



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ -UNIOESTE
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ZOOTECNIA**

CHAIANA SCHAFFER SCHRODER

**INFLUÊNCIA DO USO DE ÓLEO ESSENCIAL DE EUGENOL E DE MANJERICÃO
(*Ocimum basilicum*) NA ÁGUA DE TRANSPORTE PRÉ-ABATE DE TILÁPIAS
CRIADAS PELA AGRICULTURA FAMILIAR**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR
2021**

CHAIANA SCHAFFER SCHRODER

**INFLUÊNCIA DO USO DE ÓLEO ESSENCIAL DE EUGENOL E DE MANJERICÃO
(*Ocimum basilicum*) NA ÁGUA DE TRANSPORTE PRÉ-ABATE DE TILÁPIAS
CRIADAS PELA AGRICULTURA FAMILIAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Zootecnia – PPZ, linha de pesquisa Aquicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – *Campus* de Marechal Candido Rondon, como requisito parcial do título de Mestra em Aquicultura.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lilian Dena dos Santos.

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

SCHRODER, Chaiana Schaffer
INFLUÊNCIA DO USO DE ÓLEO ESSENCIAL DE EUGENOL E DE
MANJERICÃO (*Ocimum basilicum*) NA ÁGUA DE TRANSPORTE PRÉ-
ABATE DE TILÁPIAS CRIADAS PELA AGRICULTURA FAMILIAR /
Chaiana Schaffer SCHRODER; orientador(a), Lilian Dena dos
Santos, 2021.
65 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste
do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
2021.

1. Óleo essencial. 2. Tilápia-do-Nilo. 3. Estresse. 4.
Agricultura Familiar. I. Santos, Lilian Dena dos . II.
Título.

CHAIANA SCHÄFFER SCHRODER

Influência do uso de óleo essencial de eugenol e de manjerição (*Ocimum basilicum*) na água de transporte pré-abate de tilápias criadas em agricultura familiar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Mestra em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Aquicultura", APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:

Lilian Dena dos Santos

Orientadora / Presidente – Prof.^a Dr.^a Lilian Dena dos Santos
Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina

Lilian Carolina Rosa da Silva

Membro – Prof.^a Dr.^a Lilian Carolina Rosa da Silva
Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina

ANDRE MUNIZ
AFONSO:93160186768

Digitally signed by ANDRE MUNIZ
AFONSO:93160186768
Date: 2021.02.23 12:02:11 -03'00'

Membro – Prof. Dr. André Muniz Afonso
Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina

Marechal Cândido Rondon, 19 de fevereiro de 2021.

AGRADECIMENTOS

Ao meu filho Toríbio, por entender minhas ausências, minha correria, meu cansaço, por esperar o transporte da escola sozinho para a mamãe sair de madrugada, por ter a grandeza de sentir que os sonhos têm uma importância diferente para cada um, e que a mamãe não o estava abandonando, mas sim lutando por você. Sei que um dia entenderá e verá que fiz o meu melhor para que se orgulhe de mim, se espelhe, não desistindo perante os desafios, mesmo tendo apenas quatro anos de idade e sendo somente nós dois.

Aos professores da UNIOESTE, que contribuíram para cada conhecimento que consegui absorver e levar para a realidade dos nossos produtores.

Aos professores da UFGD, por acreditarem na ideia, incrementarem-na e ajudarem a executá-la.

Aos colegas de aula, que me escutaram, ajudaram e acrescentaram algo em minha vida.

À Professora Dr.^a Sheila Nogueira de Oliveira, por me incentivar incansavelmente.

À Professora Dr.^a Lilian Dena dos Santos, minha admiração maior, por aceitar esse imenso desafio de me orientar.

Aos produtores, que confiam tanto em nós extensionistas rurais, que abrem as portas de suas casas, de suas vidas nos mostrando suas dúvidas e inseguranças, pedindo ajuda e permitindo que façamos um trabalho em suas casas, com seus produtos e com sua ajuda, o nosso conhecimento só tem valor ao ajudarmos vocês.

Aos meus colegas Arlene, Hamilton e Roque, por segurarem as pontas, acreditarem em mim e me estenderem a mão a cada desafio, a cada abraço e cada oração.

Aos meus amados vizinhos que acolheram meu filho, como se parte de suas famílias fosse, nos dias de dedicação a essa etapa da minha vida.

Por fim, o mais importante de todos, agradeço a Deus, pois só ele sabe aquilo que está em nossos corações, as nossas renúncias, nossos esforços, nossas lutas diárias, nossos medos. Tenho a mais absoluta certeza de ter sido Ele quem colocou cada anjo na estrada, cada anjo na sala de aula, cada anjo nesse trajeto, esses anjos têm vários nomes, mas eu agradecidamente os chamo de amigos.

SCHRODER, Chaiana Schaffer. **Influência do uso de óleo essencial de eugenol e de manjeriço (*Ocimum basilicum*) na água de transporte pré-abate de tilápias criadas pela agricultura familiar.** 2021. 65f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Marechal Cândido Rondon.

RESUMO

Procurando oferecer bem estar animal dentro dos sistemas de cultivos, os quais cada vez mais tecnificados, a tilapicultura dentro da agricultura familiar preocupa-se em produzir produtos competitivos no mercado com qualidade respeitando as leis vigentes. Este estudo teve como objetivo analisar o efeito de dois anestésicos naturais sobre a qualidade da carne da tilápia do Nilo, quando adicionados na água de transporte, *in vivo*, da propriedade até o frigorífico e se o modo de cultivo nesse sistema familiar apresentaria diferenças no produto final. Para tanto, um total de 100 peixes adultos, com peso médio de $816,36 \pm 1,42$ g, foram distribuídos em cinco tratamentos: N: peixes não transportados; C: peixes transportados apenas com água (controle); A: peixes transportados com água + veículo anestésico (etanol $36\mu\text{L L}^{-1}$); E: peixes transportados com água + eugenol ($20\mu\text{L L}^{-1}$) veículo anestésico; e M: peixes transportados com água + óleo essencial de *Ocimum basilicum* ($20\mu\text{L L}^{-1}$ veículo anestésico). Foi realizada a coleta dos filés de 20 peixes por tratamento para avaliação de parâmetros de qualidade de carne. Como resultado constatou-se que a qualidade da água de transporte não foi afetada ($p > 0,05$) durante o transporte entre os tratamentos, porém o pH encontrado foi 4,59. Não houve efeito dos tratamentos quando avaliadas as colorimetrias referentes ao amarelo (b^*) e à luminosidade (L^*), a força de cisalhamento e a capacidade de retenção de água. Na colorimetria vermelha do lado vísceras (a^*v) e vermelha do lado da pele (a^*p), os maiores valores foram determinados para os filés dos tratamentos A e N, respectivamente. O pH dos filés dos peixes transportados com os anestésicos em estudo (E e M) mantiveram valores mais elevados. Os filés dos animais do tratamento N apresentaram a menor média percentual de perda por descongelamento, enquanto a maior perda por gotejamento foi observada no tratamento A, com elevados valores, possivelmente pela forma de congelamento lenta. Na composição química-bromatológica, as médias para matéria mineral (MM) apresentaram diferença significativa no tratamento M, os demais parâmetros ficaram dentro dos valores normais da espécie. Os perfis de ácidos graxos se mostraram dentro dos valores para a espécie. Os tratamentos não apresentaram entre si diferenças significativas ($p < 0,05$) nos lipídeos. Foi possível averiguar que os anestésicos naturais exibiram capacidade sedativa e não causaram danos, mas não contiveram alterações típicas fisiológicas causadas pelo estresse de transporte nos filés de tilápias do Nilo, e a forma de cultivo da agricultura familiar ofereceu um produto com valores nutricionais favoráveis ao consumo alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse. Manjeriço. Qualidade de filé. Óleo essencial. *Oreochromis niloticus*. Transporte para abate.

SCHRODER, Chaiana Schaffer. **Influence of the use of essential oil of eugenol and basil (*Ocimum basilicum*) in the water for pre-slaughtering tilapia cultivated by family agriculture.** 2021. 65f. Thesis (Masters in Aquaculture) - Stricto Sensu Post-Graduate Program in Zootecny, State University of Western Paraná (UNIOESTE), Marechal Cândido Rondon.

ABSTRACT

Trying to offer animal welfare within the culture systems, which are more and more technified, the tilapiculture within the family agriculture is concerned in producing competitive products in the market with quality respecting the current laws. The objective of this study was to analyze the effect of two natural anesthetics on the quality of Nile tilapia meat when added to the transport water, in vivo, from the farm to the slaughterhouse and if the way of farming in this familiar system would present differences in the final product. For this purpose, a total of 100 adult fish, with a mean weight of 816.36 ± 1.42 g, were distributed in five treatments: N: fish not transported; C: fish transported with water only (control); A: fish transported with water + anesthetic vehicle (ethanol $36\mu\text{L L}^{-1}$); E: fish transported with water + eugenol ($20\mu\text{L L}^{-1}$) anesthetic vehicle; and M: fish transported with water + essential oil of *Ocimum basilicum* ($20\mu\text{L L}^{-1}$ anesthetic vehicle). The fillets of 20 fish per treatment were collected to evaluate meat quality parameters. As a result, the quality of the transport water was not affected ($p > 0.05$) during transportation between treatments, but the pH value was 4.59. There was no effect of the treatments when the colorimetry referring to yellow (b^*) and luminosity (L^*), shear force and water retention capacity were evaluated. For the colorimetry red on the viscera side (a^*v) and red on the skin side (a^*p), the highest values were determined for the fillets of treatments A and N, respectively. The pH of the fillets from fish transported with the anesthetics under study (E and M) maintained higher values. The fillets from animals in treatment N presented the lowest average percentage loss by thawing, while the highest loss by dripping was observed in treatment A, with high values, possibly due to the slow freezing method. In the chemical-bromatological composition, the averages for mineral matter (MM) showed significant difference in treatment M, the other parameters were within the normal values for the species. The fatty acid profiles were within the values for the species. The treatments did not show significant differences ($p < 0.05$) in lipids. It was possible to verify that the natural anesthetics exhibited sedative capacity and did not cause damage, but did not contain typical physiological alterations caused by transport stress in Nile tilapia fillets, and the family farm form of farming offered a product with nutritional values favorable for food consumption.

KEYWORDS: Essential oil. Fillet quality. *Oreochomis niloticus*. Stress. Transportation for slaughter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vale dos Peixes, comunidade de agricultores familiares local de coleta dos animais para o experimento	30
Figura 2. Tanque de despesa.....	31
Figura 3. Despesca realizada pelos aquicultores locais	32
Figura 4. Controle de peso, coleta de sangue do Grupo Não transportados (N) e acondicionamento dos animais	33
Figura 5. Coleta da água de transporte e tanques de transportes dos tratamentos.....	35
Figura 6. Análise da qualidade da água antes do tratamento para posterior adição dos agentes.....	35
Figura 7. Local de abate: Cooperativa dos Piscicultores de Mundo Novo (MS)	36
Figura 8. Coleta da porção crânio-dorsal dos filés para análise	36
Figura 9. Acondicionamento das porções crânio-dorsais coletadas	36
Figura 10. Coleta da água de transporte e de sangue para análises	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Constituintes do óleo essencial <i>Ocimum basilicum</i>	33
Tabela 2. Análises dos parâmetros físicos dos filés de tilápia do Nilo após transporte até o frigorífico	41
Tabela 3. Química-bromatológica dos filés de tilápia do Nilo após transporte até o frigorífico	45
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos dos filés de tilápia do Nilo após transporte até o frigorífico	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 ASPECTOS GERAIS DA AQUICULTURA	13
2.2 PANORAMA DA PRODUÇÃO (AQUICULTURA) BRASILEIRA	14
2.3 PANORAMA DA PRODUÇÃO SUL MATOGROSSENSE DE AQUICULTURA	15
2.5 QUALIDADE DO FILÉ	18
2.6.1 Manejo pré-abate que causam estresse nos peixes (Transporte)	22
2.7 A UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ANESTÉSICOS.....	23
2.7.1 Eugenol.....	24
2.7.2 Manjerição (<i>Ocimum basilicum</i>)	25
2.7.3 Etanol (veículo anestésico).....	26
2.8 AGRICULTURA FAMILIAR	27
3 OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4 METODOLOGIA.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
7 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura destacou-se nas últimas décadas como uma atividade de rápido crescimento na produção de alimentos saudáveis, além de apresentar contribuição relevante para geração de emprego e de renda, bem como para redução da pobreza e da fome em várias partes do mundo. A atividade apresenta perspectivas positivas de crescimento, pois o pescado é a carne mais demandada mundialmente (SIDÔNIO *et al.*, 2012), pois está inserido entre as quatro maiores fontes de fornecimento de proteína animal para o consumo humano (FAO, 2018).

No Brasil, a agricultura familiar tem se desenvolvido a partir de um conjunto complexo de sistemas de produção, agregando várias culturas e criação de animais, tanto para o consumo familiar quanto para o mercado interno e externo. A atividade pode ser praticada em sistemas mono ou policulturais, e pode diferir quanto à intensidade com que é praticada (extensiva, semi-intensiva ou intensiva) (CYRINO *et al.*, 2004).

O agricultor familiar busca formas de manejo simples e funcionais, que proporcionem autonomia e garantam a sustentabilidade da atividade. Nesse sentido, é preciso investir em pesquisas que busquem encontrar tecnologias alternativas, elaboradas de acordo com a realidade do produtor, que possam ser implantadas e sustentadas por ele. Em outras palavras, há a necessidade de desenvolver tecnologias apropriadas para a aquicultura familiar, cujos custos estejam ao alcance dos produtores (DIEGUES, 2006).

Dados do Banco Mundial (BIRD/AID, 2018) demonstram que cerca de três milhões de pessoas dependem de alguma forma do setor de pescado, seja pela indústria pesqueira ou pela aquicultura. Nesse âmbito, faz-se importante mencionar que a agricultura familiar é um setor-chave para a segurança alimentar da América Latina. No entanto, o setor enfrenta limitações significativas em aspectos relacionados ao acesso a recursos produtivos, a serviços sociais, à infraestrutura básica, a serviços rurais, a financiamento e à extensão agrícola.

Conforme IBGE (2020) a tilápia é a espécie mais produzida no Brasil respondendo por 61,1% da produção nacional de peixe. A produção alcançou mais de 323 mil toneladas em 2019, crescimento de 3,35% em relação a 2018, que ocorreu principalmente em função do fomento da atividade pela regularização de parques aquícolas e do aumento da capacidade de abate das cooperativas na Região Sul do país. o Estado do Paraná produziu 37% ficando como primeiro colocado e Mato Grosso do Sul 17%, sexto colocado.

A tilápia do Nilo é um animal exótico no Brasil, que foi importada oficialmente de diferentes locais do continente africano (NUGENT, 1988). No que diz respeito à comercialização, Santana *et al.* (2008) destacam que a tilápia entra em diferentes nichos de mercado, sendo os principais: tilápia viva, para mercado e pesque-pague; tilápias para frigoríficos; filés para mercados e restaurantes; e filés e peixes eviscerados para exportação.

Sobre os produtos derivados da tilápia, os autores citam ainda o óleo, o couro feito com a pele do peixe e os resíduos, que são utilizados para fabricação de farinha de peixe (ração para peixe). Como observado, tem-se um aproveitamento total desse pescado. Os filés de tilápia são considerados de médio valor agregado, além de ser a forma de processamento mais utilizada no Brasil, já que é a mais procurada pelos consumidores.

Com relação ao manejo da tilápia, de acordo com Carneiro (2001), o transporte é uma importante fonte de estresse, que se soma à captura e ao carregamento, tornando o peixe muito suscetível ao ataque de parasitas e de doenças infecciosas. Ainda segundo esse autor, as fases de carregamento e a primeira hora de transporte são as mais estressantes.

Com o aumento da produção e comercialização de peixes no Brasil, o transporte de peixes vivos é uma prática indispensável, envolvendo as seguintes etapas: captura, confinamento, manuseio e adensamento dos peixes. Essa prática acarreta alterações na qualidade da água, entre outros fatores, que podem induzir respostas de estresse com reflexos sobre o desempenho produtivo e a resistência dos peixes às doenças (BRANDÃO *et al.*, 2006). Com isso, o uso de anestésicos tornou-se uma prática importante durante o manejo de peixes vivos na aquicultura, os quais podem ser de origem sintética ou natural (PURBOSARI *et al.*, 2019).

Alguns produtos sintéticos podem oferecer riscos ao meio ambiente e ao manipulador, e seu período de carência pode não ser interessante devido ao destino final do peixe, por exemplo, se for para consumo (SUMMERFELT; SMITH, 1990), além do custo que pode ser elevado e a dificuldade na aquisição. Nesse contexto, nos últimos anos, os estudos com anestésicos naturais têm crescido significativamente, e os produtos extraídos de plantas, como os óleos essenciais, os extratos vegetais e/ou seus compostos isolados, têm sido avaliados em diferentes espécies de peixes (AYDIN; BARBAS, 2020).

