



**DIANA CARLA FERNANDES OLIVEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE TILÁPIAS  
NILÓTICAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES ÓLEOS**

**LAVRAS-MG**

**2021**

**DIANA CARLA FERNANDES OLIVEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE TILÁPIAS  
NILÓTICAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES ÓLEOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Melhoramento Genético Animal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas  
Orientador

Profa. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes  
Coorientadora

LAVRAS-MG  
2021

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Oliveira, Diana Carla Fernandes.

Caracterização de variedades de tilápias nilóticas alimentadas  
com diferentes óleos / Diana Carla Fernandes Oliveira. - 2021.

139 p. : il.

Orientador(a): Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Coorientador(a): Maria Emília de Sousa Gomes.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Ômega 3 2. Oreochromis niloticus. 3. Qualidade do pescado.  
I. de Freitas, Rilke Tadeu Fonseca. II. Gomes, Maria Emília de  
Sousa. III. Título.

**DIANA CARLA FERNANDES OLIVEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE TILÁPIAS  
NILÓTICAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES ÓLEOS**

**CHARACTERIZATION OF VARIETIES OF NILOTIC TILAPIAS  
FED WITH DIFFERENT OILS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Melhoramento Genético Animal, para a obtenção do título de Doutor.

Aprovada, em 27 de agosto de 2021

Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, UFLA  
Dra. Maria Emília de Sousa Gomes, UFLA  
Dr. Renan Rosa Paulino, UFLA  
Dr. André Luiz Medeiros de Souza, UFF  
Dr. Thiago Archangelo Freato, EPAMIG

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas  
Orientador

LAVRAS-MG  
2021

*Dedico a meus pais, José e Ana, minha irmã Josi,  
meu cunhado Ricardo e sobrinhas Valentina e  
Antonella.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela sabedoria e discernimento durante toda essa jornada e oportunidade de estar concluindo mais um sonho.

Como bem sabemos, Deus não coloca fardos pesados em ombros fracos; foi então que através da fé conheci a tamanha força que possuo. Muitas dificuldades antes e durante a execução do experimento. Nas aflições de tudo dar certo, em meio uma pandemia, distante dos amigos e da família ele me deu forças para lutar arduamente pelos meus sonhos e objetivos.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade concedida para a realização da Pós-Graduação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Ao meu orientador Rilke, pela amizade, dedicação, ensinamentos, conselhos, oportunidade, disponibilidade, obrigada por compartilhar sua rica experiência e sobre tudo agradeço pela confiança no meu trabalho. Obrigada por estimular meu raciocínio, a solidariedade, a justiça. Agradeço pela oportunidade de lhe acompanhar durante anos em sala de aula, sendo meu exemplo profissional.

A minha coorientadora Maria Emília, por todo empenho e esclarecimento de dúvidas, apoio, compreensão, oportunidade e confiança, sou grata pelo companheirismo e por transmitir ensinamentos.

Ao professor Dr. André Luiz Medeiros de Souza, por todo conhecimento transferido e por ter aceitado participar da banca de defesa, contribuindo para a melhoria do trabalho.

Ao Dr. Renan Rosa Paulino, por toda ajuda durante a elaboração das rações, coleta ao final do experimento, auxílio na interpretação dos resultados de ácidos graxos, ensinamentos, disponibilidade e por fazer parte da banca de defesa, enriquecendo o trabalho.

Ao Dr. Thiago Freato, por todo conhecimento e por aceitar participar da banca de defesa, contribuindo para a melhoria do trabalho.

Aos meus pais, Ana Maria e José Carlos, por todos os ensinamentos, por não medirem esforços para a realização deste sonho.

À minha irmã Josi e meu cunhado Ricardo, por todo apoio antes e durante a minha trajetória até aqui, vibrando por cada conquista.

As minhas sobrinhas Valentina e Antonella, nas quais busco força nos momentos difíceis.

As minhas amigas de Guarani, que mesmo distante sempre torceram e me apoiaram. Em especial a Laís; agradeço pelo apoio nos momentos de cansaço, desamino e também por entender a minha ausência nos momentos de lazer, há muitas vivências para compartilharmos.

Aos meus amigos e colegas do setor de piscicultura, Dani, Cícero, Felipe Sousa, Vitória, Lívia, Pedro Reis, Mário.

Aos amigos que ganhei durante o experimento e análises: Fran, Aline Barbosa, Pedro Murata, por toda ajuda durante o experimento e análises laboratoriais, por estarem sempre ao meu lado demonstrando amizade, auxiliando nos preparativos para a execução do projeto. Agradeço pelo socorro nesta jornada em que vezes me senti sobrecarregada; e também pelos momentos de descontração.

Aos amigos do laboratório de Pescados, Roberta, Flávia, Anderson, Marcelo. Obrigada pelos momentos de descontração nos dias difíceis e principalmente pelos nossos cafés e almoços no laboratório.

A Jéssica, amiga que a pós-graduação me presenteou! Obrigada por todo apoio, por ouvir meus desabafos durante as longas caminhadas e cafés!

Aos colegas de outros setores, Luciano, Alexandre, Karine que se dividiram seu tempo e disponibilizaram em ajudar.

Ao funcionário do setor de piscicultura, José Vitor, meu braço direito durante o experimento; o qual sem ele seria mais difícil de ser executado; meu segundo pai, obrigada por me ouvir em momentos difíceis, obrigada pelos conselhos de sempre.

A Dra. Gilmara por todo apoio, oportunidade dada durante todo período; além da ajuda na elaboração deste trabalho.

Aos bombeiros hidráulicos Jesus e Tão, e aos funcionários da elétrica por me socorrerem sempre quando ocorria algum problema no laboratório de recirculação.

## RESUMO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais cultivadas comercialmente no mundo, sendo preferida pela sua alta rusticidade e adaptabilidade, crescimento rápido e carne com características desejáveis. Tradicionalmente, o óleo de peixe é utilizado como fonte lipídica na dieta de diversas espécies aquícolas. Devido aos custos elevados e a escassez do óleo de peixe, são necessárias fontes alternativas que não comprometam o desempenho, saúde e qualidade do pescado, sendo uma dessas alternativas os óleos vegetais. Neste contexto, o objetivo geral do presente projeto foi avaliar a influência de diferentes fontes de óleos dietéticos em quatro variedades de tilápias do Nilo quanto ao desempenho, qualidade do filé, parâmetros bioquímicos do sangue e interação entre as fontes de óleo e as variedades. Também, foram caracterizadas variedades quanto as características morfométricas, rendimentos, qualidade do filé e índices nutricionais de qualidade lipídica. Na etapa de caracterização foram amostrados 40 exemplares machos de tilápias do Nilo, sendo 10 de cada variedade. Na etapa seguinte foram utilizados 192 machos de tilápia do Nilo na fase de terminação, sendo 48 animais de cada variedade. Os peixes foram distribuídos em 16 caixas de polietileno de 500 L, contendo em cada uma, três animais de cada variedade, totalizando 12 animais por caixa. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, utilizando quatro dietas: ração comercial; óleo de peixe; óleo de milho e óleo de linhaça e quatro variedades: UFLA vermelha, Grupo Genético I, UFLA e Grupo Genético II, com quatro repetições, sendo o peixe a unidade experimental. As dietas foram semipurificadas (isoproteicas e isoenergéticas), e o período de fornecimento foi contabilizado em dias antes do abate (60 dias). Quanto a caracterização das variedades, os resultados indicaram que existem diferenças entre as variedades de tilápias do Nilo quanto a forma do corpo, rendimentos corporais, pH e atividade de água. Dentre as variedades, a UFLA, apresentou características de conformação desejáveis e maior rendimento de filé. Contudo, os filés das variedades de tilápias do Nilo avaliados neste estudo mostraram-se excelentes fontes de proteína, com ácidos graxos e índices nutricionais de qualidade lipídica desejáveis, sugerindo que o consumo dessas variedades pode ser considerado benéfico para a saúde humana. Quanto a influência das fontes de óleo, as dietas não influenciaram ( $P < 0,05$ ) na composição química e físico-química dos filés, parâmetros bioquímicos do sangue e desempenho dos animais. Entretanto, observaram-se diferenças entre as variedades ( $P < 0,05$ ) para os parâmetros de umidade, lipídios e luminosidade. Quanto ao desempenho e rendimento de filé, houve diferença entre as variedades ( $P < 0,05$ ). Nos parâmetros bioquímicos do sangue houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre as variedades para glicose e triglicérides. E de modo global, observou-se tendências positivas à qualidade da carne, uma vez que esta apresentou baixos teores de gordura e colesterol e composição centesimal satisfatória para a espécie. Portanto, a suplementação com diferentes fontes de óleo vegetal é uma opção para a manutenção dos parâmetros físico-químicos da carne das variedades de tilápias, desempenho e parâmetros bioquímicos do sangue.

**Palavras-chave:** Ômega 3. *Oreochromis niloticus*. Qualidade do pescado



## ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the most commercially cultivated species in the world, being preferred for its high rusticity and adaptability, fast growth and meat with desirable characteristics. Traditionally, fish oil is used as a lipid source in the diet of several aquaculture species. Due to the high costs and scarcity of fish oil, alternative sources that do not compromise the performance, health and quality of fish are needed, one of these alternatives being vegetable oils. In this context, the general objective of this project was to evaluate the influence of different sources of dietary oils in four varieties of Nile tilapia on performance, fillet quality, blood biochemical parameters and interaction between oil sources and varieties. Also, varieties were characterized regarding morphometric characteristics, yields, fillet quality and nutritional indexes of lipid quality. In the characterization step, 40 male specimens of Nile tilapia were sampled, 10 of each variety. In the next step, 192 males of Nile tilapia were used in the finishing phase, with 48 animals of each variety. The fish were distributed in 16 polyethylene boxes of 500 L, each containing three animals of each variety, totaling 12 animals per box. The experimental design was carried out in randomized blocks, in split plots, using four diets: commercial feed; fish oil; corn oil and linseed oil and four varieties: red UFLA, Genetic Group I, UFLA and Genetic Group II, with four replications, with fish as the experimental unit. The diets were semi-purified (isoprotein and isoenergetic), and the supply period was counted in days before slaughter (60 days). As for the characterization of the varieties, the results indicated that there are differences between the Nile tilapia varieties in terms of body shape, body yield, pH and water activity. Among the varieties, UFLA presented desirable conformation characteristics and higher fillet yield. However, the fillets of the Nile tilapia varieties evaluated in this study proved to be excellent sources of protein, with desirable fatty acids and nutritional indices of lipid quality, suggesting that the consumption of these varieties can be considered beneficial to human health. As for the influence of oil sources, the diets did not influence ( $P < 0.05$ ) the chemical and physicochemical composition of fillets, blood biochemical parameters and animal performance. However, differences were observed between varieties ( $P < 0.05$ ) for moisture, lipids and light parameters. As for fillet performance and yield, there was a difference between varieties ( $P < 0.05$ ). In the blood biochemical parameters there was difference ( $P < 0.05$ ) between the varieties for glucose and triglycerides. And globally, there were positive trends in meat quality, since it showed low levels of fat and cholesterol and satisfactory proximate composition for the species. Therefore, supplementation with different sources of vegetable oil is an option for the maintenance of physicochemical parameters of the meat of tilapia varieties, performance and biochemical parameters of blood.

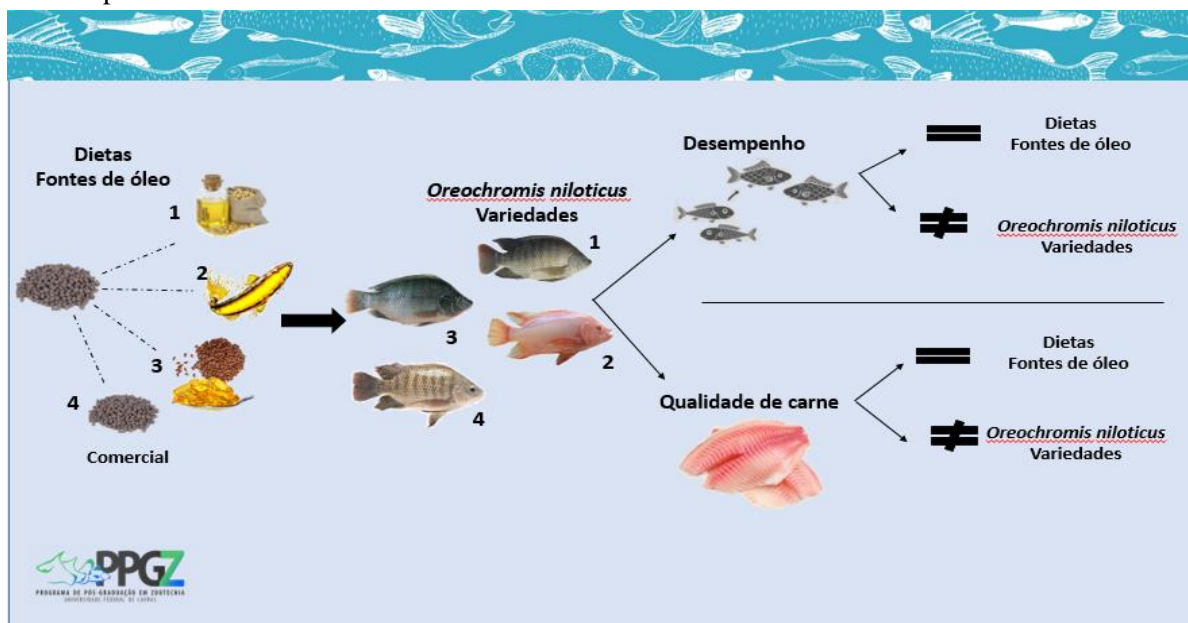
**Keywords:** Omega 3. *Oreochromis niloticus*. Fish quality.

# CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE TILÁPIAS NILÓTICAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES ÓLEOS

Elaborado por **Diana Carla Fernandes Oliveira** orientado por **Rilke Tadeu Fonseca de Freitas**

Tradicionalmente, o óleo de peixe é utilizado como fonte lipídica na dieta de diversas espécies aquícolas. Os óleos de peixe são provenientes de espécies pelágicas oriundas da pesca e captura, que se encontram em declínio de modo geral. Devido aos custos elevados e a escassez do óleo de peixe, são necessárias fontes alternativas que não comprometam o desempenho, saúde e qualidade do pescado, sendo uma dessas alternativas os óleos vegetais. Neste contexto, o objetivo geral do presente projeto foi estudar a influência de diferentes fontes de óleos dietéticos em quatro grupos genéticos de tilápias do Nilo quanto ao desempenho, composição física, físico-química e química do filé. Foram utilizados 192 machos de tilápia do Nilo na fase de terminação, sendo 48 animais de cada quatro grupos genéticos distintos: UFLA vermelha, grupo genético I, UFLA e grupo genético II. Os peixes foram alimentados durante 60 dias com as seguintes dietas: ração comercial; ração semipurificada com óleo de peixe; óleo de milho e óleo de linhaça.

Para a composição química, física e físico-química dos filés e desempenho (ganho de peso, conversão alimentar) dos animais, não foi observada diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre as dietas. Entretanto, observou-se diferenças entre os grupos genéticos ( $P < 0,05$ ) para os parâmetros de umidade, lipídios e luminosidade. Quanto ao desempenho e rendimento de filé, houve diferença entre os grupos genéticos ( $P < 0,05$ ). Observou-se tendências positivas à qualidade da carne, uma vez que esta apresentou baixos teores de gordura e colesterol e composição centesimal satisfatória para a espécie. Portanto, a suplementação com diferentes fontes de óleo vegetal é uma opção para a manutenção dos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos da carne de tilápias e desempenho.



Legenda: Três dietas semipurificadas contendo as diferentes fontes de óleo: milho (1) pixe (2), linhaça (3) e uma dieta comercial (4). Ofertadas a quatro variedades de tilápias do Nilo Grupo genético I (1), UFLA Vermelha (2), UFLA (3) e Grupo genético II (4), nas quais foram avaliados o desempenho e a qualidade de carne. Não houve influência das dietas sobre os parâmetros analisados; entretanto, houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as variedades.

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO .....	13
2.REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.2 VARIEDADES DE TILÁPIA .....	16
2.3 BENEFÍCIOS DO CONSUMO REGULAR DE PEIXES PARA A SAÚDE HUMANA.....	17
2.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DE PEIXES .....	19
2.5 IMPORTÂNCIA DO LIPÍDIO NA NUTRIÇÃO DE PEIXES .....	22
2.6 PRINCIPAIS FONTES DE LIPÍDIOS EM DIETAS PARA PEIXES .....	23
2.7 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE DE TILÁPIA .....	25
2.7.1 Físicas .....	25
2.7.1.1 Cor .....	25
2.7.1.2 Textura .....	28
2.7.1.3 Capacidade de retenção de água (CRA).....	29
2.7.1.4 Perda por gotejamento ( <i>Drip loss</i> ) .....	29
2.7.2 Físico-químicas .....	30
2.7.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	30
2.7.2.2 Atividade de água ( <i>A<sub>w</sub></i> ).....	31
2.7.3 Químicas.....	31
2.7.3.1 Composição centesimal .....	31
2.7.3.2 Oxidação lipídica .....	32
2.8 Influência do uso de diferentes fontes de óleo nas respostas hematológicas da tilápia.	33
2.9 A influência do uso de diferentes fontes de óleo no desempenho produtivo da tilápia.	34
REFERÊNCIAS .....	36
CAPÍTULO 2- CARACTERIZAÇÃO DO FILÉ E ÍNDICES NUTRICIONAIS LIPÍDICOS DE VARIEDADES DE TILÁPIA DO NILO.....	56
1. INTRODUÇÃO .....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
2.1 Animais experimentais.....	59
2.2 Dieta.....	60
2.3 Delineamento experimental e Análises estatísticas.....	61
2.4 Metodologias analíticas.....	61
2.4.1 Características morfométricas .....	61
2.4.2 Rendimentos corporais .....	62
2.4.3 Caracterização física, físico-química e química dos filés das variedades de tilápia do Nilo.....	63
2.4.3.1 Caracterização física dos filés das variedades de tilápia .....	64

2.4.3.1.1	Medição da cor instrumental .....	64
2.4.3.2	Caracterização físico-química dos filés das variedades de tilápia do Nilo .....	64
2.4.3.3	Composição centesimal dos filés das variedades de tilápia do Nilo .....	64
2.4.3.4	Perfil de ácidos graxos .....	65
2.4.3.5	Qualidade nutricional .....	66
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	67
3.1	Caracterização morfométrica e de rendimentos corporais das variedades de tilápia do Nilo	67
3.2	Caracterização física, físico-química e química das variedades de tilápia do Nilo .....	70
	CONCLUSÃO .....	78
	REFERÊNCIAS .....	79
	<b>CAPÍTULO 3 CARACTERIZAÇÃO DO FILÉ DE VARIEDADES DE TILÁPIAS DO NILO SUBMETIDAS Á DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEO NA FASE DE TERMINAÇÃO.....</b>	<b>87</b>
1	INTRODUÇÃO .....	88
2.4.2	Abate.....	96
	REFERÊNCIAS .....	105
	<b>CAPÍTULO 4 DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE VARIEDADES DE TILÁPIA DO NILO SUBMETIDAS À DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEO .....</b>	<b>113</b>
1	INTRODUÇÃO .....	114
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	115
2.1	Local e Animais experimentais .....	115
2.2	Dieta experimentais.....	116
2.3	Delineamento experimental e Análise estatística.....	120
2.4	Metodologias analíticas.....	120
2.4.1	Sexagem e identificação .....	120
2.4.2	Biometrias .....	121
2.4.3	Desempenho produtivo .....	122
2.4.4	Parâmetros bioquímicos sanguíneos.....	122
2.4.5	Abate.....	123
2.4.6	Rendimentos corporais .....	123
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	124
3.1	Desempenho produtivo e medidas morfométricas .....	125
3.2	Rendimentos corporais .....	128
3.3	Parâmetros bioquímicos do sangue .....	132
	CONCLUSÃO .....	134
	REFERÊNCIAS .....	134

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a piscicultura tem se destacado como um dos setores de maior crescimento, principalmente devido ao aumento do consumo de peixes, os quais apresentam proteína de alta qualidade, são ricos em vitaminas, minerais e ácidos graxos poli-insaturados e o consumo está relacionado à prevenção de diversas doenças nos seres humanos. Contudo, para acompanhar esse crescimento e atender a demanda do mercado consumidor, são necessários aprimoramento dos sistemas de produção, manejo e nutrição.

A tilapicultura aparece como um dos setores do agronegócio de maior importância no cenário mundial. A Tilápia é a espécie mais importante dentre os peixes cultivados no Brasil, sendo a segunda espécie mais produzida no mundo. Representa 60,6% da piscicultura nacional, com produção de 486.155 toneladas em 2020, garantindo ao país a 4ª posição mundial na produção da espécie (PEIXEBR, 2021).

O consumo *per capita* de peixe aumentou de uma média de 9,9 kg em 1960 para 20kg em 2018 (FAO, 2020). Este fato pode estar associado ao crescimento populacional, aumento da renda do consumidor, facilidade de escoamento da produção, além das características sensoriais da espécie. A carne de peixe possui alto valor dietético e proteico, com teor de gordura reduzido, sendo fonte de vitaminas e minerais, além de também possuir um baixo nível de colesterol. A tilápia, apresenta ainda características sensoriais que agradam o consumidor, tais como: possui carne com textura firme, magra, clara, com ausência de odor forte e de espinhos em Y, as quais facilitam a sua aceitação.

Com a expansão da piscicultura e do consumo de peixe, ocorre, conseqüentemente um aumento na demanda por insumos destinados à alimentação de organismos aquáticos. Para o bom desempenho dos peixes, uma dieta balanceada é essencial. A qualidade da ração para peixes é determinada pelos nutrientes disponíveis para atender o metabolismo básico, estado de saúde e o crescimento ideal.

O óleo de peixe é a principal fonte de lipídios em rações para aquicultura, pode melhorar o desempenho do crescimento, o desenvolvimento e o valor nutricional dos peixes. Apesar dos benefícios do óleo de peixe, o preço elevado do produto tem se tornado um fator limitante para o desenvolvimento sustentável da indústria da aquicultura.

Atualmente, os óleos vegetais são considerados os mais alternativos e sustentáveis para substituição de óleo de peixe em rações para a aquicultura devido ao aumento constante da produção, alta disponibilidade e preços mais estáveis. Porém, a qualidade dos lipídios pode influenciar no desempenho, saúde e qualidade nutricional do pescado. E com o grande número de pesquisas sobre a produção de tilápias, a utilização de fontes de óleos vegetais se torna uma alternativa para redução dos custos com a alimentação.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi estudar a influência de diferentes fontes de óleos dietéticos sobre o desempenho, as características físicas, químicas e físico-químicas do filé e os parâmetros bioquímicos para quatro variedades de tilápias do Nilo (UFLA Vermelha, Grupo Genético I, UFLA e Grupo Genético II), visando identificar fontes de óleo alternativas para tais diferentes variedades.

## 2.REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TILÁPIA DO NILO

Tilápia é o nome utilizado para algumas espécies de peixes de água doce que pertencem à família *Cichlidae*, ordem Perciformes, são nativas do continente africano, Jordânia e Israel, sendo encontradas nas bacias dos rios Nilo, Níger, Tchade e lagos do Centro–Oeste africano (VICENTE et al., 2014). A tilápia atualmente, é considerada um dos peixes mais produzidos e comercializados internacionalmente (MCANDREW et al., 2016; FAO, 2019), sendo a segunda espécie mais produzida no mundo (HEINHUS; NIKOLIK, 2015).

A ampla distribuição de tilápia pelo mundo se deve principalmente pelos seus diversos habitats ecológicos e geográficos (MCANDREW et al., 2016). Além, de sua aceitabilidade para comercialização, estabilidade do mercado e tecnologias de produção conhecidas (MORO et al., 2013; WANG e LU, 2015). Devido a sua importância, é recomendado pela FAO como peixe para cultivo devido à sua importância na aquicultura e sua capacidade em contribuir para o aumento da produção de proteína animal no mundo (TSEGAY et al., 2016).

Há 77 espécies de tilápias descritas e distribuídas basicamente nos três gêneros: *Tilapia* spp., *Sarotherodon* spp. e *Oreochromis* spp.. Entre as espécies descritas, quatro se destacam na aquicultura mundial: tilápia nilótica ou do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*), tilápia azul ou tilápia áurea (*Oreochromis aureus*) e a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis urolepis hornorum*) (OLIVEIRA et al., 2007).

