manter o atual nível de consumo *per capita*, a produção de pescado mundial terá de chegar a 80 milhões de toneladas até 2050. Apesar da maior parte da produção ser proveniente da pesca, globalmente, a produção de pescado pela captura está em declínio, pois as principais zonas de pesca atingiram o patamar máximo de exploração. Assim esta produção não será capaz de satisfazer a demanda pelo pescado, que terá que ser compensada pela aquicultura, que tem potencial para a contribuição significativa (FAO, 2008).

O Brasil se destaca como um dos países de maior potencial para a expansão da aquicultura, pois apresenta diversos fatores favoráveis, como grande potencial hídrico, diversidade em espécies nativas, microclimas e áreas adequadas ao desenvolvimento da atividade, além de condições favoráveis do mercado consumidor interno e externo (BORGHETTI; OSTRENSKY, 1999).

No país, a produção pesqueira em 2004 foi de 1.015.916 toneladas, sendo que 269.699 toneladas foram provenientes da aquicultura (FAO, 2007). Apesar do crescimento produtivo, o consumo *per capita* não tem apresentado crescimento na mesma proporção. Este quadro pode ser atribuído em função de fatores como baixo hábito de consumo de pescado, e principalmente ausência de qualidade, diversidade e praticidade dos produtos disponibilizados no mercado nacional (BOMBARDELLI et al., 2005).

As regiões de maior produtividade são as regiões sul e sudeste, e dentre as espécies cultivadas, destaca-se a tilápia, *Oreochromis spp.*, pertencente à família Cichlidae, e que compõe o grupo de peixes que mais cresce em termos de comercialização mundial. É o segundo grupo mais produzido mundialmente, e apesar das imprecisões estatísticas, estima-se ser o gênero mais produzido no Brasil (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004), além de apresentar expressiva viabilidade econômica principalmente pelo conhecimento técnico disponível, destacando-se em relação às espécies nativas (SEBRAE, 2008).

A espécie é originalmente nativa da África, mas encontrou no Brasil condições ambientais ideais para se propagar, e apesar de ser exótica, atualmente a tilápia pode ser capturada em ambientes naturais, em praticamente todas as regiões brasileiras (BORGHETTI; OSTRENSKY, 1999). Sua ampla

produção se deve a características relevantes, como rusticidade, crescimento rápido, alta adaptação, boa aceitação no mercado consumidor, carne com características organolépticas e nutricionais desejáveis, tais como baixo teor de gordura e ausência de espinhos na forma de “Y”, característica interessante para a produção de filés (BORGHETTI; OSTRENSKY, 1999; STEVANATO et al., 2005).

Parte significativa da produção de tilápia é comercializada diretamente para os consumidores finais, pelos próprios produtores (NOGUEIRA; RODRIGUES, 2007), mas a produção também é destinada aos pesque-pague, e para frigoríficos, com a finalidade de produzir filés ou peixes inteiros eviscerados (SEBRAE, 2008). Atualmente a filetagem é a principal forma de processamento de pescado no Brasil (BOMBARDELLI et al., 2005), e no caso da tilápia, os filés congelados ou *in natura* são os produtos mais populares (SEBRAE, 2008).

Em 2004 a produção mundial foi de 1.822.745 toneladas (FAO, 2007), e no Brasil, de 69.078 toneladas. O país é o sétimo maior produtor de tilápia (FAO, 2008), mas apesar da popularização da espécie, ainda se utilizam técnicas inadequadas e ineficientes, fazendo com que o índice nacional de produção seja inferior aos obtidos em outros países produtores de tilápia (BORGHETTI; OSTRENSKY, 1999).

3.2. Estresse e abate

A definição de estresse é bastante ampla, mas de maneira geral, é um conjunto de respostas do organismo animal diante de estímulos desagradáveis,

agressivos e ameaçadores (URBINATI; CARNEIRO, 2004). Segundo Weendelar Bonga (1997), estresse é uma condição causada por estímulos intrínsecos, denominados estressores, que apresentam ação dupla, tanto produzindo efeitos que ameaçam ou perturbam o equilíbrio homeostático, como desencadeando um conjunto coordenado de respostas fisiológicas e comportamentais com o fim compensatório ou adaptativo para a sobrevivência animal.

As respostas ao estresse funcionam como um mecanismo que permite aos peixes preservar a saúde frente às ameaças dos estressores (LIMA et al., 2006). A resposta com finalidade adaptativa apresenta como aspecto central a realocação da energia metabólica de atividades de investimento, como o crescimento e a reprodução, para atividades de restabelecimento da homeostase, como a respiração, locomoção, regulação osmótica e reparação tecidual (WEENDELAR BONGA, 1997)

A atenção e preocupação com o estresse na piscicultura têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, por ser questão importante no bem-estar dos peixes (ASHLEY, 2007), e também pelos efeitos negativos na produção (URBINATI; CARNEIRO, 2004) e na alteração dos atributos de qualidade da carne (LAMBOOIJ et al., 2002).

O grau em que os atributos de qualidade da carne são afetados pelo estresse é dependente da severidade, duração e velocidade do estressor. O estresse pode ocorrer pelo manejo da produção, como pela densidade de estocagem, pelo transporte e pelo abate (LAMBOOIJ et al, 2002). Os problemas ocasionados pela produção intensiva em conjunto com a demanda dos consumidores por produtos de melhor qualidade estão alterando o interesse dos

produtores por uma produção sustentável, pois a qualidade dos peixes também abrange aspectos éticos durante a produção (LAMBOOIJ et al., 2006).

Apesar das preocupações governamentais, dos consumidores e de associações de proteção aos animais (LAMBOOIJ et al., 2002), ainda são poucas as regulamentações específicas de abate, para proteção aos peixes (LAMBOOIJ et al., 2006).

Os métodos de abate são considerados fatores estressantes, podendo induzir a uma resolução precoce do *rigor mortis*, alterando as características organolépticas e diminuindo a vida de prateleira do produto final (SCHERER et al, 2005). O estresse do abate propicia maior atividade do músculo, reduzindo suas reservas energéticas, o ATP (adenosina trifosfato), afetando inicialmente o pH e o desenvolvimento do *rigos mortis*, e posteriormente outros fatores determinantes de qualidade (BAGNI, 2007).

As técnicas de abate de peixes são diversas, e as espécies de peixes apresentam variação nas respostas aos diferentes métodos (ASHLEY, 2007), sendo assim, a escolha apropriada do método de abate um passo importante para assegurar a qualidade do pescado (SCHERER et al, 2005).

Um dos métodos de abate mais usual é a imersão do peixe em água gelada (ASHLEY, 2007). Este método consiste em submergir os peixes em água gelada, em temperatura em torno de 1ºC, até a morte. Existem questionamentos em termos de bem-estar ao se utilizar este método, entretanto a hipotermia causa insensibilização nos animais, sendo aplicado em trabalhos que avaliam tanto questões de bem-estar dos peixes, como sua relação com a qualidade do produto final (BAGNI et al., 2007; LAMBOOIJ et al., 2006; SCHERER et al.,

2005).

O método de abate por sangria é realizado por perfuração das brânquias, e posteriormente o peixe é submerso em água gelada, em temperatura de 1ºC (OLSEN, 2008). Para a garantia do bem-estar animal, este método é realizado em conjunto com prévia insensibilização, com CO_2 (ROTH et al., 2005), estimulação elétrica (LAMBOOIJ et al., 2008; 2006; ROTH et al., 2007) e hipotermia (LAMBOOIJ et al., 2006). Entretanto, diversas indústrias utilizam a sangria sem nenhuma insensibilização, inclusive no Brasil.

3.3. Oxidação lipídica e Antioxidantes

Espécies reativas ao oxigênio (ERO´s) é um termo coletivo para radicais livres como: radical hidroxila ($^{\bullet}OH$), radical óxido nítrico ($^{\bullet}NO$), radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$), radical peroxila ($LOO^{\bullet}$). Além disso, o termo também pode ser utilizado para outros compostos que não são radicais livres, como: peróxido de hidrogênio, (H_2O_2), ácido hipocloroso (HClO), oxigênio "singlet" ($^1O_2$) e ozônio (O_3) (ARUOMA, 1993).

As ERO´s são responsáveis pelo inicio da reação de oxidação nos alimentos, e reagem com lipídeos, proteínas, carboidratos e vitaminas produzindo compostos voláteis indesejáveis, destruindo ácidos graxos essenciais, aminoácidos e vitaminas, além de produzirem compostos carcinogênicos, proporcionar rejeição e diminuir a aceitabilidade dos consumidores, conseqüentemente diminuindo o valor nutricional e a qualidade

físico-química do alimento durante o armazenamento (CHOE; MIN, 2006).

A oxidação lipídica é a mais relevante alteração química do pescado (NUNES et al., 2007), sendo o processo primário de deterioração da qualidade dos peixes e seus produtos, manifestando-se por mudanças no cheiro, coloração, textura, valor nutritivo, e possível produção de compostos tóxicos (JENSEN et al*.,* 1998). A taxa e a extensão da oxidação em carnes são influenciadas por eventos pré-abate como o estresse do manejo, e também por eventos pós-abate, como técnicas utilizadas no abate, queda do pH *post-mortem* e temperatura da carcaça (SANT´ANA; MANCINI-FILHO, 1995).

A utilização de antioxidantes, como a vitamina E na dieta, é uma alternativa para retardar os efeitos oxidativos e inibir a peroxidação dos ácidos graxos insaturados *in vivo* (BUCKLEY; MORRISEY, 1992). É portanto um fator pré-abate importante no processamento e preservação da qualidade dos filés (SCAIFE et al*.,* 2000).

Antioxidantes são substâncias capazes de prevenir os efeitos deletérios da oxidação (JACKSON, 1994), pela inibição ou interferência na formação de radicais livres (DORKO, 1994). Entretanto, os antioxidantes não previnem a oxidação totalmente, mas sim retardam a reação em cadeia, e conseqüentemente aumentam a vida de prateleira dos alimentos (ST. ANGELO, 1996). Esta habilidade se deve a estrutura fenólica dos antioxidantes (DORKO, 1994), que atuam através de dois mecanismos distintos: impedindo a etapa de iniciação ou seqüestrando os radicais livres (HSIEH; KINSELLA,1989).

Compostos fenólicos e alguns de seus derivados são eficazes para prevenir a autoxidação, entretanto são poucos os permitidos em alimento, devido

principalmente a sua potencialidade tóxica (SHAHIDI; WANASUNDARA,1992).

A vitamina E é um antioxidante lipossolúvel natural, capaz de quebrar a reação em cadeia da peroxidação lipídica mediada por radicais livres em membranas celulares, prevenindo a formação de hidroperóxidos (JACKSON, 1994).

3.4. Vitamina E

A palavra tocoferol é originária do grego "tokos", que significa parto, e foi usada para vitamina E em 1922, por Evans e Bishop, durante estudos que relacionavam nutrição e fertilidade. Estes autores verificaram a capacidade da vitamina em restaurar a fertilidade de ratas com deficiência imposta pela ingestão de ração elaborada com óleos rancificados (BURTON,1994; MURRAY, 1990).