Diante desse panorama, este estudo envolveu o cultivo da tilápia do Nilo no sistema de agricultura familiar. Ressalta-se a importância de pesquisas com esse público, sobretudo, no intuito de verificar os diferentes tratamentos aplicados na produção dessa espécie, desde o transporte do local de despesca até o abate do pescado, e como essas formas de manejo têm impacto no produto a partir da avaliação de seus parâmetros físicos.

Nesse contexto, acredita-se que, ao adicionar substâncias na água de transporte de tilápias do Nilo adultas visando o bem estar animal, como Eugenol composto (Maquira®) e óleo de manjerição (Phytoterápica®), é possível diminuir o estresse dos animais, reduzindo, conseqüentemente, as perdas da indústria (essa foi a queixa dos produtores ao solicitarem ajuda da AGRAER, mencionada no parágrafo subsequente) e manter a qualidade dos filés, proporcionando um maior tempo de prateleira do produto final.

A pesquisa foi realizada com agricultores familiares do Território da Cidadania do Cone Sul (MS), que engloba os seguintes municípios: Eldorado, Iguatemi, Itaquiraí, Japorã, Mundo Novo, Naviraí, Sete Quedas e Tacuru. Nos oito municípios que compõem a região do estudo, estão aproximadamente 5.083 famílias assentadas da Reforma Agrária, fora os demais produtores que se enquadram no perfil de agricultor familiar atendidos pela Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural do Mato Grosso do Sul (AGRAER).

A fim de expor os resultados desta pesquisa, este texto encontra-se estruturado em seis seções, das quais a introdução é a primeira. A segunda seção compreende a revisão de literatura, discutindo-se tanto aspectos relacionados à aquicultura quanto à agricultura familiar. A terceira e quarta seções esclarecem os objetivos e a metodologia da pesquisa, respectivamente. Na quinta seção, são apresentados os resultados e a discussão dos dados, na sexta seção a conclusão, em seguida as referências e anexos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresenta-se a revisão de literatura, a qual deu suporte para análise e discussão dos dados apresentados. Para tanto, inicia-se a discussão com aspectos gerais da aquicultura; posteriormente, destaca-se um panorama dessa atividade no Brasil e no Estado Mato Grosso do Sul; na sequência, discorre-se de modo mais específico sobre a carne do peixe, qualidade do filé, no estresse, no transporte; ainda se tematiza neste capítulo o uso de substâncias anestésicas para o transporte e a agricultura familiar.

2.1 ASPECTOS GERAIS DA AQUICULTURA

A palavra *aquicultura*, segundo a Embrapa (2003), tem origem do latim *aqua* e *cultura*, e seu surgimento deu-se há milhares de anos na China. Dentro da cultura aquática, destacam-se cultivos específicos, a saber: a *piscicultura*, que compreende o cultivo de peixes. Esta se refere a produção de organismos aquáticos, em qualquer fase de desenvolvimento, em cativeiro, é caracterizada por três componentes básicos (RANA, 1997): i) o organismo produzido deve ser aquático; ii) deve existir um manejo definido para sua produção conforme espécie; e iii) deve haver um proprietário, diferente da pesca, que é uma exploração de um bem coletivo.

Conforme destacam Bessa Júnior e Gonçalves (2013), a aquicultura vem de uma *práxis* antiga em que o ser humano desenvolvia para atender às necessidades de alimentação. Os autores relatam ainda que são duas as maneiras comumente utilizadas para a produção: i) os tanques-redes, criadouros semelhantes a gaiolas, que se mantêm em águas de rios, lagos e até o mar; e ii) os tanques escavados, como um reservatório de forma artificial de água utilizado com escavação do chão.

Além de ser uma prática antiga, o seu avanço aconteceu durante os últimos 30 anos, inclusive como parte da agropecuária com maior índice de crescimento em todo o mundo. Estima-se que a produção será próxima a 220 milhões de toneladas para atender a demanda até 2050 (LEMOS; RIBEIRO, 2010).

Tendo em vista a importância da aquicultura, a seguir, destaca-se o panorama nacional dessa atividade.

2.2 PANORAMA DA PRODUÇÃO (AQUICULTURA) BRASILEIRA

O Brasil tem condições favoráveis para a prática da aquicultura, e, dessa forma, com potencial para participação ativa para ajudar a suprir a demanda alimentícia desse mercado mundial, inclusive evoluindo o mercado doméstico (XIMENES; VIDAL, 2018). Essa possível expansão leva em conta a realidade brasileira: uma extensão de costa marítima média de 8.500 km; uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 4,3 milhões de km²; em torno de 12% da água doce do planeta; enorme volume d'água em represas/reservatórios e água subterrânea; terras alagadas em cinco milhões de hectares; área estuarina que conta com 2,5 milhões de hectares; clima propício; mão de obra disponível; espaço estratégico para escoamento da produção intensivo nas costeiras em mar aberto. Apesar das inúmeras características positivas para o setor, os autores supracitados indicam que o custo na produção é bastante relevante e um constante desafio do setor. Todavia, esses entraves são menores em comparação aos benefícios econômicos e sociais.

Ainda conforme ressaltam Ximenes e Vidal (2018), a população urbana vem crescendo, em detrimento da população rural, trazendo preocupação pela necessidade em atender à demanda que é crescente. Assim, busca-se aumentar a produtividade, de maneira sustentável, sendo necessárias implementações nesse campo.

Os sistemas extensivos têm baixos custos operacionais e basicamente pouca despesa com insumos e compra de alevinos, por causa da baixa densidade. Os peixes criados alimentam-se com nutrientes presentes naturalmente nos grandes tanques e/ou lagoas (como insetos, microcrustáceos, sementes, frutos, raízes, algas, plâncton e pequenos peixes). A produção desses sistemas é baixa e o manejo técnico é simples. Os sistemas semi-intensivos trabalham com maior densidade de peixes, e caracterizam-se pelo gerenciamento mais sistemático, principalmente com o uso de rações para a complementação nutricional. Os sistemas intensivos trabalham com espécies de alto valor de mercado, com alta densidade e circulação de água, utilizam exclusivamente rações comerciais de alto desempenho e custo, além do emprego de tecnologias avançadas (COTO, 2005).

Devido às condições de boa adaptação a diferentes ambientes, a produção brasileira vem se especializando na criação e na exploração da tilápia do Nilo, transformando-a na principal espécie aquícola. Com isso, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) incluiu, a partir de 2013, a aquicultura na sua Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) (IBGE, 2016), e, de acordo com os dados, enquanto outras espécies oscilam, a tilápia apresenta crescimento constante. A tendência é que, de acordo com o crescimento demonstrado, essa

espécie passe a ganhar ainda mais espaço na produção nacional, por meio da busca de mercado interno, bem como nas exportações para o mercado externo (SCHULTER, 2017).

Segundo IBGE (2020) o Mato Grosso do Sul merece um destaque devido a um aumento em sua produção de 36,3% principalmente pelo incremento produtivo de tilápias na divisa com o Estado de São Paulo.

2.3 PANORAMA DA PRODUÇÃO SUL MATOGROSSENSE DE AQUICULTURA

De acordo com Nota Técnica elaborada pela Semagro (Secretaria de Meio Ambiente Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar), no acumulado dos dois primeiros trimestres de 2020, Mato Grosso do Sul exportou 486 toneladas de tilápia, num total de US\$ 2,73 milhões.

O titular da Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO), Jaime Verruck, ressalta que

A produção de tilápia em Mato Grosso do Sul já vem sendo incentivada há muitos anos, mas foi com a política de atração de investimentos que a empresa Geneseas veio para o Estado e que já está em fase de ampliação, a Tilabras também começa a se instalar em Selvíria e já está produzindo tilápia do Nilo, e um frigorífico em Mundo Novo da Agricultura familiar (Coopisc) em funcionamento (SEMAGRO, 2020).

Um dos fatores geralmente ausente nas políticas públicas de apoio à agricultura familiar é a oferta de tecnologia para a modernização das produções que se tem no meio rural, seja de subsistência, para o aumento da produtividade e para a redução do tempo de trabalho (SACHS, 2004). Esses fatores demandam incrementos técnicos que assegurem a sustentabilidade da tilapicultura, como indica Bachega e Antonialli (2009).

O Mato Grosso do Sul se destaca na produção de espécies nativas, como pacu, curimatá, piavuçu e o pintado, além do tambaqui, que é de origem amazônica, no entanto, a tilápia vem cativando cada vez mais espaço (EMBRAPA, 2003). A prática da piscicultura é favorável à participação de pequenos produtores (produção familiar), pois agrega uma geração de renda e contribui para a fixação do homem no campo, e dos seus descendentes (OCDE, 2011).

Atualmente, Mato Grosso do Sul conta com sete polos de produção de pescado, distribuídos nas regiões Norte, Centro, Sudoeste, fronteira, Grande Dourados, Cone Sul, sendo a maioria de pequenos produtores e com a Costa Leste concentrando a grande produção

de tilápia. No total, são 1.338 piscicultores mapeados, 2.441 hectares de tanques escavados e 1.767 unidades de tanques redes, que produziram em 2019/2020 um total de 20,3 mil toneladas de tilápia e 3,6 mil toneladas de peixes nativos (SEMAGRO, 2020).

O que muita gente não sabe é que o filé da tilápia do Nilo representa aproximadamente 30% do pescado, e que o aproveitamento dos outros 70% do peixe evita o desperdício, promove a sustentabilidade ambiental e movimenta a economia. O processo de filetagem, em grande escala, resulta em uma grande quantidade de resíduos, compostos de ossos, de nadadeira, de vísceras, de cabeça e de pele. Denominado subproduto, esse material tem destinações diversas, podendo se transformar em farinha, ração, artesanato e até usado para fins medicinais.

Com uma produção mensal de 70 toneladas, a Cooperativa dos Piscicultores de Mundo Novo (Coopisc) fornece o material para duas finalidades distintas. “Parte da pele vai para Associação Art Fish, que produz artesanato, e o excedente vai para indústria farinheira”¹, conta o presidente, Patrick Rierrard.

Formada por um grupo de mulheres que transforma a matéria prima em artesanato, a Arts Fish existe desde 2004, e já participou de diversas feiras, inclusive de outros estados, com a venda de peças confeccionadas da pele de peixe, como chaveiros, bolsas, carteiras, agendas e até brincos. Sobre o potencial de Mato Grosso do Sul, o secretário de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar, Jaime Verruck, avalia que os resultados são fruto de uma política de desenvolvimento para atrair empresas ao Estado. Ele afirma: “Nos últimos anos investimos no aumento da piscicultura por acreditar na importância de diversificar a economia e temos bons resultados, que demonstram um setor estruturado, forte e com potencial para continuar crescendo”².

Após se destacar o panorama da aquicultura no Brasil, com destaque ao Estado do Mato Grosso do Sul, na sequência, discorre-se, de modo mais específico, sobre a carne do peixe.

2.4 A CARNE DO PEIXE

A carne do peixe contém um alto teor de proteínas (de 15 a 20%), com expressivo valor biológico, englobando todos os aminoácidos essenciais. A digestibilidade dessas

¹ Disponível em: <http://www.ms.gov.br/aproveitamento-integral-da-tilapia-movimenta-diversos-setores-da-economia-em-mato-grosso-do-sul/>. Acesso em: 15 dez. 2020.

² Disponível em: <http://www.ms.gov.br/mato-grosso-do-sul-se-consolida-como-maior-exportador-de-tilapia-do-brasil/>. Acesso em: 15 dez. 2020.

proteínas para humanos chegam a 95% dependendo da espécie, mas é inegável a sua superioridade em comparação a outras de origem animal, como o leite e a carne. Essa característica pode ser atribuída à pequena quantidade de tecido conjuntivo identificado no pescado, além do maior valor biológico, resultado da maior quantidade de aminoácidos essenciais ao organismo (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

O tecido muscular do peixe tem diversos grupos de proteínas: as proteínas miofibrilares, contidas no sistema contrátil, as quais são representadas pela actina e miosina; as proteínas sarcoplasmáticas, com funções bioquímicas nas células, que se compõe principalmente das enzimas glicolíticas, mioglobina; e as proteínas dos tecidos conjuntivos, na incumbência de realizar a manutenção da integridade dos músculos, como a elastina e o colágeno (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Os pescados estão entre os produtos de origem animal mais propensos à deterioração, devido à elevada atividade de água nos tecidos, aos altos teores de nutrientes utilizados pelos microorganismos, ao teor de lipídeos insaturados, a rápida ação destrutiva das enzimas presentes nos tecidos, ao seu PH próximo da neutralidade e a alta atividade metabólica da microbiota (RODRIGUEZ et al., 1994).

Com relação aos lipídeos o pescado apresenta níveis baixos do colesterol e um teor elevado de ácidos graxos poli-insaturados, elementos importantes no combate a doenças coronarianas (GONÇALVES, 2011).

Os consumidores estão mais informados e atentos às qualidades nutricionais dos alimentos, com isso, têm assumido um novo perfil com o passar do tempo, sendo mais conscientes e exigentes. Assim, têm expectativas cada vez maiores com relação aos aspectos de qualidade dos alimentos, avaliando no momento da compra do pescado a sua coloração, a aparência fresca e saudável, critérios que serão decisivos na escolha do produto, embora haja uma dificuldade e desconhecimento da maioria dos consumidores em determinar as características de frescor dos peixes. Além disso, o preço constitui fator essencial nesse processo de escolha, seguidos de outros itens que serão analisados posteriormente para verificação da qualidade da carne, como proporção de gordura, maciez, sabor e suculência (KUBITZA, 2002).

O termo qualidade de carne é abrangente e envolve aspectos sensoriais (cor, maciez, sabor, suculência, odor), funcionais (pH, capacidade de retenção de água) e nutricionais (quantidade de deposição de gordura, perfil de ácidos graxos, nível de oxidação, teores de proteína, vitamina e minerais), além de medidas sanitárias para a ausência de agentes contagiosos, de segurança dos alimentos contra perigos biológicos, físicos e químicos

(alimentos livres de antibióticos, hormônios, ou outras substâncias contaminantes), princípios éticos (de bem estar humano e animal), de preservação ambiental (com relação à sustentabilidade do sistema e impactos ambientais) e de questões sociais (sobre o uso de mão de obra infantil e escrava) (BRIDI; CONSTANTINO; TARSINANANTO, 2011).

Um fator importante da carne do pescado é sua qualidade, que pode ser afetada por diversos fatores. Sobre esse aspecto, discorre-se a seguir.

2.5 QUALIDADE DO FILÉ

A carne de tilápia do Nilo é um produto de ótima qualidade, atendendo satisfatoriamente à preferência do consumidor devido à sua suavidade, à sua textura, à sua cor, ao seu baixo teor de gordura, ao seu odor agradável e à ausência de espinha intramuscular em forma de “Y”, facilitando a filetagem e a industrialização (KUBITZA, 2000).

O consumidor, ao buscar o pescado, tem sua satisfação na interação entre a sua textura, suculência, sabor e aroma, características que são empregadas para avaliar, dentro da cadeia produtiva, a qualidade do pescado. A qualidade do produto é passível de alteração, sendo influenciada pelo tipo de manejo alimentar, pelas condições de transporte, pelo método de abate, de processamento, de estocagem e tempo de prateleira (CHEN; OPARA, 2013).

Diferenciado-se de outras carnes, o pescado é referido como perecível, pelas características inerentes, incluindo a questão da influência do “habitat natural”. Seu músculo tem superior quantidade de água e o tecido conjuntivo é menor. Outra característica é que o pescado tem proteínas variadas e flora bacteriana, o que contribui para uma deterioração mais acelerada (NUNES; BATISTA, 2004).

Na determinação do frescor do nível do peixe, podem ser utilizadas diversas análises, e é importante considerar que o tempo existente entre o período de captura do peixe e o abate pode influenciar nas características físico-químicas do filé. Para evitar alterações indesejáveis, busca-se realizar o abate de maneira mais rápida, fazendo com que exista uma tendência de baixa do pH dos animais, pela utilização de menos glicogênio por parte do organismo, o que, por sua vez, promove um acúmulo maior de ácido lático (SOARES E GONCALVES, 2012)

Com o aumento do pH, eleva-se a carga líquida negativa, pelo fato do afastamento do ponto isoelétrico das proteínas, causando maior repulsão eletrostática entre elas, o que faz com que ocorra a maior retenção de água no produto (CARNEIRO *et al.*, 2013), caso o pH diminua a carne fica com baixa capacidade de retenção de água (BOUTON; HARRIS;

SHORTOSO, 1971). Para Castro (2007), quanto maior o pH do filé menor é a desnaturação proteica e com isso maior é a CRA, característica que confere a textura de maciez à carne.