Dentre essas espécies, a mais cultivada e disseminada é a *Oreochromis niloticus*, popularmente conhecida como tilápia do Nilo (BRITANNICA ACADEMIC, 2019). No Brasil, é o peixe de água doce mais cultivado em sistemas de aquicultura (PEIXEBR, 2021). Essa espécie destaca-se devido seu rápido crescimento (WANG e LU, 2015), alta eficiência reprodutiva, alimentação em baixos níveis tróficos, baixos custos de produção (GARCIA et al., 2016; BOSISIO et al., 2017; COA et al., 2017), resistência a doenças (HAI, 2015), ao superpovoamento, baixos níveis de oxigênio dissolvido e apresentam ampla faixa de variação de temperatura (EL-SAYED, 2006; SILVA, 2009). Além disso, são

onívoros, aceitando uma diversidade ampla de alimentos. Com relação às características da carne, apresenta uma carne saborosa, firme, sem odor desagradável, baixo teor de gordura (SILVA et al., 2016) e ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” (mioseptos) (SANTOS, 2006; BOSCOLO et al., 2010; BOTARO et al., 2007), o que favorece seu processamento no momento da filetagem pela indústria (RIGHETTI et al., 2011) e sua grande aceitação pelo mercado consumidor (KHAW et al., 2012).

## 2.2 VARIEDADES DE TILÁPIA

Em todo mundo, várias linhagens de tilápia foram desenvolvidas (RIBEIRO, 2019). Atualmente no Brasil, cultiva-se diversas linhagens, cada uma com suas vantagens de adaptação e aceitação pelo mercado consumidor. Dentre as linhagens de tilápia cultivadas destacamos: Tailandesa, GIFT, Aquamerica, Supreme e Saint Peter.

A linhagem Chitralada, conhecida como “tailandesa”, foi desenvolvida no Japão, melhorada geneticamente na Tailândia e introduzida oficialmente no Brasil em 1996 (ZIMMERMANN, 1999), com o intuito de melhorar a genética do plantel existente no Estado do Paraná. A Associação Paranaense dos Produtores de Alevinos (ALEVINOPAR), juntamente com a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e de outros órgãos governamentais, importaram 20.800 matrizes de tilápias do Nilo da Tailândia (BOSCOLO et al., 2001). Destaca-se pela robustez e bom desempenho (ALLAMAN et al., 2012), sendo a linhagem mais cultivada no Brasil (OLIVEIRA et al., 2007). De acordo com Massago et al. (2010), a introdução da linhagem juntamente com técnica de incubação artificial aperfeiçoou o desempenho produtivo e auxiliou na resolução de problemas de baixa eficiência da técnica de reversão sexual tradicional no país.

A “Genetically Improved Farmed Tilapia”, conhecida popularmente de GIFT, é originária da Malásia (MASSAGO et al., 2010), primeiramente pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), em seguida pelo Worldfish Center, a partir do cruzamento de oito linhagens, sendo quatro linhagens africanas selvagens e quatro linhagens domesticadas (MASSAGO et al., 2010; SILVA, 2009). De acordo com Massago et al., (2010) a linhagem GIFT foi introduzida na cidade de Maringá, Paraná, no ano de 2005. Inicialmente foram trazidos 600 indivíduos recebidos pelo Centro de Pesquisa em Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá, UEM/Codapar, com ajuda da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP, Estado do Paraná



(SANTOS, et al., 2014). A GIFT é uma variedade aperfeiçoada de tilápia do Nilo, destacando-se pelo alto desempenho (ALLAMAN, 2013), pois é uma variedade que já foi submetida a 12 gerações de seleção para taxa de crescimento (KHAW et al., 2016).

A linhagem Supreme, também conhecida como linhagem GenoMar Supreme Tilápia (GST), foi introduzida oficialmente no Brasil em 2002. A piscicultura Aquabel foi a responsável pela importação, comercializou com a empresa Genomar, a qual desde 1999 desenvolve programas de melhoramento genético da linhagem (CYRINO et al., 2004).

A variedade de tilápia vermelha foi introduzida no Brasil no início da década de 90, proveniente de Israel. A tilápia vermelha israelense é um tetra híbrido resultante do cruzamento do híbrido (*O. niloticus* x *O. aureus*) com a fêmea híbrida (*O. mossambicus* x *O. uroleps hornorum*) (ISLAM et al., 2006) ou entre espécies puras (CAMPOS, 2011). A tilápia vermelha se destaca pela sua pele clara, sendo mais atraente aos olhos do consumidor (ALLAMAN et al., 2013). Apesar de não ter passado por um programa de melhoramento, é apreciado por seus atrativos como cor e adaptação eficiente nos diversos ambientes (HAMZAH et al., 2008; CAMPOS, 2011). Híbridos vermelhos também foram desenvolvidos para combinar com outras características de diferentes espécies de tilápia, incluindo alta prolificidade e crescimento, facilidade de manuseio e remoção de peixes, e tolerância ao frio e salinidade (KUBITZA, 2011; ISLAM et al., 2006).

Devido seu destaque na aquicultura, a tilápia do Nilo e suas diversas linhagens são alvo de diversos estudos básicos com relação a sua nutrição, como por exemplo, novos ingredientes na dieta; entretanto, a inclusão destes ingredientes, na maioria vezes não recebe a devida atenção, podendo interferir no desempenho e qualidade dos animais.

### **2.3 BENEFÍCIOS DO CONSUMO REGULAR DE PEIXES PARA A SAÚDE HUMANA**

Nos últimos anos, houve um aumento na procura por peixes pelos consumidores, devido ao seu valor nutricional e a divulgação de estudos que o associam com melhorias para a saúde (BRABO et al., 2016). Comparado a outras carnes, o peixe possui destaque nutricional quanto à quantidade e qualidade das proteínas (LUNKES et al., 2018). É um alimento rico em nutrientes e sais minerais (FARZAD et al., 2019), como iodo, zinco e selênio (MORAIS et al., 2020). Possui concentrações balanceadas de todos os aminoácidos essenciais e sua concentração de lisina é particularmente alta (USDA, 2005).

Eles contêm, grandes quantidades de vitaminas lipossolúveis (A, D e B), além de possuir uma das mais importantes fontes protéicas de alto valor biológico com maior digestibilidade (SOARES & GONÇALVES, 2012) e ácidos graxos (MEMON et al., 2011), sendo recomendados pelas organizações mundiais de saúde.

A American Heart Association (2015), como exemplo, recomenda a ingestão de 2 a 3 vezes por semana, sendo pelo menos uma delas de peixe gordo (exemplos: cavala, sardinha, salmão), especialmente devido à sua composição em ácidos graxos (LENA et al., 2016). Outros peixes, incluindo espécies de peixes de água doce, também podem fornecer esses ácidos graxos, mas os níveis são geralmente mais baixos do que aqueles em espécies de peixes marinhos, de modo que o consumo é necessário para atender às recomendações (BOGARD et al., 2015).

A composição lipídica dos peixes contrasta com a de mamíferos por conter elevada proporção de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (SARTORI e AMANCIO, 2012). Os ácidos graxos poli-insaturados são mediadores de precursores de lipídios biologicamente ativos, incluindo eicosanóides que desempenham um papel importante na modulação de e/ou processos anti-inflamatórios/pro-resolventes (CALDER, 2008). O ômega-3 começou a ter seus benefícios comprovados nos anos 1970 (MARTINS et al., 2008), quando estudiosos identificaram um menor risco cardíaco entre esquimós da Groenlândia, cuja dieta era composta essencialmente peixes de águas frias e profundas, como, truta, atum e salmão (SIMOPOULOS, 2002; SANTOS & BORTOLOZO, 2008), que são fontes naturais dessa substância.

Desde então seu uso vem se popularizando, sendo conhecido por diversos outros benefícios como: doenças neurológicas (XU et al., 2018; TOMATA e LARSSON, 2020; LANGLEY et al., 2020; ZHOU et al., 2019; CHANG et al., 2020), redução da obesidade (MATLOOB e OTHMAN, 2018; ALBRACHT-SCHULTE et al., 2018; LACATUSU et al., 2019; TAREEN et al., 2018), doenças hepáticas (KONSTANTYNOWICZ-NOWICKA et al., 2019; CHEN et al., 2018; CHEN et al., 2019; WU et al., 2020), fortalecer o sistema imunológico (ZÁRATE et al., 2017; MELLO et al., 2019; PERINI et al., 2010), protegem contra o desenvolvimento do câncer hepatocelular, mesmo entre indivíduos portadores de vírus da hepatite B ou C (SAWADA et al., 2012), redução da diabetes (ZWICKEY et al., 2019), diminuição de quadros de ansiedade (ANDRADE et al., 2018), prevenção de doenças cardiovasculares (SCHWINGSHACKL et al., 2015; VIANA et al., 2016; RIMM et al., 2018; WU e XU, 2020; MARANGONI et al., 2020; NAEINI et al., 2020; BIRD et al., 2018), contribui para o desenvolvimento infantil

(WAITZBERG, 2012), além de proteger os de órgãos vitais, pois combatem os processos inflamatórios (WALL et al., 2010).

Apesar da comprovação científica dos benefícios dos peixes à saúde humana, o consumo no Brasil ainda é abaixo. Em 2018, constatou-se que o brasileiro consumiu menos de 10 kg de peixes por ano, abaixo da recomendação da FAO de 12 kg/hab/ano, e muito inferior à média mundial que é superior a 20,5 kg/hab/ano (SOFIA, 2020)). Entretanto, o consumo é diferente entre as regiões e pode ser influenciado por diversos fatores, dos quais destacam os aspectos culturais e econômicos (MPA, 2015), disponibilidade dos produtos de fácil preparo, em quantidade e qualidade (BOMBARDELLI et al., 2005), além dos padrões de consumo alimentar, características pessoais estado de saúde do consumidor (TRONDSSEN et al., 2003), quanto à maior disponibilidade de água, como o caso do Norte. Quanto à preferência pela variedade de peixes, normalmente, os consumidores optam pelas espécies mais comuns em suas regiões (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016).

## **2.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DE PEIXES**

Entende-se que pescado compreende os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada utilizados na alimentação humana (RIISPOA, 2017). O pescado, como acima definido, abrange inúmeras espécies, consequentemente, ocorre uma variação da composição centesimal dessas espécies.

Do ponto de vista nutricional, o pescado é um dos alimentos mais completos (JAMAS et al., 2015), devido à quantidade e qualidade dos nutrientes presentes, sendo um alimento ideal para uma dieta equilibrada e saudável. O pescado possui alta digestibilidade, acima de 95% conforme a espécie, sendo superior à das carnes em geral e à do leite, devido à mínima quantidade de tecido conjuntivo na musculatura do pescado (SOARES e GONÇALVES, 2012).

A carne de pescado tem como principais componentes químicos a água (50 a 85%), proteína (12 a 24%) e lipídios (0,1 a 22%), sendo que 2% estão divididos entre minerais (0,08 a 2%), glicídios (0,1 a 3%) e vitaminas (BRITTO et al., 2014; YARNPAKDEE et al., 2014), variando de acordo com a espécie, idade, sexo e nutrição. Yarnpakdee et al. (2014) avaliaram a composição corporal da tilápia do Nilo, onde os resultados foram de 16,6% de proteína e 0,2% de lipídio. Na tabela 1 são apresentadas a

composição centesimal de algumas espécies de peixes de água doce de acordo com a Tabela Brasileira da Composição de Alimentos- TACO.

Tabela 1- Composição centesimal de espécies de peixes crus de água doce por 100 gramas de parte comestível.

<b>Espécie</b>	<b>Umidade %</b>	<b>Proteína%</b>	<b>Lipídios%</b>	<b>Cinzas%</b>
Corimba	75,6	17,4	6,0	1,0
Lambari	72,2	15,7	9,4	2,2
Pintado	80,3	18,6	1,3	1,1
Tucunaré	79,9	18,0	1,2	1,0

Fonte: Adaptado de TACO (2011)

Composição química do peixe mostra diferenciações não só entre as espécies. Vários fatores ambientais podem desempenhar um papel importante quanto a sua composição em tecidos de peixes tropicais (ALHAZZAA et al. 2013), dentre os quais podemos destacar: tamanho, tipo de músculo corporal analisado, sexo, idade, época do ano, origem geográfica e grau de maturação gonadal (MISIR e KOSE, 2014; BORGHESI et al., 2013), e principalmente a dieta (ALEMU et al., 2013). Oliveira et al. (2013) relataram diferença na composição centesimal de filés de tilápia de três marcas comerciais, observaram teores de umidade de 73,79%, 76,64% e 77,38%; proteína 17,07%, 16,18% e 15,64%; lipídios 11,5%, 11,5% e 6%; cinzas 1,88%, 1,15% e 1,74. Na Tabela 2 são apresentados alguns resultados sobre a composição química de *O. niloticus*.

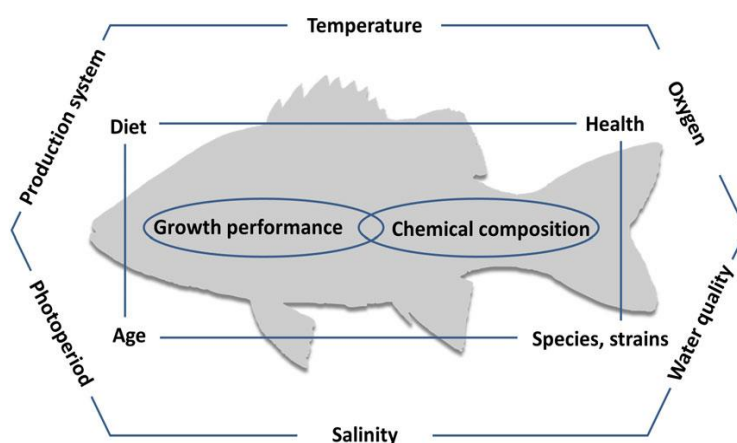
Tabela 2 – Composição química da tilápia de acordo com vários autores.

<b>Fonte</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Gorduras (%)</b>
Sales e Maia (2012)	76,00	19,3	2,00	3,8
Rebouças et al.(2012)	77,24	17,48	1,02	4,46
Godoy et al. (2019)	76,60	18,05	1,09	3,83
Corrêa (2015)	77,52	13,89	3,76	2,94
Moreira et al. (2015)	86,72	12,98	0,85	0,24
Leite et al. (2019)	79,89	14,97	1,31	3,49
Matos; Matos; Moecke (2019)	79,7	18,8	0,9	1,0
Carmo (2020)	76,62	20,32	1,20	13,90

Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

O conhecimento da composição química dos peixes é de interesse econômico (LEONHARDT et al., 2006), sendo um dos aspectos básicos para avaliar o seu valor nutricional e os benefícios associados ao seu consumo (MARQUES, 2018). Além disso, estes componentes são importantes, no que se refere às características físicas como a textura, a capacidade de amaciamento da carne e às qualidades sensoriais (SOARES E GONÇALVES, 2012). As características sensoriais e nutricionais são altamente dependentes da composição química do peixe, que por sua vez depende de diversos fatores que afetam a sua qualidade, como as características intrínsecas, fatores ambientais e histórico alimentar (CORRÊA et al., 2013) (FIGURA 1).

Figura 1- Desempenho, crescimento e composição química do peixe cultivado em função do conhecido biótico (retângulo interno) e dos principais fatores abióticos estudados (hexágono externo).



Fonte: Alhazzaa et al. (2018)

O teor de gordura, entre os compostos químicos do pescado, é o de maior destaque, sendo que o pescado pode ser classificado de acordo com o percentual de gordura (TABELA 3). A composição dos alimentos interfere diretamente na determinação dos processos de transformação, conservação e medidas de proteção afim de aumentar o prazo de validade (BRESSAN, 2002).

Tabela 3- Classificação dos peixes em função da composição em gorduras.

Gordura (%)	Classificação
6-25	Gordos
2,5 -6	Semi-gordos
< 2,5	magros

Fonte: Gil (2015).

Contudo, o pescado é um dos produtos de origem animal mais susceptíveis ao rápido processo de deterioração (CÍCERO et al., 2014), pois apresentam características favoráveis em sua composição, tais como: elevados teores de lipídios insaturados que são facilmente oxidados, alta atividade de água nos tecidos e pH próximo da neutralidade, fatores esses que intensificam a proliferação microbiana no pescado (CÍCERO et al., 2014; SOARES & GONÇALVES, 2012).

Quanto ao conteúdo de ácidos graxos, os peixes marinhos são a principal fonte alimentar de ômega 3 (n-3), pois a cadeia alimentar marinha é formada por seres ricos em n-3, diferente dos peixes de água doce. Entretanto, os peixes de água doce possuem a capacidade de transformação de ácidos graxos, os quais podem ser alongados e dessaturados pelo sistema enzimático para produzir ácido docosahexaenoico (22:6n-3 ou DHA) e ácido eicosapentaenóico (20:5n-3 ou EPA) a partir de óleos vegetais provenientes da alimentação (SARGENT et al., 2002). Dentre essas espécies, destacamos a tilápia, que possui a capacidade de melhorar a qualidade nutricional da carne através da suplementação com diferentes adições de gorduras fontes de ácidos e vitaminas na dieta (DROTNINGSVIK et al., 2016; SOUSA et al., 2017), tornando-se ótima fonte de n-3 para uma grande parcela da população.

Muitos estudos nutricionais vêm sendo realizados com o objetivo de aumentar os níveis de ácidos graxos polinsaturados com a manipulação de dietas contendo diferentes tipos de óleo. A dieta influencia não só a quantidade de lipídios, mas também o perfil desses ácidos graxos. Tonial et al. (2012) observaram que a adição de óleo de linhaça à dieta de tilápia do Nilo, pode ser considerada uma opção excelente para reduzir a concentração de ômega 6 (n-6) e, conseqüentemente, aumentar a concentração de n-3, melhorando a qualidade nutricional da carne de peixe de água doce. Resultado semelhante foi encontrado por Zanqui et al. (2015) também para tilápia do Nilo, Mandis (ZANQUI et al., 2013), Pacus (BARILLI et al., 2014), alimentados com dietas contendo óleo de linhaça.

## **2.5 IMPORTÂNCIA DO LIPÍDIO NA NUTRIÇÃO DE PEIXES**

Os lipídios são compostos orgânicos que contêm glicerol e são compostos por uma combinação de ácidos graxos (METIN et al., 2021), solubilizados por solventes orgânicos e insolúveis ou pouco solúveis em água (KOOLMAN & ROEHM, 2005). São

importantes componentes da dieta, pois, possuem função energética e de fornecimento de ácidos graxos essenciais para os peixes (SAKOMURA et al. 2014; WATANABE et al. 2001), melhorando o desempenho e a saúde do animal.

O aumento da concentração de lipídios na ração de peixes, até certo ponto, resulta em aproveitamento mais efetivo da proteína contida na ração, melhorando os índices zootécnicos (MORO, 2008; BORNA et al., 2006). A maioria dos peixes utiliza de forma eficiente os lipídios das dietas (SARGENT et al. 1989). Os lipídeos fornecem duas vezes mais energia do que proteínas e carboidratos, sendo tendência atual na alimentação de peixes em níveis elevados na dieta (SANCHES et al., 2014).

Entretanto, quando o lipídio é fornecido de forma indevida, pode ocasionar redução no crescimento e processo reprodutivo e aumento da taxa de mortalidade (TOCHER, 2010), acúmulo excessivo de gordura, além de influenciar no metabolismo animal e a composição de carcaça, refletindo no perfil de ácidos graxos final (RIBEIRO et al., 2007).

Para peixes de clima quente, são recomendados níveis de inclusão de gordura de 5% a 10% (WILSON, 1998). Entretanto, mesmo as tilápias sendo animais de clima quente, não toleram níveis tão altos de gordura quanto os salmonídeos (LOVELL, 1989). A tilápia apresenta uma característica indesejável que é o acúmulo de tecido adiposo na cavidade abdominal, diminuindo assim a porcentagem de rendimento de filé e abaixando o valor comercial. Como o principal produto obtido da produção de tilápia do Nilo é o filé, a inclusão de até 5,9% de lipídios de acordo com Boscolo et al. (2004), melhora o rendimento sem afetar a porcentagem de gordura e desempenho dos peixes.

## **2.6 PRINCIPAIS FONTES DE LIPÍDIOS EM DIETAS PARA PEIXES**

O óleo de peixe é a fonte de lipídio mais utilizada na produção aquícola em função do fornecimento de energia e ácidos graxos essenciais (BEEL et al., 2005), e pode melhorar o desempenho, crescimento e o valor nutricional dos animais (TEOH & NG, 2016), devido a sua alta quantidade de ácidos graxos poliinsaturados, como os ácidos EPA, DHA e o araquidônico (ARA) (NG & WANG, 2011). Entretanto, com o declínio dos estoques pesqueiros marinhos e o crescente apelo socioambiental para a diminuição da pesca marinha e custos elevados de dietas contendo óleo de peixe, estudos sobre a substituição desta fonte lipídica por alguns recursos alternativos têm sido realizados em

busca de um desenvolvimento sustentável (TURCHINI et al., 2009). E encontrar alternativas para substituí-lo, parcial ou totalmente, nas rações para peixes, sem prejudicar o metabolismo dos animais, representaria um benefício ao mercado.

Estudos sobre a sua substituição desta fonte lipídica em dietas (TURCHINI et al., 2009) por alguns recursos alternativos são interessantes para o desenvolvimento sustentável para a nutrição aquícola (ROMBENSO et al., 2016; STEFFENS., 2015), sem influenciar o desempenho dos animais. A utilização de óleos vegetais tem sido uma boa alternativa, como óleo de girassol (LI et al., 2017), óleo de linhaça (LI et al., 2017; PENG et al., 2016), óleo de soja (HUANG et al., 2014), óleo de canola (HUANG et al., 2014; PENG et al., 2016) e óleo de milho (HUANG et al., 2014), podendo ser candidatos promissores para substituir o óleo de peixe (YUE e SHEN, 2021).

Os óleos vegetais possuem composição variadas, alguns ricos em ácido graxo linoléico outros em linolênico, importantes precursores para a síntese de ácidos graxos de cadeia longa, principalmente os das famílias n-6 e n-3, respectivamente (GLENCROSS, 2009) (TABELA 4). Os óleos de oliva e de canola são boas fontes de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), enquanto os óleos de girassol, milho e soja são fontes de ácidos graxos poli-insaturados da série n-6 e o óleo de linhaça da série n-3 (CORRÊA, 2015).

Tabela 4- Perfil das classes de ácidos graxos, de alguns óleos comerciais<sup>1</sup>.

Óleo	% do total de ácidos graxos			
	SFA <sup>2</sup>	MUFA	n-6 PUFA	n-3 PUFA
Fígado de bacalhau	19,4	46	3	27
Salmão de cultivo	23,6	42,7	6,8	24
Palma	51,6	37	9,1	0,2
Oliva	14,1	73,3	7,9	0,6
Canola	7,4	62,3	20,2	12
Girassol	10,6	19,5	65,7	-
Milho	13,3	24,2	58	0,7
Soja	15,1	23,2	51	6,8
Linhaça	9,4	20,2	12,7	53,3

<sup>1</sup>Fonte: NRC, 2011.

Os ácidos graxos das famílias n-3 e n -6, normalmente não são sintetizados pela maioria dos peixes, por estes não possuírem as enzimas delta 12 ( $\Delta 12$ ) e delta 15 ( $\Delta 15$ ) desaturases (TOCHER et al., 2006) e por isso são considerados essenciais e devem ser introduzidos via alimentação. O ácido graxo linoléico é precursor do ARA (20: 4 n-6), e o linolênico precursor dos ácidos graxos DHA (22: 6 n-3) e EPA (20: 5 n-3)



(NORAMBUENA et al., 2013). Os peixes de água doce possuem a capacidade de transformação de ácidos graxo, os quais podem ser alongados e dessaturados pelo sistema enzimático, transformando 18: 3 (n-3) em 20: 5n-3 (EPA) e em 20: 6n-3 (DHA) e o ácido graxo 18: 2n-6 em 20: 4n-6 (ARA) (BELL et al., 2003), a partir de óleos vegetais provenientes da alimentação, tornando-os uma alternativa viável a substituição do óleo de peixe na dieta de peixes de água doce (LI et al., 2013). Contudo, a substituição do óleo de peixe por um óleo vegetal deve fornecer ácidos graxo essenciais, necessários para o crescimento e desenvolvimento normal dos peixes, mesmo que algumas espécies sejam capazes de converter 18: 3n-3 e 18: 2n-6 para a sua cadeia mais longa (BELL et al., 2003).