A vitamina E ou tocoferol está entre os nutrientes mais relevantes que influenciam o sistema imunológico, podendo aumentar as defesas celulares e humorais finais (URBINATI; CARNEIRO, 2004). É utilizada na dieta com a finalidade de melhorar o crescimento, a resistência ao estresse e a doenças, assim como a sobrevivência de peixes (FOGAÇA, 2006). Mas a função de maior importância da vitamina E é a atuação como antioxidante *in vivo*, protegendo os lipídeos dos tecidos do ataque dos radicais livres (BUCKLEY; MORRISEY, 1992).

O termo vitamina E é uma descrição genérica para oito compostos homólogos de ocorrência natural, os α-, β-, γ- e δ- tocoferóis e tocotrienóis. O α-

tocoferol tem se apresentado como a forma mais ativa da vitamina E, e quase toda atividade nos tecidos vivos é por esta forma natural (BUCKLEY; MORRISEY, 1992). A Figura 1 ilustra a estrutura do α-tocoferol.

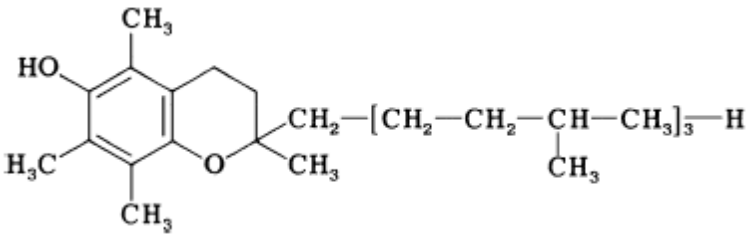


Figura 1. Estrutura da molécula do α-tocoferol (5,7,8 – trimetiltocol)

Além dos compostos naturais, formas sintéticas da vitamina E são utilizadas (COZZOLINO, 2005), porque as formas naturais podem sofrer perdas de sua atividade durante o processamento e armazenamento dos alimentos, aceleradas principalmente pelo calor (LOVELL, 1998). Os compostos sintéticos mais estáveis são na forma de ésteres, sendo que a forma química acetato de d-α-tocoferil ou acetato dl-α-tocoferil é a mais utilizada (MCDOWELL, 1989).

No entanto, as fontes naturais e sintéticas não são semelhantes quanto à biodisponibilidade e biopotência. Teoricamente, as fontes sintéticas como o acetato de α-tocoferil, devem possuir propriedades antioxidantes iguais à fonte natural, porém tem apresentado menor atividade biológica relativa (AZZI; STOCKER, 2000). Cozzolino (2005) justifica a menor atividade biológica da vitamina E sintética que a forma natural, diferente de outras vitaminas, devido à complexa estrutura de sua molécula. Segundo Burton e Traber (1990), a relativa

biodisponibilidade do α-tocoferol e do acetato de α-tocoferil é de interesse, pois a forma livre ocorre naturalmente nos alimentos, enquanto o éster é a forma mais utilizada em suplementações de vitamina E.

Os trabalhos com vitamina E para peixes geralmente utilizam como fonte a forma sintética acetato de α-tocoferil (FOGAÇA; SANT´ANA, 2007; FRIGG et al*.,* 1990; HUANG; HUANG, 2004; SANT´ANA; MANCINI-FILHO, 2000; SCHWARZ, 1996). Pesquisas de cinética de reação concentram-se em comparar a biodisponibilidade e biopotência dos alfa, beta e gama tocoferóis (HAMRE et al., 1998), do tocoferol e tocotrienol (SCHWARZ, 1996), e do α-tocoferol e seus metabólitos (PAZOS et al., 2005; SHI et al*.,* 1999).

Na literatura pesquisada, não foram encontrados trabalhos comparando as formas sintéticas com as formas naturais em peixes, mas em trabalhos com bovinos, a biodisponibilidade do α-tocoferol e do acetato de α-tocoferil foi comparada, em que o α-tocoferol apresentou maior biodisponibilidade que as formas esterificadas (CHARMLEY et al., 1992).

A exigência de vitamina E em diferentes animais está diretamente relacionada com o teor lipídico da dieta, devido ao fato de parte da vitamina E ser utilizada para proteger os lipídeos dos tecidos contra a oxidação (LOVELL, 1998). Além do teor lipídico, sua exigência depende do nível de ácidos graxos poliinsaturados, grau de oxidação do óleo, e quantidade de selênio da dieta, além do nível dos outros ativos biologicamente antioxidantes (Buckley; Morrisey,1992). Montero et al. (2001) avaliaram parâmetros imunológicos indicadores de estresse, e demonstraram que baixos níveis de vitamina E na dieta levaram ao aumento do estresse em peixes juvenis.

Quanto ao nível de adição em dietas, as opiniões são divergentes (FOGAÇA, 2006), devido à dificuldade de se determinar as inter-relações da vitamina E com outros fatores, como a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (LOPEZ_BOTE, 2003), características dos nutrientes e presença de outras substâncias antioxidantes nas dietas (GUO et al., 2001).

A recomendação do NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1993) é de 50-100 mg de vitamina E/kg de matéria seca da dieta, para tilápias do Nilo. Huang e Huang (2004) sugerem 80 mg de vitamina E/kg de dieta para híbridos de tilápias (*Oreochromis niloticus x O. aureus*). Fogaça e Sant´Ana (2007) encontraram melhores resultados na proteção contra a oxidação lipídica de hambúrgueres de tilápia utilizando 200 mg de acetato de α-tocoferil/kg de ração, resultados semelhantes aos encontrados por FRIGG et al. (1990), em filés de trutas.

A adição pode ocorrer no processamento pós-colheita, porém a efetividade é maior na suplementação *in vivo* (FOGAÇA, 2006). Segundo Buckley e Morrisey (1992), a adição do α-tocoferol no músculo *post-mortem* não o torna parte integral da membrana, e consequentemente não é tão efetivo quanto o α-tocoferol incorporado nas membranas celulares por meio da dieta. Fogaça e Sant´Ana (2007) trabalhando com hambúrgueres de filés de tilápia demonstraram que a suplementação na dieta com acetato de α-tocoferil foi mais eficiente na proteção contra a oxidação lipídica, comparando com a adição *post-mortem*, devido a melhor incorporação de vitamina E pelas membranas lipídicas. Hamre et al (1998) também confirmaram que a adição de altas concentrações de vitamina E para salmão do Atlântico (*Salmo salar*), antes do abate, aumentou a

estabilidade oxidativa de filés durante o armazenamento congelado.

3.5. Atributos de qualidade do pescado

A indústria de alimentos está aumentando seu interesse em avaliar os atributos de qualidade, bem como utilizar processos que garantam a segurança do alimento (HUSS, 2003). Dentre os atributos significativos de qualidade do pescado, o grau de frescor apresenta importante relevância, pois determina um dos principais critérios de aceitação do produto, uma vez que o pescado é muito perecível em comparação com outros produtos de origem animal (NUNES et al., 2007).

Fatores como manuseio inadequado do pescado podem comprometer o grau de frescor, exigindo a aplicação de métodos sistemáticos para a elaboração de produtos de qualidade e aceitação internacional (OGAWA, M., 1999). A verificação dos atributos de qualidade pode ser realizada por métodos físicos, químicos, bioquímicos, microbiológicos e sensoriais (NUNES et al., 2007). Devido à complexidade do processo de deterioração do pescado, o uso combinado de alguns métodos para avaliar os atributos de qualidade, dependendo dos objetivos, é mais viável (OGAWA, N., 1999).

Os métodos sensoriais oferecem maior facilidade e rapidez nos resultados, e estão substituindo os demais métodos, que são morosos, destrutivos e dispendiosos. Entretanto, apresentam como fator limitante não considerar as características particulares de cada espécie ou produto (NUNES et al., 2007), uma vez que o curso de deterioração é diferente quando se

comparam espécies, indivíduos da mesma espécie a até partes de um mesmo indivíduo (OGAWA, N. 1999).

A adoção de critérios de avaliação harmônicos e da participação de provadores treinados e familiarizados com o pescado e com os critérios de avaliação utilizados pode melhorar as análises sensoriais. Assim, métodos sensoriais que considerem os interferentes citados merecem destaque, como o método do Índice de Qualidade (MIQ) (NUNES et al., 2007).

O MIQ foi desenvolvido originariamente pela *Tasmanian Food Research Unit*, baseado em parâmetros sensoriais significativos do pescado, que são avaliados por um conjunto de descritores, em um sistema de escores que varia de zero a três pontos de demérito (BRANCH; VAIL, 1985; BREMNER, 1985). Os descritores que correspondem a elevado grau de frescor recebem escore zero, enquanto os escores crescentes correspondem a perda de qualidade até o máximo de três pontos de demérito (BRANCH; VAIL, 1985; GONÇALVES et al, 2007). Amostras devem ser avaliadas de acordo com o MIQ específico proposto para a espécie, preferencialmente por mais de um analisador, e o índice de qualidade final corresponderá à média aritmética dos índices determinados pelos vários analisadores (NUNES et al., 2007).

A grande vantagem do MIQ é avaliar os parâmetros sensoriais mais significativos para cada espécie durante o processo de deterioração (EZRAN; OZDEN, 2006). As diferentes espécies de peixes têm diferentes formas e indicadores de deterioração, por isso o MIQ é específico para cada espécie (NIELSEN; GREEN, 2007). Os atributos mais comumente avaliados em pescado são olhos, pele e guelras, além de odor e textura (SVEINSDÓTTIR et al, 2003).

Quando é observada correlação linear entre o MIQ e o período de estocagem em gelo, o MIQ pode ser usado para prever a vida de prateleira restante (BOTTA, 1995). Assim, este método é importante para predizer o fim da vida de prateleira ou tempo de rejeição, mas deve ser estimado por comparação com outro método de avaliação.

Inicialmente o MIQ foi desenvolvido para peixe inteiro resfriado, mas atualmente é aplicado para outros produtos, como filés e peixes congelados. Suas vantagens levaram ao desenvolvimento de esquemas específicos de vários projetos europeus (NUNES et al., 2007). Trabalhos recentes foram feitos utilizando filés e comparando a análise sensorial por preferência e o MIQ, em que é denominado método do Índice de Filé (FIM) (ØSTLI et al., 2007).

No Brasil, Albuquerque et al (2004) trabalharam com tilápias abatidas em dióxido de carbono e em água e gelo, avaliando o estado de frescor pelo MIQ, no peixe inteiro. Scherer et al. (2005) avaliaram sensorialmente carpas prateadas submetidas a diferentes métodos de abate pelo esquema proposto pela *Tasmanian Food Research Unit*, com adaptações para a espécie. Mais recentemente, Rodrigues (2008) avaliou a qualidade de tilápias inteiras evisceradas e estocadas em gelo por um conjunto de análises, dentre elas a análise sensorial pelo MIQ.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", UNESP, em duas etapas, sendo a primeira nas instalações do Centro de Aqüicultura da UNESP - CAUNESP, câmpus Jaboticabal, constituindo todo o processo de produção dos peixes até o abate. A segunda etapa foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Pescado, do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Ciências Agronômicas, câmpus Botucatu, correspondendo ao período de estocagem e análises físico-químicas e sensoriais.

4.1. Material biológico

225 juvenis de *Oreochromis spp.* foram obtidos do Setor de Tilapicultura do CAUNESP, com peso aproximado de 340 g, e distribuídos em quatro viveiros de 200 m², com profundidade mínima de 1 m, paredes revestidas de alvenaria e fundo de terra. Os viveiros foram divididos em quatro partes de 10m x 5m, com telas plásticas de malha de 15mm. Cada parcela foi povoada com 15 peixes.