Outro parâmetro que também está relacionado ao pH é a força de cisalhamento, responsável por classificar a carne referente à textura. Dependendo da diminuição do pH, a carne fica mais tenra por se desnaturarem as proteínas e por diminuir a capacidade de reter água (BAINY *et al.*, 2015). Por meio do texturômetro, como destacam os pesquisadores, é possível simular as deformações envolvidas na mastigação (quilograma-força), logo, uma força maior para o cisalhamento indica maior dureza na carne.

A diversidade de cores apresentadas nos peixes está relacionada aos vários pigmentos naturais, como a mioglobina, a hemoglobina, as bilinas, a hemocianina, os carotenóides, as melaninas, as pteridinas, as purinas, entre outros. São elementos instáveis, sendo modificados conforme a alimentação, o processamento e a estocagem do animal. A melanina é responsável pela cor escura; os carotenóides pelas cores avermelhadas e amareladas; as pteridinas, por sua vez, são compostos solúveis em água, resultando em colorações mais brilhantes.

Para avaliação da cor da carne, utilizam-se parâmetros baseados no sistema CIELab de 1976, que destaca os seguintes critérios: luminosidade, com desígnio de L*, tom de vermelho detectado por a* e tom amarelo por *b. A colorimetria a* é um indicativo de que o filé apresentou maior coloração avermelhada, entretanto, esse fato não é desejável para peixes de carne branca, como a tilápia do Nilo (OLIVO; GUARNIERI; SHIMOKOMAKI, 2001).

A colorimetria é uma característica física relevante da carne do pescado já que esse é um aspecto que influencia diretamente o consumidor na escolha deste produto. A carne contém pigmentação absorvedora e refletora da luz, sendo a principal denominada a mioglobina. Assim, a cor é resultante da quantidade de mioglobina existente no músculo, e pode variar conforme o estado físico das fibras dos músculos, a idade do animal, o estado químico que se encontra a mioglobina, além da quantidade de líquido livre apresentado pela carne. Ramos *et al.* (2005) verificaram que o tipo de abate pode modificar a coloração do pescado final, visto que a hemoglobina residual pode ser menor na sangria, sem contar no estado químico da mioglobina.

A taxa de oxidação da mioglobina, o pH do músculo, o potencial redox, o consumo de oxigênio, a oxidação lipídica, a exposição à luz e a temperatura de armazenamento também são influenciadores da cor final do filé. Conforme indica Kubitzka (2000), a alimentação pode causar diferenças na pigmentação e na textura da carne.

O conteúdo de lipídios pode ser modificado para melhorar qualitativamente e quantitativamente o valor nutricional do peixe. Dietas otimizadas somente para o crescimento e produção com baixo custo podem não resultar em peixes de ótima qualidade (ALMEIDA; BUENO FRANCO, 2006). A composição em ácidos graxos pode ser influenciada pelo sistema de cultivo do pescado. Por exemplo, Matos *et al.*(2017) encontrou valores diferentes de índices nutricionais de qualidade lipídica em tilápias criadas no sistema açudes comparados com o sistema tanque rede.

Os óleos dos peixes diferem-se estruturalmente de outros tipos de lipídeos, pois são fontes importantes de n-3 e n-6, como a ácido docosahexaenóico (DHA) e o ácido eicosapentaenóico (EPA), que são elementos essenciais na nutrição humana (CONNOR, 2000). Os *Polyunsaturated Fatty Acids* (PUFAs) da família n-3 e n-6 não podem ser sintetizados pelo homem e devem ser obtidos da dieta, os mais comuns são o ácido linoleico, α -linolênico, EPA e DHA, encontrados principalmente nos óleos de peixes. Devido à sua natureza insaturada são mais propensos à oxidação dando origem ao ranço (ERITSLAND, 2000).

Os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade quantificam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, pois desordens na agregação de plaquetas podem ocasionar trombose. Portanto, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos e antitrombogênicos presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (LEONARDO; BACCARIN, 2014). Segundo Bessa (1999), os ácidos graxos dividem-se em três classes, de acordo com o seu suposto efeito no metabolismo do colesterol: hipercolesterolêmicos, neutros e hipocolesterolêmicos. Os ácidos graxos desejáveis ou benéficos à saúde são os de efeito neutro ou hipocolesterolêmico. A razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos denomina-se relação H/H. O valor 2,0 para o índice H/H aos produtos cárneos é tido como referencial (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002).

2.6 ESTRESSE

Selye (1950) definiu o termo Síndrome Geral de Adaptação (SGA) para as alterações fisiológicas que o organismo sofre ao tentar reestabelecer a homeostase. Essas alterações são separadas em três estágios, sendo eles: Reação de alarme, Resistência e Exaustão. No primeiro estágio, o organismo sofre um choque ativando a liberação de hormônios (nível endócrino). As catecolaminas, principalmente adrenalina e noradrenalina, e os corticóides

(Cortisol) são a primeira resposta de reação ao estresse (Reação de alarme), e são liberados na circulação por meio das células cromafins e hipófise, na tentativa de compensar o distúrbio. No segundo estágio, ocorrem as respostas de adaptação/compensação, que foram ativadas pelas catecolaminas e corticóides (metabolismo e osmorregulação, com imunossupressão). O organismo tenta encontrar um equilíbrio homeostático, desse modo, ocorre o aumento de vários fatores, tais como glicose, células vermelhas, assim como sua afinidade pelo oxigênio, aumento do fluxo sanguíneo (brânquias, cérebro e músculos), das proteínas, lactato, entre outros (URBINATI *et al.*, 2004).

Um organismo normal conta com recursos finitos e, quando o agente estressor é crônico, o valor adaptativo à resposta pode ser comprometido e efeitos deletérios podem tornar-se aparentes. Wedemeyer e McLeauy (1981) expandiram essas respostas por incluírem o terceiro grau de estresse, referente à doença e também à resistência a ela. Já as respostas terciárias se expandem ao grau do organismo e da população, com efeitos como bloqueio de crescimento, de reprodução e ainda resposta resistente, incluindo a redução na tolerância aos agentes causadores adicionais de estresse.

Quando os animais são submetidos à captura, seja ela realizada por redes, anzóis ou puçás, os peixes tendem à fuga, passam por posterior exposição aérea, resultando, entre outras respostas, no aumento da concentração de lactato e íons H no músculo, que podem ser identificados na corrente sanguínea, além de elevadas concentrações de cortisol e glicose (INOUE, HACKBARTH; MORAES, 2004). O transporte de peixes vivos é uma das operações mais delicadas do sistema de cultivo. De acordo com Gomes *et al.* (2003), o transporte de juvenis com peso entre 1 e 2 kg vem aumentando consideravelmente, e as principais finalidades são o comércio em feiras para consumo, fornecimento para fazendas e sítios de pesque e pague, além da formação de plantel de reprodutores. Em todos os casos, os animais devem chegar em boas condições fisiológicas para satisfazer os critérios exigidos pelo consumidor (WURTS, 1995).

Na tentativa de melhorar o transporte, tem-se de modo recorrente utilizado a anestesia, que é uma prática estratégica para procedimentos de manuseio, e o seu uso durante a manipulação pode reduzir a ativação do eixo hipotálamo hipófise-adrenal (THOMAS; HOTSENPILLER; PETERSON, 2007) e, conseqüentemente, reduzir o estresse e as lesões físicas, melhorando o bem-estar dos peixes. Além disso, baixas concentrações de compostos anestésicos podem ser utilizadas para sedar peixes durante o transporte (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

2.6.1 Manejo pré-abate que causam estresse nos peixes (Transporte)

Yoshioka, Mariano e Santos (2009) relatam que o ambiente aquático tem extrema dinâmica quanto às ligeiras ou extremas mudanças, sendo que os animais que nesse ambiente vivem podem sofrer alterações e diminuir habilidades para a manutenção de homeostase por tais alterações. Autores como Jorgensen *et al.* (2002) descrevem a existência de contaminantes orgânicos e inorgânicos, como geradores de estresse. Urbinati *et al.* (2004) incluem nos fatores de ordem física, que englobam o manuseio, o confinamento, a alta densidade dessa população, a captura e o transporte como precursores do estresse. Garcia (1984) acrescenta que fatores estressantes são a causa principal de redução de lucros na produção de peixes.

O transporte é etapa crucial no processo produtivo, a sua execução está relacionada à observância criteriosa dos elementos envolvidos nessa técnica, tanto operacionais quanto relativo aos materiais, aos cuidados com os parâmetros da água, tipo de material ou embalagem para transporte, idade, número de peixes acondicionados e espécie. Apesar de ser um procedimento de rotina gera intenso estresse e expõe os peixes a uma série de estímulos que desencadeiam respostas fisiológicas adaptativas, muitas vezes patológicas, (CARNEIRO; URBINATI, 1999; URBINATTI *et al.*, 2004; ADAMANTE, 2005).

No intuito de conseguir boa produtividade, é necessária a organização do piscicultor no que diz respeito à administração do trabalho desenvolvido por ele e seus colaboradores. Além disso, é fundamental que os peixes recebam adequado manejo, o que inclui aspectos ambientais e alimentares. Antecedendo o transporte, a captura, de ocorrência ocasional com característica aguda, resulta em adicional aos estímulos estressores de caráter crônico (CARNEIRO, 2004).

A pesquisa e o estudo da fisiologia dos peixes são relevantes, atendo-se para se conhecer os sistemas fisiológicos e a interação desses com o ambiente e o manejo (BALDISSEROTTO, 2002).

O transporte não pode ser analisado isoladamente, pois inclui uma sucessão de estímulos adversos, incluindo a captura, o carregamento das unidades de transporte, o transporte propriamente dito, o descarregamento no destino (ROBERTSON; THOMAS; ARNOLD, 1988). O exercício, para a fuga, é um componente inevitável da captura, além da abrasão do corpo do animal contra outros peixes, contra as redes ou puçás e a exposição ao ar. No caso do exercício, o peixe pode exceder a sua capacidade de ajustar-se aerobicamente, recorrendo aos mecanismos anaeróbicos e produzindo altas concentrações de lactato e íons H

no músculo, que podem ser identificados na corrente sanguínea, além de elevadas concentrações de cortisol (BARNETT; PANKHURST, 1998).

A despesca deve ser organizada para ser realizada contemplando-se os seguintes aspectos: ocorrer nos horários mais frescos do dia; os animais precisam estar em jejum de 24 a 48 horas (para esvaziar o trato digestório); reduzir o nível de água do viveiro até, aproximadamente, 50 cm do fundo, facilitando a passagem da rede em arrastão. Dependendo do tamanho do tanque, pode-se fixar um lado da rede e o outro amarrar em um trator (MATAVELI *et al.*, 2014).

O estresse crônico geralmente tem como consequência a redução do crescimento e de ganho de peso e a queda da resistência a patógenos, devido à resposta imunológica deprimida. Isso ocorre quando há condições que mantêm os peixes permanentemente estressados, por conta de agentes estressores de natureza química, como o pH incorreto, baixo nível de oxigênio dissolvido na água, concentração elevada de amônia, decorrentes da degradação da matéria orgânica, poluentes orgânicos e inorgânicos (CARVALHO; FERNANDES, 2006), ou podem ser de natureza física, como a alta densidade populacional, confinamento e captura. Além disso, o cortisol pode promover o aumento dos níveis de ácidos graxos livres no plasma, devido à estimulação da lipólise (SHERIDAN, 1994).

Uma forma de mitigar estresses causados pelo transporte é o uso de anestésicos, os quais são tidos como benéficos por diminuir a excitação dos peixes, evitando injúrias físicas durante o transporte, além de reduzir a excreção de amônia e gás carbônico, o consumo de oxigênio e a deterioração da qualidade da água (ROSS e ROSS, 1999).

Algumas das estratégias comumente utilizadas para minimizar esses efeitos são o uso de sal, de gesso e de cloreto de cálcio, além de anestésicos como benzocaína e MS-222 (triclaína). Para além desses produtos, os óleos essenciais estão sendo testados na sedação, na recuperação e no comportamento de estresse de tilápia do Nilo, tais como a melaleuca, o cravo, o eucalipto e a menta. Essa redução no estresse dos animais pode fazer a diferença na qualidade do produto final.

2.7 A UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ANESTÉSICOS

O apelo ambiental para a conservação dos peixes nos ambientes naturais, a recuperação de biomas ameaçados e, em contrapartida, a oferta de pescado à população aumentam a demanda por opções de controle de doenças e bem-estar. Os cultivos intensivos de peixes trabalham com densidades de animais mais elevadas do que as encontradas na

natureza, facilitando a disseminação de patógenos, com isso, o uso indiscriminado de produtos químicos no controle e na prevenção de problemas sanitários é muito evidente (MORAES; MORAES, 2009). Sendo assim, produtos naturais podem ser uma alternativa, tanto para alimentação, na melhoria da imunidade, quanto para sedativos e anestésicos, nos procedimentos que envolvem manipulação dos animais, mas a sua correta indicação e utilização clínicas só podem ocorrer após a validação científica desses produtos (LOURENÇO *et al.*, 2014).

O estudo de fitoterápicos na piscicultura deve ser ampliado, devido à grande diversidade da flora brasileira, que oferece um amplo campo de pesquisa por meio de extratos e óleos que têm grande potencial para o combate às enfermidades de peixes com baixo custo (TAVARES-DIAS, MARIANO, 2015).

Como destacado em seções anteriores, sobretudo durante o transporte, os peixes são suscetíveis ao aumento considerável do estresse. Assim, soluções para sanar esse problema precisam ser pensadas. No transporte, os peixes são acondicionados em tambores ou caixas (de 300 L a 2.000 L) equipadas com “borbulhadores” de oxigênio. Esses recipientes são próprios para o transporte de peixes, nos quais as densidades são altíssimas, chegando até 500 kg/m³. Essas caixas são transportadas por veículos diversos e para distâncias variadas. O óleo de cravo, diluído na água do transporte em dose de 5 mg/L, reduz as respostas de cortisol plasmático. O desbalanço de sais plasmáticos em peixes tem sido descrito, em resposta ao estresse como o transporte, distúrbios nítidos na regulação osmótica, que são indicados nos valores de sódio, cloreto, potássio e proteína plasmática, são observados. O óleo de cravo atenua alguma perda de sódio, cloreto e potássio no plasma (INOUE; MORAES, 2007).

2.7.1 Eugenol

O eugenol é uma substância fenólica obtida da destilação das folhas, dos caules e das flores do cravo da Índia, louro, noz-moscada, poejo, dentre outros, possui odor fortemente aromático e é muito utilizado devido ao seu poder antisséptico, anti-inflamatório e atividade inseticida (CARRASCO A. *et al.*, 2008). Dentre os compostos naturais utilizados para anestesia e analgesia em peixes, o eugenol extraído do óleo de cravo é o mais comum, já que é o mais eficaz para peixes (KAMBLE *et al.* 2014). Seu estudo na aquicultura como anestésico tem sido desenvolvido por causa da crescente demanda por novas substâncias seguras, eficazes e viáveis economicamente (ROUBACH *et al.*, 2005). A utilização da substância em peixes é feita por banhos de imersão, porém, em razão de sua natureza

hidrofóbica, deve-se fazer uma solução em álcool e, somente após isso, pode-se diluir em água (solúvel em álcool etílico, éter, clorofórmio e óleo, mas pouco solúvel em água, 1 mL de eugenol é solúvel em 2 mL de álcool 70 %). Estudos prévios têm demonstrado que o mesmo é eficiente e seguro na indução e recuperação anestésica de tilápia do Nilo (VIDAL *et al.*, 2008).

Pesquisas farmacológicas do uso do eugenol descreveram seus efeitos nos sistemas urinários, reprodutivos, gástrico, sistema imunológico cardiovascular e sistema nervoso central (PRAKASH, GUPTA, 2005), como anti-inflamatório ele auxilia na redução de citocinas o que diminui a inflamação e com isso o efeito nociceptivo, efeitos antioxidantes, anestésicos, antifúngico, antimicrobiano também são observados (CHAIEB *et al.*, 2007). Seus efeitos estão associados a potencialização da resposta ao GABA, o qual é o principal neurotransmissor inibitório do sistema nervoso central, com isso causa redução dos movimentos respiratórios, redução dos batimentos cardíacos e anestesia (IGGO; KLEMM, 1996). De acordo com WAGNER *et al.* (2002), este fármaco é metabolizado e excretado rapidamente no organismo do animal, não requerendo tempo de depuração, VENTURA *et al.* (2020) também não encontrou resíduos do eugenol nos filés do presente estudo.

Conforme argumentam Oliveira *et al.* (2019a), 15,9 e 53,0 mg L⁻¹ de eugenol foram concentrações eficazes para sedação e anestesia em juvenis para o transporte de peixe anjo-imperador (*Pomacanthus imperador*) de água doce, e que a menor dosagem de eugenol tem potencial para ser utilizado no transporte dessa espécie por até 7h. Em geral, o eugenol é barato, seguro e facilmente regulado, no entanto, as suas desvantagens são baixo índice terapêutico, tempo de duração relativamente longo e efeitos adversos no sabor do peixe (SUTIL *et al.*, 2005).