## **2.7 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE DE TILÁPIA**

A qualidade dos alimentos é avaliada pelos seus atributos 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) (SOHN & OHSHIMA, 2010).

As características sensoriais e nutricionais são altamente dependentes da composição química do peixe, que por sua vez depende de diversos fatores que afetam a qualidade, como as características intrínsecas, fatores ambientais e histórico alimentar (CORRÊA et al., 2013).

### **2.7.1 Físicas**

Os indicadores físicos são ferramentas que auxiliam a observação e a obtenção de parâmetros de qualidade de pescado. Existem diversos parâmetros para se avaliar o pescado, como: cor, textura, capacidade de retenção de água, perda por gotejamento.

#### **2.7.1.1 Cor**

A cor é um dos atributos de qualidade de pescado mais importantes, devido a sua relação com o frescor dos produtos, além de ser o primeiro parâmetro de qualidade avaliado pelos consumidores (PATHARE et al., 2013; LAWLESS e HEYMANN, 2010).

Os quais relacionam a cor do produto ao valor nutritivo, salubridade, sabor, e por isso é um critério de qualidade decisivo que tem que ser mantido e aperfeiçoado (GARCÍA-CHAVARRÍA e LARA-FLORES, 2013).

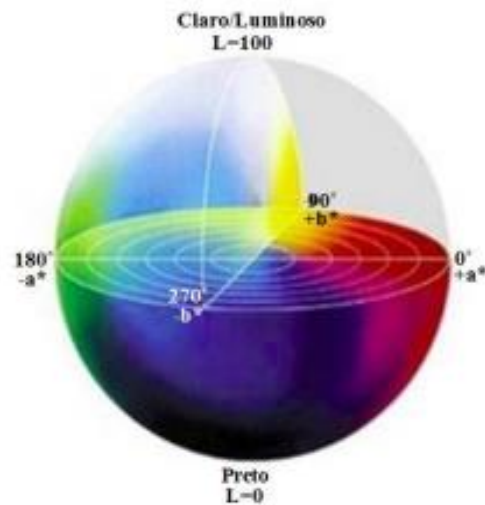
Em geral, as variadas espécies de pescado apresentam coloração própria do músculo, líquido corporal, vísceras, pele e escamas. As alterações na cor são geralmente influenciadas por fatores como o pH do músculo, o potencial redox, atividade da metamioglobina redutase, reações de consumo de oxigênio, susceptibilidade à oxidação lipídica, ou ainda a exposição à luz e temperatura de armazenamento (SOHN & OHSHIMA, 2010). Além disso, a cor da carne do pescado é influenciada pela oxidação gerada no organismo do animal após a retirada do mesmo de seu habitat e em sequência o abate (ESPINDOLA et al., 2012). A temperatura de congelamento e o tempo de armazenamento também irão influenciar na coloração do pescado, sendo que a aceitação visual irá diminuir a medida que o tempo de estocagem do produto aumenta (BOLES e PEGG, 2017).

Devido à grande variabilidade e distribuição complexa da cor de um produto cárneo ou músculo, diferentes metodologias têm sido desenvolvidas para medições da cor. As metodologias incluem inspeção visual (humana) ou o uso de instrumentos tradicionais como o colorímetro óptico, ou mais modernos, como sistema de visão por computador (WU e SUN, 2013).

O sistema mais popular para a medição instrumental da cor nos alimentos é o sistema  $L^* a^* b^*$ , recomendado pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE). Este método é representado por uma escala de cor, onde o máximo valor de  $L^*$  referente a luminosidade, que varia de 0 a 100 ( $L^* = 0 \rightarrow$  preto;  $L^* = 100 \rightarrow$  branco/luminoso), o  $a^*$  reflete a dimensão verde/vermelho ( $a^* < 0$  significa intensidade no verde e  $a^* > 0$  significa intensidade no vermelho) e o  $b^*$  a dimensão azul/amarelo ( $b^* < 0$  significa intensidade no azul e  $b^* > 0$  significa intensidade no amarelo) (BOTTA, 1995) (FIGURA 2).

Os valores delta ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$ ) indicam o quanto a amostra diferiu do padrão para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , e são frequentemente utilizados no controle de qualidade (HUNTERLAB, 1996).

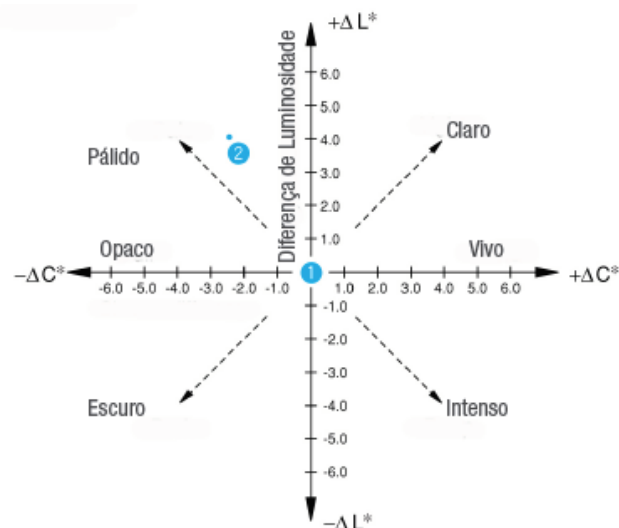
Figura 2- CIE L\* a\* b\* Diagrama de espaço de cores (L \*: Escuro; a\*: vermelho e b\*: amarelo)



Fonte: <https://infosign.net.br/gerenciamento-de-cores-para-impressoras-de-grande-formato/>

De acordo com o conceito da Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) (1978), cor é uma característica tridimensional da aparência que consiste do atributo da luminosidade ( $L^*$ ) (FIGURA 3) e dois atributos cromáticas, ou seja, hue ( $H^\circ$ ) e cromia ( $C^*$ ).

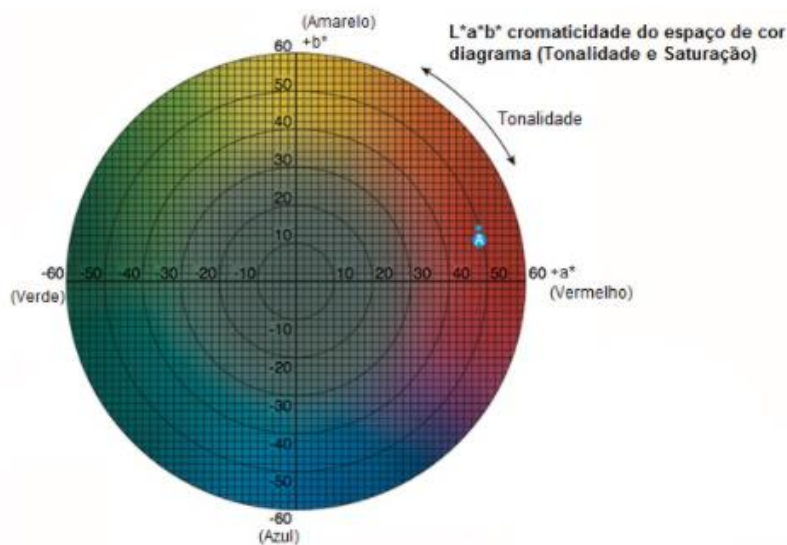
Figura 3- Termos para descrever as diferenças entre cromia e luminosidade



Fonte: Fonte: <https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo-o-espaço-de-cor-lab/>

Os parâmetros de saturação ( $C^*$ =chroma) e ângulo de tonalidade ( $H^*$ = hue) são bastante utilizados no entendimento das cores nos alimentos, e podem ser calculados a partir dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , conforme seguintes equações:  $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$  e  $H^* = \arctang(b^*/a^*)$  (RAMOS e GOMIDE, 2017) (FIGURA 4). O valor de cromia  $C^*$  é 0 no centro e aumenta conforme a distância deste. O ângulo de tonalidade  $h^\circ$  inicia-se no eixo  $+a^*$  e é dado em graus; 0 seria  $+a^*$  (vermelho), 90 seria  $+b^*$  (amarelo), 180 seria  $-a^*$  (verde) e 270 seria  $-b^*$  (azul).

Figura 4- Parte do diagrama de cromaticidade de  $a^*$ ,  $b^*$



Fonte: <https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>

### 2.7.1.2 Textura

Considerando, a firmeza do músculo como importante índice de frescor do peixe (ESKIN, 2015), o amolecimento indicaria deterioração e depreciação das propriedades da carne, sendo uma das principais características avaliadas. Alguns fatores podem influenciar a textura do alimento, como manuseio inadequado pós-abate e/ou condições de manipulação do produto, geram um grande efeito negativo nas propriedades de textura (CHEN & OPARA, 2013). A maciez também pode ser afetada pela quantidade e solubilidade do tecido conjuntivo, composição e estado contráctil das fibras musculares que varia em função do tipo e localização anatômica do músculo (JOO et al., 2013).

A qualidade textural da carne de peixe pode ser mensurada através de métodos físicos, químicos ou testes sensoriais (RAMOS e GOMIDE, 2017). A textura de peixes é uma propriedade complexa, que depende de uma série de fatores, tais como: conteúdos

de gordura e colágeno, pH, atividade microbiana e processos autolíticos, que conduzem a degradação das proteínas miofibrilares e consequente amolecimento muscular (LI et al., 2012).

O teor de gordura presente no músculo, além das propriedades miofibrilares, irão determinar a suculência do filé, melhorando a sensação de sabor e textura (WANG et al., 2016). Tsujii (2018) relatou menor mastigabilidade em filé de peixe alimentado com 30g / kg de óleo de linhaça e óleo de soja, em comparação aos peixes alimentados com 15g / kg desses óleos, o que pode estar relacionada ao maior teor de lipídeos no filé. A mastigabilidade é a sensação de mastigação na boca devido à resistência sustentada e elástica dos peixes. Sendo que a diminuição da mastigabilidade, indica que o músculo do peixe se torna mole (VIJI et al., 2015). De maneira geral, os consumidores tendem a avaliar negativamente os filés que apresentem textura suave (ASHTON, MICHIE e JOHNSTON, 2010). Contudo, os efeitos dos óleos vegetais na dieta sobre a propriedades físico-químicas e sensoriais são pouco documentadas.

### **2.7.1.3 Capacidade de retenção de água (CRA)**

A capacidade de retenção de água é uma propriedade física de suma importância que influencia na qualidade e comercialização de produtos cárneos e reflete a habilidade da carne de reter total ou parcialmente a própria água ou a água adicionada durante seu tratamento. A textura da carne, sua maciez e firmeza, está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular e consequentemente à capacidade de retenção de água (CRA), sendo a que a perda de água é uma das alterações mais evidentes no músculo *post mortem* (ESKIN et al., 2015). Além de intervir no aspecto geral da carne, uma menor CRA gera perdas de seu valor nutritivo pelo exsudato liberado, pois junto com a água são perdidos lipídios, vitaminas, proteínas solúveis e minerais, resultando em uma carne seca e mais dura (GOÑI, 2010).

### **2.7.1.4 Perda por gotejamento (*Drip loss*)**

A perda por gotejamento ou *drip loss* é uma característica física que está diretamente ligada às reações de catálise do glicogênio e da liberação da água interna e externa dos filamentos proteicos, que aumentam e diminuem de acordo com a contração e encurtamento das fibras musculares, diminuindo a solubilidade das proteínas e

umentando a desnaturação das mesmas (HONG-JU HE et al., 2014). A variação nos valores de *drip loss* estão relacionados a todos os processos que ocorrem pré e pós abate.

## 2.7.2 Físico-químicas

Com relação aos métodos físico-químicos, citam-se principalmente as análises de pH e atividade de água.

### 2.7.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é utilizado para avaliar a qualidade de vários alimentos, dentre eles, o frescor de pescado. Após a morte do animal, o *rigor mortis* é estabelecido, a redução do pH juntamente com a glicólise estabelece o período de *post mortem*, resultando na redução do pH para valores em torno de 6,0 – 6,1 (ESKIN, 2015). A concentração dos íons de hidrogênio se altera quando ocorre a decomposição do pescado por ação hidrolítica, oxidativa ou fermentativa, sendo que quanto maior o pH, mais avançadas estão as reações de deterioração (GONÇALVES, 2017). Sendo assim, o conhecimento sobre o pH da carne de peixe pode fornecer informações valiosas sobre sua condição. As medições são realizadas com um peagâmetro, inserindo os eletrodos diretamente na polpa ou em uma suspensão de polpa de peixe em água destilada (FAO, 1995).

O pH é afetado por diversos fatores, dentre eles: o processo de despesca ou na captura do pescado, a temperatura da água, estação do ano e a maturidade sexual. (BOLES & PEGG., 2017), afetando a qualidade do pescado e diminuindo a validade comercial.

De acordo com a legislação do RIISPOA, os valores de pH na carne interna dos peixes devem ser inferiores a 7,0 (RIISPOA, 2017). Sendo que, o aumento do pH está relacionado a proliferação de compostos bacterianos, ligados a deterioração do músculo do peixe (RAHMANIFARAH et al., 2011; CASTRO et al., 2014). E já é apontada que a utilização de fontes alternativas de lipídios não altera o pH final do filé. Castro et al. (2014), por exemplo, trabalhando com dourada (*Sparus aurata*), substituíram 70% ou 100% do óleo de peixe por óleo de linhaça, e embora, não havendo diferença significativa, observaram que nos primeiros sete dias após o abate, o pH final dos filés de peixes alimentados com óleo de peixe foi mais elevado em comparação aos que foram alimentados com óleo de linhaça.

### **2.7.2.2 Atividade de água (Aw)**

A mensuração de atividade de água nos alimentos é utilizada para controle de qualidade e segurança alimentar, sendo um dos critérios avaliados no programa Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (ALEXANDRE et al., 2021). A análise de atividade de água é realizada com um medidor de atividade de água.

O correto monitoramento da Aw em pescado é muito importante, pois afeta a qualidade sensorial, estabilidade microbiológica, as características físicas e o prazo de validade (ABBAS et al., 2009). A partir da regulação da atividade de água, podem-se controlar as taxas de reações químicas e enzimáticas, bem como o crescimento de bactérias, fungos filamentosos e leveduriformes. Além disso, é extremamente útil na definição de condições de estocagem ideais, a fim de garantir maior validade comercial (BJÖRKLUND e WADSÖ, 2011).

### **2.7.3 Químicas**

A composição química dos peixes pode ser avaliada por meio das metodologias de determinação da composição centesimal, incluindo umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e oxidação lipídica.

#### **2.7.3.1 Composição centesimal**

A composição centesimal dos peixes é influenciada por diversos fatores, dentre eles destacamos: o tamanho, a espécie, o gênero, o estado fisiológico, o ambiente aquático, a estação do ano e a nutrição. Estudos têm avaliado a influência das diversas fontes de óleo sobre a composição centesimal dos peixes. Zanqui et al. (2015) observaram uma variação dentro do esperado na composição centesimal de surubins com dieta contendo óleo de linhaça, entretanto, com os passar dos dias o acúmulo de lipídios totais no músculo do pescado diminuiu, cuja possível explicação seria o aumento da necessidade energética e metabólica que os peixes têm com seu crescimento (SILVA et al., 2014).

Em um estudo avaliando a substituição parcial do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para juvenis de beijupirá, Silva Júnior et al. (2011) não observaram diferenças significativas nas concentrações de proteína bruta e cinzas entre os peixes dos diferentes

tratamentos. Por outro lado, os teores de umidade e lipídios totais diferiram significativamente entre os tratamentos, e houve redução no teor de ácidos graxos essenciais, tais como EPA e DHA, influenciando diretamente sua concentração na carcaça dos peixes.

A dieta influencia não só influencia a quantidade de lipídios, mas também o perfil dos ácidos graxos. Tonial et al. (2012) observaram que a adição de óleo de linhaça à dieta de tilápia do Nilo pode ser considerada uma opção excelente para reduzir a concentração de ácidos graxos poli-insaturados essenciais da família (AGPI) n-6 e, conseqüentemente, aumentar a concentração de AGPI n-3, melhorando a qualidade nutricional da carne de peixe de água doce. Resultado semelhante foi encontrado por Zanqui et al. (2015) também para tilápia do Nilo, Mandis (ZANQUI et al., 2013), Pacus (BARILLI et al., 2014), alimentados com dietas contendo óleo de linhaça.

### **2.7.3.2 Oxidação lipídica**

O pescado apresenta condições favoráveis para proliferação de microrganismos, as quais tornam a carne de peixe um produto altamente perecível (GOMES, 2009). A oxidação lipídica é o processo primário de deterioração da qualidade do produto, manifestando-se por mudanças em cheiro, cor, textura, valor nutritivo, e possível produção de compostos tóxicos, conseqüentemente afetando a aceitabilidade para o consumo e comprometendo a segurança alimentar.

As reações de oxidação de lipídios acontecem principalmente quando compostos químicos reativos ao oxigênio promovem a quebra das ligações duplas nas frações fosfolipídicas das membranas celulares, sendo mais propensas a ocorrer nos peixes por possuírem maior índice de instauração. Esse processo provoca o rompimento das membranas e estruturas sub-celulares, alterando sua função como barreira semipermeável devido à perda de AGPI e formando hidroperóxidos, aldeídos e outros produtos tóxicos secundários (WOJCIAK, 2012).

A incorporação de óleos vegetais em dietas de peixe está se tornando cada vez mais comum em substituição ao óleo de peixe, pois além de serem mais viáveis e prontamente disponíveis, apresentam maior resistência a peroxidação lipídica (TURCHINI et al., 2009; NG et al., 2013)

A oxidação lipídica pode ser avaliada através de métodos físico-químicos com o intuito de quantificar a formação dos compostos resultantes desta reação, como a



determinação dos valores de peróxido, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB), teste de Kreis, cromatografia de alta pressão (*High Performance Liquid Chromatography* - HPLC). Considerando o elevado teor lipídico da carne destes peixes, é imprescindível que sejam controlados os principais fatores do meio que influenciam e aceleram a oxidação como a quantidade de oxigênio presente, a exposição à luz e a temperatura de armazenamento.

## **2.8 Influência do uso de diferentes fontes de óleo nas respostas hematológicas da tilápia.**

Uma dieta adequada é fundamental para manter a homeostase do peixe e garantir o melhor desempenho produtivo. Na nutrição, os lipídios são importantes nesse papel, pois, constituem uma forma eficiente de armazenamento de energia corporal que pode ser utilizada para diversas funções orgânicas. Os óleos e gorduras geralmente utilizados na composição das rações apresentam diferentes perfis de ácidos graxos que exercem influência nos processos digestivos e metabólicos dos peixes e atuam sobre os mecanismos fisiológicos responsáveis pela manutenção da saúde destes animais (ARAÚJO et al., 2015).

As análises de características hematológicas permitem avaliar o estado nutricional dos peixes, pois o sangue é um dos tecidos mais dinâmicos do organismo e altera-se em função do tipo de dieta consumida (ARAÚJO et al., 2011). Os parâmetros hematológicos da série vermelha (hemoglobina, hematócrito e eritrócito) são considerados importantes, pois indicam a capacidade de transporte de oxigênio pelo sistema circulatório. Os eritrócitos são constituídos principalmente de hemoglobina, uma molécula complexa com grupamentos heme ligados a um átomo de ferro (II), onde este liga-se temporariamente à molécula de oxigênio nas brânquias e libera nas células para o processo oxidativo (WEISS e WARDROP, 2010).

De acordo com Weiss e Wardrop (2010), os parâmetros hematológicos podem ter diferentes valores na escala deste parâmetro e valores no topo da escala são observados em peixes com maior atividade, resultando em uma demanda maior de oxigênio. Já níveis acima desta escala podem ser relacionados ao alto nível de estresse decorrente de manejo impróprio durante a captura e coleta de sangue.

O teor de colesterol plasmático total pode ser considerado como um dos indicativos da saúde dos peixes, pois quando mantidos em ambientes insalubres tendem

a apresentar redução nos valores (YONEYAMA et al., 2009). A substituição da gordura animal por óleos vegetais poderá promover uma melhora substancial na qualidade nutricional, através da redução da relação n-6/n-3, aumento na relação poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) e redução do teor de colesterol (YUNES et al., 2013). Azevedo et al. (2013) encontraram média de 120 mg.dL<sup>-1</sup> para colesterol plasmático, avaliando a interação de óleo de soja e óleo de dende como fontes lipídicas para *O. niloticus*. Os autores ressaltam que teor de colesterol plasmático também pode ser utilizado como indicador da saúde dos peixes, que ao serem mantidos em ambiente insalubre, apresentam redução nos valores deste parâmetro. Araújo et al. (2011), avaliando a interação entre dietas, contendo óleo de girassol e de linhaça com inclusão variando de 0 à 6% e estímulos por baixas temperaturas em *O. niloticus*, notaram redução nos níveis de eritrócitos (2,02 à 1,76) em peixes alimentados com a dieta com 4% de óleo de girassol e 2% de óleo de linhaça. Para a taxa de hemoglobina (7,19 para 6,24) e para a concentração de proteínas plasmática total (3,28 para 3,05) nos peixes que consumiram as rações com 6% de óleo de linhaça, após a exposição à baixas temperaturas. Os autores concluíram que dietas com baixa relação entre os ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 acarretam redução no perfil hematológico ao submeter os animais ao desafio térmico.

Li et al. (2013), avaliando a influência dos ácidos linolênico n-3 - e linoleico n-6 na dieta de híbrido de tilápia (*O. niloticus* × *O. aureus*), não encontraram diferenças significativas na contagem total de eritrócitos. Negrete et al. (2009) relatam que a diferença no número de eritrócitos totais entre as espécies relatadas na literatura pode estar relacionada com os hábitos e as características fisiológicas, dependentes do ambiente no qual o peixe vive.

Ferreira et al. (2011) trabalhando com peixes alimentados com óleo de soja e milho (fonte de ômega 6), e óleo de linhaça (fonte de ômega 3), verificaram menores valores de colesterol sérico.

## **2.9 A influência do uso de diferentes fontes de óleo no desempenho produtivo da tilápia.**

O desenvolvimento eficiente e saudável dos animais necessita de uma dieta que satisfaz as necessidades básicas de crescimento, contendo concentrações próximas do ideal de seus componentes, aliados à tecnologia de preparação (NAVARRO et al., 2010). Além de atender aos requisitos nutricionais fundamentais dos peixes, os ácidos graxos,

em níveis adequados, promovem um bom desenvolvimento animal e boa taxa de conversão alimentar na aquicultura. Resultando ainda em teores elevados de ácidos graxos essenciais na carne, valorizando nutricionalmente o produto e beneficiando significativamente a saúde dos consumidores, tendo em vista os efeitos positivos relacionados a respostas contra doenças cardiovasculares, auto-ímmunes e inflamatórias (AL-SOUTI et al., 2012). Entretanto, a suplementação com óleo de peixe deve ser utilizada com bastante critério e testando os níveis de inclusão, pois seu excesso pode prejudicar a saúde do animal, afetar a composição da carcaça, prejudicar o crescimento e diminuir o peso corporal do peixe.

O óleo de peixe nas rações pode ser parcial e/ou completamente substituído pelos óleos vegetais ou gorduras de aves de poedeiras, que tem pouco ou nenhum efeito sobre o desempenho de crescimento de animais aquáticos (ERYALÇIN et al. 2013; PENG et al. 2015; ROMBENSO et al. 2016; TURCHINI et al. 2013). Contudo, o teor de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (LC n-3 PUFAs), tais como EPA e DHA no tecido do peixe pode diminuir significativamente (HIXSON et al. 2014; ROMBENSO et al. 2016), devido à concentração muito baixa de LC n-3 PUFAs em gorduras e óleos vegetais (PENG et al. 2015; ROMBENSO et al. 2016; TURCHINI et al. 2011).

Babalola e Apata (2012) investigaram os efeitos do óleo de palma na dieta sobre o desempenho de crescimento de peixe-gato (*Heterobranchus longifilis*) e não observaram diferença entre os tratamentos, concluindo que o óleo de palma pode efetivamente substituir o óleo de peixe na dieta do peixe-gato sem comprometer crescimento e eficiência alimentar.