A dieta foi fornecida por um período de nove semanas (62 dias). Após este período, os peixes foram abatidos por dois métodos: imersão em água gelada e sangria com posterior imersão em água gelada. Posteriormente, os peixes foram pesados, medidos, filetados e transportados em gelo, em caixas de isopor para o Laboratório de Tecnologia de Pescado, do Departamento de

Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Ciências Agronômicas, câmpus Botucatu.

A filetagem foi realizada manualmente, e o par de filés de cada peixe foi embalado em sacos plásticos, individualmente. Cada par de filés, de todas as parcelas, foi utilizado para análises de composição química e oxidação lipídica pela formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB) antes do congelamento (denominado tempo zero), e os demais filés foram congelados em freezer doméstico a -18º C para as mesmas análises físico-químicas aos 45, 90, 120 e 150 dias de estocagem.

4.2. Variáveis da água de cultivo

Semanalmente, no período da manhã, foram monitorados os parâmetros físico-químicos da água: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, amônia, transparência e condutividade. A determinação foi realizada através da utilização de aparelhos do tipo YSI para o pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura, esta última também mensurada por termômetro de mercúrio, e a amônia foi mensurada por kites colorimétricos.

4.3. Dieta

A ração foi formulada com base nas exigências nutricionais da espécie, e extrusada na fábrica de rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. A Tabela 1 mostra a formulação

das dietas experimentais.

As dietas foram isocalóricas (3264,09 kcal ED/kg) e isoprotéicas (24,8% de proteína digestível), com um grupo controle, sem adição de vitamina E (CO) e dois grupos contendo fontes diferentes de vitamina E: 100 mg/kg de ração de α-tocoferol (Sigma-Aldrich®) (TO) e 200 mg/kg de ração de acetato de α-tocoferil (Rovimix 50% absorbato, produto comercial da Roche®) (AC).

Tabela 1. Formulação de dietas experimentais para tilápia, contendo diferentes fontes de vitamina E.

Ingredientes (%)	**CO**	**TO**	**AC**
Milho	30,02	30,02	30,02
Farelo de trigo	14,46	14,46	14,46
Farelo de arroz	7,00	7,00	7,00
Farelo de soja	34,75	34,75	34,75
Farinha de peixe	11,52	11,52	11,52
Óleo de soja	1,50	1,50	1,50
DL- Metionina	0,25	0,25	0,25
α-tocoferol (mg/kg, Sigma-Aldrich)	0	100	0
Acetato de α-tocoferil, (mg/kg, Rovimix 50%)	0	0	200
Suplemento Vitamínico-mineral [1]	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100	100	100

CO= Controle; TO= α-tocoferol; AC= Acetato de α-tocoferil.

[1] sem vitamina E; ingrediente/Kg de suplemento. Vitaminas: A=12.000UI; C= 300 mg; D_3= 3.000 UI; K_3= 15 mg; B12= 40 mcg; B1= 20 mg; B2= 20 mg; B6= 17,5 mg; Biotina= 1 mg; Ácido Fólico = 6 mg; Pantotenato de cálcio = 50 mg; Ácido Nicotínico = 100 mg; Colina = 500 mg. Minerais: Sulfato de Ferro= 100 mg; Sulfato de Cobre= 17,50 mg; Manganês= 50 mg; Cobalto= 0.4 mg; Sulfato de sódio= 0,50 mg; Iodo= 0,80 mg; Selênio= 0.2 mg; Sulfato de Zinco= 120 mg, Inositol= 125,00 mg. DSM.

A utilização de 200 mg/kg de acetato de α -tocoferil foi devido ao fato do produto Rovimix possuir 50% de princípio ativo. As vitaminas foram diluídas ao óleo de soja (1,5%/kg de ração) e incorporadas à ração após a extrusão. A dieta permaneceu estocada em freezer a -18º C, durante o período experimental, para evitar possíveis perdas da vitamina E pelo calor.

A quantidade de ração ofertada foi até aparente saciedade, tendo em vista que os peixes já estavam condicionados ao consumo de ração extrusada, duas vezes ao dia.

4.4. Métodos de abate

Ao final do período de nove semanas, os peixes foram abatidos, sendo o abate antecedido por 24 horas de jejum. Os animais foram despescados dos viveiros e transferidos para caixas de transporte com água gelada, para insensibilização.

Os métodos de abate avaliados foram:

- Imersão em água gelada (I) – os peixes foram capturados dos viveiros e imediatamente asfixiados em água gelada, na proporção água:gelo de 1:1 (temperatura em torno de 1°C), até que aparentemente estivessem ausentes de consciência, quando foram considerados mortos;

- Sangria com posterior imersão em água gelada (S) – Capturou-se os peixes dos viveiros, seus arcos branquiais foram perfurados com o auxílio de facas e posteriormente foram submetidos à mesma metodologia do tratamento I, a anoxia em água gelada (temperatura em torno de 1°C).

4.5. Variáveis de Desempenho

Foram realizadas biometrias, no início, após quatro semanas e no final do experimento sendo registrados o comprimento total e o peso de cada indivíduo. Foram calculados o ganho em peso (GP), a conversão alimentar aparente (CAA) e a sobrevivência (S). As expressões abaixo explicitam as variáveis de desempenho mensuradas:

CAA = (Consumo médio)/Ganho em peso

GP = (Peso final - Peso inicial) x 100/Peso inicial

S = (nº inicial de peixes – nº final de peixes)/100

O rendimento de filé (RF) foi realizado utilizando-se a fórmula:

RF = Peso do filé x 100/Peso Total.

4.6. Análises Corporais

Ao final do ensaio experimental de desempenho, foram amostrados e mensurados quatro peixes de cada repetição, que foram sacrificados para coleta de gordura visceral e de fígado, que foram pesados para obtenção do índice de gordura visceral (IGVS), por meio da relação percentual entre a gordura visceral e o peso do corpo, e do índice hepatossomático (IHS) – porcentagem da relação entre o peso do fígado e o peso do corpo, respectivamente.

4.7. Análises Químicas

Conforme os tempos de análise, as amostras foram descongeladas em refrigerador, permanecendo aproximadamente 12 horas ou até as amostras descongelarem, trituradas em homogeneizador Turrax (lipídeos e oxidação lipídica), ou cortadas com auxílio de facas em tamanho inferior a 0,5 cm (umidade e proteína bruta).

As análises de umidade e de cinzas foram definidas através de secagem em estufa a 105°C (950.46) e mufla a 550°C (938.08), respectivamente (AOAC, 2005). A proteína bruta foi determinada pelo método semimicro Kjeldahl (940.25), sendo o valor de proteína obtido pela multiplicação pelo fator 6,25 (AOAC, 2005).

Lipídeos totais foram determinados por extração com clorofórmio: metanol (2:1), sendo a fração contendo clorofórmio recolhida e evaporada em roto-evaporador e em seguida submetida à secagem em estufa a 105°C por duas horas, segundo adaptação da metodologia descrita por Folch et al (1957).

A oxidação lipídica foi avaliada pela formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB), segundo método de Vyncke (1970). A quantidade de malonaldeído (MDA), principal substância formada durante a oxidação e que reage com o ácido tiobarbitúrico, foi calculada pela equação da curva padrão: $y = 0,1152.x$ ($r^2 = 0,9962$).

A determinação dos minerais cálcio, fósforo, magnésio, cobre, ferro, zinco e selênio ocorreu segundo método analítico de absorção atômica, com lâmpada específica para cada mineral (AOAC, 1980).

A atividade de água (Aw) da ração foi mensurada por analisador de atividade de água, Aqualab 3TE, da Decagon Devices, que aplica o princípio do ponto de orvalho em espelho encapsulado, metodologia aprovada pela AOAC.

Os carboidratos não estruturais (CNN) foram calculados por diferença, pela equação: CNN (%) = matéria seca (%) - {proteína bruta (%) + lipídeos (%)+ cinzas (%)}.

4.8. Análise Sensorial

Para a análise sensorial, aplicou-se o Método do Índice de Qualidade (MIQ). As informações para a aplicação do MIQ foram obtidas em Nunes et al (2007) e Ostli et al (2007) e da experiência da orientadora que realizou trabalho de pós-doutorado aplicando o MIQ.

Na elaboração da tabela foram utilizados filés de tilápia antes do congelamento, e congelados com 45 dias de estocagem. Cinco analisadores, sem prévio treinamento, avaliaram os principais atributos de qualidade, elaborando uma tabela com as pontuações de demérito. Aos 45 e 90 dias de armazenamento, os mesmos analisadores avaliaram os filés congelados, dos tratamentos com vitamina E e dos métodos de abate.

As amostras foram descongeladas em refrigerador, e dispostas após o descongelamento, em bandejas de fundo claro, numeradas com auxílio da tabela de números aleatórios.

4.9. Análise Estatística

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2x5, sendo três dietas, dois métodos de abate e cinco tempos de análise dos filés.

As médias das variáveis analisadas foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA). As análises estatísticas foram realizadas no Statistical Analysis System (SAS version 9.1). Quando encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas ($P<0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas utilizando o teste de Tukey-Kramer.

Para verificar a co-relação entre o peso inicial e os fatores de desempenho, os dados foram avaliados pela análise de co-variável, também utilizando o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS version 9.1).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Variáveis da água de cultivo

Os resultados das avaliações físico-químicas da água encontram-se na Tabela 2. Os valores estão de acordo com os descritos na literatura para a produção de tilápias.

Tabela 2. Médias das variáveis da água de cultivo de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de vitamina E.

Variáveis	Médias
Temperatura (ºC)	26,86±0,73
pH	7,71±0,80
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,08±0,89
Condutividade (µS/cm)	54,13±5,56
Amônia (mg/l)	0,07±0,03

Médias ± desvio padrão

O metabolismo dos peixes é maior à medida que aumenta a temperatura, sendo que peixes de águas tropicais geralmente vivem bem em temperaturas entre 20 e 28ºC, e o apetite máximo ocorre na faixa entre 24 e 28ºC (SILVA et al., 2008). Assim, os valores encontrados neste trabalho são adequados, satisfazendo a faixa de conforto térmico.

O pH da água doce de cultivo recomendado deve ser mantido entre 6,0 e 9,0 (BALDISSEROTTO, 2002; QUEIROZ; SILVEIRA, 2006), faixa em que se

situaram os valores obtidos.

Em relação às concentrações de oxigênio dissolvido (OD), a espécie tolera baixas concentrações na água, entretanto a baixa disponibilidade de oxigênio torna os peixes susceptíveis a doenças e diminuem seu desempenho (KUBITZA, 2000). O consumo de oxigênio é maior em peixes bem alimentados, e níveis abaixo de 4,2 mg/l de OD podem diminuir o consumo (BALDISSEROTTO, 2002), sendo assim, os valores de OD de 7,08±0,89mg/l são considerados favoráveis.

A condutividade é um indicador da capacidade da água em conduzir eletricidade, fornecendo importantes informações sobre o metabolismo do ecossistema, auxiliando no monitoramento da qualidade da água. Os valores de 54,13±5,56 µS/cm encontram-se dentro dos valores de 23 a 71 µS/cm, sugeridos por Sipaúba-Tavares (1994).