2.7.2 Manjericão (*Ocimum basilicum*)

Outro produto natural com potencial anestésico tem sido o extrato de manjericão, cujo óleo é extraído das folhas e dos ápices com inflorescência. Seu óleo varia conforme a espécie e a localização geográfica, sendo classificado em quatro quimiotipos, de acordo com os componentes majoritários do composto (VENTURA *et al.*, 2020).

O óleo de manjericão ainda não foi amplamente estudado e nem reconhecido como um potencial anestésico natural. As avaliações sobre sua bioatividade estão mais limitadas à ação na medicina popular, na qual é amplamente utilizado como antiespasmódico, antitérmico, auxiliando também no combate de infecções bacterianas e parasitárias intestinais

(TELICI *et al.*, 2006). Além disso, conforme Bozin *et al.* (2006), a sua atividade microbiana está relacionada aos compostos metil chavicol e ao linalol:

- Metil chavicol é um metabólito especial pertencente à classe dos fenilpropanóides e à família Lamiaceae, sendo um constituinte majoritário de óleos essenciais de plantas das famílias Apiaceais (anis e funcho), Magnoliaceae (anis estrelado) e Asteraceae (estragão). As atividades biológicas, tais como antimicrobiana, anti-inflamatórias e anestésica local e inseticida, são atribuídas a essa substância (PATTNAIK *et al.*, 1997; PAULA *et al.*, 2003; SILVA-ALVES *et al.*, 2013).
- Na medicina, o linalol tem sido aplicado com sucesso como sedativo e, atualmente, estão sendo analisadas as suas propriedades anticonvulsivantes. De acordo com algumas pesquisas, constatou-se que o cultivo do manjeriço (adubação, solo e manejo) influencia na quantidade de linalol, o que significa novas oportunidades para pequenos produtores e possibilidades de geração de renda (MAIA, 2005).

2.7.3 Etanol (veículo anestésico)

O etanol foi adicionado como veículo anestésico dos óleos em estudos devido à sua natureza hidrofóbica. O tratamento foi em imersão, então, para proporcionar a absorção dos vasos sanguíneos braqueais e pele dos peixes, é necessária essa dissolução. O efeito do etanol sobre o SNC em nível celular é puramente depressor, embora aumente a atividade neuronal presumivelmente por desinibição em algumas partes do SNC. As principais teorias da ação do etanol são: aumento da inibição por GABA (aumento da ação do GABA sobre receptores GABA_A, semelhantes aos benzodiazepínicos), inibição do transporte de adenosina, inibição da liberação de transmissor em resposta à despolarização em terminações nervosas por inibição da abertura de canais de Ca⁺ sensíveis à voltagem nos neurônios e efeitos excitatórios do glutamato inibidos pelo etanol (inibição da função dos receptores NMDA) (RANG *et al.*, 2007).

2.8 AGRICULTURA FAMILIAR

Como definido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2018), tanto em países em desenvolvimento quanto em nações desenvolvidas, a agricultura familiar é a forma predominante de agricultura na produção de alimentos. Atualmente, cerca de 70% dos alimentos que chegam às nossas mesas são provenientes das mãos dos pequenos agricultores. O setor carrega um importante pilar da agricultura mundial e, por isso, em 2014, as Nações Unidas determinaram como tema principal para debates o papel dos pequenos agricultores no desenvolvimento rural. No entanto, o setor enfrenta limitações significativas em aspectos relacionados ao acesso aos recursos produtivos, aos serviços sociais, à infraestrutura básica, aos serviços rurais, ao financiamento e à extensão agrícola.

No Brasil, segundo preceitos da Lei nº 11.326/2006, algumas características da agricultura familiar são: uma área de terras de até quatro módulos fiscais; o negócio é gerido pela família; a mão de obra é predominantemente de pessoas do círculo familiar; a renda é proveniente das atividades vinculadas ao meio rural; tem grande importância na diversidade da sua produção, na segurança alimentar, em absorver mão de obra e fixar os jovens (filhos de produtores) no campo; permite a subsistência e a geração de renda; é um meio eficiente na redução da migração do campo para a cidade; desempenha papel fundamental para crescimento da economia da nação e para melhoria das condições de vida das populações rurais e urbanas (AHLERT, 2015).

De acordo com o representante da FAO no Brasil, Alan Bojanic, com melhor acesso a recursos produtivos, serviços rurais e uma maior associatividade, a agricultura familiar pode aumentar de maneira sustentável a produção e também a produtividade, o que se refletirá na melhoria das práticas produtivas (FAO, 2018).

Ressalta-se que o governo tem promovido incentivos consideráveis para desenvolvimento do agronegócio, com acesso ao crédito e políticas públicas de incentivo às atividades, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2016), os pequenos produtores representam 84,4% das unidades de produção agrícola do Brasil, sendo fornecedora para o mercado nacional de alimentos importantes para a economia brasileira.

Percebe-se que, de uma forma cooperativista, a agricultura familiar transfere a exploração da força individual para o grupo familiar, visando, por meio da introdução do

capitalismo, a novos aspectos econômicos, excluindo, assim, o seu uso exclusivamente para a subsistência.

No Brasil, há municípios que têm a sua economia baseada nesses produtores, sendo responsável por proporcionar desenvolvimento, renda e emprego (BUAINAIN; ROMEIRO; GUANZIROLI, 2013). No entanto, a alta perecibilidade dos produtos, somada à sua distribuição pulverizada, impõe vários problemas comerciais para esse setor, tais como a falta de estrutura de escoamento da produção, a carência de recursos e políticas públicas, a distribuição do produto e os custos das transações (CELESTRINO *et al.*, 2017).

A inserção nos mercados por meio de grandes agroindústrias leva à adoção das tecnologias vindas do mundo industrial (DORIGON; RENK, 2011). O campo não deve ser visto tão somente como um local de produção de mercadorias. Pelo contrário, o rural precisa ser entendido como um grupo de fatores sociais, políticos, econômicos e ambientais, que se caracterizam como uma diversidade regional cujas formas de produção na agricultura se diferenciam no agronegócio e na agricultura familiar (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

Nesse aspecto, importa mencionar que a pluriatividade oferece variantes bastante significativas de tempo e de espaço, mesmo que se possa afirmar que sua característica essencial seja a interação entre agricultura, o mercado de trabalho e a unidade familiar. A condição social e as estratégias de funcionamento das unidades produtivas familiares se transformam na medida em que o seu objetivo passou de autoabastecimento para a produção de excedentes, ampliando a sobrevivência para a renda monetária e, por fim, para acumulação de capital.

Foram sintetizados neste capítulo os principais conceitos teóricos desta pesquisa. Destacou-se o panorama da aquicultura internacional, nacional e regionalmente, além de se apresentarem aspectos específicos da produção de tilápias e de recursos naturais que têm sido utilizados na área a fim de melhorar a qualidade do produto. A seguir, destacam-se os objetivos centrais desta pesquisa.

3 OBJETIVOS

Como objetivo geral, esta pesquisa se propõe a melhorar o bem estar animal avaliando o potencial anestésico de dois óleos naturais, o eugenol e o óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*), adicionados na água de transporte de tilápia do Nilo, cultivada em agricultura familiar, do produtor até o frigorífico e se a forma de cultivo afeta a qualidade nutricional lipídica dos filés.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em se tratando de objetivos específicos, foram propostos:

1. Investigar o efeito do eugenol e do óleo essencial do *Ocimum basilicum* sobre a qualidade dos filés de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), cultivadas em agricultura familiar, durante o transporte para o frigorífico;
2. Aferir possíveis alterações na qualidade da água de transporte, quanto à temperatura, ao oxigênio, ao pH, à dureza total, ao nitrito e à amônia totais;
3. Verificar a influência dos anestésicos sobre os parâmetros físicos do filé: colorimetria a*, b* e L* do lado vísceras e do lado da pele; potencial hidrogeniônico, força de cisalhamento, perda por descongelamento, perda por gotejamento e capacidade de retenção de água;
4. Examinar os efeitos dos tratamentos sobre os parâmetros químicos bromatológicos: extrato etéreo, matéria mineral, matéria seca, proteína bruta e umidade;
5. Avaliar possíveis efeitos da forma de cultivo no sistema de agricultura familiar sobre o perfil dos ácidos graxos.

4 METODOLOGIA

Para este estudo, foram utilizados exemplares de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso de abate em torno de $816,36 \pm 1,42$ g, provenientes de um viveiro escavado de uma comunidade de piscicultores familiares (Figura 1) no Sul do Estado do Mato Grosso do Sul, Município Mundo Novo (localização: 23°56'28'' Sul, 54°16'25'' Oeste), com uma população estimada em 18 mil habitantes.



Figura 1. Vale dos Peixes, comunidade de agricultores familiares local de coleta dos animais para o experimento
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A comunidade de piscicultores, o transporte e o frigorífico em que foram realizadas etapas do presente estudo são todos de regime de agricultura familiar. Os peixes foram cultivados durante seis meses em viveiro escavado (Figura 2), sendo que todos os animais do experimento foram obtidos do mesmo tanque. O viveiro escavado tinha área de 8.400 m^3 ($150 \times 70 \times 0,80 \text{ m}$), com uma taxa de troca de água diária de 10%, com uma densidade de peixes de $2,1 \text{ kg/m}^2$. A temperatura média encontrada durante o cultivo foi em torno de $29,5^\circ\text{C}$, o pH de 5,44 e o oxigênio dissolvido de $4,79 \text{ mg L}^{-1}$.



Figura 2. Tanque de despesa
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A dieta utilizada durante o cultivo foi uma ração comercial indicada para a espécie (Laguna Tilápia Socil®), com tamanho de pélete de 6 mm e com valores máximos de 32% proteína bruta, 5,5 % de fibra bruta, 12% de matéria mineral, 6,0% de extrato etéreo, 12,0% de umidade e 2,5% de cálcio. A frequência de arraçoamento durante o cultivo foi realizada da seguinte forma: (i) sete vezes ao dia para animais até 300g; (ii) quatro vezes ao dia para animais de 300 a 400g; (iii) e duas vezes ao dia para animais acima de 400g até despesca. A taxa de arraçoamento era realizada na proporção 1,2 kg de ração para cada 1kg de peixe produzido, observando-se diariamente o tempo de consumo; se o alimento era consumido em menos de 10 minutos, a taxa era aumentada, se o consumo demorasse mais de 20 minutos, era reduzida.

Ao final do período de cultivo, quando os peixes já haviam alcançado peso médio de abate, a alimentação foi suspensa 24 horas antes da despesca. Após esse período, foi, então, realizada a despesca de forma totalmente manual, no período matutino, com início aproximado de 6:00 a.m. e com o auxílio de membros de várias famílias (Figura 3). A despesca total do tanque levou aproximadamente quatro horas, sendo que, antecedendo o evento, diminuíram-se uns 10 cm de altura de lâmina de água, facilitando, com isso, a passagem de rede pelos produtores para a coleta de todos os animais em forma de arrastão.



Figura 3. Despesca realizada pelos aquicultores locais
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No momento da despesca, 100 animais foram escolhidos aleatoriamente e pesados (Figura 4). Posteriormente, esses animais foram distribuídos aleatoriamente entre cinco tratamentos (20 peixes por tratamento), em que se iniciou, na prática, o presente estudo. Foi utilizado um total de 100 peixes adultos, com peso médio de $816,36 \pm 1,42\text{g}$ e $35 \pm 2,30\text{ cm}$ de comprimento total, os quais foram distribuídos em: N: peixes não transportados; C: peixes transportados apenas com água (controle); A: peixes transportados com água + veículo anestésico (etanol $36 \mu\text{LL}^{-1}$); E: peixes transportados com água + eugenol ($20 \mu\text{LL}^{-1}$) + veículo anestésico, que corresponde a $19,2 \text{ mg L}^{-1}$; e M: peixes transportados com água + óleo essencial de *Ocimum basilicum* ($20 \mu\text{L L}^{-1}$) + veículo anestésico, o que corresponde a $17,4 \text{ mg L}^{-1}$.

Os peixes do tratamento N foram eutanasiados imediatamente por termonarose e medidos; os animais dos outros tratamentos foram alocados em tanques de transporte de 1000L (comprimento 1,45m X largura 1,08 m X altura 1,03, Trevisan®), em uma densidade de 50 peixes por m^3 , com oxigênio constante, sendo, portanto, transportados. É importante salientar que esses animais foram expostos às condições reais de transporte (por exemplo, movimento do veículo, operadores, ruído, variações de temperatura) pelo período de duas horas, tempo estimado entre a despesca dos animais, o transporte e a espera até o momento de insensibilização e abate, conforme o cronograma entrada dos lotes dos demais produtores recebidos no dia do estudo. No momento do abate de cada tratamento, os animais foram medidos.



Figura 4. Controle de peso, coleta de sangue do Grupo Não transportados (N) e acondicionamento dos animais
Fonte: Acervo da pesquisadora.

As concentrações ($20\mu\text{L L}^{-1}$) dos anestésicos utilizados de eugenol e óleo essencial de *Ocimum basilicum* foram escolhidas de acordo com o estudo piloto realizado previamente, que mostrou que a tilápia do Nilo atingia apenas a sedação leve durante duas horas de exposição a essas concentrações. O óleo de *Ocimum basilicum* (Phytoterápica®) e o eugenol composto (Maquira®), utilizados no presente estudo, foram adquiridos comercialmente. Os principais compostos do óleo essencial do *Ocimum basilicum* consistiam em 66,51% de metilchavicol e 20,90% de linalol, já o eugenol apresentava 97,1% de pureza. A Tabela 1 apresenta os constituintes do óleo essencial de manjeriço:

Tabela 1. Constituintes do óleo essencial *Ocimum basilicum*

Componente	Abundância relativa%
A- pinemo	0,14
B- pinemo	0,07
Mirceno	0,12
Delta-3-carene	0,35
Para-cimeno	0,05
Sylvestrene	0,11
Cineol 1,8	0,29
B-z- ocimeno	0,01
B-E- ocimeno	0,22
Menta -3-8- diene	0,06
Óxido linalol trans	0,09
Linalol	20,9
Pinocarveol trasn	0,01
Limoleno óxido	0,03
Citronelal	0,03
Mentol	0,19
Mentol neoiso	0,02
Dihydrocarveol	0,14
Metilo-chavicol	66,51
Hexanol 3-metilol	0,05
Ascaridol	0,05
Carvotanacetone	0,66
Acetato de linalol	0,07
Geranial	0,83

Acetato do óxido de linalol, trans	0,02
Acetato de mentil	0,01
Eugenol	0,05
Acetato de neril	0,01
B-patchoulene	0,03
B- borneol	0,03
Sesquithujene	0,08
B- elemeno	0,04
Alfa-gurjuneno	0,08
Cariofileno	0,89
Elemeno γ	1,19
Beta farneceno	0,11
Humuleno	0,41
aromadendrene	0,54
Muuroleno	0,01
Amorpha 4,7 diene	0,7
Germacreno D	0,16
Valencene	0,10
Epizonarene	0,04
Alfa bulnesene	0,16
Cadineno	0,02
E macrocarpene	0,09
A- cadineno	<0,01
Selina 3-7 diene	3,59
longipinamol	0,09
Cinamaldeído E metoxi	0,21
Espatuleno	0,06
Caryophyllene oxide	0,07
Gleenol	<0,01
Ledol	<0,01
Humulene epoxide	0,02
Ethyl chromone 2	0,02
Cubebol	<0,01
Cadinol epia	<0,01
Alfa muurolol	<0,01
Beta eudesmol	0,05
Cadinola	0,04
Alfa- bisabolol	0,06
Total	99,98

Fonte: Ventura *et al.* (2020).

A água utilizada durante o transporte foi coletada do tanque de cultivo e adicionada a cada tanque experimental. Dessa água foram coletados dados quanto ao oxigênio dissolvido, à temperatura, ao pH, ao nitrogênio amoniacal total, à dureza de carbonatos e nitrito. O oxigênio dissolvido e a temperatura foram medidos usando um medidor de oxigênio portátil (YSi 550^a- YSI incorporado ®), o pH foi determinado usando-se medidas de pH (HI8314-Hanna Instruments®) e o nitrogênio amoniacal total, a dureza e o nitrito foram medidos usando kits colorimétricos (Alfakit®). Posteriormente, foi adicionada (ou não) a substância respectiva do tratamento, para finalmente acondicionar os peixes (Figura 5 e 6).



Figura 5. Coleta da água de transporte e tanques de transportes dos tratamentos
Fonte: Acervo da pesquisadora.



Figura 6. Análise da qualidade da água antes do tratamento para posterior adição dos agentes
Fonte: Acervo da pesquisadora.