Huguchi et al (2012) avaliando a inclusão de várias fontes de óleos vegetais (girassol, canola, gergelim, linhaça, amendoim, castanha do Pará, soja e macadâmia) com inclusão de 4% na nutrição de alevinos de *O. niloticus* não obtiveram diferença no ganho de peso entre os tratamentos. Zhang et al (2018) em um estudo com a substituição do óleo de peixe por óleos vegetais, termos de sobrevivência e crescimento os óleos de linhaça, soja, coco, canola e sebo bovino podem substituir o óleo de peixe sem nenhum efeito. Li et al. (2015) também relatou que os alevinos de dourada (*Megalobrama amblycephala*) alimentados com dietas com óleo de peixe, soja, canola, amendoim e palma, não apresentaram diferenças no desempenho. De acordo com Lui et al (2016), esses resultados podem estar relacionados com os hábitos alimentares herbívoros da espécie, o que a tornam mais adaptada a uma dieta de óleos vegetais, devido a as enzimas digestivas do

intestino e as enzimas de degradação do microbioma intestinal atividade de peixes herbívoros.

Substituindo óleo de soja por óleo e torta de dendê em dietas para juvenis de tilápia, Azevedo et al. (2013) relataram que a fonte de óleo não influenciou o desempenho zootécnico. E que inclusão da torta de dendê não alterou a conversão alimentar aparente e a taxa de sobrevivência dos peixes; porém, promoveu aumento nos valores de consumo diário de ração, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico e fator de condição. Peng et al. (2015) avaliando a substituição total do óleo de peixe por óleo de soja, canola, linhaça e banha de porco em dietas para tilápia, não observaram efeito da fonte de óleo sobre o crescimento, porém os animais que consumiram dieta contendo óleo de soja tiveram uma menor taxa de crescimento específico e taxa de eficiência protéica, e maior taxa de conversão de alimentos.

Enquanto em outros estudos diferenças no desempenho foram encontradas, como Aziza et al. (2013) avaliando a inclusão de diferentes tipos de óleo: bacalhau, linhaça, azeite ou uma mistura de proporções iguais desses óleos em dietas para juvenis de tilápia durante 60 dias. Observaram diferenças significativas no peso corporal final, ganho de peso, taxa de crescimento e conversão alimentar devido as fontes de óleo, sendo que as dietas contendo óleo de bacalhau e linhaça apresentaram melhores resultados.

Em alguns estudos, em temperatura ótima, não foram observadas alterações de desempenho de tilápias após a substituição do óleo de peixe por óleos vegetais na dieta (ALT-SOUT et al., 2012; NG et al., 2013). Entretanto para salmão-cocho (*Oncorhynchus Kisutch*), peixe carnívoro de clima temperado, houve um crescimento reduzido quando a farinha ou o óleo de peixe da dieta foi substituído por ingredientes de origem vegetal (TWIBELL et al., 2012).

## REFERÊNCIAS

ABBAS, K. A.; SALEH, A. M.; MOHAMED, A.; LASEKAN, O. The relationship between water activity and fish spoilage during cold storage: A review. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.7, n. 3, p. 86-90, 2009.

AHA, 2015. The American Heart Association's Diet and Lifestyle Recommendations.

ALBRACHT-SCHULTE, K., KALUPAHANA, N.S., RAMALINGAMA, L., WANG, S., RAHMAN, S.M., ROBERT-MCCOMB, J., MOUSTAID-MOUSSA, N. Omega-3

fatty acids in obesity and metabolic syndrome: a mechanistic update. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 58, p 1-16, 2018.

ALEXANDRE, A. C. S. et al. Qualidade de peixes: uma breve revisão. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 4*, 2021. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210203356.pdf>. Acesso em: 18 de jul de 2021.

ALEMU, LA; MELESE, AY; GULELAT, DH Efeito de fatores endógenos na composição centesimal do filé de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.) do lago zeway. **American Journal of Research Communication**, v. 1, n. 11, pág. 405-410, 2013.

ALHAZZAA R.; BRIDLE A. R.; NICHOLS P. D.; CARTER C. G. Coping with sub-optimal water temperature: modifications in fatty acid profile of barramundi as influenced by dietary lipid. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, v.165, p. 243–253, 2013.

ALHAZZAA, RAMEZ; NICHOLS, PETER D.; CARTER, CHRIS G. Sustainable alternatives to dietary fish oil in tropical fish aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, 2018.

ALLAMAN, Ivan Bezerra et al. Weight and morphometric growth of different strains of tilapia (*Oreochromis* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 305-311, 2013.

AL-SOUTIA, AL-SABAHI J, SOUSSI B, GODDARD S. The effects of fish oil-enriched diets on growth, feed conversion and fatty acid content of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. **Food Chemistry**, v. 133, n. 3, p. 723–727, 2012.

AHA, 2015. The American Heart Association's Diet and Lifestyle Recommendations.

ANDRADE, E. A. F. de; SANT'ANNA, L. C.; ALMEIDA, N. de C.; VENTURI, I.; BRUSTULIM, L. J. R.; D'ALMEIDA, W. O. L-Triptofano, ômega 3, magnésio e vitaminas do complexo B na diminuição dos sintomas de ansiedade. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v.12, n.40, p.1129-1138, 2018.

ANZALDÚA-MORALES A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A, 1994.

ARAUJO D DE M, PEZZATO AC, BARROS MM, PEZZATO LE, NAKAGOME FK. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 294–302, 2011.

ARAUJO DM, JUNIOR ACF, TEIXEIRA CP, PEZZATO LE, BARROS MM. Perfil hematológico de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes lipídios e estimuladas por baixa temperatura. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 220-227, 2015.

ASHTON, T. J.; MICHIE, I.; JOHNSTON, I. A. A Novel Tensile Test Method to Assess Texture and Gaping in Salmon Fillets. **Journal of Food Science**, Wiley, [S.l.], v. 75, n. 4, p.182-190, 2010.

AYISI, C. L., ZHAO, J. L., & RUIPIA, E. J. Growth performance, feed utilization, body and fatty acid composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing elevated levels of palm oil. **Aquaculture and Fisheries**, v. 2, n. 2, p. 67–77, 2017.

AZEVEDO, R.V.; TONINI, W.C.T.; BRAGA, L.G.T. Óleo e torta de dendê em rações para juvenis de tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p.1028-34, 2013.

AZIZA, A. E., AWADIN, W. F., & ORMA, A. M. Effect of dietary substitution of codliver oil by vegetable oils on growth performance, body composition, lipid peroxidation, liver and muscle histopathological state in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Fisheries and Aquaculture**, v. 4, n. 2, p. 87-94, 2013.

BABALOLA, T. O., & APATA, D. F. Effect of dietary palm oil on growth and carcass composition of *Heterobranchus longifilis* fingerlings. **Journal of Central European Agriculture**, v. 13, n. 4, p. 782-791, 2012.

BARILLI, D. J.; SANTAROSA, M., ZANQUI, A. B., BOSCOLO, W. R., FEIDEN, A., FURUYA, W. M., & MATSUSHITA, M. Incorporation of conjugated linoleic acid (CLA) and  $\alpha$ -linolenic acid (LNA) in pacu fillets. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 1, p. 74-81, 2014.

BAZAOGLU, S. A., & BILGUVEN, M. The effects of different oil sources on the growth performance and body composition of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 11, n. 6, p. 853-857, 2012.

J.G. BELL, D.R. TOCHER, R.J. HENDERSON, J.R. DICK, V.O. Crampton, Altered fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet, *J Nutr* 133 (2003) 2793–2801, 2003.

BELL, J. G.; MCGHEE, F.; DICK, J. R.; TOCHER, D. R. Dioxin and dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCBs) in Scottish farmed salmon (*Salmo salar*): effects of replacement of dietary marine fish oil with vegetable oils. *Aquaculture*. 243 (1): 305-314, 2005.

BIRD, J.K.; CALDER, P.C.; EGGERSDORFER, M. The role of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease prevention, and interactions with statins. *Nutrients* **2018**, 10, 775.

BJÖRKLUND, S.; WADSÖ, L. A calorimetric method to determine water activity. **Review of Scientific Instruments**, v. 82, n. 11, 2011.

BOLES, J. A.; PEGG, R. **Meat Color**. Department of Animal and Range Sciences. Montana State University, p.4. 2017. [Acesso em 10 maio 2021]. Disponível em: <http://www.cfs.purdue.edu/FN/fn453/meat%20color.pdf>

BOMBARDELLI, R.A.; SYPPERRECK, M.A.; SANCHES, E.A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(2): 181-195, 2005.

BOGARD, J. R., THILSTED, S. H., MARKS, G. C., WAHAB, M. A., HOSSAIN, M. A. R., JAKOBSEN, J., & STANGOULIS, J. Nutrient composition of important fish species in Bangladesh and potential contribution to recommended nutrient intakes. **Journal of Food Composition and Analysis**, 42, 120-133, 2015.

BORBA, M. R.; FRACALOSSO, D. M.; PEZZATO, L. E. Dietary energy requirement of Piracanjuba fingerlings, *Brycon orbignyanus*, and relative utilization of dietary carbohydrate on lipid. **Aquaculture Nutrition**, 12, p. 183-191, 2006.

BORGHESI R, HISANO H, SUCASAS LFA, LIMA LKF, OETTERER M. Influência da Nutrição sobre a Qualidade do Pescado: especial referência aos ácidos graxos. Corumbá : Embrapa Pantanal, 2013. 21p.

BOSCOLO, W. R., SIGNOR, A. A., COLDEBELLA, A., BUENO, G. W., & FEIDEN, A. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 686-692, 2010.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A.; Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n.1, p.8-13, 2004.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BOSISIO, F.; REZENDE, K.F.O.; BARBIERI, E. Alterations in the hematological parameters of Juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) submitted to different salinities. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 12, n. 2, p. 146-154, 2017.

BOTARO, D. et al. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 3, p. 517-525, 2007.

BOTTA, J. R. (1995). Evaluation of seafood freshness quality. VCH Publishers, New York. viii, 180 pp.

BOU, M., BERGE, G.M., BAEVERFJORD, G., SIGHOLT, T., ØSTBYE, T.K., ROMARHEIM, O.H., HATLEN, B., LEEUWIS, R., VENEGAS, C. AND RUYTER, B. Requirements of n-3 very long-chain PUFA in Atlantic salmon (*Salmo salar* L): effects of different dietary levels of EPA and DHA on fish performance and tissue composition and integrity. **British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 1, pp.30-47, 2017.

BRABRO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Current scenario of fish production in the world, Brazil and Pará State: emphasis on aquaculture. **Acta Fish**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.

BRASIL - Ministério da Agricultura. R.I.I.S.P.O.A. 2017. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Aprovado pelo decreto nº 9013, de 29.03.17). Brasília. 108p.

BRESSAN, M.C. Processamento de pescado de água doce. In: **Anais da II Feira da Pequena Agroindústria**. Serra Negra, p. 59-85, 2002.

BRITANNICA ACADEMIC. "Tilapia," **Britannica Digital Learnig**, [S.I], 2019. Acesso: em 11 de maio de 2021. Disponível em: <https://academic-eb-britannica.ez46.periodicos.capes.gov.br/levels/collegiate/article/tilapia/72473#>.

BRITTO, A. C. P.; ROCHA, C. B.; TAVARES, R. A.; FERNANDES, J. M.; PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F. Rendimento corporal e composição química do filé da viola (*Loricariichthys anus*). **Ciência Animal Brasileira**. v.15, n.1, p.38-44, 2014.

CALDER, P. C.; Polyunsaturated fatty acids, inflammatory processes and inflammatory bowel diseases, *Mol. Nutr. Food Res*, v. 52, n. 8, p. 885-97, 2008.

CAMPO, L. F. C. *Tilapia roja 2011: una evolución de 29 años, de la incertidumbre al éxito*. Cali: L. F. C. Campo, 2011. Disponível em: <<http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/tilapiaroja2010.doc>>. Acesso em: 10 jul 2021.

CARMO, F. D. S. C. D. (2020). Caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial do filé de tilápia-do-Nilo, quando criada em diferentes ambientes. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

CASTRO, M.P.; CLAUDIANO, G.S.; BORTOLUZZI, N.L.; GARRIDO, E.; FUJIMOTO, R.Y., BELO, M.A.A.; SHIMADA, M.T.; MORAES, J.R.E.; MORAES, CASTRO, P. L.; CABALLERO, M. J.; GINÉS, R.; PENEDO, J. C.; MONTERO, D.; LASTILLA, M. T.; IZQUIERDO, M. Linseed oil inclusion in sea bream diets: Effect on muscle quality and shelf life. *Aquaculture Research*, v. 46, n. 1, p. 75–85, 2014.

CHANG, J.P.; CHANG, S.; YANG, H.; CHEN, H.; CHIEN, Y.; YANG, B.; SU, H.; SU, K. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in cardiovascular diseases comorbid major depressive disorder-results from a randomized controlled trial. *Brain Behav. Immun*. 2020, 85, 14–20.

CHAUTON, M.S.; REITAN, K.I.; NORSKER, N.H.; TVETER, A.S.R.; KLEIVDAL, H.T. A techno-economic analysis of industrial production of marine microalgae as a



source of EPA and DHA-rich raw material for aquafeed: research challenges and possibilities. *Aquaculture*, v. 436, p. 95–103, 2015.

CHEN, L.; OPARA, U. L. Texture measurement approaches in fresh and processed foods: a review. *Food Research International*. v.51, n.2, p.823-35, 2013.

CHEN, L.; WANG, Y.; XU, Q.; CHEN, S. Omega-3 fatty acids as a treatment for non-alcoholic fatty liver disease in children: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin. Nutr.* v. 37, 516–521, 2018.

CHEN, Y.; CHEN, H.; HUANG, B.; CHEN, Y.; CHANG, C. Polyphenol rich extracts from *Toona sinensis* bark and fruit ameliorate free fatty acid-induced lipogenesis through AMPK and LC3 pathways. *J. Clin. Med.* v. 8, 1664, 2019.

CICERO, L. H.; FURLAN, E. F.; PRISCO, R. C. B.; NEIVA, C. R. P. Estudo das metodologias de destilação na quantificação do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais em pescada, tilápia e camarão. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.17, n.3, p.192-197, 2014.

CÔA, F.; MEDEIROS, A.M.Z.; BARBIERI, E. Record of Nile tilapia in the Mandira River, Cananéia, São Paulo State. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 43, n. 1, p. 87-91, 2017.

CORRÊA, C. F. (2015). Fontes de ácidos graxos da dieta no desempenho da tilápia-do-nilo em temperatura ótima e subótima. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis,

CORRÊA, C. F. *et al.*, Rendimento de carcaça, composição do filé e análise sensorial do robalo-peva de rio e de mar. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 401-410, 2013.

COSTA, D.V.; FERREIRA, M.W.; NAVARRO, R.D.; ROSA, P.V.; MURGAS, L.D.S. Parâmetros hematológicos de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes fontes de óleo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n. 3, p. 754-764, 2014.

CYRINO, J. E. P. URBINATI, E. C, FRACALOSSO, D. M, CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p. 195-215, 2004.

DOKMANOVIC, M., BALTIC, M.Z., DURIC, J., IVANOVIC, J., POPOVIC, L., TODOROVIC, M., MARKOVIC, R., PANTIC, S. Correlations among stress parameters, meat and carcass quality parameters in pigs. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 28, 435–441, 2015.

EL-SAYED, A. F. M. Tilapia culture. Wallingford: CABI Publishing, 2006. 304p.

ERYALÇIN, K.M.; ROO, J.; SALEH, R.; ATALAH, E.; BENÍTEZ, T.; BETANCOR, M.; DEL CARMEN HERNANDEZ-CRUZ M, IZQUIERDO M. Fish oil replacement by different microalgal products in microdiets for early weaning of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.). **Aquac Res**, v. 44, n. 5, p. 819–828, 2013.

ESKIN, M.; ALIANI, M.; SHAHIDI, F. Carnes e Peixes. In: ESKIN, M.; SHAHIDI, F. (Eds). *Bioquímica de alimentos*. 3ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 536p. 2015.

ESPINDOLA, J., DONATO, M., SCARIOT, M. **Deterioração de peixes**. 2012. Disponível em: <<https://mopescados.wordpress.com/2012/05/21/deterioracao-depeixes/>>. Acesso em: 11 de jul. 2021.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow: Longman Group Ltda, 464p, 1996.

FAO (1995). Quality and quality changes in fresh fish. Chemical composition. Available from: <http://www.fao.org/docrep/v7180e/V7180E05.htm>.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Tilapia: Species and geographical distribution in Africa**. 2019.

FARZAD, R. et al. Minerais em filés de tilápia: status no mercado dos Estados Unidos e estratégia de suplementação de selênio para melhorar a saúde do consumidor. **PloS one**, v. 14, n. 6, pág. e0217043, 2019.

FERREIRA, M.W.; ARAÚJO, F.G. de; COSTA, D.V.; LOGATO, P.R.V.; FIGUEIREDO, H.C.P.; MURGAS, L.D.S. Influence of dietary oil sources on muscle composition and plasma lipoprotein concentrations in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.42, p.24-33, 2011.

FOGAÇA, F.H.S.; SANT'ANA, L.S. Lipid oxidation in fishes: action mechanism and prevention. **Archives of Veterinary Science**, v.14, n.2, p.117-127, 2009.

GARCIA, F.; ROMERA, D.M.; SOUSA, N.S.; PAIVA-RAMOS, I.; ONAKA, E.M. The potential of periphyton-based cage culture of Nile tilapia in a Brazilian reservoir. **Aquaculture**, v. 464, n.1, p. 229-235, 2016.

GARCÍA-CHAVARRÍA, M., & LARA-FLORES, M. The use of carotenoid in aquaculture. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, v. 8, n. 2, p. 38–49, 2013.

GIL, A.; GIL, F.. Peixe, uma fonte mediterrânea de PUFA n-3: os benefícios não justificam a limitação do consumo. **British Journal of Nutrition**, v. 113, n. S2, pág. S58-S67, 2015.

GIROLAMI, A; NAPOLITANO, F; FARAONE, D; BRAGHIERI, A. Measurement of meat color using a computer vision system. **Meat Science**. V. 93, p. 111-118, 2013.

GLENCROSS, B.D., 2009. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by

GODOY, A. C., SANTOS, O. O., OXFORD, J. H., DE AMORIM MELO, I. W., RODRIGUES, R. B., NEU, D. & BOSCOLO, W. R. Soybean oil for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in finishing diets: Economic, zootechnical and nutritional meat improvements. **Aquaculture**, v. 512, p. 734324, 2019.

GODOY, L.C.; FRANCO, M.L.R.D.S.; DE SOUZA, N.E.; STEVANATO, F.B. & VISENTAINER, J.V. Development, Preservation, and Chemical and Fatty Acid Profiles of Nile Tilapia Carcass Meal for Human Feeding. **Jour. Food Proc. Preser.**, v.37, p.93–99, 2013.

GOMES, Diego Antonio Viana. Identificação de microorganismos presentes nos pescados e nos compartimentos de armazenamento de embarcações. 2009.

GÓMEZ-LIMIA, L. et al. Fatty acid profiles and lipid quality indices in canned European eels: Effects of processing steps, filling medium and storage. **Food Research International**, v. 136, p. 109601, 2020.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. Ciência e qualidade da carne - Fundamentos. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608 p.

GOÑI, S. M.; SALVADORI, V. O. Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. **Journal of food engineering**. v.100, n.1, p.1-11, 2010.

GUI, J.-F., TANG, Q., LI, Z., LIU, J., & DE SILVA, S. S. *Aquaculture in China: Success stories and modern trends*. John Wiley & Sons, 2018.

HAI, N.V. Research findings from the use of probiotics in tilapia aquaculture: A review. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 45, n. 2, p. 592-597, 2015.

HIXSON, S.M.; PARRISH, C.C.; ANDERSON, D.M. Use of camelina oil to replace fish oil in diets for farmed salmonids and Atlantic cod. **Aquaculture**, v. 431, p. 44–52, 2014.  
HODAR, A. R.; VASAVA, R.; AND JOSHI N H. Fish meal and fish oil replacement for aqua feed formulation by using alternative sources: a review *J. Exp. Zool. India* 23 1 pp. 13–21, 2020.

HONG-JU. H.; DI WU, DA-WEN S. Rapid and non-destructive determination of drip loss and pH distribution in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets using visible and near-infrared (Vis-NIR) hyperspectral imaging. *Food Chemistry*, v. 156, p. 394-401, 2014.

HUANG, F., JIANG, M., WEN, H., LIU, W., YANG, C. G., WU, F.; WIE, Q. W. Effects of different dietary lipid sources on growth performance, tissue fatty acid composition and serum lipid indices of juvenile Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 30, 1602–1608, 2014.

HIGUCHI, L. H. et al. Desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo diferentes óleos vegetais. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 19, n. 3, p. 167-171, 2012.

HUNTERLAB. Applications note: CIE L\* a\* b\* color scale. Virginia, 8(7). 1996.

ISMAIL, H. M. (2006). The role of omega-3 fatty acids in cardiac protection: An overview. *Frontiers of Bioscience*.

JAMAS, A. L. A. et al. Estudo de espécies de pescado potencialmente aproveitáveis na cadeia produtiva do litoral Sul do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 34-42, 2015.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, H. W.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat Science*, Champaign, v. 95, n. 4, p.828-836, 2013.

KHAW, H. L.; PONZONI, R. W.; HAMZAH, A.; ABU-BAKAR, K. R.; BIJMA, P. Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 326-329, p. 53-60, 2012.

KHAWA, H.L.; PONZONI, R.W.; Y.E.E.; AZIZ,H.Y.; .BIN, M.A.; BIJMA, P. Genetic and non-genetic indirect effects for harvest weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, n. 450, p. 154-161, 2016.

KONSTANTYNOWICZ-NOWICKA, K.; BERK, K.; CHABOWSKI, A.; KASACKA, I.; BIELAWIEC, P.; ŁUKASZUK, B.; HARASIM-SYMBOR, E. High-fat feeding in time-dependent manner affects metabolic routes leading to nervonic acid synthesis in NAFLD. *Int. J. Mol. Sci.* **2019**, 20, 3829.

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

KUBITZA, F. **TILAPIA: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2. ed. Jundiaí: Editora Fernando Kubitza, 2011. p. 93-124. 316 p.

LACATUSU, I., BADEA, N., UDEANU, D., COC, L., POP, A., NEGUT, C. C., ... & MEGHEA, A. Improved anti-obesity effect of herbal active and endogenous lipids co-loaded lipid nanocarriers: Preparation, in vitro and in vivo evaluation. **Materials Science and Engineering: C**, v. 99, p.12-24, 2019.

LANGLEY, M.R.; TRIPLET, E.M.; SCARISBRICK, I.A. Dietary influence on central nervous system myelin production, injury, and regeneration. *BBA-Mol. Basis Dis.* **2020**, 1866, 165779.

LAWLESS, H.T; HEYMANN, H. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. 2. ed. California: Springer, 2010.

LEITE, L. A. et al. The use of *Arthrospira platensis* in rearing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in salt water. *Revista Ciência Agrônômica*, [S.l.], v. 50, n. 4, p.593-599, 2019

LENA, G. D., NEVIGATO, T., RAMPACCI, M., CASINI, I., CAPRONI, R., & ORBAN, E. Proximate composition and lipid profile of red mullet (*Mullus barbatus*) from two sites of the Tyrrhenian and Adriatic seas (Italy): A seasonal differentiation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 45:121–129, 2016.

LEONHARDT, J. H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO, A. M. Características morfológicas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 27, n. 1, p. 125-132, 2006.

LI, E.; LIM, C.; KLESIOUS, P.H.; WELKER, T.L. Growth, Body Fatty Acid Composition, Immune Response, and Resistance to *Streptococcus iniae* of Hybrid Tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*, Fed Diets Containing Various Levels of Linoleic and Linolenic Acids. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.44, n.1, p.42-55, 2013.

LI, Q., ZHU, H. Y., WEI, J. J., ZHANG, F., LI, E. C., DU, Z. Y.; CHEN, L. Q. Effects of dietary lipid sources on growth performance, lipid metabolism and antioxidant status of juvenile Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. *Aquaculture Nutrition*, v. 23, n. 3, p. 500–510, 2017.

LI, T.; LI, J.; HU, W.; ZHANG, X.; LI, X.; ZHAO, J. Shelf-life extension of crucian carp (*Carassius auratus*) using natural preservatives during chilled storage. *Food Chemistry*, [S.l.], v. 135, n. 1, p. 140-145, 2012.

LI, Y & PONZONI, R. W. Some aspects of design and analysis of selection programmes in aquaculture species. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v. 132, p.169–175, 2015.

LI, Y., ZHAO, Y. T., ZHANG, Y. K., LIANG, X., ZHANG, Y., & GAO, J. Growth performance, fatty acid composition, peroxisome proliferator-activated receptors gene expressions, and antioxidant abilities of blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*, fingerlings fed different dietary oil sources. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 46, n. 4, p. 395–408, 2015.