Para viveiros de água doce com pH situado no intervalo entre 7,5 e 8,0, o valor desejável para amônia total deve ser inferior a 2,0 mg/l (QUEIROZ; SILVEIRA, 2006). Os resultados obtidos neste trabalho de 0,07±0,03 mg/l não oferecem toxicidade para as tilápias.

5.2. Dieta

Os resultados de composição química e de atividade de água (Aw) das dietas experimentais encontram-se na Tabela 3.

Os valores obtidos para a composição química estão de acordo com os valores apresentados para níveis máximos e mínimos de nutrientes e de energia

Tabela 3. Composição química e atividade de água (Aw) de dietas experimentais.

Composição Analisada	Fonte de vitamina E		
	CO	**TO**	**AC**
MS (%)	90,68	90,80	91,52
ED (kcal/kg)*	3264,09	3264,09	3264,09
PB (%)	28,43	28,99	28,06
Lipídeos (%)	3,11	2,98	3,08
Cinzas (%)	6,06	6,17	6,18
CNN (%)	62,40	61,86	62,68
Aw	0,600	0,610	0,550
Minerais[1]			
Ca (g/kg)	16,30	15,20	15,00
P (g/kg)	4,84	4,73	4,79
Mg (mg/kg)	238,40	229,70	227,20
Cu (mg/kg)	108,70	106,20	101,40
Fe (mg/kg)	353,20	355,60	355,15
Zn (mg/kg)	314,22	321,73	316,05
Se (mg/kg)	1,58	1,63	1,56

CO= Controle; TO= α-tocoferol; AC= Acetato de α-tocoferil.
MS= matéria seca; ED= energia digestível; PB= proteína bruta; CNN= carboidratos não estruturais.

Composição determinada através de análises realizadas em triplicata, no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da FCA, Botucatu, segundo A.O.A.C. (1980).
* ED calculada com base nos valores de ED da cada ingrediente.
[1] Minerais em mg/kg ou g/kg de ração, segundo método analítico de absorção atômica (A.O.A.C., 1980).

para peixes onívoros, como as tilápias, sugeridos por Vidotti e Gonçalves (2006), para a fase de crescimento terminação, em que recomendam no máximo 10%

de umidade, 24% de proteína digestível (PD), equivalente a aproximadamente 28% de proteína bruta (PB), o mínimo de 4% de extrato etéreo (EE), o máximo de 2% de cálcio e o mínimo de 0,5% de fósforo disponível.

Além da análise de composição química da dieta, também foi realizado o monitoramento da atividade de água (Aw). A análise de Aw tem sido utilizada para assegurar a estabilidade dos alimentos e o controle do crescimento de microrganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar, no entanto suas aplicações são muitas e podem melhorar a qualidade do produto alimentício, facilitando e uniformizando sua fabricação (DITCHFIELD, 2000).

Esta avaliação para a nutrição animal tem grande relevância, pois os macro e micronutrientes que compõem os produtos destinados à alimentação animal dependem da presença de água, que confere textura, disponibilidade orgânica, palatabilidade, entre outros atributos. Por outro lado, esta água pode ser o principal fator intrínseco na decomposição, propiciando o desenvolvimento de microrganismos, reações enzimáticas oxidativas e hidrolíticas da matéria-prima ou do produto final. Com o monitoramento da Aw pode-se prevenir o desenvolvimento microbiano, determinar a embalagem e condições de armazenamento adequado (BRASEQ, 2008).

Os valores de Aw da ração deste experimento são considerados ideais, pois não permitem o crescimento da maioria das bactérias, principalmente as patogênicas que só se desenvolvem em valores de Aw superiores a 0,85 (MELO FRANCO; LANDGRAF, 1996).

5.3. Desempenho e Análises Corporais

A análise de co-variável, para verificar possível efeito do peso inicial sob os parâmetros de desempenho, não apresentou resultados significativos (P>0,05), sendo assim os dados apresentados independentes do peso inicial.

Os resultados dos parâmetros de desempenho e de análises corporais são apresentados na Tabela 4, em conjunto com a análise de variância. Não houve influência (P>0,05) dos tratamentos com vitamina E para nenhum parâmetro de desempenho.

O peso inicial de 341,3 g pode ser classificado como fase de crescimento manutenção ou propriamente crescimento (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006), mas para fins práticos os peixes foram classificados como animais de terminação.

Barhumiz e Ng (2007) abateram tilápias híbridas de *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* com peso que consideraram comercial de 414,3 a 468,6g, e para Souza e Maranhão (2001), a categoria de peso entre 401 a 500g é o mais indicado para o abate de tilápias do Nilo, submetidas ao processo de filetagem em série, por mais de uma pessoa, por considerar melhor rendimento de processamento, sendo os valores obtidos neste trabalho, pouco superiores aos resultados dos trabalhos citados.

A conversão alimentar aparente (CAA) não foi influenciada (P>0,05) pelos tratamentos de suplementação de vitamina E. Mas Huang e Huang (2004) trabalhando com juvenis de tilápias híbridas, *Oreochromis niloticus X O. aureus*, obtiveram CAA menores para os tratamentos com suplementação de vitamina E, em relação ao grupo controle (sem inclusão de vitamina E). Taxas de conversão

Tabela 4. Parâmetros de desempenho de tilápias alimentadas com dietas suplementadas com diferentes fontes de vitamina E.

Parâmetro	Fonte de vitamina E			Valor F	Média
	CO	TO	AC		
Peso Inicial (g)	346,41 ± 8,85	332,27 ± 16,79	345,27 ± 10,97	0,61	341,3
Peso Final (g)	513,65 ± 81,34	549,67 ± 84,86	501,44 ± 84,77	1,95	521,59
CAA[1]	1,87±0,72	1,59±0,56	2,29±0,61	1,02	1,91
GP[2]	47,89 ± 19,68	65,34 ± 23,50	45,30 ± 24,10	1,46	52,84
RF[3] (%)	28,67 ± 3,79	28,75 ± 2,85	27,54 ± 3,23	2,10	28,34
IHS (%)	1,51±0,50**b**	2,12±0,47**a**	1,73±0,52**a,b**	3,78	1,79
IGVS (%)	0,99±0,58	1,48±1,04	1,52±0,98	1,00	1,32

CO= Controle; TO= α-tocoferol; AC= Acetato de α-tocoferil.
CAA= conversão alimentar aparente; GP= ganho em peso; RF= rendimento de filé; IHS= índice hepatossomático; IGVS= índice de gordura visceral.
[1] CAA = Consumo médio/ganho médio de peso;
[2] GP = (Peso final - Peso inicial) x 100/Peso inicial;
[3] RF = Peso do filé x 100/Peso Total.

Médias seguidas de letras diferentes na horizontal diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

alimentar entre 1,5 a 1,8 são consideradas satisfatórias para várias espécies (BOYD; QUEIROZ, 2004), sendo que os valores obtidos no presente trabalho encontram-se nesta faixa ou próximo.

Shiau e Shiau (2001) apresentaram ganhos em peso (GP) favoráveis ao suplementarem tilápias híbridas (*Oreochromis niloticus X O. aureus)* com vitamina E por meio da dieta. Resultados semelhantes foram obtidos por Huang e Huang (2004), e que diferem dos resultados obtidos no presente trabalho.

Mas, nem todas as espécies apresentam resultados dos parâmetros de desempenho significativos para a adição de vitamina E (HAMRE; LIE, 1995).

Dentre as espécies de água doce, a tilápia apresenta um dos menores rendimentos de filé, devido a vários fatores como características da espécie, grau de mecanização, método de filetagem e destreza do filetador (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004). O rendimento médio de filé é de aproximadamente 30% (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006). Os resultados obtidos neste trabalho, pouco inferiores a 30%, podem ser atribuídos a falta de treinamento dos filetadores.

Para os resultados das análises corporais, o tratamento TO apresentou IHS maior ($P<0,05$) em relação ao tratamento CO. Barhumiz e Ng (2007) encontraram valores de 1,57 a 1,80, para tilápias abatidas em semelhante fase produtiva, concordando com os resultados de CO e AC. Yue e Zhoe (2008) obtiveram IHS entre 1,76 a 2,31, em trabalho realizado com juvenis de tilápias híbridas de *Oreochromis niloticus* X *O. aureus,* valores próximos aos obtidos por AC e TO.

O IHS pode estar relacionado com a mobilização das reservas energéticas necessárias para o processo de vitelogênese ou de reprodução, sendo utilizado como indicador de período reprodutivo (QUEROL et al, 2002). Oliveira (1997) também confirmou a influência dos processos reprodutivos para o IHS e para o IGVS, ao avaliar a influência do sexo e as épocas do ano sobre os parâmetros biométricos. Como foram observadas desovas durante o período experimental, este fato pode ter influenciado os resultados.

Além da relação com os processos reprodutivos citados anteriormente,

Shiau e Shiau (2001) notaram que a suplementação de mais de 50 mg/kg de dieta de vitamina E aumentou o IHS. Segundo Tocher et al. (2002), a vitamina E da dieta influencia o sistema antioxidante do organismo dos peixes, em que menos vitamina E na dieta diminui seus níveis no músculo, aumentando a atividade oxidante do organismo. Maiores valores de IHS obtidos neste trabalho nos tratamentos com vitamina E podem ter ocorrido por sua ação antioxidante.

Para o IGVS, as diferenças não foram significativas (P>0,05). Os valores de IGVS foram superiores aos valores de 0,59 a 0,76, obtidos por FURUYA et al (2004), para tilápias do Nilo, na fase de terminação. Oliveira (1997) obteve maiores valores de IGVS em machos, o que pode possivelmente justificar a variação dos valores entre os tratamentos, pela ocorrência de fêmeas.

5.4. Composição química do filé

Os valores médios da composição centesimal dos filés congelados submetidos à adição de vitamina E encontram-se na Tabela 5. Para lipídeos, a vitamina E influenciou os resultados (P<0,05), que demonstram valores 25,3% e 39,7% maiores de TO e AC, respectivamente, em relação ao CO. Este fato pode sugerir que a utilização de antioxidantes na ração, protegeu os lipídeos dos filés congelados da oxidação lipídica, a níveis maiores do que os filés de animais sem suplementação de vitamina E.

No presente trabalho, não houve influência dos métodos de abate na composição centesimal dos filés congelados (P>0,05).

Tabela 5. Composição química de filés congelados de tilápia.

Composição (%)	CO	TO	AC
Umidade	79,42±1,14	79,04±1,15	79,13±1,20
Cinzas	1,14±0,06	1,15±0,05	1,15±0,05
Lipídeos	0,83±0,11**b**	1,04±0,34**a**	1,16±0,16**a**
Proteína	19,17±0,60	19,50±0,42	19,20±0,65

CO= Controle; TO= α-tocoferol; AC= acetato de α-tocoferil.

Médias ± desvio padrão seguidas de letras diferentes na horizontal diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os resultados da composição centesimal dos filés em relação aos métodos de abate se encontram na Tabela 6.

Tabela 6. Composição química de filés congelados de tilápia.

Composição (%)	I	S
Umidade	78,69±1,64	78,69±1,65
Cinzas	1,13±0,10	1,15±0,10
Lipídeos	1,11±0,32	0,97±0,24
Proteína	18,98±1,25	19,37±1,24

I = abate por imersão; S = abate por sangria.