O local de abate, até onde os peixes foram transportados, foi a Cooperativa dos Piscicultores de Mundo Novo - MS (Coopisc) (Figura 7), localizada na BR-163, km 12, a uma distância aproximada de 15 km do local da despesca. No recebimento dos peixes na Cooperativa, foram coletados dados da água de transporte (oxigênio dissolvido, temperatura, pH, nitrogênio amoniacal total, dureza de carbonatos e nitrito). Também foi observado visualmente o comportamento dos animais dentro dos tanques e verificado se havia ocorrido alguma mortalidade. Na sequência, os animais foram direcionados separadamente, mantendo o controle sobre os tratamentos, para a linha de abate, seguido o fluxo de procedimento de abate da Coopisc (Figuras 7, 8 e 9). Os filés foram acondicionados em sacos de polipropilenos, separados por animal e por tratamento, acondicionados em caixas de térmica com gelo e transportados imediatamente para o Laboratório de Produtos de Origem Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD, um lado de cada filé foi para as análises no dia seguinte a coleta, o outro lado permaneceu em freezer Brastemp (Whirlpool Latin America, São Paulo, SP, Brasil) a -25°C , congelamento lento.



Figura 7. Local de abate: Cooperativa dos Piscicultores de Mundo Novo (MS)
Fonte: Acervo da pesquisadora.



Figura 8. Coleta da porção crânio-dorsal dos filés para análise
Fonte: Acervo da pesquisadora.



Figura 9. Acondicionamento das porções crânio-dorsais coletadas
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No dia posterior à coleta, as análises instrumentais foram iniciadas, sendo compostas por: pH, colorimetria, capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento e perda de água por gotejamento, *drip loss*. O pH foi mensurado em triplicata por filé, utilizando-se um potenciômetro digital portátil Mettler Toledo® (modelo 1140), com eletrodo de inserção para carnes.

As determinações da cor da carne foram realizadas utilizando-se um colorímetro (Konica Minolta®), avaliando-se a luminosidade (L^* 0 = preto; 100 = branco), a intensidade da cor vermelha (a^*) e a intensidade da cor amarela (b^*). Para essa análise, foram avaliados

os dois lados do filé, sendo o primeiro lado das vísceras (L^*v , a^*v , b^*v) e segundo o lado da pele (L^*p , a^*p , b^*p).

Para a retenção de água, uma amostra de aproximadamente 2,0 g de filé cru foi colocada em papéis filtro circulares e dispostos entre duas placas de vidro sob um peso de 5kg, durante cinco minutos. Na sequência, a CRA foi determinada por meio da diferença de peso (inicial e final) (HAMM, 1960).

Para a análise da perda por gotejamento, as amostras de 100 gramas do filé foram utilizadas para a análise. Cada amostra foi suspensa em rede e colocada em recipiente plástico, por 48 horas, a uma temperatura de 4°C para a determinação da perda por exsudação, conforme metodologia adaptada descrita por Rasmussen e Anderson (1996). A determinação da porcentagem de perda por exsudação foi realizada pela diferença entre o peso final e peso inicial da amostra, conforme a seguinte equação: sendo que PE = perda de exsudato; Pf = peso final da amostra; Pi = peso inicial da amostra.

A força de cisalhamento foi medida com auxílio de um texturômetro (TA – XT – 125) acoplado a um dispositivo Warner-Bratzler Shear Force (HDP/WBV), com capacidade de 25 quilos e velocidade do seccionador de 20 cm/min, sendo a avaliação feita em triplicata.

Os filés que foram acondicionados em sacos de plástico e congelados a -20°C foram descongelados no dia da análise e, então, triturados e moídos para obtenção de alíquotas para determinação dos teores de umidade (U%), de proteína bruta (PB%), de extrato etéreo (EE%) e de matéria mineral (MM%), segundo a *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2006).

Para a determinação de perda por descongelamento, as amostras congeladas de filé foram transferidas ao refrigerador (5°C), onde permaneceram por 18 horas. Todas as amostras foram pesadas congeladas e após o descongelamento.

A extração de lipídio total foi realizada por extração a frio de acordo com Bligh e Dyer (1959), empregando-se as proporções recomendadas entre os solventes metanol e clorofórmio. A fração lipídica total foi submetida à saponificação com KOH metanólico, seguida de esterificação com mistura de H₂ SO₄ e NH₄ Cl em metanol e transferida para hexano, segundo descrito por Maia e Rodriguez-Amaya (1993).

A análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo gasoso (Varian, modelo Star 3400), equipado com detector de ionização de chama, coluna capilar de sílica fundida contendo polietilenoglicol como fase estacionária (DB-Wax, 30 m x 0,25 mm, J&W Scientific), nas seguintes condições cromatográficas: temperatura do injetor 250°C; temperatura da coluna 180°C durante 20 minutos, programada a 2°C por

minuto até 220°C; temperatura do detector 260°C, gás de arraste hidrogênio com fluxo de 1,1 mL/min., gás “make-up” nitrogênio a 22 mL/min. e volume de injeção de 1 µL.

Para a identificação dos ácidos graxos compararam-se os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área expressando-se o resultado em percentual de área de cada ácido sobre a área total de ácidos graxos (%) (RAMOS FILHO *et al.*, 2008).

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por três índices a partir dos dados de composição em ácidos graxos, por meio dos seguintes cálculos:

- Índice de Aterogenicidade (IA) = $[(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma \text{AGMI} + \Sigma n-6 + \Sigma n-3)$;
- Índice de Trombogenicidade (IT) = $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma \text{AGMI}) + (0,5 \times \Sigma n-6 + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3 / \Sigma n-6))]$;
- Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) = $(C18:1n-9 + C20:4n-6 + C18:3n-6 + C20:5n-3 + C22:6n-3) / (C14:0 + C16:0)$.

Em que: AGMI = todos os ácidos monoinsaturados.

As famílias n-6 e n-3 abrangem ácidos graxos que apresentam insaturações separadas apenas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no sexto e terceiro carbono, respectivamente, enumerado a partir do grupo metil terminal. Os ácidos graxos n-6 e n-3 são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico (BRENNER; PELUFO, 1966).

A metodologia empregada no experimento foi aprovada pelo Comitê de Ética e Bem-Estar Animal da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (Parecer n° 976/2018).

Para os dados obtidos, foram realizados os testes de pressupostos para normalidade e a homocedasticidade, e, quando necessária, realizada transformação. Em seguida, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa SAS 9.0.

Depois de explicitados os aspectos metodológicos, a seguir, no quinto capítulo, são expostos os resultados obtidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais submetidos ao transporte com eugenol apresentaram, visualmente, um comportamento mais calmo no final do trajeto se comparados aos demais tratamentos, essa característica geralmente é associada ao bem estar proporcionado pelos compostos tranquilizantes. O comportamento mais calmo e a natação normal (sem agitação) dos animais transportados na presença do eugenol podem ser explicados devido ao eugenol ser rotineiramente utilizado em manejo como anestésico natural, aliás, é um dos mais conhecidos, sendo utilizado inclusive na eutanásia de peixes (CONCEA, 2013; PURBOSARI *et al.*, 2019).

Não foram observadas mortalidades no período entre a despesca e o abate, que teve duração de aproximadamente duas horas, não ocorrendo a depuração rotineira nos tanques de recepção do frigorífico devido a problemas internos no dia.

Os parâmetros físicos e químicos da qualidade da água não apresentaram diferença significativa entre tratamentos após o transporte, sendo que os valores encontrados foram: oxigênio dissolvido ($5,43 \pm 0,85 \text{ mg L}^{-1}$) e a temperatura ($27,36 \pm 1,85^\circ\text{C}$), o nitrogênio amoniacal total ($0,10 \pm 0,29 \text{ mg L}^{-1}$), dureza de carbonatos ($50,0 \pm 0,01 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$) e nitrito ($0,0 \pm 0,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_2$). A análise de pH determinou valores abaixo da zona de conforto para os peixes na água de transporte ($4,59 \pm 0,39$), e no tanque escavado onde os animais foram retirados, que no momento da despesca constava pH 5,44. O valor ácido de pH determinado é recorrente na propriedade e, também, nos demais tanques de outros produtores da região, os quais estão sempre ajustando a correção com calcário dolomítico para elevar a pH 6. Análises de acompanhamento do solo da região encontraram valores de pH na faixa de 4,5 a 5,9. Esse fator é considerado um possível estresse crônico, o qual afeta de várias formas negativas os animais como o crescimento e a imunidade (CARVALHO; FERNANDES, 2006).



Figura 10. Coleta da água de transporte e de sangue para análises
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os dados deste estudo não corroboraram os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2019) em seu trabalho com acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*), os quais encontraram teores significativamente maiores de oxigênio dissolvido na água contendo eugenol, após 4 horas de transporte. Ademais, esses autores ainda verificaram que os níveis de amônia total foram significativamente menores nos tanques com exemplares sedados durante 7 horas de transporte, comparados com os do controle (sem sedação). Por fim, esses autores determinaram que uma concentração de $15\mu\text{L L}^{-1}$ de eugenol foi eficaz na sedação de juvenis, e com potencial para ser usado no transporte de acará-bandeira por até 7 h na água, o que também não condiz com nosso estudo, que usou a dosagem de $20\mu\text{L L}^{-1}$, entretanto, essa diferença pode ser explicada devido à tolerância à sedação ser específica.

O pH da água de transporte foi 4,59, usando-se $19,2\text{ mg L}^{-1}$ de óleos essenciais (duas horas), Moreira *et al.* (2015), por exemplo, adicionaram 15mg L^{-1} de eugenol na água durante quatro horas no transporte de juvenis de tilápia, registrando pH de $\pm 6,35$. Isso reforça a hipótese de que os valores obtidos neste estudo podem estar relacionados ao pH do solo.

Os filés dos exemplares de tilápia do Nilo submetidos ao transporte da propriedade rural até o abatedouro com os dois anestésicos naturais não apresentaram alteração ($p > 0,05$) nas colorimetrias b^* , L^* em nenhum dos lados (Tabela 2).

Tabela 2. Análises dos parâmetros físicos dos filés de tilápia do Nilo após transporte até o frigorífico

Parâmetros	Tratamentos					CV
	Basal	Controle	Álcool	Eugenol	<i>Ocimum basilicum</i>	
<i>Colorimetria a*v</i>	0,751ab	0,305b	1,330a	0,692ab	1,159ab	89,56
<i>Colorimetria b*v</i>	2,113	2,334	2,237	2,021	2,360	25,07
<i>Colorimetria L*v</i>	42,139	44,307	41,898	41,284	38,052	15,07
<i>Colorimetria a*p</i>	3,54a	1,127c	2,839ab	1,988bc	2,458ab	52,37
<i>Colorimetria b*p</i>	4,09	3,42	3,85	3,62	3,50	14,49
<i>Colorimetria L*p</i>	40,14	44,46	43,53	42,07	42,15	8,75
<i>Potencial hidrogeniônico</i>	6,122b	6,149ab	6,179ab	6,254a	6,242a	1,73
<i>Força de Cisalhamento (kgf/cm²)</i>	1,0628	0,878	1,037	0,705	0,742	44,21
<i>Descongelamento%</i>	1,72b	3,92a	3,77a	4,01a	5,31 ^a	46,56
<i>Gotejamento %</i>	5,80b	6,67ab	10,54a	8,91ab	8,72ab	45,82
<i>Capacidade Retenção de Água%</i>	0,21	0,23	0,21	0,25	0,20	13,27

Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

*Tratamentos: N: Basal (animais não submetidos ao transporte), C: controle (animais transportados somente com água); A: Álcool: água + veículo anestésico (etanol 36 μ L L⁻¹); E: peixes transportados com água + Eugenol + veículo anestésico (20 μ L L⁻¹) e, M: *Ocimum basilicum*: peixes transportados com água + óleo essencial de Manjeriço + veículo anestésico (20 μ L L⁻¹). Diferentes letras minúsculas nas linhas indicam diferenças significativas entre tratamentos após o transporte de Tukey (p>0,05). *indica diferença significativa dos peixes não transportados aos demais tratamentos.

A colorimetria tem como base o sistema CIELab, estabelecido em 1976, e que mensura a luminosidade, designada L*, teor de vermelho, identificado por a* e teor de amarelo, determinado por b*(OLIVO; GUARNIERI; SHIMOKOMAKI, 2001), em que L* = 100 para preto e L*= 0 para branco; a* + vermelho e a* - verde; b*+ amarelo e b* - azul. Esse parâmetro avaliado é de grande importância, pois a cor do pescado influencia diretamente na preferência do produto (CAPRILES, 2005).

Os tratamentos não diferiram entre si os valores de luminosidade e de coloração amarela e os valores ficaram dentro das médias encontradas por Goes (2015) em tilápias do Nilo, no período de transporte de 120 minutos, indicando que se encontram dentro do esperado para a espécie.

A *colorimetria a** (vermelho) teve maior média para os filés dos peixes transportados com A do que os do C, no lado das vísceras. Já quando avaliado o lado da pele, os animais não transportados apresentaram filés mais avermelhados que os do C e E (Tabela 3). Essa coloração maior nos animais não transportados pode ser devida ao tipo de eutanásia sofrido, que foi termonarose o que não é recomendado pelo Código Sanitário de Animais Terrestres

da OIE (2012) devido ausência de bem estar animal, porém é permitido o transporte da propriedade até o local de abate com dois kgs de gelo para cada um kg de animal conforme EMPBRAPA (2016). Hastein *et al.* (2005) comprovam que a asfixia dos peixes em gelo anteriormente ao abate pode demorar mais de 15 minutos, podendo levá-los a problemas osmorregulatórios e à exaustão. Ramos *et al.* (2005) avaliaram cor da carne em função de abate e sangria, um dos métodos mais utilizados no Brasil, verificando uma menor retenção de hemoglobina no músculo, o que pode diferenciar sua coloração.

Outro fator que pode ter influenciado na colorimetria da carne é o ambiente de cultivo, já que, para colorimetria a^* , os valores encontrados no presente estudo, em que os peixes foram cultivados em viveiros escavados, foram muito superiores aos encontrados na literatura, variando entre -0,39 a -0,62 para tilápia do Nilo, em estudos como o de Rebouças *et al.* (2017) e em tanques-rede (LIMA *et al.*, 2015).

Em viveiros escavados e açudes com renovação de água de 5 a 10% por dia, recomenda-se adotar a densidade final de 0,8 a 2 kg de peixe por m^2 de área do tanque, a depender da espécie cultivada. Na criação de tilápias em tanques-rede, recomenda-se a densidade final de 80 a 120 kg de peixes por m^3 (SENAR, 2017). A densidade utilizada no produtor estava dentro da recomendada, 2,1 kg peixe/ m^2 , com isso, acredita-se que o bem-estar desses animais nesse sistema de produção (considerado semi-intensivo) era maior que no sistema intensivo. Outro detalhe é que por ser sistema de recria, os procedimentos de manipulação animal são menores e há maior espaço para o peixe crescer. Assim, os causadores de estresse podem ser mais tênues, se comparados aos sistemas intensivos (SENAR, 2017).

Os estudos relacionados ao bem-estar animal ressaltam a densidade de lotação dos viveiros, o transporte e as técnicas de abate como os principais pontos críticos relativos à consciência do animal, que consiste em ter consciência em sensações e sentimentos. (PEDRAZZANI, 2007).

Além disso, um importante dado obtido é que a cor mais avermelhada da carne foi maior nos filés dos peixes transportados com etanol, do que os transportados apenas com água. Amorim (2017), trabalhando com zebra fish (*Danio rerio*), constatou que concentrações alcoólicas baixas (0,1% a 0,25%) na água provocam efeitos ansiolíticos e diminuem as percepções de perigo; já álcool agudo aumenta efeitos de ansiedade, e, com isso, de acordo com Ferreira (2020), os peixes se tornam mais propensos a riscos, explorando mais os ambientes. Esse aspecto, como já ressaltado, pode indicar que o transporte dos peixes com

etanol gerou um maior estresse que os transportados apenas com água, haja vista a coloração mais avermelhada dos primeiros.

Um tipo de resposta secundária ao estresse é a alteração de parâmetros hematológicos, com aumento de células vermelhas, da concentração de hemoglobina, e sua afinidade pelo oxigênio (WEDEMEYER; MCLEAY, 1981). Ramos *et al.* (2005) afirmam que a hemoglobina do sangue residual e a mioglobina influenciam na coloração avermelhada da carne. Estímulos de estresse liberam grandes quantidades de cortisol, que tem impacto negativo na qualidade da carne e na maciez. Quanto maior o esforço exercido pelo músculo, maior o teor de mioglobina e, portanto, a carne será mais escura.