LIU, H., GUO, X. W., GOONERATNE, R., LAI, R. F., ZENG, C., ZHAN, F. B., & WANG, W. M. The gut microbiome and degradation enzyme activity of wild freshwater fishes influenced by their trophic levels. *Scientific Reports*, v. 6, p. 24340, 2016.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. *Biota Amazônica*, v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016.

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

LUNKES, C. L. et al. Consumo de carnes e percepção dos universitários de Lavras-MG em relação a carne de peixe e seus benefícios à saúde. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, v. 68, n. 4, 2018.

LUO, Z.; TAN, X. Y.; LIU, C. X.; LI, X. D.; LIU, X. J.; XI, W. Q. Effect of dietary conjugated linoleic acid levels on growth performance, muscle fatty acid profile, hepatic

intermediary metabolism and antioxidant responses in genetically improved farmed Tilapia strain of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, v. 43, n. 9, p. 1392-1403, 2012.

MARANGONI, F.; AGOSTONI, C.; BORGHI, C.; CATAPANO, A.L.; CENA, H.; GHISELLI, A.; LA VECCHIA, C.; LERCKER, G.; MANZATO, E.; PIRILLO, A. Dietary linoleic acid and human health: Focus on cardiovascular and cardiometabolic effects. *Atherosclerosis* **2020**, 292, 90–98.

MARQUES, M. I. S. **Os macro e micronutrientes do pescado: recomendações, consumo e benefícios aliados à dieta mediterrânica**. 2018. Tese de Doutorado.

MARTINS, M.L.; MIYAZAKI, D.M.Y.; MORAES, F.R.; GHIRALDELLI, L.; ADAMANTE, W.B.; MOURIÑO, J.L.P. Ração suplementada com vitaminas C e E influencia a resposta inflamatória aguda em tilápia do Nilo. *Ciência Rural*, v.38, p.213-218, 2008.

MASSAGO, H.; CASTAGNOLLI, N.; MALHEIROS, B.; KOBERSTEIN, T.C.R.D.; SANTOS, M.A.; RIBEIRO, R.P. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 8, n. 4, p. 397-403, 2010.

MATLOOB, R. J. & OTHMAN, S. H. The effect of Omega-3 fatty acid on Adiponectin and potential implication for obesity management. *Annals of the College of Medicine Mosul*, v. 40, n. 2, p. 34-40, 2018.

MATOS, A. P.; MATOS, A. C.; MOECKE, E. H. S. Ácidos graxos poliinsaturados e qualidade nutricional de cinco espécies de peixes de água doce cultivadas na região oeste de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 22, 2019.

MCANDREW, B. J.; PENMAN, D. J.; BEKAERT, M.; WEHNER, S. Tilapia genomic studies. *Genomics in Aquaculture*, p. 105–129, 2016.

MEDEIROS, F. Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2019. Associação Brasileira da Piscicultura. 148p, 2019.

MELLO, V. D., DAHLMAN, I., LANKINEN, M., KURL, S., PITKÄNEN, L., LAAKSONEN, D. E.; ERKKILÄ, A. T. The effect of different sources of fish and camelina sativa oil on immune cell and adipose tissue mRNA expression in subjects with abnormal fasting glucose metabolism: a randomized controlled trial. *Nutrition & diabetes*, v. 9, n. 1, p. 1, 2019.

MEMON, N. N. et al. Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. *Food Chemistry*, v. 126, n. 2, p. 405-410, 2011.

MENOYO, D.; LOPEZ-BOTE, C.J.; BAUTISTA, J.M.; OBACH, A. Growth, digestibility and fatty acid utilization in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed varying levels of n-3 and saturated fatty acids. *Aquaculture*, v.225, p.295-307, 2003.

METIN, C. et al. Assessment of the effects of sex and harvesting season on lipid and fatty acid composition of Sparidae species. **Lipids**, 2021.

MISIR, G. I.B.; TUFAN, B.; KO, S. Monthly variation of total lipid and fatty acid contents of Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) of Black Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 49, 2668–2677, 2014.

MORAIS, Carlos Adriano Rocha Silva et al. Effect of slaughter weight on the quality of Nile tilapia fillets. **Aquaculture**, v. 520, p. 734941, 2020.

MOREIRA, P. O., ROCHA, J. D. A. M., da SILVA, T. C., BITTENCOURT, F., NEU, D. H., & BOSCOLO, W. R. Óleo de soja utilizado pré e pós-processamento de rações para tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 547-555, 2015.

MORO, G. V. et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. In: RODRIGUES, A. P. O. et al (Org.). *Espécies de peixe para piscicultura*. Brasília DF: Embrapa, p. 440, 2013.

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

NAEINI, Z.; TOUPCHIAN, O.; VATANNEJAD, A.; SOTOUDEH, G.; TEIMOURI, M.; GHORBANI, M.; NASLI-ESFAHANI, E.; KOOHDANI, F. Effects of DHA-enriched fish oil on gene expression levels of p53 and NF- $\kappa$ B and PPAR- activity in PBMCs of patients with T2DM: A randomized, double-blind, clinical trial. *Nutr. Metab. Cardiovasc*, v. 30, p. 441–447, 2020.

NAVARRO, R. D., FERREIRA, W. M., RIBEIRO FILHO, O. P., BOTION, L. M., PEREIRA, F. K. S., SILVA, R. F., & MACIEL, T. E. F. Desempenho de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) suplementada com vitamina C. **Archivos de zootecnia**, v. 59, n. 228, p. 589-596, 2010.

NEGRETE, J.C.C.; CORREA, A.A.G.; GUEVARA, M.J.P.; ATENCIO GARCÍA, V.J.; CARRASCO, S.C.P. Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. **Zootecnia Tropical**, v.27, n.4, p.393-405, 2009.

NG, W.K. AND WANG, Y., 2011. Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. **Aquaculture**, **314**: 122–131.

NG, W. K.; CHONG, C. Y.; WANG, Y.; ROMANO, N. Effects of dietary fish and vegetable oils on the growth, tissue fatty acid composition, oxidative stability and vitamin E content of red hybrid tilapia and efficacy of using fish oil finishing diets. **Aquaculture**, v. 372–375, p. 97–110, 2013.

HEINHUIS, L.; NIKOLIK, G. The rise of the aquatic chicken. Rabobank Industry Note, v. 471, 6p. 2015.

NORAMBUENA, F. S.; MORAIS, J.A. EMERY, G.M. TURCHINI. Arachidonic acid and eicosapentaenoic acid metabolism in juvenile Atlantic salmon as affected by water temperature, PLoS ONE 10, e0143622, 2015.

NRC. **National Research Council - Nutrient Requirements of fish and shrimp.** Washington: National Academy Press, 2011.

OETTERER, Marília. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos.** Editora Manole Ltda, 2006.

OLIVEIRA, E.G.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M. L.; LIMA, C. B. Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recría. Embrapa Meio Norte. Teresina, p.12, 2007 (Circular técnica, 45) Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/69806/producao-de-tilapia-mercado-especie-biologia-e-recria>. Acesso em 24 jun 2021.

OMASAKI, S., JANSSEN, K., BESSON, M., & KOMEN, H. Economic values of growth rate, feed intake, feed conversion ratio, mortality and uniformity for Nile tilapia. *Aquaculture*, 481, 124–132, 2017.

PATHARE, P; OPARA, U, L; AL-SAID, F, A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food and Bioprocess Technology**. V. 6, p. 36–60, 2013.

PeixeBR, Associação Brasileira de Piscicultura. 2018. Anuário PeixeBR da piscicultura 2018.

PENG, M., XU, W., MAI, K., ZHOU, H., ZHANG, Y., LIUFU, Z., ZHANG, K., AI, Q., 2014. Growth performance, lipid deposition and hepatic lipid metabolism related gene expression. in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus L.*) fed diets with various fish oil substitution levels by soybean oil. *Aquaculture* 433, 442–449.

PENG, X., LI, F., LIN, S., & CHEN, Y. Effects of total replacement of fish oil on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity in tilapia (*Oreochromis niloticus*), **Aquaculture International**, v. 24, p. 145–156, 2015.

PENG, X., LI, F., LIN, S., & CHEN, Y. Effects of total replacement of fish oil on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity in tilapia (*Oreochromis niloticus*), **Aquaculture International**, v. 24, p. 145–156, 2016.

PERINI, J. Â. D. L., STEVANATO, F. B., SARGI, S. C., VISENTAINER, J. E. L., DALALIO, M. M. D. O., MATSHUSHITA, M., ... & VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, v. 23, n.6, p. 1075-1086, 2010.

RAHMANIFARAH, K.; SHABANPOUR, B.; SATTATI, A. Effects of clove oil on behavior and flesh quality of common carp (*Cyprinus carpio L.*) in comparison with pre-



slaughter CO2 stunning, chilling and asphyxia. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, n.11, p.139-147, 2011.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação na qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, p. 413-453. 2007.

REBOUÇAS MC, RODRIGUES MCP, CASTRO RJS, VIEIRA JMM. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. **Semin., Ciênc. Agrár**, v. 33, n. 2, p. 697-704, 2012.

RIBEIRO, P.A.P.; LOGATO, P.V.R.; PAULA, D.A. de J.; COSTA, A.C.; MURGAS, L.D.S.; FREITAS, R.T. de F. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1331-1337, 2008.

RIBEIRO, G. B. (2019). Tilápia do Nilo sob diferentes desafios sanitários com suplementação probiótica. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, 2009.

RIBEIRO, P. A. P. et al. Parâmetros metabólicos de pacus alimentados com diferentes fontes de óleo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1035-1042, 2013.

RIMM, E.B.; APPEL, L.J.; CHIUVE, S.E.; DJOUSSÉ, L.; ENGLER, M.B.; KRIS-ETHERTON, P.M.; MOZA\_ARIAN, D.; SISCOVICK, D.S.; LICHTENSTEIN, A.H. Seafood long-chain n- polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: A science advisory from the American Heart Association. *Circulation*, 138, 35–47, 2018.

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

ROMBENSO, A.N.; TRUSHENSKI, J.T.; SCHWARZ, M.H. Fish oil replacement in feeds for juvenile Florida pompano: composition of alternative lipid influences degree of tissue fatty acid profile distortion. *Aquaculture*, v. 458, p.177–186, 2016.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal, SP: Editora Funep, p.676, 2014.

SALES RO, MAIA EL. Chemical composition and lipids classes of the freshwater fish tilapia do Nilo, *Oreochomis niloticus*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 6, n. 2, p. 17-30, 2012.

SÁNCHEZ- MUROS , M.J.; GARCÍA-REJÓN, L.; LUPI ÀÑEZ , J.A.; LA HIGUEIRA, m. de. Long-term nutritional effects on the primary liver and kidney metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). II. Adaptive response of glucose 6-phosphate

dehydrogenase activity to high-carbohydrate/ low-protein and high-fat/non-carbohydrate diets. **Aquaculture Nutrition**, v.2, p.193-200, 1996

SANTOS LES, BORTOLOZO EAFQ. Ingestão De Ômega 3: Considerações sobre Potenciais Benefícios no Metabolismo Lipídico. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng, v. 14, n. 2, p. 161-170, 2008.

SANTOS, V.B.; FREITAS, R.T.F.; SILVA, F.F. et al. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1486-1492, 2006.

SANTOS, A. I.; NGUYEN, N. H.; PONZONI, R. W.; YEE, H. Y.; HAMZAH, A.; RIBEIRO, R. P. Growth and survival rate of three genetic groups fed 28% and 34% protein diets. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 45, n. 2, p. 353-361, 2014.

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

SANTOS, L. D., FURUYA, W. M., SILVA, L. C. R., MATSUSHITA, M., & CASTRO SILVA, T. S. (2011). Dietary conjugated linoleic acid (CLA) for finishing Nile tilapia. *Aquaculture Nutrition*, 17, 70- 81.

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

SARGENT, J.R.; TOCHER, D.; BELL, J. G. The lipids. Pages 181-257. In J.E. Halver, and R.W. Hardy, **Fish nutrition**. Academic Press, Amsterdam, AM, The Netherlands, 2002.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.

SAWADA, N.; INOUE, M.; IWASAKI, M.; SASAZUKI, S.; SHIMAZU, T.; YAMAJI, T.; TAKACHI, R.; TANAKA, Y.; MIZOKAMI, M.; TSUGANE, S.; JAPAN PUBLIC HEALTH CENTER-BASED. Consumption of n-3 fatty acid and fish reduces risk of hepatocellular carcinoma. **Gastroenterology**, v. 142, p. 1468-1475, 2012.

SCHWAB U., et al. Effect of the amount and type of dietary fat on cardiometabolic risk factors and risk of developing type 2 diabetes, cardiovascular diseases, and cancer: a systematic review. *Food Nutr. Res.* 58, 25145, 2014.

SCHWINGSHACKL, L., CHRISTOPH, M., & HOFFMANN, G. Effects of olive oil on markers of inflammation and endothelial function—a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 7, n.9, p. 7651-7675, 2015.

SILVA, B. C., SANTOS, H. M. C., MONTANHER, P. F., BOEING, J. S., ALMEIDA, V. C., & VISENTAINER, J. V. Incorporation of Omega-3 fatty acids in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed chia (*Chia hispanica* L.) bran. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 1, p. 429- 437, 2014.

SILVA, A. C. C. et al. Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileiras. **Revista Conexão Ciência I**, v. 11, n. 2, p. 133-144, 2016.

SILVA JUNIOR, R. F. D., PESSOA, W. V. N., FARIAS, J. L., COSTA-BOMFIM, C. N., TESSER, M. B., DRUZIAN, J. I. & CAVALLI, R. O. Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para beijupirá (*Rachycentron canadum*). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, n.4, p.980-987, 2011.

SILVA, J. W. B. *Tilápias: biologia e cultivo. Evolução, situação atual e perspectivas da tilapicultura no Nordeste Brasileiro*. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 326 p.

SILVA, B. C., SANTOS, H. M. C., MONTANHER, P. F., BOEING, J. S., ALMEIDA, V. C., & VISENTAINER, J. V. Incorporation of Omega-3 fatty acids in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed chia (*Chia hispanica* L.) bran. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 1, p. 429- 437, 2014.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p. 365–379, 2002.

SOARES, K. M. D. P. & GONÇALVES, A. A. Seafood quality and safety. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n.1, p. 1-10, 2012.

SOHN, J. H.; OHSHIMA, T. Control of lipid oxidation and meat color deterioration in skipjack tuna muscle during ice storage. **Fish Science**, v.76, n.4, p.703–710, 2010.

STEFFENS, W. Aquaculture produces wholesome food: cultured fish as a valuable source of n-3 fatty acids. **Aquac Int**, v. 24, n. 3, p. 787–802, 2015.

SOUSA, A.B.D., JUNIOR, S., DE OLIVEIRA, O., VISENTAINER, J.V., ALMEIDA, N.M.D. Total lipid nutritional quality of the adipose tissue from the orbital cavity in Nile tilapia from continental aquaculture. *Acta Scientiarum Animal Sci.* 39, 335–341, 2017.

TACO- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos- TACO, 4ª Edição. NEPA. Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, 2011.

TAREEN, S., ADRIAENS, M., ARTS, I., DE KOK, T., VINK, R., ROUMANS, N., ... & KUTMON, M. Profiling cellular processes in adipose tissue during weight loss using time series gene expression. **Genes**, v. 9, n. 11, p. 525, 2018.

TAVARES, M.; GONÇALVES, A. A. Aspectos Físicos- Químicos do Pescado. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**, ed. Atheneu, cap. 1.2, p. 10-13, 2011.

TEOH C-Y, NG W-K. The implications of substituting dietary fish oil with vegetable oils on the growth performance, fillet fatty acid profile and modulation of the fatty acid

elongase, desaturase and oxidation activities of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.* **Aquaculture**, v. 465, p.311–322, 2016.

TOCHER, D.R.; DICK, J.R.; MACGLAUGHLIN, P.; BELL, J. G. Effect of diets enriched in D6 desaturated fatty acids (18:3n-6 and 18:4n-3), on growth, fatty acid composition and highly unsaturated fatty acid synthesis in two populations of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology B* 144: 245–253, 2006.

TOCHER, D.R., 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish.

TOMATA, Y.; LARSSON, S.C.; HÄGG, S. Polyunsaturated fatty acids and risk of Alzheimer's disease: A Mendelian randomization study. *Eur. J. Nutr.* **2020**, 59, 1763–1766.

TONIAL, I. B., BRAVO, C. E. C., SOUZA, N. E., MATSUSHITA, M., FURUYA, W. M., & VISENTAINER, J. V. Qualidade nutricional dos lipídios de tilápias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração suplementada com óleo de soja. Nutritional quality of lipids tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with supplemented diets with soybean oil. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n.1, p. 103-112, 2012.

TRONDSSEN T, SCHOLDERER J, LUND E, EGGEN AE. Perceived barriers to consumption of fish among Norwegian women. *Appetite*. v.41, n. 3, p.301-14, 2003.

TSEGAY, T.; NATARAJAN, P.; ZELEALEM, T. Analysis of Diet and Biochemical Composition of Nile Tilapia (*O. niloticus*) from Tekeze Reservoir and Lake Hashenge, Ethiopia. **J Fisheries Livest Prod**, v. 4, n. 172, p. 2, 2016.

TSUJII, KM (2018). Desempenho produtivo, perfil de ácidos graxos e qualidade da carne da tilápia do nilo alimentada com dieta suplementada com óleo de soja ou de linhaça. Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa - Área de Concentração: Produção Animal.

TURCHINI, G. M.; MENTASTI, T.; CAPRINO, F.; PANSERI, S.; MORETTI, V.M.; VALFRE, F. Effects of dietary lipid sources on flavour volatile compounds of brown trout (*Salmo trutta* L.) fillet. *Journal of Applied Ichthyology* 20: 71–75, 2005.

TURCHINI, G. M., TORSTENSEN, B. E., & NG, W. K. Fish oil replacement in finfish nutrition. **Reviews in Aquaculture**, 1, 10–57, 2009.

TURCHINI, G.M., FRANCIS, D.S., SENADHEERA, S.P.S.D., THANUTHONG, T. AND DE SILVA, S.S. Fish oil replacement with different vegetable oils in Murray cod: Evidence of an “omega-3 sparing effect” by other dietary fatty acids. **Aquaculture**, v. 315, p. 250-259, 2011.

TURCHINI, G.M.; HERMON, K.; CLEVELAND, B.J.; EMERY, J.A.; RANKIN, T.; FRANCIS, D. S. Seven fish oil substitutes over a rainbow trout grow-out cycle: I) effects on performance and fatty acid metabolism. **Aquac Nutr**, v. 19, p. 82–94, 2013.

TWIBELL, R. G., GANNAM, A. L., HYDE, N. M., HOLMES, J. S., & POOLE, J. B. Effects of fish meal and fish oil-free diets on growth responses and fatty acid composition of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). **Aquaculture**, v. 360–361, p. 69–77, 2012.

USDA. 2005. Nutrient Data Laboratory. USDA-nutrient data home.(Last updated:18 November, 2005) [http://fnic.nal.usda.gov/nal\\_display/index.php?info\\_center=4&tax\\_level=2&tax\\_subject=279&topic\\_id=1387](http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=2&tax_subject=279&topic_id=1387). Acesso em 09 de jul de 2021.

VIANA, D. E.L, DANTAS, M. M., & DA SILVA MENEZES, M. E. Ácidos graxos das séries ômega-3 e ômega-6 e sua utilização no tratamento de doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 5, n. 2, p. 65-83, 2016.

VICENTE, I. S.T.; ELIAS, F.; FONSECA-ALVES, C. E. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014.

VIII, P. et al. Biochemical, textural, microbiological and sensory attributes of gutted and ungutted sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) stored in ice. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 6, p. 3312–3321, 2015.

WAITZBERG, D. L., & TORRINHAS, R. S. (2009). Fish oil lipid emulsions and immune response: what clinicians need to know. **Nutrition in clinical practice**, v. 24, n.4, p. 487-499, 2009.

WALL, R., ROSS, R. P., FITZGERALD, G. F., & STANTON, C. Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutrition reviews*, v. 68, n. 5, p. 280-289, 2010.

WALL, R., ROSS, R. P., FITZGERALD, G. F., & STANTON, C. Fatty acids from fish: WANG D.; ZHANG, M.; DENG, S.; XU, W.; LIU, Y.; GENG, Z.; SUN, C.; BIAN, H.; LIU, F. Postmortem changes in actomyosin dissociation, myofibril fragmentation and endogenous enzyme activities of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) muscle. **Food Chemical**, v.197, p.340–344, 2016.

WANG, M.; LU, M. Tilapia polyculture: a global review. *Aquaculture Research*, p.1-12, 2015.

WANG, P.; CAI, J.; NI, J.; ZHANG, J.; TANG, W.; ZHANG, C. The NCAN gene: schizophrenia susceptibility and cognitive dysfunction. *Neuropsychiatr Dis Treat* 12:2875–2883, 2016.

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

WEISS, D.; WARDROP, K. Schalm's veterinary hematology. Ames:Blackwell Publishing, p.1232, 2010.

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

WOJCIAK, K.M.; DOLATOWSKI, Z.J. Oxidative stability of fermented meat products. **Acta Sci. Pol. Technol. Aliment**, v. 11, p. 99-109, 2012.

WU, D; SUN, D-W. Colour measurements by computer vision for food quality control - A review. **Trends in Food Science & Technology**. V. 29, p. 5–20, 2013.

WU, H.; XU, L.; BALLANTYNE, C.M. Dietary and pharmacological fatty acids and cardiovascular health. **J. Clin.Endocrinol. Metab**. v. 105, 1030–1045, 2020.

XU, F. et al. Efeitos dos ácidos graxos ômega-3 na síndrome metabólica em pacientes com esquizofrenia: um ensaio randomizado controlado com placebo de 12 semanas. **Psychopharmacology** , v. 236, n. 4, pág. 1273-1279, 2019.

YAEGHOobi, R.; ROSHANFEKR, H.; MAMOOEE, M.; FAYAZI, J.; ASHAYERIZADH, A.; BOJARPOUR, M.; BEIGI NASIRI, M. T. Genotype by environmental interactions for milk and fat production across western provinces of Iran. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, n.11, p. 2110-2114, 2009.

YARNPAKDEE, S.; BENJAKUL, S.; PENJAMRAS, P.; KRISTINSSON, G. H. Chemical compositions and muddy flavour/odour of protein hydrolysate from Nile tilapia and broadhead catfish mince and protein isolate. **Food Chemistry**, v.142, p.210–216, 2014.

YONEYAMA, Y.; YONEMORI, Y.; MURATA, M.; OHNUKI, H.; HIBI, K.; HAYASHI, T.; REN, H.; ENDO, H. Wireless biosensor system for real-time cholesterol monitoring in fish “Nile tilapia”. **Talanta**, v.80, p.909-915, 2009.

YUE, K.; SHEN, Y. Uma visão geral das tecnologias disruptivas para a aquicultura. **Aquaculture and Fisheries**, 2021.

YUNES, J. F. F. et al. Perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de mortadela elaborada com óleos vegetais. **Ciência Rural**, v. 43, p. 924-929, 2013.

ZANQUI, A. B., BARILLI, D. J., RIBEIRO, S. A. O., FEIDEN, A., BOSCOLO, W. R., GOMES, S. T. M., & MATSUSHITA, M. Incorporação de Ácido Alfa-linolênico (18:3n-3) em Surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 2017-2025, 2015.

ZANQUI, A. B., MARUYAMA, S. A., BARILLI, D. J., RIBEIRO, S. A. O., GOMES, S. T. M., VISENTAINER, J. V., SOUZA, N. E., BOSCOLO, W. R., & MATSUSHITA, M. Incorporation of conjugated linoleic and alpha linolenic fatty acids into *Pimodolus maculatus* fillets. **Food Science and Technology**, v. 33, n.3, p. 532-40, 2013.

ZÁRATE, R., EL JABER-VAZDEKIS, N., TEJERA, N., PÉREZ, J.A. AND RODRÍGUEZ, C. Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health. **Clinical and translational medicine**, v. 6, n. 1, p.25, 2017.

ZHANG, W.; SUN, S.; GE, X.; ZHU, J.; MIAO, L.; LIN, YAN.; SU, Y.; LIANG, H.; PAN, W.; YU, H.; HUANG, X.; JI, K. Effects of dietary lipid sources on growth performance, fatty acid composition and hepatic lipid metabolism of juvenile blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. **Aquaculture Nutrition**, p. 1–12, 2018.