Médias ± desvio padrão seguidas de letras diferentes na horizontal diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Quando o intuito é avaliar a relação dos métodos de abate com a qualidade do pescado, a maioria dos trabalhos pesquisados visa verificar o efeito dos métodos de abate no *rigor mortis*, dando destaque para análises de pH

muscular ou de resolução do *rigor* propriamente (KRISTOFFERSEN et al., 2006; LAMBOOIJ et al., 2008; ROTH et al., 2007; SCHERER et al., 2005). Entretanto, a mensuração do pH é interessante em curtos períodos de estocagem, pois em períodos prolongados, os valores tendem a serem constantes, e a resolução do *rigor* não se aplica no presente trabalho, uma vez que os peixes foram filetados logo após o abate.

Albuquerque et al. (2004) ao avaliarem a composição centesimal do músculo de tilápias abatidas insensibilizadas em água gelada, obtiveram os valores percentuais de 81,05 e 80,75 de umidade, 1,14 e 0,80 de cinzas, 1,98 e 0,78 de lipídeos, e 16,52 e 16,76 de proteína, nos tempos inicial e após 17 dias, respectivamente. Os mesmos autores, ao compararem os resultados da composição centesimal entre o método de abate em água gelada e do método com insensibilização em água com CO_2, não obtiveram diferenças, resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Na Tabela 7, encontram-se os valores médios da composição centesimal durante o período de estocagem para os filés congelados, independente do tratamento de vitamina E e método de abate. Todos os parâmetros da composição centesimal dos filés congelados foram afetados ($P<0,05$) pelo tempo de estocagem.

Observa-se que os períodos de 45 e 90 dias apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) para os componentes umidade e cinzas, a proteína diferiu entre os períodos de zero e 90 dias, e os lipídeos entre os 120 e 150 dias de estocagem.

Tabela 7. Composição centesimal de filés de tilápia, armazenados congelados.

Tempo (dias)	Umidade	Cinzas	Proteína	Lipídeos
0	80,01±1,29a	1,11±0,11ab	18,79±1,24b	-
45	79,79±1,12a	1,08±0,11b	19,21±1,15ab	-
90	77,50±1,64b	1,18±0,09a	20,15±1,23a	0,98±0,22ab
120	78,92±1,22a	1,16±0,05ab	18,93±1,13ab	1,18±0,32a
150	79,24±0,96a	1,17±0,06ab	19,39±1,00ab	0,88±0,16b

- = Não realizado análise neste período.

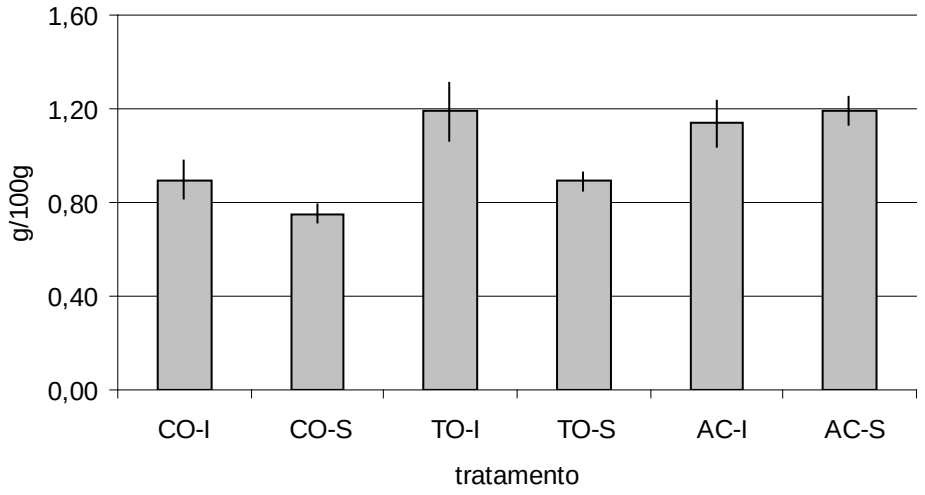
Médias ± desvio padrão seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os conteúdos de umidade e proteína de filés de tilápia vermelha híbrida não foram significativamente afetados pelo tempo de estocagem de até 30 dias, mas as cinzas apresentaram significância (NG; BARHUMIZ, 2009). Entre os tempos zero e 45 dias, o presente trabalho apresentou diferenças para os conteúdos de proteína e cinzas, mas apenas aos 90 dias a umidade apresentou resultados significativos.

A interação tratamento x método de abate teve efeito sobre os lipídeos, em que os resultados são observados na Figura 2.

Para o abate por imersão, o grupo controle (CO-I) apresentou valores significantemente menores (P<0,05) em relação ao tratamento α-tocoferol (TO-I). Para a sangria, o tratamento acetato de α-tocoferil (AC- S) apresentou valores maiores (P<0,05) que o grupo controle (CO-S) e o tratamento α-tocoferol (TO-S). Em relação aos tratamentos de vitamina E, apenas o tratamento tocoferol apresentou diferenças (P<0,05) entre os métodos de abate, em que TO-I apresentou valores de lipídeos maiores que o abate por sangria (TO-S).

A umidade também foi influenciada pela interação tratamento x método de



CO-I= controle e imersão; CO-S= controle e sangria; TO-I= α-tocoferol e imersão; TO-S= α-tocoferol e sangria; AC-I= acetato de α-tocoferil e imersão; AC-S= acetato de α-tocoferil e sangria;

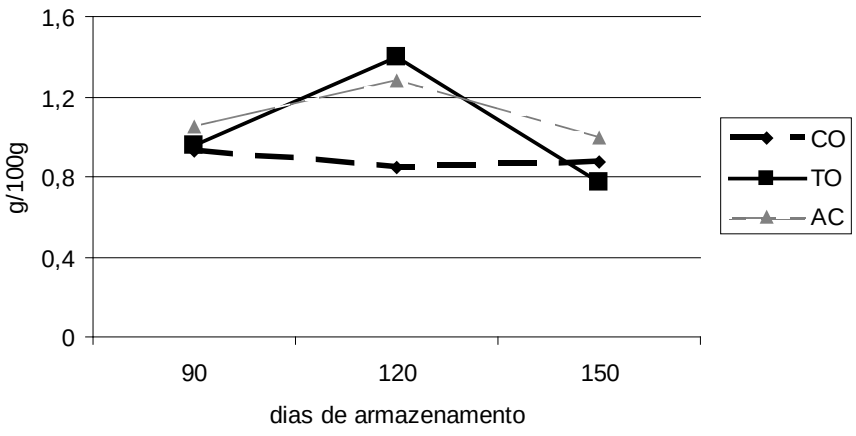
Figura 2. Valores de lipídeos e desvio padrão para a interação tratamento x método de abate.

abate. Houve diferenças significativas entre AC-I e AC-S, que apresentaram os valores percentuais de 79,74 ± 0,83 e 78,52 ± 1,21, respectivamente, e entre AC-I e TO-I, com os valores 79,74 ± 0,83% e 78,94 ± 1,38%, respectivamente.

Na interação tratamento x tempo, a proteína foi influenciada apenas entre os tratamentos AC e TO, aos 90 dias, com os respectivos valores percentuais de 19,36 ± 0,06 e 21,02 ± 0,63. Para lipídeos, os resultados se encontram na Figura 3. Aos 120 dias de estocagem, CO apresentou valores significantemente menores (P<0,05) que TO e AC.

A Figura 4 ilustra a variação dos níveis de umidade, cinzas, proteína e lipídeos dos tratamentos com suplementação da vitamina E, durante o período de estocagem congelada para os métodos de abate I e S. Não houve efeito da interação (P>0,05) tratamento x método de abate x tempo de armazenamento

para nenhum dos parâmetros avaliados.

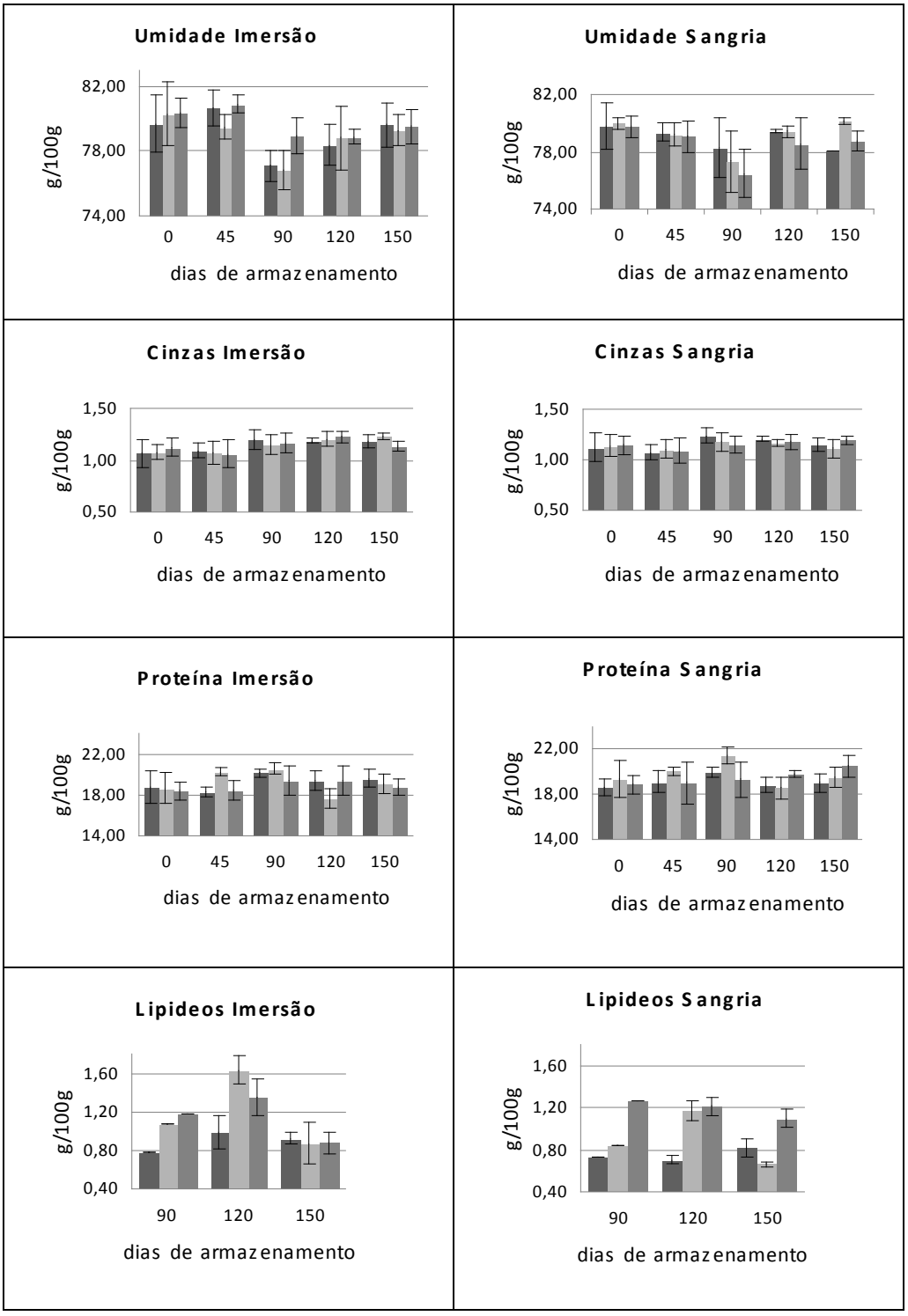


CO= controle; TO= α-tocoferol; AC= acetato de α-tocoferil.