No processo de congelamento lento de tecidos orgânicos, ocorre primeiramente a concentração das substâncias dissolvidas no líquido celular, para, posteriormente, ocorrer o congelamento completo. Ao descongelar, o caminho é inverso, mas nem toda água removida das células durante o processo de congelamento consegue retornar à sua posição de origem, formando o exudado chamado de *drip*.

As perdas por descongelamento, *drip*, aceitáveis em peixes variam de 3 a 5 % (ROÇA, 1999). A adição de anestésicos naturais não foi capaz de reduzir a perda d'água por descongelamento, gerada em peixes transportados, se comparados aos peixes não transportados, mas a maioria dos tratamentos se manteve em níveis aceitáveis. Apenas o tratamento com *O. Balicium* extrapolou o valor aceitável (5,31%) (Tabela 2). No presente estudo, contudo, os valores de gotejamento, *drip loss*, foram muito superiores aos esperados, chegando a 10,54% no tratamento com álcool (Tabela 2).

O congelamento rápido, ou seja, conduzido a temperaturas muito baixas, propicia o aparecimento de numerosos microcristais de gelo no interior das fibras musculares, que se distribuem uniformemente no citoplasma conforme a IN n° 21 de 31 maio de 2017 e o Decreto 9.013 do RISPOA de 2017 art .332 esse congelamento é obrigatório nas indústrias pesqueiras. No descongelamento, por sua vez, haverá pequena perda por exsudação, ou *drip*/gotejamento, e a estrutura muscular será mantida, mas o maior problema está ligado às oscilações de temperatura que levam à recristalização, mudando o tipo e o tamanho dos cristais e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade da carne (OETTERER, SAVAY-DASILVA; GALVÃO, 2012). O processo de degradação dos filamentos proteicos é considerado o evento causador das maiores perdas d'água do músculo, quando esse se encontra sob o processo de conservação por resfriamento (MELO, 2015).

No presente trabalho, filés foram embalados e recobertos com gelo até as análises do dia posterior. Os filés foram congelados em freezer Brastemp (Whirlpool Latin America, São

Paulo, SP, Brasil) a -20°C , congelamento lento, o que possivelmente afetou os valores da perda de água por congelamento.

Na avaliação da força de cisalhamento para avaliar a maciez dos filés, não houve efeitos dos tratamentos ($p>0,05$), demonstrando que as substâncias utilizadas durante o transporte não afetaram a textura da carne (Tabela 2). Entretanto, os filés do presente estudo apresentaram valores entre 1,06 e 0,66% abaixo dos encontrados por Fioravante Filho *et al.* (2011) nas linhagens GIFT (1,18%) e SUPREME (1,4%), indicando uma maior maciez do filé de tilápias cultivadas em agricultura familiar (os animais do estudo eram da linhagem *Genetic Improved Farmed Tilapia* –GIFT).

A CRA não foi afetada com a adição de anestésicos naturais no transporte *in vivo* da tilápia do Nilo (Tabela 2). Em geral, é difícil a comparação de valores de CRA entre diferentes autores, visto que existem diversas metodologias utilizadas para sua medição. Entretanto, este estudo demonstrou não haver alteração nesse parâmetro entre peixes transportados e não transportados. A capacidade de retenção d'água não é parâmetro e sim tendência, pois não existe um valor real para essa propriedade (HONIKEL; HAMM, 1994). Isso ocorre porque é um processo dinâmico no qual podem ocorrer mudanças na configuração proteica em decorrência da exposição a fatores como tipo de abate, congelamento e acidez do meio (CASTRO, 2007). Possivelmente a forma de congelamento lento proporcionou maiores efeitos sobre os filés do que os tratamentos efetuados.

A adição de eugenol e do óleo essencial de manjeriço $20 \mu\text{L L}^{-1}$ na água de transporte de tilápia do Nilo gerou menor queda do pH *post mortem*, comparados aos demais tratamentos (Tabela 2). Isso indica um efeito mais calmante (anestésico) dessas substâncias nos peixes transportados, já que, assim, foi evitada a natação vigorosa que leva ao uso intenso do músculo branco, acarretando aumento na glicólise anaeróbica e produção de ácido láctico, com isso, com uma consequente diminuição do pH muscular. Esse efeito tranquilizante foi observado na chegada do caminhão onde visivelmente os animais estavam mais calmos no tanque contendo eugenol. Goes (2015) observou taxas de pH mais altas (6,20) em peixes de tratamentos que tinham menor cortisol. Assim, animais menos estressados aparentemente produziram carne com pH mais alto em relação aos outros. A consequência do estresse é a redução da glicose e ATP que interferem no pré-rigor, afetando assim o período do *rigor-mortis* encurtando seu tempo (CHICRALA, 2013), a queda do pH também diminui a capacidade de reter água pelo *efeito de carga neutra* (OFFER, 1991), fatores estes que prejudicam o produto final diminuindo sua vida de prateleira.

É importante destacar que este estudo corroborou dados obtidos pelo estudo de Daniel *et al.* (2016), no qual foi utilizado um óleo essencial com potencial poder anestésico, a *Aloysia triphylla*, em dosagem de $40\mu\text{L L}^{-1}$, na sedação de peixes, resultando em menores valores de pH, se comparados ao grupo controle. Nesse mesmo estudo considerando todo período de armazenamento ($-18 \pm 2^\circ\text{C}/17$ meses) dos filés congelados, foram obtidos valores de pH abaixo de 6,88 (Daniel *et al.*, 2016), o que também foi observado nesta pesquisa, sendo o pH 7,0 o limite máximo permitido para consumo humano segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2017).

Na determinação da composição químico-bromatológica do filé, constatou-se apenas alteração ($p < 0,05$) para o conteúdo de matéria mineral dos filés, de tal forma que o tratamento com M teve maiores valores que o com C (Tabela 3).

Tabela 3. Química-bromatológica dos filés de tilápia do Nilo após transporte até o frigorífico

Parâmetros	Tratamentos*					CV%
	Basal	Controle	Álcool	Eugenol	Ocimum basilicum	
Extrato Etéreo	9,52	5,68	10,39	5,37	9,07	45,03
Matéria mineral	4,54ab	3,93b	4,18ab	4,46ab	5,12a	20,61
Matéria seca	13,11	12,41	11,30	11,27	10,89	15,39
Proteína bruta	19,28	20,14	18,98	21,22	20,48	11,66
Umidade	86,88	87,58	89,10	88,72	88,69	2,05

Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

*Tratamentos: N: Basal (animais não submetidos ao transporte), C: controle (animais transportado somente com água); A : Álcool: água + veículo anestésico ($36\mu\text{L L}^{-1}$); E: peixes transportados com água + Eugenol + veículo anestésico ($20\mu\text{L L}^{-1}$) e, M: *Ocimum basilicum*: peixes transportados com água + óleo essencial de Manjerição + veículo anestésico ($20\mu\text{L L}^{-1}$) Médias na mesma linha seguidas de letras distintas são diferentes ($P < 0,05$) Tukey.

Nos peixes transportados sem nenhum tipo de anestésico, devido ao estresse, pode ter ocorrido uma alteração da capacidade osmorregulatória, que confere a capacidade de manter a pressão osmótica constante independente do meio externo. Com o estímulo estressor, a permeabilidade do epitélio braqueal aumenta, possibilitando a perda de íons de sódio e cloreto para o meio. Por exemplo, Moreira *et al.* (2015) demonstraram que a utilização de eugenol no transporte pode afetar os níveis de Mg^{+2} e o distúrbio iônico do Cl e Ca^{2+} , entretanto, no presente estudo, não foi verificada diferença de valor entre o C e o E.

A concentração dos componentes químicos nos tecidos dos animais varia conforme os fatores idade de abate, tamanho dos peixes, qualidade da água, ambiente ao qual o animal está inserido, grupo muscular ou porção corporal analisada e ingestão dietética (JACQUORT,

1961). Os valores de proteína e umidade estão dentro dos valores esperados para a espécie, superando um pouco os valores encontrados por Simões *et al.*(2007) PB 19,3% U 77,1% , e por Matos *et al.* (2013) PB 18,1% e U 77,8%.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos dos filés de tilápia do Nilo após transporte até o frigorífico

Ácidos graxos	Comprimento de cadeia	TRATAMENTOS					C.V.%	
		Basal	Controle	Álcool	Eugenol	<i>Ocimum basilicum</i>		
Ácidos graxos saturados		47.95 ± 0.21	47.80±0.21	47.87± 0.15	47.96 ±0,20	47.944± 0.20	0.4	
AG monoinsaturados		35,96 ±0,18	36.16±0.16	36.01±0.16	35.96±0.19	36.05±0.26	0.5	
AG polinsaturados		16.08±0.13	16.03±0.13	16.11±0,12	16.06±0.16	15.99±0.18	0.9	
Agpi/ags		0.33±0.003	0.33±0.004	0.33±0.003	0.33±0.004	0.33±0.004	0.8	
Agmi/ags		1.08±0.009	1.09±0.003	1.088±0.006	1.084±0.008	1.08±0.009	0.9	
Ags/agpi		2.98±0.033	2.98±0.02	2,97±0.02	2.98±0.03	2.99±0.03	1,16	
N- 3		2.44±0.07	2.40±0.04	2.44±0.03	2.43±0.06	2.45±0.06	2,33	
N- 6		8.79±0.08	8.77±0.14	8.82±0.11	8.78±0.10	8.70±0.11	1,32	
N-3/ n- 6		0.27±0.008	0.274±0.007	0.27±0.005	0.277±0.006	0.28±0.005	2,44	
N- 6/ n- 3		3.60±0.106	3.64±0.093	3.61±0.07	3.06±0.08	3.54±0.07	2,44	
Índice de Aterogenicidade		0.89±0,007	0.88±0.006	0.88±0.005	0.89±0.007	0.88±0.009	0,81	
Índice de Trombogenicidade		1.46±0.013	1.46±0.012	1.46±0.008	1.47±0.01	1.46±0.01	0,87	
H/H		1.07±0.01	1.08±0.008	1.08±0.006	1.08±0.01	1.08±0.009	0,86	
Laurico	SATURADOS	C12:0	0.43±0.01	0.44±0.02	0.45±0.01	0.43±0.01	0.44±0.02	4.57
Tridecílico		C13:0	0.23±0.02	0.22±0.01	0.24±0.014	0.23±0.02	0.23±0.02	9.02
Mirístico		C14:0	3.22±0.04	3.24±0.04	3.23±0.06	3.22±0.02	3.22±0.04	1.44
Palmítico		C16:0	28.77±0.16	28.68±0.13	28.58±0.13	28.72±0.17	28.66±0.15	0.54
Estéaricos		C18:0	12.03±0.06	12.00±0.15	12.07±0.10	12.09±0.07	12.08±0.09	0.88
Henecosonóico		C21:0	0.504±0.01	0.50±0.01	0.52±0.01	0.50±0.02	0.51±0.01	3.66
Behênico		C22:0	0.31±0.01	0.32±0.01	0.32±0.01	0.32±0.01	0.32±0.01	3.89
Araquídico		C20:0	0.86±0.01	0.85±0.02	0.87±0.02	0.86±0.01	0.87±0.01	1.97
Miristolpeico.		MONOINSATURADOS	C14:1	1.68±0.02	1.69±0.04	1.72±0.03	1.69±0,04	1.70±0.04
Palmitoléico.	C16:1		4.79±0.07	4.85±0.08	4.81±0.09	4.81±0.07	4.91±0.21	2.43
Heptadecanóico	C17:1		0.97±0.02	0.97±0.02	0.97±0.03	0.97±0.02	0.96±0.03	2.98
Elaídico	C18:1 9T		2.94±0.06	2.94±0.05	2.93±0.06	2.91±0.07	2.89±0.07	2.32
Oléico	C18:1 9C		24.65±0.12	24.78±0.12	24.65±0.14	24.60±0.16	24.65±0.14	0.58
Eurúico	C22:1 9C		0.34±0.01	0.35±0.009	0.34±0.007	0.35±0.004	0.34±0.006	2.24

<i>Vacênico</i>		C18:1 7C	0.42±0.02	0.43±0.01	0.44±0.03	0.42±0.01	0.44±0.03	6.71
<i>Linolênico γ</i>	POLINSATURADOS	C18:3 6C	3.98±0.03	3.98±0.04	3.98±0.02	3.98±0.02	3.98±0.05	2.53
<i>Dihomo γ-Linolênico</i>		C20:3 6C	0.87±0.01	0.86±0.01	0.86±0.01	0.86±0.01	0.85±0.03	2.26
<i>Eicosenoico</i>		C20:1 C9	0.13±0.008	0.13±0.005	0.12±0.007	0.12±0.007	0.12±0.007	5,75
<i>Linolênico α n- 3</i>		C18:3 3C	1.58±0.05	1.57±0.02	1.58±0.01	1.59±0.04	1.59±0.04	1.07
<i>*EicosapentaenóicoEpa n- 3</i>		C20:5 3C	0.85±0.02	0.83±0.03	0.85±0.02	0.84±0.02	0.85±0.02	3.347
<i>Araquidônico n- 6</i>		C20:4 3 C	5.38±0.08	5.38±0.10	5.38±0.06	5.32±0.08	5.30±0.06	1.51
<i>*Dha. Docosahexanóico n- 6</i>		C22:6 3C	3.41±0.05	3.41±0.08	3.44±0.10	3.45±0.05	3.39±0.08	2,32

Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

*Tratamentos: N: Basal (animais não submetidos ao transporte), C: controle (animais transportados somente com água); A: Álcool: água + veículo anestésico (etanol 36 μ LL⁻¹); E: peixes transportados com água + Eugenol + veículo anestésico (20 μ L L⁻¹) e, M: *Ocimum basilicum*: peixes transportados com água + óleo essencial de Manjeriçao + veículo anestésico (20 μ L L⁻¹), Médias na mesma linha seguidas de letras distintas são diferentes (P<0,05) Tukey.

Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos no perfil de ácidos graxos, nem nas somatórias dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos polinsaturados (AGPI) e dos ácidos das famílias ômega n-3 e n-6, conforme mostra a Tabela 3. Nos filés de tilápia, o ácido palmítico (C16:0= 28,77%) foi predominante, seguido pelo oléico (C18:1=24,65%) e pelo ácido esteárico (C18:0 =12,03%), além do ácido araquidônico (C20:4 n6=5,035%), em menor proporção (Tabela 4.). Luzia *et al.* (2003) também descrevem como predominante o ácido palmítico em tilápia (*Oreochromis spp.*) 35,9%. As médias de AGS do presente trabalho ficaram em 47,80% maiores que encontradas por Tonial *et al.* (2007), 36,52%; os valores de AGMI 36,05%, 43,90%; AGPI 16,05%, 19,40%, n-6/n-3 3,60% a 11,56%, destacando-se que os dados deste estudo foram, respectivamente, menores dos que de Toneal *et al.* (2007).

A exigência nutricional nos peixes está definida como a capacidade de sintetizar ou não os diferentes grupos de moléculas. Os AGS e AGPS nos peixes podem ter suas origens em função da dieta lipídica. Além da dieta, os ácidos saturados podem ser gerados pela *síntese de novo* (utilizando fontes de carbono não lipídicas) e transformados em ácidos graxos monoinsaturados. Dessa forma, os níveis desses ácidos das diferentes espécies estão registrados por variáveis, como características individuais das espécies, tipo de alimentação, influência do meio onde vivem, dentre outras (HENDERSON, 1996). Possivelmente, a diferença de percentuais tenha ocorrido por conta da variação de gordura dos animais, em decorrência de sua alimentação, que incluía fitoplâncton existente nos tanques de terra (KUBITZA, 2000; BIATO, 2005).

A relação calculada entre n-6/n-3 e AGPI/AGS fornece informações relevantes sobre o alimento. De acordo com Simopoulos, Leaf e Salem (1999), para que sejam considerados alimentos saudáveis, os índices dessas relações devem ser menores do que 4,0% (n-6/n-3) e maiores do que 0,40% (AGPI/AGS). No presente estudo, verificou-se a relação n-6/n-3 e dentro dos parâmetros desejáveis com média $\pm 3,60\%$, e para relação AGPI/AGS média $\pm 0,33\%$ valores inferiores ao recomendado pelo Departamento de Saúde. Matos *et al.* (2017) encontram em tilápias de tanques escavados AGPI/AGS 0,10% e de tanques-rede 0,46%.

A razão n-6/n-3 da dieta influencia sobre a produção de AGPI da família n-3 em humanos, sendo que razões elevadas promovem diminuição da produção do EPA, contribuindo assim para o desenvolvimento de doenças alérgicas, inflamatórias e cardiovasculares (MARTIN *et al.*, 2006).

Quanto à avaliação nutricional lipídica dos filés, os valores do Índice de Aterogenicidade (0,89%) e do Índice de Trombogenicidade (1,46%) não diferiram entre os tratamentos. Duarte (2017) encontrou valores de IA 0,57 a 0,71%, e IT de 0,61 a 1,0%. Embora os trabalhos registrem, para gordura na carne, valores entre 0,5 e 1,0%, não há valores recomendados para os IA e IT, portanto, considera-se que, quanto menores esses valores no alimento, mais nutritivo e adequado é o produto à saúde humana, auxiliando na prevenção de doenças coronarianas.