ZHOU, Y.; TAO, X.; WANG, Z.; FENG, L.; WANG, L.; LIU, X.; PAN, R.; LIAO, Y.; CHANG, Q. Hippocampus metabolic disturbance and autophagy deficiency in olfactory bulbectomized rats and the modulatory effect of fluoxetine. *Int. J. Mol. Sci.* **2019**, 20, 4282.

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 15-21, 1999.

ZWICKEY, H., HORGAN, A., HANES, D., SCHIFFKE, H., MOORE, A., WAHBEH, H., ... & PURNELL, J. Q. Effect of the Anti-Inflammatory Diet in People with Diabetes and Pre-Diabetes: A Randomized Controlled Feeding Study. **Journal of restorative medicine**, v.8, n.1, 2019.

## CAPÍTULO 2- CARACTERIZAÇÃO DO FILÉ E ÍNDICES NUTRICIONAIS LIPÍDICOS DE VARIEDADES DE TILÁPIA DO NILO

### RESUMO

O consumo de peixes é uma prática saudável devido as suas propriedades nutricionais favoráveis como alimento para o consumo humano. O objetivo deste estudo foi avaliar as características morfométricas, rendimento de carcaça, qualidade do filé e índices nutricionais de qualidade lipídica de variedades de tilápias do Nilo que foram: UFLA Vermelha, grupo genético I, UFLA e grupo genético II cultivadas em sistema de recirculação fechada. Além disso, foram avaliados quatro índices nutricionais de qualidade lipídica, a saber: a razão de ácidos graxos poli-insaturados/saturados (PUFA/SFA), índice de aterogenicidade (IA), índice de trombogenicidade (IT) e razão hipocolesterolêmica/hipercolesterolêmica (H/H). As variedades diferiram entre as características morfométricas ( $P < 0,05$ ), a variedade UFLA Vermelha apresentaram maiores medidas morfométricas. O peso absoluto de filé não diferiu entre as variedades ( $P > 0,05$ ), porém houve diferença entre os rendimentos de filé ( $P < 0,05$ ). A variedade UFLA apresentou maior rendimento de filé (32,72%), seguido da UFLA Vermelha (30,43%), Grupo Genético II (30,30%) e Grupo Genético I (29,84%). A UFLA apresentou maior porcentagem de gordura visceral (2,36%). Contudo, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) quanto a coloração dos filés das variedades. A atividade de água dos filés apresentou valores superiores a 0,90, sendo considerados alimentos de fácil deterioração, e diferiu entre as variedades, sendo a variedade UFLA com maior atividade de água, 0,97. Os resultados do pH dos filés diferiram entre as variedades ( $p < 0,005$ ), o valor médio observado foi de 5,93. A composição centesimal das variedades de tilápia do Nilo estão de acordo com os teores para a composição do pescado. O lipídios dos filés das variedades foram caracterizados por um teor maior de ácidos graxos saturados monoinsaturados MUFA (35,25%). Os poli-insaturados mais abundantes foram o ácido linoleico (C18:2 n6), ácido araquidônico (C20:4 n6), ácido linolênico (C18:3 n3) e o ácido eicosapentaenóico (EPA). As razões de PUFA/SFA dos Grupos genéticos de tilápia foram acima de 0,45. Os valores observados no presente estudo para IA foram de 0,14; 0,17; 0,26; 0,12, para IT foram 0,06; 0,08; 0,25; 0,05 e H/H 16,08; 10,97; 3,24 e 14,13 para as variedades, UFLA Vermelha, Grupo Genético I, UFLA e Grupo Genético II, respectivamente. Os resultados indicaram que existem diferenças entre as variedades de tilápias do Nilo quanto a forma do corpo, rendimentos corporais, pH e atividade de água. Dentre as variedades, a UFLA, apresenta características de conformação desejáveis e maior rendimento de filé. Contudo, todos os filés das variedades de tilápias do Nilo avaliados no presente estudo mostraram-se excelentes fontes de proteína, ácidos graxos e índices nutricionais de qualidade lipídica desejáveis, sugerindo que o consumo dessas variedades pode ser considerado benéfico para a saúde humana.

**Palavras-chave:** qualidade de carne, ômega 3, *Oreochromis niloticus*



## 1. INTRODUÇÃO

A carne de peixes é uma importante fonte de proteínas e lipídios, sendo um alimento de fácil digestão e alto valor biológico por conter aminoácidos essenciais, além de possuir ampla gama de micronutrientes como vitaminas, minerais e ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) da série ômega 3 (FAO, 2012; RAYMOND et al., 2020). É pobre em gorduras saturadas, carboidratos e colesterol, se tornando um alimento de qualidade inquestionável e benéfico à saúde do consumidor (DUARTE, 2017; ACHOURI et al., 2018; GONÇALVES et al., 2020).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe mais comum na aquicultura, devido seus atributos de produção e qualidade da carne (GRÍGIO et al., 2020). Possui características atrativas como carne de textura firme, sabor suave e ausência de espinhos intramusculares, o que facilita a filetagem (VIEIRA FILHO, 2017; SALES; MAIA, 2012), sendo amplamente aceita pelos consumidores e utilizada em diversos preparos gastronômicos (DUAN et al., 2011).

As medidas morfométricas são técnicas utilizadas na piscicultura para avaliar o rendimento corporal, contribuem para a descrição da forma do corpo do peixe, que apresenta variação de acordo com a espécie, a prática do filetagem, a metodologia utilizada (BOSWORTH et al., 2001) e influencia o rendimento e o peso do peixe (CIBERT et al., 1999). Tendo em vista que essas medidas morfométricas influenciam o rendimento de filé, que é o principal produto obtido do processamento de tilápia, o conhecimento da forma do corpo de diferentes variedades se torna importante para melhor aproveitamento de filé.

O conhecimento da composição corporal dos peixes é necessário para estimular o aumento do seu consumo para que possa, no país, competir com outras fontes proteicas amplamente utilizadas, como as carnes bovina, suína e de aves (BRITTO et al., 2014). Além disso, conhecer a sua composição centesimal é importante, sobretudo nos processos de conservação e elaboração de derivados e de subprodutos (SANTOS et al., 2001; BURKET et al., 2008). Do mesmo modo, o conhecimento do rendimento de carcaça (LANARI et al., 1999), torna-se necessário para indicar a eficiência do processo de industrialização, para subsidiar novas pesquisas e para possibilitar a seleção de equipamentos que levem a melhorias tecnológicas no processamento.

Além da composição corporal, o conteúdo de ácidos graxos dos peixes de água doce tem sido considerado um tópico importante entre os profissionais da saúde humana

(GINSBERG et al., 2015; NEFF et al., 2014; MOHAMED et al., 2016). A composição corporal e de ácidos graxos, é extremamente variável entre espécies e estão associadas à temperatura, sazonalidade, idade, tamanho, ciclo reprodutivo, salinidade, selvagem ou cultivado peixe, habitat e sexo do peixe (HENDERSON;TOCHER, 1987). Contudo, essas diferenças são atribuídas principalmente a diferenças na alimentação, tipos e disponibilidade dos alimentos (JONSSON JONSSON, 2014).

Os peixes são a principal fonte de ácidos graxos, é importante que se conheça a composição de ácidos graxos, pois a concentração de ômega 3 em espécies variadas de peixes não é similar (SCHERR et al., 2015). E além do conteúdo de ácidos graxos, é necessário o conhecimento da razão entre os ácidos graxos poli-insaturados ômega3/ômega6. Atualmente, indicadores nutricionais têm sido usados para caracterizar a qualidade nutricional do conteúdo lipídicos em peixes, estabelecendo uma relação adequada e, que contribuem para diminuir os riscos de doenças cardiovasculares. Os indicadores nutricionais mais utilizados são: a razão entre ômega3/ômega6 (RODRIGUES et al., 2020), índice de aterogenicidade (IA), índice de trombogenicidade (IT) e razão hipocolesterolêmica/hipercolesterolêmica (H/H) (FERNANDES et al., 2014; MEMON et al., 2011; REBOLÉ et al., 2015).

Atualmente, há interesse do setor de piscicultura comercial em expandir a criação de peixes, principalmente da tilápia do Nilo. Para as empresas que atuam neste segmento, a obtenção de informações referente à morfometria e ao rendimento de produtos gerados a partir do processamento de diferentes espécies de peixes é de extrema importância (CARNEIRO et. al., 2004). A determinação da qualidade nutricional dos peixes e dos grupos genéticos permite caracterizar o produto final, fornece subsídios para as indústrias de processamento e aos piscicultores, que podem estimar seu custo de produção (MACEDO-VIÉGAS e SOUZA, 2004).

Existem muitos estudos referentes à morfometria, à composição centesimal, e ao rendimento, entretanto, são poucos estudos, que tratam da qualidade da carne de variedades de tilápia (KAYAN et al., 2015; MOHAMED et al., 2016), e qualidade nutricional dos lipídios de peixes de água doce no Brasil, havendo poucos dados que permitem comparar as espécies.

Diante desse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar as características morfométricas, rendimento de carcaça, qualidade do filé e índices nutricionais de qualidade lipídica de variedades de tilápias do Nilo, a saber: UFLA, UFLA Vermelha, Grupo genético I e Grupo genético II.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brasil, sob protocolo nº 069/19. A pesquisa foi conduzida no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia, na Planta Piloto de Processamento de Pescado, no Laboratório de Análises Avançadas do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) e na Central de Análise e Prospecção Química (CAPQ) do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (MG).

### 2.1 Animais experimentais

Neste estudo foram utilizados 40 machos de tilápias do Nilo (*O. niloticus*) de quatro variedades (FIGURA 1), dez animais de cada, provenientes e mantidas no Setor de Piscicultura da Estação de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA, localizada na região no sul de Minas Gerais. Os animais amostrados permaneceram em sistema de recirculação fechada, temperatura ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ), durante um período de 6 meses.

- UFLA Vermelha: variedade de tilápia vermelha híbrida;
- Grupo genético I: variedade comercial melhorado derivado da Genefort ;
- UFLA: variedade UFLA foi originada na Universidade Federal de Lavras a partir da década de 70 (ALLAMAN et al., 2013).
- Grupo genético II: variedade comercial melhorado derivado de GIFT

Figura 1- Exemplos das variedades de tilápia do Nilo



Fonte: Da autora (2021)

## 2.2 Dieta

Durante seis meses, os exemplares de tilápia do Nilo foram alimentados com dieta comercial contendo 32% de proteína bruta e perfil lipídico, conforme apontado na Tabela 1. Os peixes eram alimentados duas vezes ao dia *ad libitum* às 8:00 e às 14:00 horas.

Tabela 1- Composição centesimal da ração comercial utilizada na alimentação dos grupos genéticos de tilápias do Nilo.

Ração	UM	PB	EE	MF	MM	Ca	P
Informação do rótulo	12%	32%	60g/kg	45g/kg	120g/kg	20g/kg	6g/kg
	%Máx	%Mín	%Mín	%Máx	Máx	%Máx	%Mín
Análise laboratorial	10,10%	26,54%	3,47%	-	81,85g/kg	-	-

Composição básica: Milho grão; milho germinado; farelo de glúten de milho; milho integral moído; farelo de soja; óleo de soja degomado; farelo de trigo; farinha de carne e ossos; farinha de sangue; farinha de penas hidrolisadas; cloreto de sódio (sal comum) (min) 2.800mg/kg; propionato de cálcio; sulfato de ferro (min) 30mg/kg; sulfato de cobre (min)5mg/kg; monóxido de manganês (min) 30mg/kg; óxido de zinco (min) 60mg/kg; iodato de cálcio (min) 1mg/kg; sulfato de cobalto (min) 0,10mg/kg; selenito de sódio (min) 0,30 mg/kg; vitamina A (min) 15.600mg/kg; vitamina D3 (min) 3.120 UI/kg; vitamina E (min) 65 UI/Kg; vitamina K3 (min) 6,5mg/kg; vitamina B1 (min) 13mg/kg; vitamina B2 (min) 26 mg/kg; niacina (min) 130mg/kg; ácido pantotênico (min) 65mg/kg; vitamina B6 (min) 13mg/kg; ácido fólico (min) 5,2mg/kg; biotina (min) 0,30mg/kg; vitamina B12 (min) 52mg/kg; vitamina C (min) 350mg/kg; cloreto de colina (min) 480mg/kg; metionina (min) 6,5 mg/kg; lisina(min) 17g/kg.

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 2- Perfil lipídico da ração comercial utilizada na alimentação dos grupos genéticos de tilápia do Nilo.

Ácidos graxos	Ração comercial (32%)
<b>Saturados (AGS)</b>	
Láurico (C12:0)	0,85
Mirístico (C14:0)	1,73
Petadecanóico (C15:0)	0,52
Palmítico (C16:0)	0,01
Heptadecanóico (C17:0)	1,22
Esteárico (C18:0)	ND
Beénico (C22:0)	ND
$\Sigma$ AGS	4,35
<b>Monoinsaturados (AGM)</b>	
Palmitoléico (C16:1)	21,78
Oléico (C18:1 n9c)	8,30
Erúico (C22:1n9)	0,24
Nervônico (C24:1n9)	ND
$\Sigma$ AGM	30,32

Poliinsaturado (AGP)	
$\gamma$ - Linolênico (C18:3n6)	30,21
$\alpha$ - Linolênico (C18:3n3)	0,49
Eicosapentaenóico (C20:5n3)	0,22
Docosahexaenóico (C22:6n3)	ND
$\Sigma$ AGP	30,936
$\Sigma$ ácidos graxos totais	
ômega 6	30,21
ômega 3	0,80
n6/n3	37,72
n3/n6	0,02

\*ND- Não detectado

Fonte: Da autora (2021).

### 2.3 Delineamento experimental e Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 10 repetições, totalizando 40 unidades experimentais. A medição da cor instrumental foi realizada em cada unidade experimental, sendo a leitura feita em dois pontos na parte externa do filé e duas leituras na parte interna. As leituras de pH e atividade de água foram realizadas em triplicata, bem como as análises químicas (umidade, proteína, cinzas e lipídios). Para análise do perfil lipídico foram utilizadas amostras de 6 exemplares da variedade UFLA Vermelha, 5 do Grupo Genético I, 4 da UFLA e 6 do Grupo Genético II, totalizando 21 unidades experimentais.

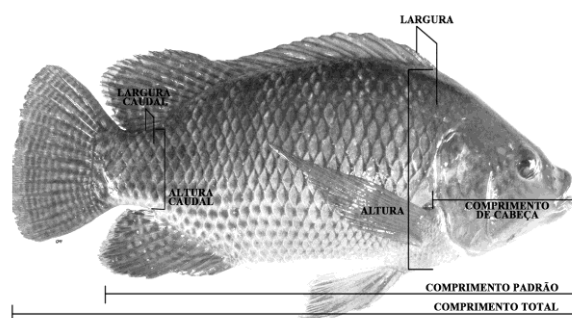
Os dados de medidas morfométricas; rendimentos corporais; características físicas, físico-químicas e químicas do filé foram submetidos à análise de variância, Quando significativo ( $p < 0,05$ ) os dados de medidas morfométricas foram comparadas pelo teste de SNK e os rendimentos corporais, características físicas, físico-químicas e químicas do filé foram comparados pelo teste Tukey. Na análise estatística, utilizou-se o programa estatístico SAS (Statistic Analyses System, 2004). O nível de significância foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

### 2.4 Metodologias analíticas

#### 2.4.1 Características morfométricas

No Laboratório de Tecnologia de Pescado, localizado no setor de piscicultura da UFLA, após os 06 meses de criação, os peixes foram pesados e em seguida foram realizadas as medidas morfométricas dos animais (FIGURA 2).

Figura 2 -Medidas corporais utilizadas no programa de melhoramento genético de tilápias do Nilo da Universidade Estadual de Maringá (UEM)



Fonte: Marengoni et al. (2015)

Foram realizadas as seguintes medidas: comprimento total (CT), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o término da nadadeira caudal; comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal); altura do corpo (LC), medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsais; largura do corpo (LC), tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal; comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo; altura da cabeça (AC). O comprimento total e padrão foram medidos através de um ictiômetro e as demais medidas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro graduado em milímetros (mm).

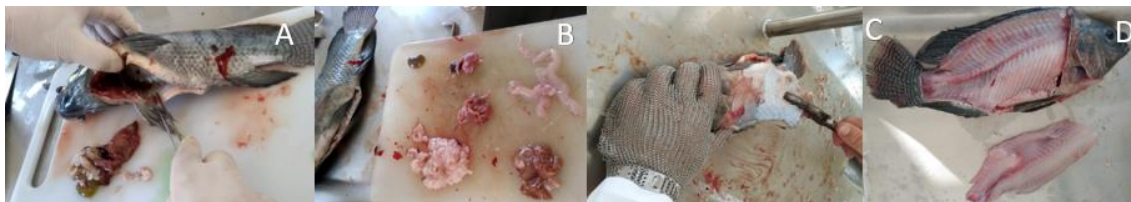
#### 2.4.2 Rendimentos corporais

Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 24 horas antes da despesca, realizado com o propósito de permitir a limpeza do trato gastrointestinal, reduzir a demanda por oxigênio e a produção de dejetos (LINES & SPENCE, 2012), minimizando os riscos de contaminação durante o abate.

Após a obtenção das medidas morfométricas, os peixes foram pesados, insensibilizados pela secção da medula, o onde é feito um corte da medula com a introdução de uma faca de açougue afiada na posição de 30 graus no opérculo. Após essa

insensibilização o peixe foi submetido à sangria (PEDRAZZANI et al., 2009). Posteriormente foram retiradas as vísceras (separação do fígado, gônada, gordura visceral), pele (com escamas), filetagem, retirada da cabeça (seccionada do corpo na altura da junção com a coluna vertebral, incluindo brânquias), nadadeiras (peitoral, dorsal, caudal e anal), com o auxílio de serra fita (FIGURA 3).

Figura 3- Etapas da retirada das vísceras, pele e filé das variedades de tilápia do Nilo.



A- Retirada das vísceras; B- separação do fígado, gônada, fígado; C- Retirada da pele com auxílio de alicate; D- Filé retirado.

Fonte: Da autora (2021).

Para obtenção das características da carcaça utilizaram-se as equações descritas a seguir: peso vivo ao abate em jejum, peso da carcaça (peso vivo – nadadeiras, pele, vísceras, cabeça, filé), rendimento de carcaça (coluna vertebral e costelas), e os demais rendimentos (%), a saber: cabeça, nadadeira, pele, fígado, gônada, gordura visceral, índice hepatossomático (%)  $(\text{peso do fígado} \div \text{peso do peixe}) \times 100$  e gonadossomático (%)  $(\text{peso gonada} \div \text{peso do peixe}) \times 100$ , foram obtidos por meio da divisão dos seus respectivos pesos pelo peso vivo ao abate e o resultado multiplicado por 100. Após a filetagem os filés foram identificados e congelados (freezer modelo GTPC – 575, Gelopar, Chapada Araucária, PR, Brasil) à  $-18^{\circ}\text{C}$  individualmente para análises posteriores.

Sugiro você colocar aqui um esquema com setas da ordem do que foi feito, para facilitar o entendimento da metodologia.

#### **2.4.3 Caracterização física, físico-química e química dos filés das variedades de tilápia do Nilo.**

As amostras de filé de tilápia foram descongeladas em temperatura ambiente, as análises foram realizadas quando as amostras estavam completamente descongeladas.

### **2.4.3.1 Caracterização física dos filés das variedades de tilápia**

#### **2.4.3.1.1 Medição da cor instrumental**

As amostras de filé de tilápia foram avaliadas internamente e externamente, com colorímetro Nix Color Sensor Pro (NPRO; Nix Sensor, Ltd, Burlington, Ontário, Canadá), por meio do sistema de cores CIELab, definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), em que: I)  $L^*$  mede a luminosidade, e varia de 0 a 100, para superfícies perfeitamente brancas o valor observado é 100 e de 0 a 49, superfícies pretas. II)  $a^*$  mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); e III)  $b^*$  mede a intensidade de amarelo (+) e azul (-) (OLIVEIRA et al., 2019). A luminosidade refletida da amostra foi medida através do valor de  $L^*$  em uma escala de 0 a 100, sendo o zero o preto e o 100, o branco. As variações de tonalidade entre (+) vermelho/verde (-) e (+) amarelo/azul(-), chroma ( $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ ) e ângulo Hue ( $H^* = \arctang(b^*/a^*)$ ) (RAMOS e GOMIDE, 2017) foram medidas respectivamente pelos valores de  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  e  $H^\circ$ .

#### **2.4.3.2 Caracterização físico-química dos filés das variedades de tilápia do Nilo**

Para a caracterização físico-química dos filés das diferentes variedades de tilápia do Nilo, foram realizadas as análises de atividade de água e pH. A determinação da atividade de água foi realizada, utilizando 10 g de amostra com temperatura padronizada de  $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e submetidas ao aparelho Aqualab® (modelo 4 TE, Barueri, SP, Brasil). Já os valores de pH dos produtos foram determinados pela inserção de um eletrodo de penetração, acoplado a um pH metro digital (modelo HI 99163, Hanna Instruments, Barueri, SP, Brasil).

#### **2.4.3.3 Composição centesimal dos filés das variedades de tilápia do Nilo**

As análises de composição centesimal da ração e do filé dos peixes foram realizadas no Laboratório de Qualidade e Processamento de Pescados no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.



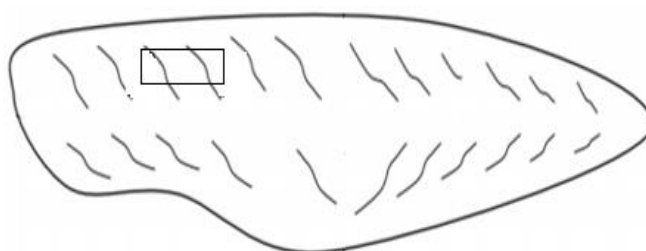
Para a composição centesimal das rações e dos filés, foram realizadas as análises de umidade (método n° 967.08), lipídios (método n° 2003.06), cinzas (método n° 942.05) e proteína (método n° 988.05), de acordo com as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012).

Os conteúdos de umidade e cinzas foram determinados pelos métodos gravimétricos de secagem em estufa a 105°C, e por incineração da amostra, previamente carbonizada em mufla a 550°C, respectivamente. O teor de lipídios foi determinado por extração com éter etílico em aparelho Soxhlet. O conteúdo de proteína foi estimado por meio do método Kjeldahl, usando um fator de conversão de nitrogênio de 6,25.

#### 2.4.3.4 Perfil de ácidos graxos

Para extração de lipídios e posterior análise do perfil de ácidos graxos, foram retiradas amostras da parte do músculo branco do lado esquerdo de cada animal (FIGURA 4).

Figura 4 – Corte da região do dorso do filé do lado esquerdo.



Fonte: Adaptado de Casas et al. (2006).

O perfil de ácidos graxos, a partir dos ésteres resultantes da esterificação das amostras de filé e ração, foi determinado no Centro de Análise e Prospecção Química (CAPQ) do Departamento de Química da UFLA. Os ácidos graxos foram extraídos seguindo a metodologia descrita por Folch, Lees e Sloaney (1957) e metilados segundo Metcalfe, Schmitz e Pelka (1966). Os ésteres metílicos resultantes do processo de esterificação foram submetidos à análise de cromatografia gasosa (CG) (CG – 2010 modelo, Shimadzu, Barueri, SP, Brasil), com detector de ionização em chama (FID – Flame Ionization Detector), utilizando-se coluna capilar Carbowax (30 m x 0,25 mm), com fase estacionária: nitrotereftálico, modificado por polietilenoglicol A identificação

dos compostos foi realizada através do tempo de retenção do padrão correspondente e da porcentagem em função da área dos compostos.