Figura 3. Valores de lipídeos de filés congelados de tilápias, suplementadas por meio da dieta com diferentes fontes de vitamina E.

A umidade é inversamente proporcional aos demais componentes (cinzas, proteína e lipídeos), e os resultados do presente trabalho indicam esta relação. Na Figura 4, para o componente umidade, os tratamentos comportaram-se de maneira semelhante ao longo do período de estocagem, em que aos 90 dias há uma queda nos valores, enquanto há aumento para cinzas e proteína no mesmo período.

Para lipídeos, enquanto no abate I os tratamentos comportaram-se de maneira semelhante, no abate S houve comportamento irregular, em que TO comportou-se de maneira similar aos resultados do abate I, com aumento dos valores aos 120 dias e posterior queda aos 150 dias.



■ CO= Controle; ■ TO=α-Tocoferol; ■ AC= Acetato α-tocoferil.

Figura 4. Composição centesimal de filés de tilápia, submetidos aos métodos de abate sangria e imersão em água gelada.

Fogaça (2006) trabalhando com hambúrgueres de tilápia, suplementados com acetato de α-tocoferil, encontrou valores de umidade crescentes ao longo do período de estocagem até 90 dias, diferindo dos resultados obtidos no presente trabalho, em que a umidade apresenta decréscimo, tanto para os tratamentos de vitamina E como para os métodos de abate.

Para oxidação lipídica, os efeitos das interações tratamento x tempo de armazenamento e tratamento X método de abate X tempo de armazenamento foram significativas a 5% de probabilidade, em que indicam que a vitamina E e o método de abate interferiram no armazenamento dos filés congelados. O tratamento foi significativo a 1% de probabilidade, sugerindo eficiência do antioxidante, e o tempo de armazenamento também apresentou significância ($p<0,0001$). Fogaça (2006) trabalhando com níveis de vitamina E e adição *post mortem* em hambúrgueres de filés de tilápia, também obteve resultados significativos para o tempo de estocagem.

Os resultados de oxidação lipídica para os tratamentos de vitamina E encontram-se na tabela 8.

Devido a inúmeros fatores que podem interferir na determinação de SRATB, a análise é indicada para comparar valores de determinado experimento (FOGAÇA, 2006), sendo diversas vezes interpretado incorretamente ao se comparar valores de diferentes referências. No entanto, o comportamento dos valores (aumento ou diminuição) ao longo do período de estocagem é importante, informando a taxa e a extensão da oxidação lipídica.

Observa-se que durante todo o período de estocagem CO apresentou valores maiores para os níveis de MDA que TO e AC, sendo que aos 45 dias as

Tabela 8. Valores médios de oxidação lipídica (mg de MDA/kg de filés de tilápia), pela formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB).

Tempo	CO	TO	AC
0 dia	0,120±0,028	0,150±0,060**ab**	0,122±0,034**ab**
45 dias	0,324±0,151**A**	0,207±0,072**AB**	0,126±0,028**Ba**
90 dias	0,379±0,105	0,306±0,053**ab**	0,318±0,094**ab**
120 dias	0,388±0,115	0,315±0,035**a**	0,327±0,011**b**
150 dias	0,101±0,051	0,097±0,024**b**	0,091±0,030**ab**

CO= Controle; TO= α-tocoferol; AC= acetato de α-tocoferil.

Médias seguidas de letras diferentes (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

diferenças foram significantes entre AC (P<0,05). Resultados semelhantes foram obtidos por Fogaça e Sant´Ana (2007), em que o grupo controle (sem adição de vitamina E) apresentou valores maiores de SRATB que os tratamentos com suplementação *in vivo* de acetato de α-tocoferil, em hambúrgueres de filés de tilápia, indicando ação antioxidante da vitamina E.

O decréscimo nos valores de SRATB ao final do período de estocagem sugere a redução dos substratos que reagem com o TBA, resultados semelhantes encontrados por Fogaça e Sant´Ana (2007) e Sant´Ana e Fernandes (2000).

Para avaliar o efeito antioxidante da suplementação com α-tocoferol e acetato de α-tocoferil, durante o período de armazenamento congelado e entre os métodos de abate, foram feitas correlações polinomiais entre os níveis de SRATB *versus* o tempo de estocagem.

A Figura 5 mostra a correlação entre os valores de SRATB em relação aos dia de armazenamento, dos filés congelados, do método de abate I.

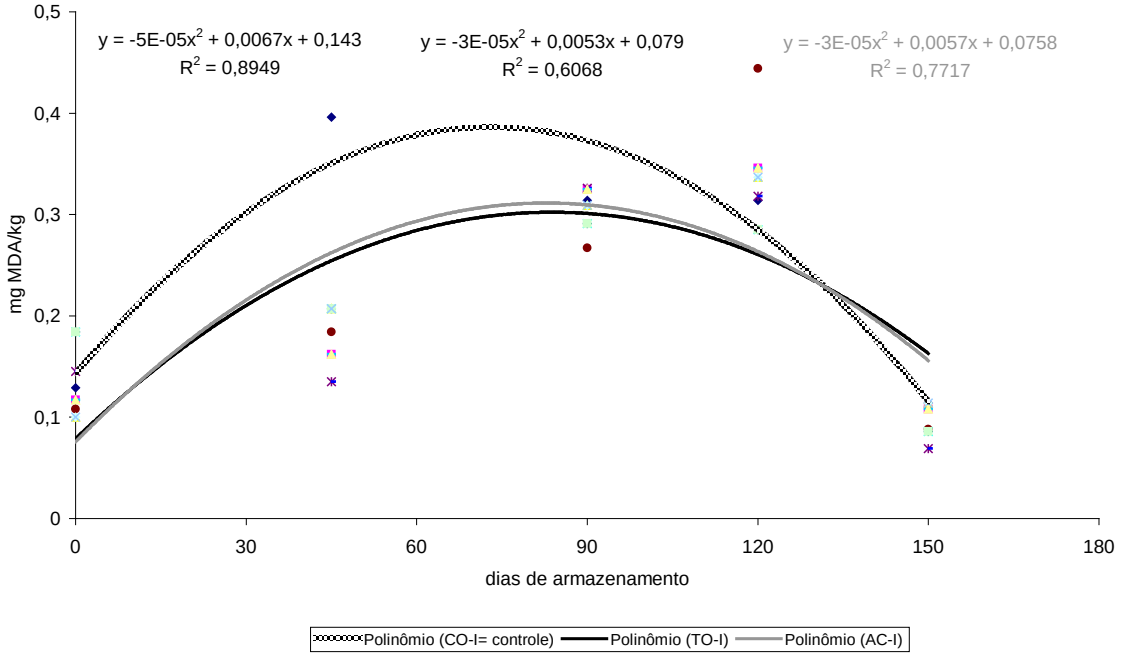


Figura 5. Correlação do nível de SRATB e dias de armazenamento congelado de filés de tilápia submetidos ao abate por imersão em gelo.

Observa-se que TO e AC apresentam comportamentos semelhantes ao longo do período de armazenamento – os valores de SRATB são crescentes até aproximadamente os 90 dias, quando se inicia o declínio das curvas, possivelmente pela redução dos substratos que reagem ao TBA. Para CO, a curva decresce aproximadamente aos 75 dias, indicando que os substratos que reagem ao TBA foram consumidos em menos tempo que os tratamentos com adição de vitamina E. Além disso, os valores de TO e AC são próximos ao longo da estocagem, enquanto que CO apresenta valores maiores, facilmente

observados, pois sua curva está acima das demais, indicando maior oxidação lipídica.

A Figura 6 mostra a correlação entre os valores de SRATB em relação aos dia de armazenamento, dos filés congelados, do método de abate S.

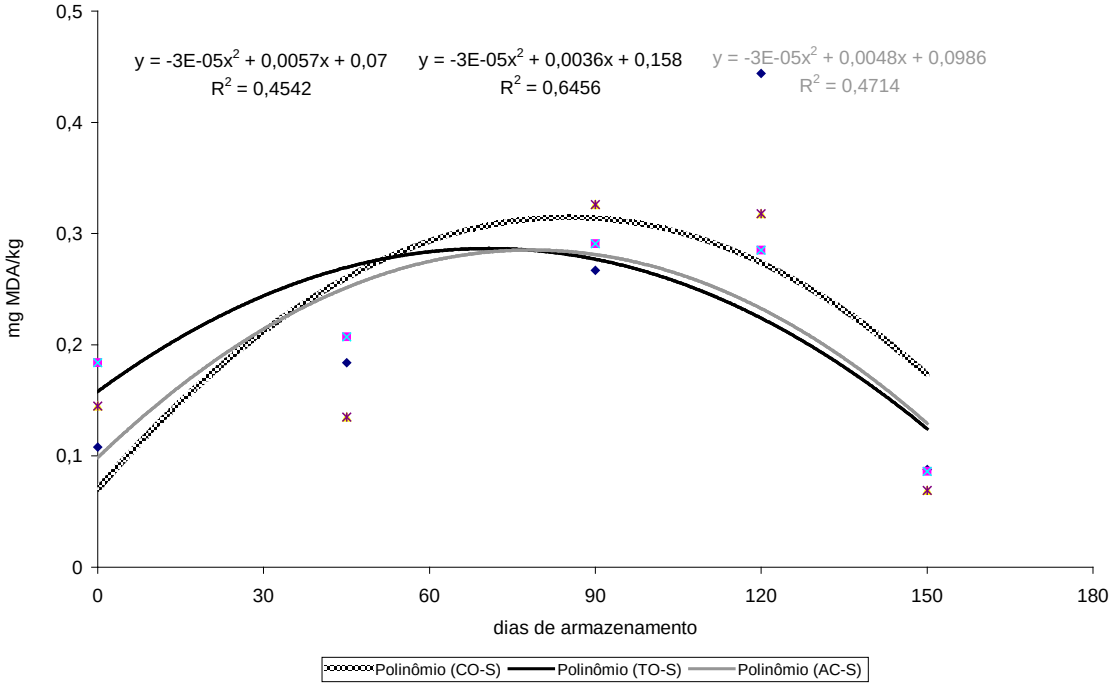


Figura 6. Correlação do nível de SRATB e dias de armazenamento congelado de filés de tilápia submetidos ao abate por sangria.

Ao contrário do comportamento dos resultados de I, as curvas de TO e AC, em S, não obtiveram comportamento semelhante. Inicialmente, TO apresentou maiores valores de SRATB, entretanto aproximadamente aos 70 dias, seus valores tornaram-se semelhantes a AC. CO inicialmente apresentou os menores valores, mas aos 50 dias aproximadamente, seus valores apresentaram elevação, ultrapassando os demais tratamentos.

5.5. Análise Sensorial

Com base na metodologia do MIQ, elaborou-se uma tabela, apresentada na Tabela 9. A determinação do grau de qualidade foi feita através da somatória dos pontos de demérito de cada atributo relevante. Sendo os valores de zero a 16 pontos, em que quanto menor o valor da pontuação total, maior o grau de qualidade do filé.