Outro índice para a avaliação nutricional dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol é a razão H/H (ácidos graxos hipocolesterolêmicos/ hipercolesterolêmicos), em que valores maiores são mais desejáveis, pois indicam maiores proporções de ácidos graxos hipocolesterolênicos. Nesta pesquisa, o valor foi de 1,08%. Matos *et al.* (2017) encontram em tilápias de tanques escavados H/H 1,38 e de tanques-rede 2,21. O valor 2,0 para o índice H/H é tido como referencial (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002).

Segundo Iwama e Nakanishi (1993), o estresse pode ser agudo ou crônico. O pH da água de cultivo e o transporte podem ser considerados como agentes crônicos, a captura e o transporte como agudos, ambos influenciam na resposta imunológica do peixe. A composição dos ácidos graxos e a temperatura ambiente estão descritas como fatores que determinam a fluidez e a permeabilidade das membranas (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004). A função normal dos linfócitos dos peixes é dependente da adaptação da membrana lipoprotéica, portanto, conforme ressaltam Silva, Rocha e Fortes (2012), em animais que passaram pelo estresse de exposição ao ar, a contagem de leucócitos não voltou aos valores basais o que pode indicar modificação na permeabilidade e possivelmente na composição dos ácidos graxos.

Nesta pesquisa, o pH da água do tanque e do transporte ficou abaixo da linha de conforto (pH 5,44 e transporte 4,59). Durante o manejo de despesca os peixes ficaram aproximadamente cinco minutos fora da água, entre a retirada do tanque, a pesagem e o acondicionamento no tanque de transporte, mas esse fator não chegou a influenciar os valores do perfil dos ácidos graxos. Ventura *et al.* (2020) não encontraram diferença significativa nos parâmetros hematológicos dos peixes utilizados no presente trabalho. Conforme a forma de cultivo (tanque ou represa), o perfil lipídico também difere, e os valores encontrados são adequados ao consumo humano.

Dito de outro modo, a forma de cultivo dentro da agricultura familiar não prejudicou a qualidade dos filés nos índices lipídicos nutricionais, mantendo os valores dentro dos aceitáveis.

O eugenol não demonstra efeitos deletérios aparentes nos peixes, e, após a sua utilização, apresenta rápida excreção, dispensando período de carência para o abate (KILDEA *et al.*, 2004). Deriggi *et al.* (2006) avaliaram as respostas metabólicas de tilápias do Nilo submetidas ao uso contínuo do eugenol, concluindo que é um produto seguro para o uso na espécie. Além disso, o custo, se comparado aos sintéticos, também é menor, e a facilidade de aquisição e manipulação fazem deste composto uma alternativa interessante para os produtores da Agricultura familiar, os quais, além da indústria, entregam sua produção para pescueiros e outros destinos mais distantes. O custo para adquirir Tricaine-S, o MS-222, é de US\$ 197,16 frasco 100g (valor consultado no site venda *-fisher scientific-*, no dia 09 de janeiro de 2021); para adquirir o eugenol composto (Maquira®), frasco de 20 ml, o valor é de R\$16,90; e para compra do *Ocimum basilicum* (Phytoterápica®), frasco 10 ml, o valor é R\$36,00.

A utilização do óleo essencial de *Ocimum basilicum L.* como anestésico e sedativo em juvenis de tilápia do Nilo, como forma de facilitar o transporte e reduzir a manipulação e a aparição de doenças, não resultou em grande melhora da qualidade da carne, mas, segundo Souza (2017), além dos testes em alimentos, estudos demonstram a ação antibacteriana tanto Gram-negativa (*Enterobacter sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Escherichia coli* e *Salmonella sp.*) quanto Gram-positiva (*Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Sarcina sp.*, *Lactobacillus sp.*). Assim, mais estudos e análises são necessários para avaliar outros possíveis efeitos do manjeriço sobre mais parâmetros de qualidade dos filés de tilápia do Nilo.

Os resultados determinados no presente estudo podem ser atribuídos ao fato de que a resposta associada ao estresse no transporte está relacionada a vários fatores, como a duração do processo, a qualidade da água e a dose de anestésico (VANDERZWALMEN *et al.*, 2018). Além disso, os óleos essenciais podem ter afetado essa atividade bioquímica, contribuindo para um melhor bem-estar dos peixes durante o transporte, mas sem causar grandes alterações na qualidade do filé.

O eugenol já é utilizado há algum tempo, mas o manjeriço começa agora a ser testado para esse fim, demonstrando a importância de testes para determinar com mais precisão os efeitos fisiológicos desses e de outros óleos essenciais durante o manejo de peixes, visto que os agentes anestésicos na aquicultura são uma realidade diária e mundial (KE *et al.*, 2018).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tilapicultura é uma prática em ascensão no país, tendo em vista que a tilápia do Nilo tem se adaptado às variadas regiões do Brasil, e vem se destacando no Mato Grosso do Sul, estado onde este estudo foi desenvolvido. Nesse contexto, o tilapicultor pode investir no negócio, pois há um vasto mercado consumidor. Todavia, é importante buscar acompanhamento técnico para assegurar o seu sucesso, haja vista que tanto a administração da atividade quanto o assessoramento de profissionais técnicos agregam valor ao resultado final do trabalho. A importância do manejo pré-abate visando o bem estar animal e da industrialização, como a forma de congelamento se mostram pontos importantes nesse estudo.

A tilápia é uma opção viável para o pequeno produtor devido às características rústicas, adaptabilidade ambiental e alta produtividade. Ademais, tem mercado garantido devido às características da carne, que apresenta baixos índices de gordura, além de textura e sabores apreciados por bares e restaurantes.

Este estudo revelou que é necessário que se discuta, dentro das universidades, a questão da extensão rural, para que os futuros profissionais sejam capazes de repassar seus conhecimentos a esses produtores, buscando o desenvolvimento rural sustentável. O extensionista deve buscar conhecer a realidade de cada comunidade, e, por meio do diálogo, identificar os verdadeiros anseios dos produtores.

7 CONCLUSÃO

Foi escopo desta pesquisa avaliar o uso de anestésicos naturais, como o eugenol e o *Ocimum basilicum* no manejo visando o bem estar-animal. Como apresentado na seção de resultados e discussão dos dados, o uso de tais substâncias não evitou a maioria dos problemas de qualidade de carne ocasionados pelo estresse em tilápias do Nilo transportadas *in vivo* até o frigorífico, mas foi observada uma menor agitação dos peixes com eugenol, característica associada ao bem estar.

A forma de cultivo dentro dos manejos da agricultura familiar dos produtores da Região do Conesul do Mato Grosso do Sul produz filés de tilápia do Nilo dentro de padrões de qualidade física, química-bromatológica e com perfil lipídico esperado pelos consumidores.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. Identification of essential oil componentes by gas chromatography/mass spectrometry. 4.ed. **Carol Stream**, USA: Allured, 1997.
- ADAMANTE, W. B. **Estresse de alevinos de dourado e mandi sob diferentes densidades e tempos de transporte**. 2005. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- AHLERT, E. M. **Sistema de indicadores para avaliação da sustentabilidade de propriedades produtoras de leite**. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Ambiental) - Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 2015.
- ALMEIDA, M., BUENO FRANCO, M.R. **Influencia da dieta alimentar na composição de ácidos graxos em pescados: aspectos nutricionais e benefícios a saúde humana**. Artigo de Revisão, Departamento de tecnologia Rural/Centro de Formação de Tecnólogos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2006.
- AMORIM, R.R. **Efeitos do álcool e do Enriquecimento ambiental na aprendizagem e no comportamento tipo ansioso de peixes Paulistinha**. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18thed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 2006.
- AUINAGA, J. Y. et al. Acute Toxicity and determination of the active constituents of aqueous extract of *Uncaria tomentosa* Barke in *Hyphessobrycon eques*. **Jornal of Toxicology**. 2014.
- AYDIN, B.; BARBAS, L.A.L. Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish. **Aquaculture**, 520, 2020.
- BAINY, E. M. et al. Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish burger. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 8, p. 5111-5119, 2015.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002.
- BARNETT, C.W.; PANKHURST, N.W. The effects of common laboratory and husbandry practices on the stress response of greenback flounder *Rhombosolea tapirina* (Günther, 1862). **Aquaculture** 162: 313-329, 1998. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00202-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00202-6)
- BESSA JÚNIOR, A. P.; GONÇALVES, A. L. Análises econômicas e produtivas da quitosana extraída do exoesqueleto de camarão. **Actapesca**, v. 1, n.1, p. 13-28, 2013.

BIATO, D. O. **Detecção e controle do off flavor em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de depuração e defumação**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BIRD/AID. Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento. Associação Internacional de Desenvolvimento. **Relatório Anual 2018**. Washington, USA: BIRD/AID, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30326>. Acesso em: 15 ago. 2020.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effects of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v. 36, p.435-439, 1971. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb06382>

BOZIN, B. et al. Characterization of the volatile composition of essential oils of some *Lamiaceae* species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.54, n.5, p.1822-1828, 2006. DOI: 10.1021/jf051922u.

BRADÃO, R.B. et al. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta amazônica**, v. 36, n 3, p. 349-356, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000300010>

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução normativa 21 de 31 de maio de 2017**. Fica aprovado o Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado, na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo. Brasília, DF, Diário Oficial, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997**. Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco. Brasília, DF, Diário Oficial, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, DF: Diário Oficial, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Departamento de Pesca e Aquicultura. **Programa nacional de apoio à competitividade e à sustentabilidade da cadeia da tilápia**. Brasília: MAA/DPA, 2000.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto 9013/17 29 de Março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF: Diário Oficial, 2017.

BRENNER, R.R., PELUFO, R.O. Effect of saturated and unsaturated fatty acids on the desaturation in vitro of palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acids. **J Biol Chem**, v. 241, n. 22, p. 5213-9, 1966.

BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C.; TARSINANTO, M.A. Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto. In: Simpósio de Produção Animal a Pasto. **Maringá. Anais**, 311-332, 2011.

BUAINAIN, A. M.; ROMEIRO, A. R.; GUANZIROLI, C. Agricultura familiar e o novo mundo rural. **Sociologias**, v. 5, n. 10, 2003.

CAPRILES, V. desenvolvimento de salgadinhos com teores reduzidos de gorduras saturadas e ácidos graxos *trans*. **Ciência e tecnologia de alimentos**. Campinas, v.25, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000200031>

CARNEIRO, P.C.; URBINATI, E.C. Stress e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. **Anais...** Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes, Campinas, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286776959_Praticas_de_manejo_e_estresse_dos_peixes_em_piscicultura. Acesso em: 15 dez. 2020.

CARNEIRO, P.C. **Estresse provocado pelo transporte e respostas fisiológicas do matrixã, *Bricon cephalus* (Teleostei: Characidae)**. 2001. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2001.

CARNEIRO, S.C. et al. Studies of the effect of sodium tripolyphosphate on frozen shrimp by physicochemical analytical methods and Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1H NMR). **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, p. 401-407, 2013. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.09.009

CARRASCO A., H. et al. Eugenol and its synthetic analogues inhibit cell growth of human cancer cells (Part I). *Journal of the Brazilian Chemical Society* v. 19, n. 3, p. 543–548, 2008.

CARVALHO C.S.; FERNANDES M.N.. Effect of temperature on copper toxicity and hematological responses in the neotropical fish *Prochilodus scrofa* at low and high pH. **Aquacult.**, v. 251, p. 109-111, 2006

CASTRO, D.A. **Perdas de água em filé de pescado do pantanal**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

CELESTRINO, R. B. et al. Novos olhares para a produção sustentável na Agricultura Familiar: avaliação da alface americana cultivada com diferentes tipos de adubações orgânicas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 66-87, jul. 2017.

CHAIEB, K. et al. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): a short review. **Phytother. Res.**, London, v. 21, n. 6, p. 501-506, 2007.

CHEN, L; OPARA, U.L. Texture measurement approaches in fresh and processed foods: a review. **Food Res.** 2013. DOI: 10.1016/j.foodres.2013.01.046

CHICRALA, P. C. M. S. & Santos, V. R. V. Despesca e abate de peixes. In: EMBRAPA Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. **Embrapa**, Brasil, 2013.

CONCEA. Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal. **Resolução Normativa n. 13 de 20 de setembro de 2013**. Brasília: CONCEA, 2013. Disponível em: <https://m.uniara.com.br/arquivos/file/ceua/legislacoes/resolucoes-normativas-concea/rnconcea-013.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

CONNOR, W.E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. **American journal of Clinical Nutrition**, n. 71 (supl), p. 171-175, 2000.

COTO, M. Aquicultura familiar em Cuba. **Revista de Agricultura Urbana**, n.14, 2005. Disponível em <http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AUrevista.html>. Acesso em: 20 dez. 2020.

CRUZ, F. T. da; MENASCHE, R. Do consumo à produção: produtos locais, olhares cruzados. **Revista IDEIAS**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 91-114, 2011.

CYRINO, J. E.P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensa**. São Paulo: TecArt, 2004.

DANIEL, A.P. et al. Estabilidade oxidativa de files congelados de jundiás (*Rhamdia quelen*) sedados com o óleo essencial de *Aloysia triphylla* durante o transporte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 3, maio 2016. DOI:<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140241>

DERIGGI, G.F. et al. Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (*Linuacus*): Assessment of eugenol as an alternative anesthetic. **Acta Sci. Biol. Sci.** v.28, n. 3, p. 269-274,2006.

DIEGUES, A. C. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. Banco Mundial/FAO. São Paulo: NUPAUB – USP, n.3, 2006.

DORIGON, C.; RENK, A. Técnicas e métodos tradicionais de processamento de produtos coloniais: de miudezas de colonos pobres aos mercados de qualidade diferenciada. **Agricultura em São Paulo**, v. 58, p. 101-113, 2011.

DUARTE, F.O.S. Caracterização da carne de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida à dietas suplementadas com óleo de peixe. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - **Universidade Federal de Goiás**, Goiânia, 2017.

EMBRAPA. Discussão sobre a regularização da piscicultura brasileira: da produção à comercialização. **Documentos 31**, novembro de 2016.

EMBRAPA. **Situação da Piscicultura Sul mato-grossense e suas Perspectivas no Pantanal**. Novembro, 2003. <http://www.cpap.embrapa.br/publicações/online/DOC46.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

ERITSLAND, J. Safety considerations of polyunsaturated fatty acids. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n.1, p. 197-201, 2000.

FAO. **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Author: Guilherme Costa Delgado, SEAD, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em 22. Setembro 2020.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Meeting the sustainable development s goals. **Roma: Licence**, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/I9540EN/> Acesso em: 20 jun. 2020.

FERREIRA, M.E.L. **Diferenças comportamentais na resposta ao álcool em peixes juvenis de zebrafish (*Danio rerio*)**. 2020. Tese (Doutorado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

FIORAVANTI FILHO, R.S. et al. Qualidade do filé de duas linhagens de tilápia do Nilo. Congresso Brasileiro De Zootecnia: Inovações tecnológicas e mercado consumidor, 21, Maceió. **Anais...** Maceió: UFLA, 2011.

FURUYA, W. M. (Ed.). **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápia**. Toledo: GFM, 2011.

GARCIA, E. A. V. **O clima do Pantanal Mato-grossense**. Corumbá: Embrapa Pantanal 1984.

GODOY, M. P. Criação de peixe. Pirassununga: Estação Experimental Biology. Piscicultura, 1959, 24 p.

GOES, E. S. R. **Expressão gênica da proteína receptora da rianodina e Qualidade da carne em Tilápia-do-Nilo submetida ao estresse antes do abate**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá; 2015.

GOMES, L. C. et al. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003.

GONÇALVES, A. A. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. **São Paulo: Atheneu;** 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260928061_Tecnologia_do_pescado_Ciencia_tecnologia_inovacao_e_legislacao. Acesso em: 15 dez. 2020.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v.10, p.335- 362, 1960. DOI: 10.1016/s0065-2628(08)60141-x

HENDERSON, R.J. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. **Archives of animal Nutrition**, v.49, p. 5-22, 1996.

HONIKEL, K. O.; HAMM, R. Measurement of waterholding capacity and juiciness. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products**. Londres: Blackie Academic and Professional, 1994, p. 125-161.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Brasília: IBGE, 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm>. Acesso em: 15 dez. 2020.

IGGO, A.; KLEMM, W.R. Nervos, sinapses e reflexos. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, p. 699-713, 1996.

INOUE, L. A. K. A.; MORAES G. Documentos 51, óleo de Cravo um Anestésico alternativo para o manejo de peixes. **EMBRAPA**, junho 2007.