#### 2.4.3.5 Qualidade nutricional

A qualidade nutricional da porção lipídica nas amostras de filé foi determinada através da composição de ácidos graxos. A razão entre os ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados, foi calculada pela divisão entre o somatório desses ácidos graxos, conforme a equação 1. Os índices de aterogenicidade (IA) foram calculados conforme as equações 2 (ULBRICHTH e SOUTHGATE, 1991).

$$(PUFA/SFA) = \Sigma PUFA / \Sigma SFA \quad (\text{equação 1})$$

$$(IA) = C12:0 + [(4 \times C14:0) + C16:0] / (n-3PUFA + n-6PUFA + MUFA) \quad (\text{equação 2})$$

O IT foi calculado segundo a equação 3, sendo C14:0, C16:0 e C18:0, respectivamente, os ácidos mirístico, palmítico e esteárico.

$$(IT) = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0.5 \times \Sigma MUFA) + (0.5 \times \Sigma n-6 PUFA) + (3 \times \Sigma n-3 PUFA) + (n-3/n-6)] \quad (\text{equação 3})$$

A razão entre os ácidos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) foi calculada pela equação 4 (SANTOS-SILVA et al., 2002). C12:0, C14:0 e C16:0 são os ácidos láurico, mirístico e palmítico, respectivamente; AGMI representa a soma das concentrações de todos os ácidos graxos monoinsaturados; e AGPI a soma dos ácidos graxos poli-insaturados,  $\Sigma n-6$ ,  $\Sigma n-3$ , a soma dos ácidos graxos das séries ômega-6 e ômega-3, respectivamente.

$$(H/H) = (C18:1n9 + C18:2n6 + C20:4n6 + C22:6n3 + C18:3n3 + C20:5n3 + C22:5n3) / (C14:0 + C16:0) \quad (\text{equação 4})$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização morfométrica e de rendimentos corporais das variedades de tilápia do Nilo

As características morfométricas são parâmetros importantes para a industrialização do pescado, sendo indicativo da conformação do filé e percentual de subprodutos para os diferentes aproveitamentos. Os resultados das características morfométricas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Média das medidas morfométricas, peso e rendimento de filé de variedades de tilápias do Nilo.

Variáveis	Variedades				Média	CV (%)
	UFLA Vermelha	Grupo Genético I	UFLA	Grupo Genético II		
CT	28,07 <sup>a</sup>	24,92 <sup>d</sup>	25,60 <sup>c</sup>	26,61 <sup>b</sup>	26,30 ± 3,54	2,80
CP	22,31 <sup>a</sup>	19,32 <sup>d</sup>	20,17 <sup>c</sup>	20,82 <sup>b</sup>	20,65 ± 2,89	2,96
LC	4,26 <sup>a</sup>	3,52 <sup>c</sup>	3,89 <sup>b</sup>	3,99 <sup>b</sup>	3,92 ± 0,64	3,84
AL	8,25 <sup>a</sup>	7,10 <sup>d</sup>	7,48 <sup>c</sup>	7,80 <sup>b</sup>	7,66 ± 1,20	2,94
CC	7,53 <sup>a</sup>	6,46 <sup>c</sup>	6,85 <sup>b</sup>	7,02 <sup>b</sup>	6,96 ± 0,92	3,52
AC	6,71 <sup>a</sup>	5,71 <sup>c</sup>	5,81 <sup>c</sup>	6,30 <sup>b</sup>	6,13 ± 1,00	6,51
PF	138,10 <sup>a</sup>	83,10 <sup>d</sup>	114,50 <sup>c</sup>	129,30 <sup>b</sup>	116,25 ± 52,98	6,79
RF	30,43 <sup>b</sup>	29,84 <sup>b</sup>	32,72 <sup>a</sup>	30,30 <sup>b</sup>	30,82 ± 02,43	7,13

<sup>1</sup>CT- Comprimento Total (cm); CP- Comprimento Padrão (cm); LC- Largura do Corpo (cm); AL- Altura do Corpo (cm); CC- Comprimento da Cabeça (cm); AC- altura de cabeça (cm); PF- Peso do Filé (g); RF- Rendimento do Filé (%). Letras diferentes na mesma linha diferem (P<0,05) entre si pelo teste SNK; CV- coeficiente de variação.

Fonte: Da autora (2021).

As variedades diferiram quanto às características corporais (CT, CP, LC, AL, CC, AC). A variedade UFLA Vermelha apresentou maiores valores para todas as características de medidas morfométricas analisadas, apresentando melhor desempenho. Allaman et al. (2013), avaliando o crescimento morfológico das mesmas variedades do presente estudo, relataram que a UFLA apresentou maiores medições e desempenho, seguido pelo comercial, tailandesa e vermelha.

Diferenças morfométricas entre linhagens de tilápia também foram observadas por Marengoni et al. (2015), comparando 3 Grupos Genéticos de GIFT e a Saint Peter, sendo que todos os grupos GIFT apresentaram valores médios de características morfológicas superiores a Saint Peter.

Leonhardt et al. (2006), avaliando diferentes linhagens, tailandesa, local (Norte do Paraná) e o híbrido (cruzamento macho tailandesa x fêmea local), observaram diferença nas medidas corporais; a tilápia tailandesa apresentou a cabeça maior em comparação aos peixes locais e híbridos. Allaman et al. (2013), avaliando o crescimento e as medidas morfométricas de quatro linhagens (Tailandesa, UFLA, Vermelha, GIFT). Contudo os autores observaram que a variedade UFLA apresentou maiores medidas morfométricas, seguida das linhagens comerciais, tailandesa e vermelha. A variação morfológica dos organismos, pode refletir as adaptações ecológicas das espécies (MORAES, 2003), por isso diferenças na morfologia das espécies são observadas.

O filé é considerado parte nobre do pescado, sendo o corte mais aceito pelo consumidor (FERNANDES et al., 2010). O valor médio de rendimento de filetagem (30,82%) observado situa-se na média esperada, entre 27,0% e 36,0% (SOUZA et al. (2007). Segundo Souza et al. (2006) a maioria dos valores de rendimento de filé são inferiores a 40%, variam em função do método de filetagem, forma de decapitação, remoção da pele e nadadeiras.

Segundo Silva et al. (2016), o rendimento do filé é influenciado por diversos fatores, dentre eles o formato anatômico do peixe (relação cabeça/corpo), estrutura óssea, volume visceral e tamanho da cabeça (ROJAS-RUNJAIC et al., 2011). O tamanho e altura de cabeça são partes de baixo aproveitamento do peixe (ADAMES et al., 2014). Sendo a cabeça uma parte não utilizada de forma comestível, valores elevados dessas características podem proporcionar perdas no rendimento de filé (BOMBARDELLI et al., 2007). Sendo assim, animais que apresentam valores menores altura e comprimento cabeça, e maiores valores de largura corporal, proporcione maior rendimento de filé, pois essas características apresentam correlação negativa. As características de carcaça e filé são importantes para melhorar a eficiência da cadeia produtiva da espécie (FERNANDES et al., 2015).

As variações em rendimentos de filetagem do presente estudo (29,84% a 32,72%), além das diferenças nas características anatômicas das variedades, podem ter ocorrido em consequência da falta de padronização dos pesos das tilápias e aliado ao fator humano (destreza do filetador), os quais possivelmente, foram os principais condicionantes do rendimento final (DA SILVA et al., 2018), pois no presente estudo haviam dois filetadores. Os principais resíduos de pescado são a cabeça, escamas, pele, vísceras e carcaça (esqueleto com carne aderida), que podem representar entre 60 e 70% na produção de filé sem a pele (KUBITZA, 2006), e depende da espécie de peixe processada.

As porcentagens médias de resíduo para os diferentes grupos genéticos (Tabela 4) foram: 56,35% na UFLA Vermelha, 58,7% no Grupo Genético I, 56,26% na UFLA e 59,06% no Grupo Genético II, dentro do esperado para produção de filé sem pele. A porcentagem de resíduos está diretamente relacionada com a porcentagem de partes comestíveis, sendo desejado pela indústria valores menores de resíduos.

Tabela 4- Porcentagem média de carcaça, cabeça, nadadeira e pele de variedades de tilápia do Nilo.

Variáveis (%)	Variedades				Média	CV (%)
	UFLA Vermelha	Grupo Genético I	UFLA	Grupo Genético II		
Carcaça	15,02 <sup>a</sup>	14,64 <sup>a</sup>	15,60 <sup>a</sup>	16,57 <sup>a</sup>	15,46±1,88	11,20
Cabeça	30,28 <sup>a</sup>	30,99 <sup>a</sup>	27,83 <sup>a</sup>	29,09 <sup>a</sup>	29,55±2,85	9,11
Nadadeira	6,05 <sup>b</sup>	6,54 <sup>ab</sup>	6,54 <sup>ab</sup>	7,06 <sup>a</sup>	6,55±0,90	10,05
Pele	5,00 <sup>b</sup>	6,53 <sup>a</sup>	6,29 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>	6,04±0,96	12,95

\*Letras diferentes na mesma linha diferem (P<0,05) entre si pelo teste Tukey; CV coeficiente de variação.

Fonte: Da autora (2021).

As porcentagens de carcaça e cabeça não diferiram entre as variedades, contudo, observou-se diferença nas porcentagens de nadadeira e pele. Silva et al. (2009) não observaram diferença nas porcentagens de cabeça, nadadeira, pele de tilápia do Nilo em diferentes faixas de peso. Observou-se no presente estudo que a variedade UFLA Vermelha apresentou menores rendimento de nadadeira e pele, os quais estão relacionados com maior rendimento de filé. Entretanto, a variedade apresenta características anatômicas indesejáveis, como maiores valores para altura e comprimento de cabeça, as quais influenciam negativamente no rendimento de filé.

Tabela 5 apresenta o rendimento médio dos principais componentes viscerais de variedades de tilápia do Nilo.

Variáveis(%)	Variedades				Média	CV (%)
	UFLA Vermelha	Grupo Genético I	UFLA	Grupo Genético II		
Fígado	2,08 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>	1,93 <sup>a</sup>	2,05±0,71	34,18
Gônada	0,78 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,85±0,27	30,39
Gordura visceral	1,24 <sup>b</sup>	1,06 <sup>b</sup>	2,36 <sup>a</sup>	1,20 <sup>b</sup>	1,47±9,91	45,27
IGS	0,78 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,85±0,27	30,39
IHS	2,08 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>	1,93 <sup>a</sup>	2,05±0,71	34,18

\*IGS= índice gonadossomático; IHS= índice hepatossomático. Letras diferentes na mesma linha diferem (P<0,05) entre si pelo teste Tukey; CV- coeficiente de variação

Fonte: Da autora (2021).

O peso do fígado, gônada, índice gonadossomático e hepatossático não diferiram entre as variedades ( $P>0,05$ ). Observou-se diferença apenas quanto a porcentagem de gordura visceral. A variedade UFLA apresentou maior porcentagem de gordura visceral (2,36%), o que, para a tilápia do Nilo, a indústria de pescado constitui um problema, uma vez que está relacionada ao menor rendimento. Contudo, a variedade UFLA apresentou maiores porcentagens de gordura e maiores rendimentos de filé, isso pode ser devido suas características anatômicas tais como: menor tamanho e comprimento de cabeça e maior largura corporal. Um dos fatores que levam ao acúmulo de gordura é o desbalanço de energia digestível e proteína bruta da ração. De acordo com Barros et al. (2019), a redução no metabolismo proteico e mudança no direcionamento da energia da dieta podem conduzir a maior deposição de gordura.

### 3.2 Caracterização física, físico-química e química das variedades de tilápia do Nilo

As características físicas e físico-químicas dos filés são expressas na Tabela 6.

Tabela 6- Características físicas e físico-químicas de diferentes variedades de tilápia do Nilo.

Variáveis	Variedades				Média	CV (%)
	UFLA Vermelha	Grupo Genético I	UFLA	Grupo Genético II		
Cor						
L*	34,89 <sup>a</sup>	35,36 <sup>a</sup>	34,56 <sup>a</sup>	34,16 <sup>a</sup>	34,74± 2,33	6,98
a*	2,43 <sup>a</sup>	2,26 <sup>a</sup>	2,35 <sup>a</sup>	2,29 <sup>a</sup>	2,33± 0,82	36,24
b*	3,84 <sup>a</sup>	4,08 <sup>a</sup>	4,57 <sup>a</sup>	4,23 <sup>a</sup>	4,18± 1,03	24,16
C*	5,00 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>	5,30 <sup>a</sup>	5,04 <sup>a</sup>	5,06± 1,12	22,54
H°	75,86 <sup>a</sup>	75,67 <sup>a</sup>	67,40 <sup>a</sup>	66,30 <sup>a</sup>	71,31± 22,54	32,77
pH	5,98 <sup>a,b</sup>	6,03 <sup>a</sup>	5,90 <sup>b,c</sup>	5,81 <sup>c</sup>	5,93± 0,12	1,72
Aw	0,94 <sup>c</sup>	0,96 <sup>b</sup>	0,97 <sup>a</sup>	0,92 <sup>d</sup>	0,95± 0,01	0,49

L\*- luminosidade; A\*- intensidade da luz vermelha, varia do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*); B\*- intensidade da luz amarela, varia do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*); C\*- saturação; H°- ângulo de tonalidade; pH- Aw- Atividade de água. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste Tukey, nível de significância de 5%.

Fonte: Do autor (2021).

As variedades não diferiram ( $p > 0,005$ ) quanto aos parâmetros de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $H^*$ . Para todos os grupos genéticos os valores de  $a^*$  e  $b^*$  apresentaram valores positivos, apontando uma tendência para a cor vermelha e amarela, respectivamente. Segundo Rossato et al (2010), as coordenadas fundamentais de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  na carne retratam a luminosidade, que é influenciada pela quantidade de água na superfície da peça, consequência da capacidade de retenção de água. Portanto, quanto mais escuras as amostras, maior capacidade de retenção de água (SOUSA et al., 2020).

Os valores de  $L^*$  se apresentaram mais baixos, tendendo a uma menor luminosidade, o que se explica pelas medições realizadas na parte interna e externa do filé, sendo consideradas uma única característica. Quanto maior o valor de  $L^*$ , mais claro é o filé, sendo mais atraente para quem está degustando, os quais associam a cor mais clara do peixe ao frescor do produto (MONTEIRO et al., 2019; FONSECA et al., 2013), já que o escurecimento de carnes pode estar relacionado à sua deterioração.

A saturação de cor ( $C^*$ ) apresentou valores mais próximos do centro (zero) indicando maior diluição de cor (mais presença de branco). Ao se converter os ângulos de tonalidade ( $H^*$ ) de radiano para graus, os filés de todos os grupos genéticos avaliados se localizam na tonalidade de cor vermelha. Contudo, não houve diferença quanto a coloração dos grupos genéticos, dessa forma grupo genético não influencia na escolha do consumidor.

Os resultados do pH dos filés diferiram entre os Grupos Genéticos I e II ( $p < 0,005$ ), 6,03 e 5,81, respectivamente. Os valores observados encontram-se um pouco abaixo do que se pode qualificar como “pescado fresco”, no qual o pH pode variar de 6,6 a 6,8 e, à medida que o peixe se deteriora, os valores de pH aumentam (OEHLENSCHLÄGER e SÖRESEN, 1997). Após a morte do animal, o *rigor mortis* é estabelecido, a redução do pH juntamente com a glicólise estabelece o período de *post mortem*, resultando na redução do pH para valores em torno de 6,0 – 6,1 (ESKIN, 2015). Segundo Soares et al. (2012) o pH do animal tende a baixar quando o abate é feito de forma mais rápida pois o organismo utiliza menos glicogênio, propiciando um maior acúmulo de ácido lático. A variação do pH tem influência direta em outros parâmetros físico-químicos. Quando o pH aumenta, também há um aumento da carga líquida negativa, visto que as proteínas se afastam do seu ponto isoelétrico, efeito que causa uma maior repulsão eletrostática entre elas, e consequentemente, favorece a retenção de água no produto (CARNEIRO et al, 2013).

A atividade de água, como já era esperado, apresenta valores elevados, próximos de 1,0. Contudo, houve diferença ( $p < 0,005$ ) entre os Grupos genéticos. A variedade UFLA apresentou maior atividade de água (0,97). Segundo Franco et al. (2013), os microrganismos apresentam diferentes graus de tolerância à atividade da água, mas, em geral, o limite mínimo da Aw para o crescimento da maioria das bactérias é de 0,90. Os valores observados para os Grupos Genéticos são superiores a 0,90. De acordo com Girard (1991), um produto cárneo com atividade de água superior a 0,95 necessita ser armazenado a uma temperatura inferior a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , uma vez que é considerado de fácil deterioração.

Os valores médios da composição centesimal das variedades estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Composição química média dos filés das diferentes variedades de tilápia do Nilo

Variáveis (%)	Variedades				Média	
	UFLA Vermelha	Grupo Genético I	UFLA	Grupo Genético II		
Umidade	77,37 <sup>a</sup>	78,01 <sup>a</sup>	76,74 <sup>a</sup>	77,45 <sup>a</sup>	77,39 ± 1,25	1,64
Proteína	20,86 <sup>c</sup>	21,04 <sup>c</sup>	23,27 <sup>b</sup>	25,61 <sup>a</sup>	22,70 ± 2,93	10,24
Extrato Etéreo	8,01 <sup>a</sup>	5,58 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	5,22 <sup>a</sup>	6,08 ± 3,74	61,79
Cinzas	1,61 <sup>c</sup>	1,79 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b,c</sup>	2,02 <sup>a</sup>	1,77 ± 0,23	10,57

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Da autora (2021).

Segundo Yarnpakdee et al. (2014), a carne de pescado tem como principais componentes químicos a água (50 a 85%), proteína (12 a 24%) e lipídios (0,1 a 22%), sendo que 2% estão divididos entre minerais (0,08 a 2%), glicídios (0,1 a 3%) e vitaminas. Logo, os valores médios de umidade (77,39%), proteína (22,7%), lipídios (6,08%) e cinzas (1,77%) observados neste estudo para a composição centesimal das variedades de tilápia do Nilo estão de acordo com os teores para a composição do pescado apresentados pelos autores supracitados.

Entretanto, a composição muscular varia de acordo com a espécie, idade, sexo e nutrição. Durazin et al. (2012) avaliando tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de óleo de soja, observaram que teores de umidade dos tecidos musculares das tilápias variaram de  $78,52 \pm 0,38$  a  $80,63 \pm 0,77$ ; cinzas, de  $1,07 \pm 0,12$  a



1,18 ± 0,05%; proteína bruta, de 18,50 ± 0,68 a 19,07 ± 0,56; e lipídios totais de 0,98 ± 0,18 a 1,08 ± 0,12%.

Vila Novas et al. (2005) encontraram no músculo de tilápias do Nilo alimentadas com rações comerciais valores bastante próximos de umidade (77,55%), cinzas (0,97%), lipídios totais (0,99%) e proteína bruta (18,34%). Maia e Rodriguez (1992) relataram percentuais de 1,4% de lipídios para filés de tilápia. Oetterer, Siqueira e Gryscek (2004), avaliando a composição centesimal de filés de duas espécies de tilápia, observaram valores de proteína bruta, lipídios, cinzas e umidade, respectivamente de 16,62%; 1,68%; 1,07% e 79,20% para tilápia vermelha, enquanto valores de 17,08%; 1,99%; 1,09% e 78,43% para tilápia do Nilo.

As variedades não diferiram quanto ao teor de umidade e extrato etéreo, porém houve diferença nos teores de proteínas e cinzas. Resultados semelhantes foram encontrados por Olopade et al. (2016), que observaram que o conteúdo de proteína bruta de tilápia híbrida foi maior do que o teor de proteína bruta de *O. niloticus*.

O conteúdo de lipídios totais variou entre as variedades (TABELA 8).

Tabela 8- Média do perfil lipídico das diferentes variedades de tilápia do Nilo.

Nome	Variedades			
	UFLA Vermelha	Grupo Genético I	UFLA	Grupo Genético II
Butírico (C4:0)	11,60	7,07	7,45	11,41
Capróico (C:6:0)	2,38	0,31	0,45	0,421
Caprílico (C8:0)	0,11	0,07	0,02	0,03
Cáprico (C10:0)	ND	0,24	0,05	0,09
Undecanóico (C11:0)	ND	ND	ND	ND
Laurico (C12:0)	0,13	0,59	0,33	0,44
Tridecanóico (C13:0)	0,00	0,00	ND	0,30
Mirístico (C14:0)	1,77	2,23	2,04	1,53
Miristoléico (C14:1)	0,06	0,09	0,06	0,28
Pentadecanoico (C15:0)	0,10	0,26	0,24	0,20
Pentadecenóico (C15:1cis)	ND	ND	ND	ND
Palmítico (C16:0)	ND	0,27	5,21	0,03
Palmitoléico (C16:1)	20,12	22,87	20,09	22,12
Heptadecanóico (C17:0)	2,98	3,09	2,05	2,39
Heptadecanóico (C17:1 cis)	0,28	0,33	0,25	0,16
Esteárico (C18:0)	0,04	0,00	0,071	0,09
Oléico (C18:1 n9c)	0,38	0,18	2,19	0,79

Linoléico (C18:2n6c)	25,48	25,46	20,03	23,24
$\gamma$ linolênico (C18:3n6)	15,07	18,10	12,76	15,49
$\alpha$ linolênico (C18:3n3)	0,14	0,21	0,25	0,17
Araquídico (C20:0)	0,58	0,60	0,35	0,86
Eicosenóico (C20:1n9)	1,51	1,06	1,44	1,53
Eicosadienóico (C20:2)	0,58	0,75	0,76	0,79
Eicosatrienóico (C20:3n6)	0,23	0,00	1,12	0,19
Eicosatrienoico (C20:3n3)	0,72	1,07	0,83	1,03
Araquidônico (C20:4n6)	0,15	ND	0,17	0,13
Eicosapentaenóico (C20:5n3)	1,00	1,65	1,67	1,03
Heneicosanóico (C21:0)	0,01	0,00	0,13	ND
Beénico (C22:0)	0,68	0,95	0,46	1,16
Erúico (C22:1n9)	3,50	3,89	4,15	2,65
Docosadienóico (C22:2)	0,06	0,15	ND	0,04
Docosaheptaenóico (C22:6n3)	0,01	0,02	0,16	ND
Tricosanóico (C23:0)	0,02	0,04	0,00	0,03
Lignocérico (C24:0)	ND	0,02	0,15	0,00
Nervônico (C24:1n9)	1,92	2,33	2,19	1,72

\*ND- não detectado

Fonte: Da autora (2021).

Foram encontrados 32 ácidos graxos no músculo de UFLA Vermelha, 34 no grupo genético I e 33 nos grupos genéticos UFLA e II, sendo identificados ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poli-insaturados (AGP). Nos filés de tilápia, o ácido linoléico (C18:2 n6) foi predominante, seguido pelo ácido palmitoléico (C16:1) e  $\gamma$  linolênico (C18:3n6). Resultados divergentes foram observados por Bonafé et al. (2013) em filés de tilápias alimentadas com óleo de tungue e por Higuchi et al. (2013), avaliando diferentes óleos vegetais na alimentação de alevinos de tilápias. No estudo, os ácidos predominantes foram o oléico (C18:1 n9), seguido pelo ácido palmítico (C16:0) e pelo ácido linoléico (C18:2 n6), além do ácido esteárico (C18:0), em menor proporção. Rodrigues et al. (2017) avaliando a qualidade nutricional de cinco espécies brasileiras de peixes de água doce, matrinxã (*Brycon cephalus*), tucunaré (*Cichla ocellaris*), curimbatá (*Prochilodus lineatus*), piauí (*Leporinus fridericiei*) e pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) encontraram resultados semelhantes, predominando o ácido palmítico, ácidos oleico, linoleico e docosaheptaenóico.

Na tabela 9 são apresentados a média dos perfis de ácidos graxos das variedades de tilápia do Nilo.

Tabela 9- Média do perfil de ácidos graxos dos filés das variedades de tilápia do Nilo

Ácidos graxos (g/100g)	Variedades			
	UFLA Vermelha	Grupo Genético I	UFLA	Grupo Genético II
<b>Saturados (AGS)</b>				
Laurico (C12:0)	0,13	0,59	0,33	0,44
Mirístico (C14:0)	1,77	2,23	2,04	1,53
Palmítico (C16:00)	ND	0,27	5,21	0,03
Heptadecanóico (C17:0)	3,09	2,98	2,05	2,39
Esteárico (C18:0)	0,04	0,00	0,07	0,09
Beénico (C22:0)	0,68	0,95	0,46	1,16
$\Sigma$ AGS	5,73	6,77	10,17	5,67
<b>Monoinsaturados (AGM)</b>				
Palmitoléico (C16:1)	20,12	22,87	20,09	22,12
Oléico (C18:1 n9c)	8,12	6,14	10,35	8,78
Erúcico (C22:1n9)	3,50	3,89	4,15	2,65
Nervônico (C24:1n9)	1,92	2,33	2,19	1,72
$\Sigma$ AGM	33,67	35,23	36,79	35,29
<b>Poliinsaturado (AGP)</b>				
$\gamma$ - Linoleico (C18:3n6)	15,07	18,10	12,76	15,49
$\alpha$ - Linolênico (C18:3n3)	0,14	0,21	0,25	0,17
Eicosapentaenóico (C20:5n3)	1,00	2,15	1,67	1,03
Docosahexaenóico (C22:6n3)	0,01	0,02	0,16	ND
$\Sigma$ AGP	16,23	20,50	14,85	16,71
<b><math>\Sigma</math> ácidos graxos totais</b>				
$\omega$ 6	15,23	18,10	13,94	15,63
$\omega$ 3	1,87	3,46	2,93	2,24
n6/n3	8,12	5,22	4,75	6,96

Fonte: Da autora (2021).