Tabela 9. Avaliação da qualidade de filés de tilápia pelo método do Índice de Qualidade (MIQ).

Atributos de Qualidade			Pontos de demérito
Formato	Tamanho	Grande	0
		Médio	1
		Pequeno	2
	Defeitos na borda	Ausência	0
		Aparas	1
		Aparas e cortes	2
Pele	Ausente		0
	Vestígios		1
	Presente		2
Cheiro	Algas/plâncton		0
	Peixe pouco pronunciado/barro		1
	Peixe		2
	Azedo/ metálico		3
Cor	Brilhante/rosado		0
	Opaco/rosado		1
	Opaco/marrom		2
Manchas sanguíneas	Coloração	Avermelhada	0
		Avermelhada/marrom	1
		Marrom	2
		Acizentada	3
	Área	Pequena	0
		Média	1
		Grande	2
		Pontuação Total	0-16

Entre os atributos de qualidade para filés, o formato (tamanho e defeitos na borda), e presença de pele são características de qualidade que se referem

ao processamento, porém são decisivos no ato da compra ou rejeição do produto pelo consumidor. Durante o armazenamento congelado, os principais atributos referentes ao frescor são o cheiro, coloração dos filés e das manchas sanguíneas.

A Figura 7 representa a correlação linear e a reta com a respectiva equação para os dois métodos de abate.

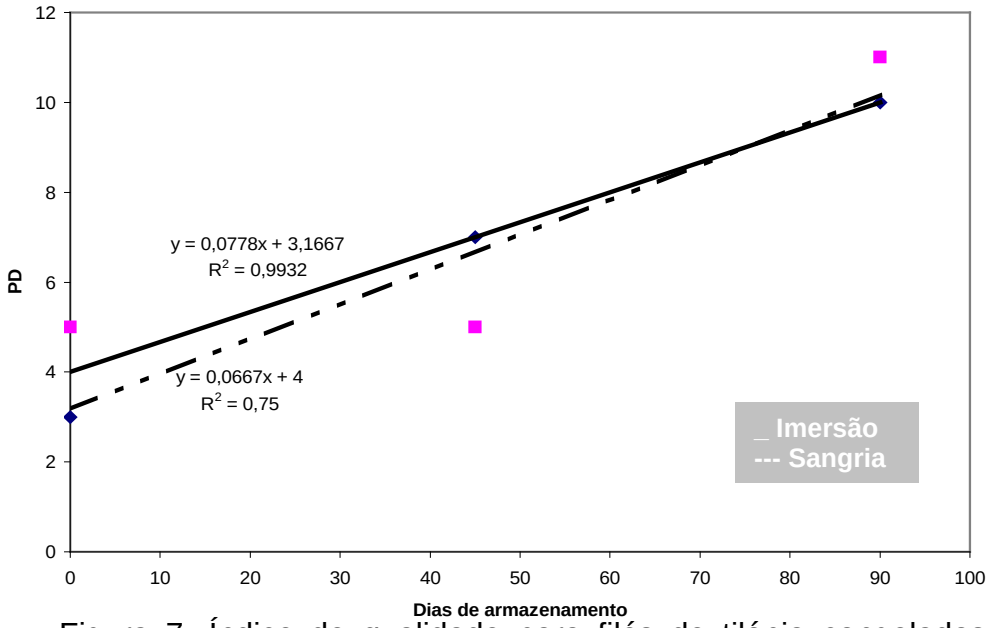


Figura 7. Índice de qualidade para filés de tilápia congelados abatidos por imersão e por sangria.

Os pontos de deméritos para os filés de tilápia dos grupos TO e AC aos 45 e 90 dias de armazenamento congelado estão apresentados na Tabela 10. Apenas o tratamento CO e o método de abate sangria apresentou aumento significativo ($P<0,05$) dos pontos de demérito, conforme maior tempo de armazenamento.

Tabela 10. Valores dos pontos de demérito, para avaliação de qualidade de filés congelados de tilápia, pelo método do Índice de Qualidade (MIQ).

Tempo	CO		TO		AC	
	Imersão	Sangria	Imersão	Sangria	Imersão	Sangria
45 dias	7±2	5±2**a**	5±2	6±1	5±1	5±2
90 dias	10±1	11±1**b**	8±1	9±1	9±1	9±1

CO= controle; TO= α-tocoferol; AC= acetato de α-tocoferil.

Médias ± desvio padrão seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Apesar dos valores dos pontos de demérito serem próximos entre os tratamentos, ao utilizarmos as equações das retas obtidas para o MIQ (Figura 7), para os dados da Tabela 10, observamos que os valores obtidos para o abate por imersão são inferiores ao número de dias previstos tanto para TO como para AC, quando comparados com os valores obtidos para o abate por sangria.

Como citado anteriormente, os atributos formato e pele referem-se ao manejo durante a filetagem, assim, a possível oscilação desses atributos é devido ao processamento, mas merecem destaque os atributos coloração do filé e manchas sanguíneas, pois são atributos que se alteram durante o período de armazenamento, conforme a perda de frescor do filé. Para a coloração dos filés, os valores foram semelhantes entre os tratamentos ao longo dos períodos avaliados, com exceção do tratamento TO, que apresentou menores pontos de demérito aos 45 e 90 dias para o abate por imersão, e aos 45 dias para o abate por sangria.

Segundo Robb et al (2003), a maior causa de rejeição em filés defumados de salmão é a presença de hemorragias e de manchas sanguíneas,

e acreditam que a origem das manchas é pelo sangue residual das veias e artérias. Em relação ao presente trabalho, identificaram-se como atributos de qualidade a coloração e a área de extensão das manchas sanguíneas.

Quando analisamos os valores dos pontos de demérito para manchas sanguíneas apenas comparando os métodos de abate, para o atributo coloração obteve-se menores pontos de demérito para imersão, quando comparados com sangria. Porém, quando comparamos a extensão do conteúdo dos pigmentos sanguíneos, melhores resultados são obtidos para sangria.

A avaliação da influência do método de abate sobre a extensão e evolução da coloração necessita de estudos mais elaborados, como avaliações colorimétricas e mensurações da área sanguínea, para uma conclusão definitiva, sendo estas as propostas para os próximos trabalhos.

6. CONCLUSÕES

Os parâmetros de desempenho não são afetados pela suplementação na dieta de α-tocoferol e acetato de α-tocoferil. Entretanto, em relação às análises corporais, o índice hepatossomático (IHS) é afetado.

A suplementação de α-tocoferol e o acetato de α-tocoferil influencia a composição centesimal dos filés de tilápia congelados, assim como o tempo de estocagem, sendo que o mesmo não ocorre com o método de abate.

A suplementação de vitamina E, tanto do α-tocoferol como do acetato de α-tocoferil, protege os filés congelados da oxidação lipídica, ao longo do período de estocagem, afetando a extensão da oxidação lipídica.

A tabela desenvolvida para avaliação de filés congelados de tilápia, pelo MIQ, é um instrumento útil para avaliar sua qualidade.

7. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, W. F; ZAPATA, J. F. F.; ALMEIDA, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, p. 264-271, 2004. Número especial.

AOAC. **Official methods of analysis**. 14th ed. Arlington, 1980. 1141 p.

_____. **Official methods of analysis**. 17th ed. Arlington, 2005.

ARUOMA, O. I. Free radicals and food. **Chemistry in Britain**, London, v. 29, n. 3, p. 210-214, 1993.

ASHLEY, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture**. Applied Animal Behaviour Science,** Amsterdam, v. 104, p. 199-235, 2007.

AZZI, A.; STOCKER, A. Vitamin E: non-antioxidant roles. **Progress in Lipid Research,** Oxford, v. 39, p. 231-255, 2000.

BAGNI, M. et al. Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax)* and sea bream (*Sparus aurata).* **Aquaculture**, Amsterdam, v. 263, p. 52-60, 2007.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 212 p.

BLIGHT, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total extraction and purification of lipids. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Toronto, v. 37, p. 911-917, 1957.

BOMBARDELLI, R. A.; SYPERRECK, M. A.; SANCHES, E. A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia**, Umuarama, n. 2, p. 181-195, 2005.

BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Pesca e aquicultura de água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 1999. cap.13, p. 451-473.

BOTTA, J. R. Sensory evaluation: freshness quality grading. In: _____. **Evaluation of seafood freshness quality**. New York: VCH, 1995. p. 65-97.

BOYD, C.E.; QUEIROZ, J.F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt. 2004. cap. 3, p. 25-43.

BRANCH, A. C.; VAIL, A. M. A. Bringing fish inspection into the computer age. **Food Technology Australia**, Sydney, v. 37, p. 352-355, 1985.

BRASEQ. Entendendo a atividade de água (Aa) e sua importância para a qualidade de alimentos e outros produtos em geral. Jarinu, 2008. (Boletim técnico informativo). Disponível em: <http://www.braseq.com.br/pdf/decagon.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2008.

BREMNER, H. A. A convenient, easy to use system for estimating the quality to chilled seafoods. **Fish Process Bulletin**, n. 7, p. 59-70, 1985.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. **Vitamin E and meat quality.** In: HOFFMANN, F. **La Roche**: vitamins and fine chemicals. Irlanda, 1992. Não paginado.

BURTON, G. W. Vitamin E: molecular and biological function. **Proceedings of Nutrition Society,** Cambridge, v. 53, n. 2, p. 251-262, 1994.

BURTON, G.W.; TRABER, M.G. Vitamin E: antioxidante activity, biokinetics, and bioavailability. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 10, p. 357-382, 1990.

CHARMELEY, E. et al. Plasma and hepatic tocopherol in cattle following oral or intramuscular supplementation. **Journal of Dairy Science**, Urbana, v. 73, n. 3, p. 804-810, 1992.

CHOE, E.; MIN, D. B. Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** Boca Raton, v. 46, p. 1-22, 2006.

COZZOLINO, S. M. F. Vitamina E (Tocoferol)**.** In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes.** Barueri: Editora Manole, 2005. cap. 10, p. 272-288.

DITCHFIELD, C. **Estudo dos métodos para a medida da atividade de água.** 2000. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

DORKO, C. Antioxidants used in foods. **Food Technology**, Chicago ,v. 48, n. 4, p. 33, 1994.

ERKAN, N.; ÖZDEN, Ö. Gutted and un-gutted sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: Influence on fish quality and shelf-life. **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v. 9, p. 331-345, 2006.

FAO. **Yearbooks of fishery statistics**: summary tables. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/fi/STAT/summary/default.htm#aqua>. Acesso em: 14 abr. 2007.

_____. Fisheries and Aquaculture Departament. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/>. Acesso em: 28 dez. 2008

FOGAÇA, F. H. S. **Efeito do tocoferol no desempenho e na estabilidade lipídica da tilápia nilotica (*Oreochromis niloticus*)**. 2006. 69 p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura)–Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

FOGAÇA, F. H. S.; SANT´ANA, L. S. Tocopherol in the lipid stabilitity of tilápia (*Oreochromis niloticus*) hamburgers. **Food Chemistry**, Oxford, v. 105, p. 1214-1218, 2007.

FOLCH, J. et al. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, p. 497-509,

1957.