INOUE, L. A. K. A.; HACKBARTH, A.; MORAES, G. Assessment of 2-phenoxyethanol and benzocaine as anesthetics for field procedures in matrinxa (*Brycon cephalus*). **Biodiversidade Pampeana**, Uruguaiana, v. 2, p. 10-15, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IWAMA G.; NAKANISHI T. **The Fish Immune System**. London: Academic Press, , 1996.

JACQUORT, R. **Organic constituents of fish and other aquatic foods**. New York: Academic Press, 1961.

JORGENSEN, P. *et al.* Systematic identification of pathways that couple cell growth and division in yeast. **Science**, v. 297, n. 5580, p. 395-400, 2002. DOI: 10.1126/science.1070850

KAMBLE, A.D. *et al.* The efficacy of clove oil as an anesthetic in common carp (*Cyprinus carpio*) and its potential metabolism reducing capacity. **International Journal of fauna and Biological Studies**, v. 1, n. 6, p. 01-06, 2014.

KE, C. *et al.* Residual levels and risk assessment of eugenol and its isomers in fish from China. **Aquaculture**, v. 484, p. 338-342, fev. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848617308463>. Acesso em: 20 abr. 2020.

KILDEA, M.A.; *et al.* Accumulation and clearance of the anesthetics clove oil and AQUIS from the edible tissue of silver perche (*Bridyanus bridyanus*). **Aquaculture**, v.232, p. 265-277, 2004. DOI:10.1016/S0044-8486(03)00483-6

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Editora Degaspari, 2000.

KUBITZA, F. Com a palavra os consumidores. **Panorama Aquicultura** v. 12, n°69, p.48-53, Rio de Janeiro, 2002.

KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil: principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 150, jul./ago. 2015. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/aquicultura-no-brasil-principais-especies-areas-de-cultivo-racoes-fatores-limitantes-e-desafios/> Acesso em: 10 jun. 2020.

LEMOS, D.; RIBEIRO, C. Alimentação no mundo até 2050: cenários, desafios e oportunidades para a aquicultura. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, n. 121, out. 2010. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/alimentacao-no-mundo-ate-2050-cenarios-desafios-e-oportunidades-para-a-aquicultura/> Acesso em: 12 jun. 2020.

LEONARDO, A.F.G; BACCARIN, A.E. Desempenho Produtivo De Tilápias Do Nilo Criadas Em Tanques Rede Em Represa Rural No Vale Do Ribeira. **B. Industr. Anim.**, Nova Odessa, v.71, n.3, p.256-261, 2014.

LIMA, D. P. et al. Physical, chemical and microbiological quality of fillets and mechanically separated meat, and sensory evaluation of fillets of Nile Tilapia treated with homeopathic product. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 30, p. 738- 744, 2015. DOI: 10.5897/AJPP2015.4318.

LOURENÇO, K.G., et al. Hemoparasite and hematological parameters in Nile tilapia. **Comp Clin Pathol**, v. 23, p. 437–441, 2014, DOI:<https://doi.org/10.1007/s00580-012-1638-8>

LUZIA, L. A. et al. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 93-97, 2003.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revistado Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 53, n. 1/2, p. 27-35, 1993.

MAIA, N. B. **Perfume de manjeriço**. Disponível em: [www.fapesp.br/materia.php?data\[id_materia\]=2267](http://www.fapesp.br/materia.php?data[id_materia]=2267). 2005. Acesso em: 15 ago. 2020.

MARKING, L.L.; MEYER, F.P. Are better anesthetics needed in fisheries? **Fisheries**, v.10, p. 2-5, 1985. DOI: [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1985\)010<0002:ABANIF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1985)010<0002:ABANIF>2.0.CO;2)

MARTIN, C.A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Rev. Nutr.**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000600011>

MATAVELI, M. et al. **Despesca viveiros Escavados, Projeto Peixe +, Embrapa Pesca e Aquicultura (folder)**. Outubro 2014.

MATOS, A.P., et al. Composição química e índices nutricionais de cinco espécies de peixes de água doce cultivados na Região Oeste de Santa Catarina. **Anais... XX CONBEP**, Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2017.

MAZEAUD, M.M.; MAZEAUD, F.; DONALDSON, E.M. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. *Transactions of the American Fisheries Society*, v, 106, p. 201-212, 1977. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1577/1548-8659%281977%29106%3C201%3APASEOS%3E2.0.CO%3B2>. Acesso em: 15 dez. 2020.

MELO, F. V. S. T. **Insensibilização do bjupirá (Rachycentro canadum) com eletronarcose: efeito sobre a qualidade da carne**. 2015. Tese (Doutorado em Zootecnia) -

Universidade de São Paulo/Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2015.

MORAES, F. MORAES, J. Nutracêuticos a inflamação e cicatrização de peixes de interesse zootécnico. In: TAVARES -DIAS M. (ed.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá, Embrapa Amapá, 2009, p. 625-723.

MOREIRA, A.B. et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. **Journal Food Comp. Anal.**, v.14, p.565- 574, 2001.

NASCIMENTO, K. de O. et al. A importância do estímulo à certificação de produtos orgânicos. **Acta Tecnológica**, v. 7, n. 2, p. 55-64, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.35818/acta.v7i2.85>

NUGENT, C. The status of wild and cultured tilapia genetic resources in various countries. In: PULLIN, R.S.V. (Editor). Tilapia genetic resources for aquaculture. **Workshop on Tilapia Genetic Resources For Aquaculture**. Bangkok, Thailand 1988.

NUNES, M.L.; BATISTA, I. **Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado**. Lisboa: IPIMAR Divulgação 29, 2004.

OCDE - Organization for Economic Co-Operation and Development. **Agricultural Outlook. 2011-2020**. OCDE. Publishing and FAO 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/Org-outlook-2011>

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. [S.l: s.n.], 2006.

OETTERER, M., SAVAY-DA-SILVA, L.K., GALVÃO, J.A. Congelamento é o melhor método para conservação do pescado. Processamento, esalq USP. **Visão Agrícola n° 11**, dezembro 2012.

OFFER, G. Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat – Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Science**, v.30, n.2, p.157–184, 1991.

OLIVEIRA, N.M.S. et al. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, n. 1 jan./mar. 2008.

OLIVEIRA, C.P.B, et al. Use of eugenol for the anaesthesia and transportation of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). **Aquaculture** **513**. August 2019a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734409>

OLIVEIRA, C.P.B., et al. Anesthesia with eugenol in hybrid Amazon catfish (*pseudiplatistoma reticulatum x Leiarius marmoratus*) handling: biochemical and haematological responses. **Aquaculture** **501**, 255-259, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.046>

OLIVO, R.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, n. 289, p. 44-49, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000100058>

PATTNAIK, S. et al. Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. **Microbios**, v. 89, n. 358, p.39-46,1997.

PAULA, J.P. et al. Chemical composition, toxicity and mosquito repellency of *Ocimum ellioi* oil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.88, p. 253-260,2003. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00233-2](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00233-2)

PRAKASH, P.; GUPTA, N. Therapeutic uses of *Ocimum sanctum* Linn (Tulsi) with a note on eugenol and its pharmacological actions: a short review. **Indian J. Physiol. Pharmacol.**, New Delhi, v. 49, n. 2, p. 125- 131, 2005.

PEDRAZZANI, A.S. et al. Bem estar de peixes e a questão da Senciência. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n.3. p.60-70, 2007.

PURBOSARI, N. Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. **Aquaculture and Fisheries**, n. 4, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.03.002>

RAMOS FILHO, M. M. et al. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul Lipid profile of four species of fish from the pantanal region of Mato Grosso do Sul Ciênc. **Tecnologia Alimentar**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 361-365, abr./jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000200014>

RAMOS, E. M. et al. Meat color evaluation and pigment levels in bullfrog (*Rana catesbeiana*) slaughtered by different methods. **Aquaculture**, n. 245, p. 175–182, 2005. DOI:10.1016/j.aquaculture.2004.12.018

RANA, K.J. **Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics**. Suplemento to the Program for the world census of agriculture. Roma: FAO, 1997.

RANG, P. H.; DALE, M. M.; RITTER, M.J.; FLOWER, J. **Farmacologia**. 6.ed. São Paulo: Elsevier, 2007.

RASMUSSEN, A.; ANDERSSON, M. New methods for determination of drip loss in pork muscles. **Anais**. International Congress Of Meat Science And Technology, Norway, 1996.

REBOUÇAS, L. O. S. et al. Qualidade física e sensorial da tilápia (*Oreochromis niloticus*) cultivada em ambiente de água doce e salgada. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 74, n. 2, p. 116-121, 2017. DOI: 10.17523/bia.v74n2p116.

RESOLUCAO NORMATIVA Nº13DE 20 SETEMBRO DE 2013. Baixa as Diretrizes da Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal- CONCEA. **Diário Oficial da União**. Edição: 187, s.1, p. 5 Publicado em: 26/09/2013

RISPOA. Decreto 9.013, de 29 de março de 2017 Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Art. 335.

ROBERTSON, L.; THOMAS, P. e ARNOLD, C.R.. Plasma cortisol and secondary stress responses of cultures red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. **Aquaculture**, v. 68, p. 115-130, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90235-9](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90235-9).

RODRIGUEZ-JEREZ, J.J.; MORA-VENTURA, M.T.; CIVERA, T. Istamina e prodotti ittici: un problema attuale-parte I: fattori implicati. **Industrie Alimentari**, Torino, v.33, p.299-307, 1994.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 1999.

ROSS, L.G; ROSS, B. **Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals**. Reino Unido: Blackwell Science/ Oxford, 1999.

ROUBACH, R. et al. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 11, p. 1056-1061, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01319.x>

ROUBACH, R.; GOMES, L.C. O uso de anestésicos durante o manejo de peixes. **Panorama**

SACHS, Ignacy. Inclusão social pelo trabalho decente: oportunidades, obstáculos, políticas públicas. **Estudos Avançados**, v. 18, n. 51, p. 23-49, 2004.

SANDERSON, P. et al. UK food standards agency α -linolenic acid workshop report. **Br. J. Nutr.**, Cambridge, v. 88, p 573-579, 2002.

SANTANA, F. M. S. et al. Yield, humidity, acceptance and preference of tilapia submitted to the smoking process. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 423-427, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237023163_Yield_humidity_acceptance_and_preference_of_tilapia_submitted_to_smoking_process. Acesso em: 15 dez. 2020.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, M.R. Extratos vegetais como aditivos em rações para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n.1, p.789- 800, 2009.

SANTOS, G. M. dos; SANTOS, A. C. M. dos. **Sustentabilidade da pesca na Amazônia**, Estud. av., São Paulo, v. 19, n. 54, p. 165-182, maio/ago. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000200010>.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

SELYE, H. Stress and the General Adaptation Syndrome. **Br. Med. J.**, v. 1, p. 1383-92, 1950. DOI: 10.1136/bmj.1.4667.1383

SEMAGRO. Governo lança o Propeixe, com a meta de dobrar a produção em dois anos. **Portal do Governo de Mato Grosso do Sul**, 08 outubro de 2020. Disponível em: <http://www.ms.gov.br/governo-lanca-o-propeixe-com-a-meta-de-dobrar-a-producao-em-dois-anos/> Acesso em: 21 dez. de 2020.

SENAR. Piscicultura fundamentos da produção de peixes. **Serviço Nacional de Aprendizagem Rural** - Coleção SENAR, nº 195, 2017.

SHERIDAN, M. A. Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates. **Comp. Biochem. Physiol**, v. 107B, p. 495-508, 1994.

SIDÔNIO, L. et al.; Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v.35, p. 421-463, 2012.

SILVA, E. A. da. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. 6. ed. São Paulo: **Varela**, 2002.

SILVA, R.D., ROCHA, L.O., FORTES, B.D.A. parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob estresse por exposição ao ar. **Pesq. Vet, Bras**, v. 32 (Supl. 1), p. 99-107, 2012.

SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Ann. Nutr. Metab.**, v. 13, p. 127-130, 1999.

SIMOES, M.R. et al. Composição físico – química microbiológica e rendimento de file de tilapia tailandesa (*Oreochromis niloticus*) **Ciencia e Tecnologia de Alimentos (Campinas)**. V.27, n 3, p. 608-613, 2007.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Aplicação do método do índice de qualidade (MIQ) para o estudo da vida útil de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sem pele, armazenados em gelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, 2012. DOI:10.5433/1679-0359.2012v33n6p2289

SOUZA, J.V. F. Atividade anestésica do óleo essencial *Cymbopogon flexuosus* em alevinos de tambatinga. 2017. TCC (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017.

SUMMERFELT, R.C.; SMITH, L.S. Anesthesia, surgery, and related techniques. In: SCHRECK, C.B.; MOYLE, P.B. **Methods for fish biology**. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 1990, p. 213-272.

SUTIL, F. J. et al. Clove oil eugenol effective anesthetics for silver catfish, other brazilian species. **Global Aquaculture Advocate**, 2005. Disponível em: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/clove-oil-eugenol-effective-anesthetics-for-silver-catfish-other-brazilian-species/> Acesso em: 01 maio 2020.

TAVARES-DIAS M.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Villimpress, 2004.

TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W.S. **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. [vol.1] Aspectos Biológicos, Fisiológicos e Sanitários de Organismos Aquáticos. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.

TEIXEIRA FILHO, A. R. **Piscicultura ao alcance de todos**. São Paulo: Editora Nobel, 1991.

TEIXEIRA, R.R.; SOUZA, R.C.; SENA, A.C.; BALDISSEROTTO, B.; HEINZMANN, B.M.; COPATTI, C.E. Essential oil of *Aloysia triphylla* is effective in Nile tilapia transport. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 44, p. 17–24, 2018.

TELICI, I. et al. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology*, v.34, n.6, p.489-497, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030519780600038X>. Acesso em: 11 abr. 2020.

TONIAL I.B. Manipulação da composição de ácidos graxos Omega-3 e 6 em tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do tempo da dieta com óleo de linhaca. Tese (Doutorado em Química) – **Universidade Estadual de Maringá**, Maringá, 2007.

TONIAL I.B.; et al. Qualification of Essential Fatty Acids and Assessment of the Nutritional Quality Indexes of Lipids in Tilapia Alevins and Juvenile Tilapia Fisch (*Oreochromis niloticus*). *J. Food Res.*, v. 3, n. 3, p. 105-114, 2014. DOI:10.5539/jfr.v3n3p105

TURAN, H.; et al. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray. (*Raja clavata*, L 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. *J. Fisch. Sci.*, v. 1, n. 2, p. 97-103, 2007. DOI: 10.3153/jfscom.2007012

URBINATI, E.C. et al. Loading and transport stress of juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*, Characidae) at avarious densities. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 229, p. 389-400, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000500034>

VALENTIN, W. C. Agricultura sustentável. *Anais... CONGRESSO DE ZOOTECNIA*, Vila Real, Portugal, p. 111-118, 2002.

VANDERZWALMEN, P. Blastocyst development after sperm selection at high magnification is associated with size and number of nuclear vacuoles. *Reprod Biomed Online*, v. 17, p. 617–627, 2018. DOI: 10.1016/s1472-6483(10)60308-2

VARGAS, S. C. Avaliação de métodos de abate sobre a qualidade da carne de matrinxã (*Brycon cephalus*), armazenados em gelo. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - **Universidade de São Paulo**, 2011.

VEECK, A. P. L. et al. Lipid stability during the frozen storage of fillets from silver catfish exposed in vivo to the essential oil of *Lippia alba* (Mill.) NE Brown. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 93, n. 4, p. 955-960, 2013. DOI: 10.1002/jsfa.5833

VENTURA, A. S. et al. Natural anesthetics in the transport of nile tilapia: Hematological and biochemical responses and residual concentration in the fillet. *Aquaculture*, v. 526, 15 set. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848619333915?via%3Dihub>. Acesso em: 20 out. 2020.

VIDAL, L.V.O. et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n. 8, ago. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000800017>.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S.; MARTINS, M.I.E.G. **Farinha e Óleo de Resíduos de Tilápia**: Informações Técnica e Econômica. Jaboticabal: Funep, 2011.

WAGNER, E.; ARNDT, R.; HILTON, B. Physiological stress responses, egg survival and sperm motility for rainbow trout broodstock anaesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide. **Aquaculture**, Amsterdam, 2002.

WURTS, W.A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **World Aquaculture** rev. 26, p. 80-81, 1995.

XIMENES, L. J., VIDAL, M. de F. Pescado no Brasil: produzir bem e vender melhor. **Caderno Setorial Etene**, ano 3, n. 49, p. 1-25, nov. 2018.

YANG, B.H. et al. Activation of vanilloid receptor 1 (VR1) by eugenol. **Journal of Dental Research**, v. 82, p.781-785, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1177/154405910308201004>

ZIMMERMAN, M. P. **Aspectos técnicos e legais associados ao planejamento da expansão de energia elétrica no novo contexto regulatório brasileiro**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2007.