FRIGG, M.; PRABUCKI, A. L.; RUHDEL, E. U**.** Effect of dietary vitamin E levels on oxidative stability of trout fillets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 84, p. 145-158, 1990.

FURUYA, W. M. et al.Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) na fase de terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1571-1577, 2004.

GATTA, P.P. et al. The influence of different levels of dietary vitamin e on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) flesh quality. **Aquaculture Nutrition**, Amsterdam, v. 6, p. 47, 2000.

GONÇALVES, A. C.; ANTAS, S. E.; NUNES, M. L. Freshness and quality criteria of iced farmed senegalese sole (*Sole senesgalensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, DC, v. 55, p. 3452-3461, 2007.

GUO, Y. et al. Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. **Animal Feed Science and Technology**, v. 89, p. 165-173, 2001.

HAMRE, K.; BERGE, R. K.; LIE, Ø. Oxidative stability of Atlantic salmon (Salmo salar, L.) fillet enriched in α-, γ-, δ-tocopherol through dietary supllementation. **Food Chemistry**, Oxford, v. 62, p. 173-178, 1998.

HAMRE, K.; LIE, Ø. Minimum requirement of vitamin E for Atlantic salmon, Salmo salar L., at irst feeding. **Aquacuture Research**, Oxford, v. 26, p. 175-184, 1995.

HSIEH, R. J.; KINSELLA, J. E. Lipoxygenase generation of specific volatile flavor carbonyl compounds in fish tissues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 37, n. 2, p. 286-289, 1989a.

_____. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: mechanisms, products, and inhibition with emphasis on fish. **Advances in Food Nutrition Research**, San Diego, v. 33, p. 233-340, 1989b.

HUANG, C. H.; HUANG, S. L. Effect of dietary vitamin E on growth, tissue lipid peroxidation and liver glutathione level of juvenile hybrid tilapia, *O. niloticus* X *O. aureus,* fed oxidized oil. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 237, p. 381-389, 2004.

JACKSON, M. J. Can dietary micronutrients influence tissue antioxidant capacity? **Proceedings of the Nutrition Society,** Cambridge, v. 53, n. 1, p. 53-57, 1994.

JENSEN, C.; LAURIDSEN, C.; BERTELSEN, G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends Food Science Technology,** v. 9, n. I.2, p. 62-72, 1998.

KRISTOFFERSEN, S. et al. Slaughter stress, postmortem muscle pH and rigor developmente in farmed Atlantic cód (*Gadus morhua* L.). **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 861-864, 2006.

KUBTIZA, F. **Tilápia**: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: F. Kubtiza, 2000. 289 p.

LAMBOOIJ, E. et al. Welfare aspects of live chilling and freezing of farmed ell (*Anguilla anguilla L*.); neurological and behavioural assessment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 210, p. 159-169, 2002.

_____. Assessment of electrical stunning in fresh water of African Catfish (*Clarias gariepinus*) and chilling in ice water for loss of consciousness and sensibility. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 254, p. 388-395, 2006.

_____. A humane protocol for electro-stunning and killing of Nile tilápia in fresh water. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 275, p. 88-95, 2008.

LIMA, L. C. et al. Estresse em peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3/4, p. 113-117, 2006.

LÓPEZ-BOTE, O. J. Effect of vitamin e supplementation and partial substitution of poly with mono-unsaturated fatty acids in pigs diets on muscle, and microsome extract alpha-tocopherol concentration and lipid oxidation. **Animal Science**, v.

57, p.11-25, Fev/2003.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998. 260 p.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt. 2004. cap. 14, p. 405-480.

MCDOWELL, L. R. **Vitamins in animal nutrition.** Academic Press, 1989. 486 p.

MELO FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo, Atheneu, 1996. 182 p.

MONTERO, D. et al. Low vitamin E in diet reduces stress resistance of gilthead seabream (Sparus aurata) juveniles. **Fish & Shelfish Immunology**, v. 11, p. 473-490, 2001.

MOURÃO, D. M. et al. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Revista de Nutrição,** Campinas, v. 18, p. 529-539, 2005.

MURRAY, D. R. Introduction. In: **_____. Biology of food irradiation**. New York: John Wiley, 1990. chap.1, p. 1-22.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington, DC: Academic Press, 1993. 114 p.

NG, W. K.; BARHURMIZ, O. M. The impact of dietary oil source and frozen storage on the physical , chemical and sensorial quality of fillets from market-size red hybrid tilapia, *Oreochromis sp*. **Food Chemistry**, Oxford, v. 113, p. 1041-1048, 2009.

NIELSEN, D.; GREEN, D. Developing a quality index tool for hybrid striped bass (*Morone saxatalis* x *Morone chrysops*) based on Quality Index Method **International Journal of Food Science & Technolology**, Oxford, v. 42, p. 86-94, 2007.

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

NUNES, M. L.; BATISTA, I.; CARDOSO C. **Aplicação do Índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado**. Lisboa: IPIMAR, 2007. 51 p.

OGAWA, M. O pescado como alimento. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. v. 1, cap.1, p. 5.

OGAWA, N. B. P. Avaliação e controle da qualidade do pescado. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. v. 1, cap. 11, p. 175-187.

OLIVEIRA, E. G. **Influência do sexo e das épocas do ano sobre parãmetros biométricos, bioquímicos e hormonais em pacu (*Piaractus mesopotamicus*), mantido em cativeiro.** 1997. 115 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

OLSEN, S. H. et al. Impact of pre-slaughter stress on residual blood in fillet portions of farmed Atlantic cod (Gadus morhua) – Measured chemically and Visible and Near-infrared spectroscopy. **Aquaculture,** Amsterdam, doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.07.042. 2008

ØSTLI, J.; ESAIASSEN, M.; JOENSEN, S. Evaluation of fresh fillets of cod and salmon: A comparison between consumers´overall liking and Fillet Index Method (FIM). In: BATISTA, I.; MENDES, R.; NUNES, M. L. (Eds.). **Seafood**: source of health and well-being. Lisboa: WEFTA 37, 2007. p. 131.

PARKER, R. S. Dietary and biochemical aspects of vitamin E. **Advances in Food Nutrition Research**, v. 33, p. 157-232, 1989.

PAZOS, M.; SANCHEZ, L.; MEDINA, I. α-tocopherol oxidation in fish muscle during chilling and frozen storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 53, p. 4000-4005, 2005.

QUEIROZ, J.F.; SILVEIRA, M.P. **Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aquicultura**. 2006. Disponível em: <http:www.cnpma.embrapa.br/downlond/circular_12pdj> Acesso em: 15 jan. 2009.

QUEROL, M. V. M.; QUEROL, E.; GOMES N. N. A. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de Loricariichthys platymetopon (Osteichthyes, Loricariidae), Bacia do Rio Uruguai Médio, sul do Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 92, n. 3, p. 79-84, set. 2002. Série Zoologia.

RIBAS, L. et al. Comparison of methods for anaesthezing Senegal sole (Solea senegalenis) before slaughter: Stress responses and final product quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 269, p. 250-258, 2007.

ROBB, D. H. F.; KESTIN, S. C. Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. **Animal welfare,** v. 11, p. 269-282. 2002.

ROBB, D. H. F.; PHILLIPS, A. J.; KESTIN, S. C. Evaluation of methods for determining the prevalence of blood spots in smoked Atlantic salmon and the effect of exsanguination method on prevalence of blood spots. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 217, p. 125-138, 2003.

RODRIGUES, T. P. **Estudo de critérios para avaliação da qualidade da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) cultivada, eviscerada e estocada em gelo**. 2008. 116 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) –Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

ROTH, B. et al. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scophthalmus maximus*); a comparison between different stunnig methods. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 272, p. 754-761, 2007.

ROTH, B.; TORRISEN, O. J.; SLINDE, E. The effect of slaughtering procedures on blood spotting in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 250, p. 796-803, 2005.

SANT´ANA, L. S.; FERNANDES, J. B. K. Efeito do armazenamento na composição em ácidos graxos de filés de peixes da espécie pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVII, 2000, Fortaleza. **Proceedings**... Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 4, p. 272.

SANT´ANA, L. S.; MANCINI-FILHO, J. Influence of the addition of antioxidants in vivo on the fatty acid composition of fish fillets. **Food Chemistry**, Oxford, v. 68, p. 175-178, 2000.

_____. Mecanismos da proteção oxidativa na utilização de antioxidantes *in vivo* em músculos animais. **Cadernos de Nutrição**, São Paulo, v. 10, p. 48-63, 1995.

SCAIFE, J. R. et al. Influence of α-tocopherol acetate on the short- and long-term storage properties of fillets from Atlantic salmon *Salmo salar* fed a high lipid diet. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 6, p. 65-71, 2000.

SCHERER, R. et al. Effect of slaughter method on *postmortem* changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in ice. **Journal Food Science**, v. 70, p. C348-354, 2005.

SCHWARZ, F. J. Influence of dietary fatty acid composition and vitamin E on fatty acids and α-tocopherol in carp (*Cyprinus carpio* L.). **Archives of Animal Nutrition**, Lausanne, v. 49, p. 63-71, 1996.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS. **Aquicultura e pesca:** tilápias: relatório completo: estudos de mercado SEBRAE/ESPM 2008. São Paulo, 2008. 160 p.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **Critical Review Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SHI, H.; NOGUCHI, N.; NIKI, E. Comparative study on dynamics of antioxidative actin of α-tocopherol hydroquinone, ubiquinol, and α-tocopherol against lipid peroxidation. **Free Radical Biology Medicine**, Elmsford, v. 27, p. 334-346, 1999.

SHIAU, S. Y.; SHIAU, L. F. Re-evaluation of the vitamin E requirements of Juvenile tilápia (Oreochromis niloticus x O. aureus). **Animal Science**, v. 72, p. 529-534, 2001.

SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. Determinação de minerais. In: SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2002. cap. 15, p. 169-178.

SILVA, V.K.; FERREIRA, M.W.; LOGATO, P.V.R. **Qualidade da água na piscicultura.** 2008. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_94.pdf> Acesso em: 01 nov. 2008.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H**. Limnologia aplicada à aqüicultura.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70 p.

SOUZA, M.L.R.; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

ST. ANGELO, A. J. Lipid oxidation in foods. **Critical Review Food Science Nutrition,** Cleveland, v. 36, n. 3, p. 175-224, 1996.

STEVANATO, F. B. et al. Aproveitamento dos resíduos de pescado**. Aquicultura & Pesca,** São Paulo, v. 14, p. 15-17, 2005.

SVEINSDOTTIR, K. et al. Quality index method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Food Quality and Preference**, v. 14, p. 237-245. 2003.

TOCHER D.R. et al. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defense mechanism of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.) **Aquacuture Nutrition**, Oxford, v. 8, I.3, p.195, 2002.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt, 2004. cap. 6, p. 171-193.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. 2006.

Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/producao_caracterizacao.pdf >. Acesso em: 24 out. 2008.

VYNCKE, W. Direct determination of the TBA value in trichloroacetic acid extract of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Sceifen Anstrichmittel**, v. 72, p. 1084 -1087, 1970.

WENDELAAR BONGA, S.E. The Stress Response in Fish. **Physiological Reviews,** Boston, v. 77, n. 3, p. 591-625, 1997.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura Intensiva In: CYRINO, J. E. P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt, 2004. v. 1, p. 239-266.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

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