Entre os SFAs, o ácido graxo predominante foi o mirístico (C14:0) (TABELA 9), que pode induzir a hipercolesterolemia em humanos (FERNANDES et al., 2014), o que pode ser considerado um fator negativo para o resultado. O Grupo Genético I e UFLA Vermelha apresentaram maiores porcentagens que a UFLA e o Grupo Genético II.

Os músculos das variedades foram caracterizados por um teor maior de ácidos graxos saturados monoinsaturados MUFA (35,25%). Os poli-insaturados mais abundantes foram o ácido linoléico (C18:2 n6), ácido araquidônico (C20:4 n6), ácido linolênico (C18:3 n3) e o ácido eicosapentaenóico (EPA). O acúmulo de EPA pelas

variedades foi alto, sendo este ácido graxo considerado de alto valor biológico. Resultados diferentes foram observados por Nobrega et al. (2017) e Brignol et al. (2018), os quais observaram maior acúmulo de DHA entre todos os ácidos graxos poli-insaturados.

A concentração de ácidos graxos poli-insaturados da série ômega 6 foi maior que a de ômega 3 nos filés de todas as variedades analisadas, porém dentre os ácidos graxos da série ômega 6 observou-se um maior acúmulo de ácido linoléico, que é um ácido graxo essencial.

Relações de ômega 6/ômega 3 (n-6/n-3), iguais a 2:1, 2.5:1, 3:1, 4:1 e 5:1 foram identificadas como benéficas por menor risco de doenças, devendo ser recomendadas relações mais próximas de 1:1 possíveis (BHARDWAJ et al., 2016). Valores próximos de 4:1 e 5:1 foram observados para as variedades UFLA e grupo genético I, logo estas variedades se destacaram.

De acordo com Santos et al. (2013), a relação n-6/n-3 é de 15:1 a 40:1 na dieta ocidental e para a promoção da saúde, essa relação deveria ser mais baixa. O aumento da ingestão de n-6 poderia elevar a geração de mediadores inflamatórios implicados com diversos processos patológicos (SANTOS et al., 2013). O Departamento de Saúde do Reino Unido recomenda valores abaixo de 4:1 (RODRIGUES et al., 2017). Dessa forma, o consumo dos peixes avaliados contribuiria para baixar a relação n-6/n-3, especialmente as variedades UFLA e grupos genético I que apresentaram valores mais baixos em comparação com o grupo genético II e UFLA vermelha.

Do ponto de vista nutricional, o consumo de pescado é amplamente recomendado por diversas autoridades, fundações e associações da saúde por ser uma fonte benéfica de ácidos gordos da família ômega 3. Os índices nutricionais de qualidade lipídica das variedades de tilápia do Nilo são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10- Qualidade nutricional da porção lipídica nas amostras de filé das variedades de tilápia do Nilo.

Índice	Variedades			
	UFLA Vermelha	Grupo genético I	UFLA	Grupo Genético II
PUFA/SFA	2,83	3,02	1,46	2,94
IA	0,14	0,17	0,26	0,12
IT	0,06	0,08	0,25	0,05
H/H	16,08	10,97	3,24	14,13

PUFA/SFA- relação ácido graxo polinsaturado/ácido graxo saturado; IA- Índice de aterogenicidade; IT- índice de trombogenicidade; H/H- razão dos ácidos graxos Hipocolesterolêmico/Hipercolesterolêmico.

Fonte: Da autora (2021).

As razões PUFA/SFA e n6/n3, são consideradas indicadores úteis para a qualidade nutricional (MEMON et al., 2011; MERT et al., 2015). De acordo com a FAO/OMS (2010) uma relação mínima de PUFA / SFA de 0,45 são recomendados para atingir uma ingestão equilibrada de ácidos graxos. As razões PUFA/SFA dos filés de todas as variedades se encontram acima do valor mínimo recomendado, indicando um consumo favorável. Uma razão semelhante de PUFA/SFA foi observada por Mert et al. (2015) em *Esox lucius* (2,46), e em *Lates niloticus* (3,15) (UGOALA et al., 2009) e por Rodrigues et al. (2020), valores de PUFA / SFA de 2,67 a 3,93 para espécies brasileiras de água doce.

O IA indica a relação entre a soma dos principais ácidos graxos saturados e a dos principais classes de ácidos graxos insaturados (ULBRICHT e SOUTHGATE, 1991). O IT mostra a tendência de formar coágulos nos vasos sanguíneos. Valores mais baixos são desejáveis para ambos os índices devido a melhor qualidade nutricional da gordura, relacionada a uma diminuição nos riscos de doenças cardiovasculares. Ouraji et al. (2009) e Stancheva et al. (2014) relataram que os valores mais elevados de IA e IT (> 1,0) são prejudiciais à saúde humana. Os valores observados no presente estudo são inferiores a 1, com valores entre 0,12 a 0,26 e 0,05 a 0,25, para IA e IT respectivamente. Logo, as variedades de tilápia do Nilo do presente estudo são considerados alimentos benéficos para a saúde humana.

Fernandes et al. (2014) relataram valores de IA mais elevados (0,42) para tilápias criadas em tanque rede, e valores próximos de IT em filé de sardinha (0,20). Resultados superiores foram observados por Stancheva et al. (2014) em músculos de carpa, de 0,65 e 0,36 de IA e IT, respectivamente. Volpe et al. (2015) em truta arco-íris (*O. mykiss*) observaram IA (0,16) e IT (0,18). De acordo com os mesmos autores, as diferenças encontradas no valores de IT podem estar relacionadas à maiores quantidade de PUFA presente nas espécies. RODRIGUES et al., 2020 avaliando o perfil lipídico de quatro espécies, pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), tambacus (*Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum*) e pirapetinga

(*Piaractus brachypomus*), encontraram valores de IA e IT de 0,18 a 0,25 e de 0,04 a 0,12, respectivamente.

O índice de ácidos graxos hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico (H/H), é baseado nos efeitos funcionais de ácidos graxos no metabolismo do colesterol (SANTOS et al., 2002; FERNANDES et al., 2014). Deste modo, em contraste com IA e IT, são recomendados valores altos de H/H, para fornecer benefícios à saúde humana. Matos et al. (2017) relataram H/H (2,94) para carpa húngara, filé de tilápia criada em tanque rede (H/H= 2,21) e carpa capim (H/H= 2,15). Os valores observados para as variedades, excedem os valores reportados por Fernandes et al. (2014) para peixes marinhos ( $0,87 \pm 2,46$ ). Logo, as variedades de tilápia do nilo do presente fornecem benefícios para a saúde dos consumidores.

## CONCLUSÃO

As medidas morfométricas são técnicas importantes na piscicultura para avaliar o rendimento corporal, contribuem para a descrição da forma do corpo do peixe, que influenciam o rendimento de filé, que é o principal produto obtido do processamento de tilápia, sendo diferente entre as variedades de tilápia.

As variedades de tilápia diferiram quanto a luminosidade, pH e atividade de água. A coloração é um parâmetro importante a ser realizado, uma vez que influencia na aceitação do filé pelo consumido. Os parâmetros de pH e atividade de água devem ser monitorados, uma vez que existe diferença entre as variedades, e que os mesmos influenciam nos demais parâmetros de qualidade do filé.

A composição centesimal é influenciada pelas variedades, portanto seu conhecimento se torna útil para as indústrias e para o desenvolvimento de novos produtos.

As variedades apresentam índices de qualidade nutricional dentro dos recomendados pelas organizações mundiais de saúde.

As variedades de tilápia do Nilo avaliados neste estudo mostraram-se excelentes fontes de proteína, ácidos graxos e índices favoráveis de qualidade nutricional da fração lipídica, sugerindo que o consumo desses peixes pode ser considerados benéficos para a saúde humana.

## REFERÊNCIAS

- ACHOURI, N. et al. Propriedades nutricionais, estabilidade oxidativa e digestibilidade in vitro de óleos extraídos de músculos de enguias silvestres e reprodutoras (*Anguilla anguilla*). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 2, pág. e13519, 2018.
- ADAMES, M. S.; KRAUSE, R. A.; DAMASCENO, D. Z.; PIANA, P. A.; OLIVEIRA, J. D. S.; BOMBARDELLI, R. A. Características morfométricas, rendimentos no processamento e composição centesimal da carne do barbado. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, n.2, p.251-260, 2014.
- ALBOURG, S. P. Lipid Compounds. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. Handbook of seafood and seafood products analysis. Boca Raton: Taylor & Francis, 2010. p. 69-86.
- ALLAMAN, I. B. et al. Weight and morphometric growth of different strains of tilapia (*Oreochromis* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 305-311, 2013.
- BARROS, F. A. L. et al. Características morfométricas, rendimentos de cortes e composição centesimal do híbrido tambacu. **Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 89-96, 2019.
- BHARADWAJ, S. et al. Malnutrition: laboratory markers vs nutritional assessment. **Gastroenterology Report**, v. 4, n. 4, p. 272-280, 2016.
- BLIGH EG, DYER WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BOMBARDELLI, R. A.; BENCKE, B. C.; SANCHES, E. A. Processamento da carne de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. **Acta Science Animal**, Maringá, v.29, n.4, p.457-463, 2007.
- BONAFÉ, E.G. et al. Incorporation and profile of fatty acids in tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*) fed with tung oil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 2013;33(Supl. 1):47-51.
- BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA no 21, de 31 de maio de 2017. Aprova o Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 de junho de 2017, no 108, Seção 1, p. 5-6.
- BRIGNOL, F. D. *et al.* Aurantiochytrium sp. meal as DHA source in Nile tilapia diet, part II: Body fatty acid retention and muscle fatty acid profile. **Aquaculture Research**, [S.l.], p.707-716, 13 dez. 2018.

BRITTO, A. C. P. D., ROCHA, C. B., TAVARES, R. A., FERNANDES, J. M., PIEDRAS, S. R. N., & POUEY, J. L. O. F. Rendimento corporal e composição química do filé da viola (*Loricariichthys anus*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 38-44, 2014.

BURKET, D.; ANDRADE, D.R.; SIROL, R.N.; SALARO, A.L. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 37(7): 1137-1143p. 2008.

CARNEIRO, P.; MIKOS, J.D.; BENDHACK, F.; IGNÁCIO, S.A. Processamento do jundiá (*Rhamdia quelen*): rendimento de carcaça. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 2(3): 11-17p. 2004.

CASAS, E., WHITE, S.N., WHEELER, T.L., SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M., RILEY, D.G., CASTELO, F. P. Rational use of freshwater fish of the Amazon. Evaluation of freshness of Jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus* e *Semaprochilodus insignis*). *Acta Amazonica*, 22 (3): (in Portuguese, with abstract in English). 1992. 437-448 p.

DA SILVA, L. M. et al. Determinação de índices morfométricos que favorecem o rendimento industrial de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 1, p. 252-257, 2018.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Report in health and social subjects: nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, v. 46, 186 p., 1994.

DUAN, Zhen-hua et al. Drying and quality characteristics of tilapia fish fillets dried with hot air-microwave heating. **Food and Bioproducts processing**, v. 89, n. 4, p. 472-476, 2011.

DUARTE, F. O. S. Caracterização da carne de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida a dietas suplementadas com óleo de peixe. 2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2017. 172f.

DRUZIAN, J. I. Et al. Influência da dieta suplementada com óleo de soja na composição centesimal e perfil lipídico de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Inst Adolfo Lutz*. v.71, n.1, p. 85-92, 2012.

ESKIN M, ALIANI M, SHAHIDI F. Carnes e Peixes. In: Eskin M, Shahidi F (Eds). *Bioquímica de alimentos*. 3ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015. 536p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2010**, 218 p., 2010.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture (SOFIA). Roma:FAO. 2012. 209p.

FERNANDES, T. R. C.; DORIA, C. R. C.; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em



diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.36, n.1, p.45-52, 2010.

FERNANDES, C. E. et al. Nutritional and lipid profile in marine fish species from Brazil. *Food Chem* 160:67–7, 2014.

FERNANDES, Arthur Francisco Araújo et al. Morphometric traits as selection criteria for carcass yield and body weight in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) at five ages. **Aquaculture**, v. 446, p. 303-309, 2015.

FOLCH, J., LEES, M., & SLOANE-STANLEY, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509.

FONSECA, G. G. et al. Influence of treatments in the quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. **Food Science and Nutrition**, vol. 1, n. 3, p. 246–253, 2013.

FRANCO, M. L. R. S. et al. Qualidade microbiológica e vida útil de filés defumados de tilápia-do-nilo sob refrigeração ou congelamento. **Pesq. agropec. bras.**, v.48, n.8, p.1071-1079, ago. 2013.

GINSBERG, G.L.; TOAL, B.F.; McCANN, P.J. Updated risk/benefit analysis of fish consumption effects on neurodevelopment: implications for setting advisories. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 21, 1810–1839, 2015.

GIRARD, J. P. **Tecnología de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, p.183-229, 1991.

GONÇALVES, Renata Menoci et al. Lipid profile and fatty acid composition of marine fish species from Northeast coast of Brazil. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 3, p. 1177-1189, 2021.

GRÍGIO, Ramon et al. Produtos e coprodutos da criação alternada da tilápia do Nilo com o jundiá. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1679-1696, 2020.

HENDERSON, R J; TOCHER, D. R. 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog . Lipid Res .*, **26** (4): 281-347.

HIGUCHI LH, FEIDEN A, MATSUSHITA M, SANTAROSA M, ZANQUI AB, BITTENCOURT F, BOSCOLO WR. Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. *Semin., Ciênc. Agrár.* 2013; 34(4):1913-1924.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the AOAC International**. 18th ed. Washington: AOAC International, 2005. 1102p.

JONSSON, B., & JONSSON, N. Early environment influences later performance in fishes. *Journal of Fish Biology*, 85(2), 151-188, 2014.

KAYAN, A.; BOONTANB, I.; JATURSSITHA, S.; WICKE, M.; KREUZER, M. Effect of Slaughter Weight on Meat Quality of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*). *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 5, 159-163, 2015.

KUBTIZA, F. 2006. Aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescados. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v.16, n. 94, p. 23-29.

LANARI, D.; POLI, B.M.; BALLESTRAZI, R.; LUPI, P.; D'AGARO, E.; MECATTI, M. The effects of dietary fat and NFE levels on growing european sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. *Aquaculture*, 179(1-4): 351-364p. 1999.

LENA, G. D., NEVIGATO, T., RAMPACCI, M., CASINI, I., CAPRONI, R., & ORBAN, E. Proximate composition and lipid profile of red mullet (*Mullus barbatus*) from two sites of the Tyrrhenian and Adriatic seas (Italy): A seasonal differentiation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 45:121–129, 2016.

LINES, J. A., & SPENCE, J. Safeguarding the welfare offarmed fish at harvest. *Fish Physiology Biochemistry*, 38(1), 153–162, 2012.

LEONHARDT, J.H.; CAETANO-FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO, A.M. Características morfológicas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 27(1): 125-132p. 2006.

MACEDO-VÉIGAS, E. M.; SOUZA, M. L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In. CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo. Cap. 14, p.405-480.

MAIA, E.L; RODRIGUEZ-AMAYA ,D. B. Fatty acid composition of the total, neutral and phospholipids of the Brazilian freshwater fish *Colossoma macropomum*. *Elsevier Sci.* 1992;633-42.

MARENGONI, N. G. et al. Morphological traits and growth performance of monosex male tilapia GIFT strain and Saint Peter®. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3399-3410, 2015.

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.

MEMON NN, TALPUR FN, BHANGER MI, BALOUCH A. Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. *Food Chem.* 2011; 126: 405-410.

MERT R, BULUT S, KONUK M. The effects of season on fatty acid composition and  $\omega 3/\omega 6$  ratios of northern pike (*Esox lucius L.*, 1758) muscle lipids. *Chin J Oceanol Limnol.* 2015; 33: 70-76.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.566-573, 2002.

MOHAMED, F. A.; KHOGALI, F. A.; MOHAMED, A. H.; DENG, O. O.; MOHAMMED, A. A. Body weight characteristics and chemical composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* collected from three different Sudanese dam. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. v.4, p. 507-510, 2016.

MONTEIRO, M.O. L. *et al.* Synergistic effect of ultraviolet radiation and high hydrostatic pressure on texture, color, and oxidative stability of refrigerated tilapia fillets. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.l.], v. 99, n. 9, p.4474-4481, 2 abr. 2019.

NEFF, M.R., BHAVSAR, S.P., NI, F.J., CARPENTER, D.O., DROUILLARD, K., FISK, A.T., ARTS, M.T. Risk-benefit of consuming Lake Erie fish. *Environ. Res.* 134C, 57–65, 2014.

NOBREGA, R. O. *et al.* Dietary  $\alpha$ -linolenic for juvenile Nile tilapia at cold suboptimal temperature. **Aquaculture**, [S.l.], v. 471, p.66-71, mar. 2017.

OEHLENSCHLÄGER J.; SÖRENSEN, N.K. Criteria of fish freshness and quality aspects. In: THE FINAL MEETING OF THE CONCERTED ACTION - EVALUATION OF FISH FRESHNESS - 1997, Nantes. Anais... Nantes, 1997. p.30-35.

OETTERER, M.; SIQUEIRA, AAZC; GRYSCHKEK, S. B. Tecnologias emergentes para processamento do pescado produzido em piscicultura. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo: TecArt**, p. 481-500, 2004.

OLOPADE, O. A; TAIWO, I. O; LAMIDI, A. A.; AWONAIKE, O. A. Proximate Composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (*Red Tilapia*) from Oyan Lake, Nigeria. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*. 2016;73(1):19 - 23

OURAJI, H. et al. Total lipid, fatty acid composition and lipid oxidation of Indian white shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) fed diets containing different lipid sources. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 6, p. 993-997, 2009.

PEDRAZZANI, A. S., CARNEIRO, P. C. F., KIRSCHNIK, P. G., MOLENTO, C. F. M. Impacto negativo de secção de medula e termonarrose no bem-estar e na qualidade da carne da tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção animal*, v.10, n.1, 2009.

PIRES, A. V. et al. Predição do rendimento e do peso do filé da tilápia-do-Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 315-319, 2011.

POGGERE, P. R. Avaliação do desempenho produtivo e rendimento de filé de três linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Supreme, Chitralada e Bouaké. *Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Candido Rondon*. 2009.

RAMALHOSA, M. J. et al. Lipid content of frozen fish: comparison of different extraction methods and variability during freezing storage. *Food Chemistry*, Easton, v. 131, p. 328-336, 2012.

RAYMOND, J. K.; ONYANGO, A. N.; ONYANGO, C. A. Proximate Composition and Mineral Contents of Farmed and Wild Fish in Kenya. **Journal of Food Research**, v. 9, n. 3, 2020.

REBOLE, Â. A; VELASCO, S; RODRIGUEZ, M.L; TREVIÑO J, ALZUETA C, TEJEDOR JL, et al. Nutrient content in the muscle and skin of fillets from farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chem.* 2015; 174: 614-620.

RODRIGUES, B.L.; CANTO, A.C.V.C.S.; COSTA, M.P.; SILVAS, F.A.; MÁRSICO, E.T.; CONTE-JÚNIOR, C.A. Fatty acid profiles of five farmed Brazilian freshwater fish 142 species from different families. *PLOS ONE* 2017.

RODRIGUES, B. L. et al. Proximate composition, fatty acids and nutritional indices of promising freshwater fish species from Serrasalminae Family. *CyTA - Journal of Food*, v. 18, n. 1, p. 591–598, 2020.

ROJAS-RUNJAIC, B. et al. Desempenho de carcaça e filetagem da variedade de tilápia Chitralada (*Oreochromis niloticus*) produzida no estado de Trujillo, Venezuela. **Zootécnica Tropical**, v. 29, n. 1 p. 113-126, 2011.

ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C; RODRIGUES, E.C. et al. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.39, nº5, 2010.

SALES, R.O., MAIA, E.L., 2012. Chemical composition and lipid classes of the freshwater fish tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Rev. Bras. Hig. E Sanid. Anim.* 07, 31–44. StatSoft, 2004. *Statistica 7.0 Software*. Tulsa, OK, USA.

SANTOS, A.B.; MELO, J.F.B.; LOPES, P.R.S.; MALGARIM, M.B. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 7/8, n. 1, p. 140-150. 2001.

SANTOS, A. F. G.N. et al. Relação peso-comprimento e fator de condição do acará. *Geophagus brasiliensis*, no reservatório de Lajes. RJ. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida*, v.22, n. 2, p. 115-121, 2002.

SANTOS, R.D.; GAGLIARDI, A.C.M.; XAVIER, H.T. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v.100, n.1, supl., p.1-40, 2013.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: fatty and composition of meat. *Livestock Production Science*, v.77, n.2, p.187-194, 2002.

SCHERR, Carlos et al. Fatty acid and cholesterol concentrations in usually consumed fish in Brazil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 104, p. 152-158, 2015.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. SAS Institute. SAS/STAT® Software: help and documentation release 9.1.3. Cary: SAS Institute, 2004.

SILVA, J. W. B. *Tilápias: biologia e cultivo. Evolução, situação atual e perspectivas da tilapicultura no Nordeste Brasileiro*. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 326 p.

SILVA, S.R.; GUEDES, C.M.; REMA, P.; BATISTA, A.J.; RODRIGUES, V.; LOUREIRO, N.; DIAS, J. In vivo assessment of fat composition in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) by real-time ultrasonography and image analysis of subcutaneous fat. *Aquaculture*, v.456, p.76-82, 2016.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista 41 Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.1, p.1-10, 2012.

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.

SOUZA, J. H. R. et al. Influência colorimétrica em surimis de tambaqui submetidos a diferentes crioprotetores. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 23264-23277, 2020.

SOUZA, N. E; MATSUSHITA, M. DE OLIVEIRA, C. C. et al. Manipulation of fatty acid composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets with flaxseed oil. *J Sci Food Agric* 87:1677–1681, 2007.

SOUZA, M. L. R.; FARIA, R. H. S.; SANTOS, L. D.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.; VISENTAINER, J. V. Análise do rendimento de filé da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem supreme. **Revista Aquicultura e Pesca**, v. 4, n. 11, p. 12-17, 2006.

SOXHLET, F.; *Polytechnisches J.* 1879, 232, 461.

STANCHEVA, M.; MERDZHANOVA, A.; DOBREVA, D.A.; MAKEDONSKI, L. Common carp (*Cyprinus carpio*) and

UGOALA C, NDUKWE G, AUDU T. Investigation of the constituent fatty acids of some freshwater fishes common in Nigeria. *Braz J Aquat Sci Technol.* 2009; 13: 65-70.

ULBRICHT, T. L.V.; SOUTHGATE, D. A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet (London)* v.338, p. 985-992, 1991.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, 2017.

VILA NOVA, C. M.V. M; GODOY, H.T; ALDRIGUE, M. L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). *Cienc Tecnol Aliment.* 2005;25(3):430-36.

VOLPE MG, SIANO F, PAOLUCCI M, SACCO A, SORRENTINO A, MALINCONICO M, ET AL. Active edible coating effectiveness in shelf-life

enhancement of trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *LWT Food Sci Technol.* 2015; 60: 615-622.

YARNPAKDEE, S.; BENJAKUL, S.; PENJAMRAS, P.; KRISTINSSON, G. H. Chemical compositions and muddy flavour/odour of protein hydrolysate from Nile tilapia and broadhead catfish mince and protein isolate. **Food Chemistry**, v.142, p.210–216, 2014.

### **CAPÍTULO 3 CARACTERIZAÇÃO DO FILÉ DE VARIEDADES DE TILÁPIAS DO NILO SUBMETIDAS Á DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEO NA FASE DE TERMINAÇÃO**

#### **RESUMO**

A tilápia do Nilo e suas linhagens têm papel importante na aquicultura mundial e nacional. Atualmente, os óleos vegetais são considerados opções alternativas e sustentáveis para rações aquícolas, porém, não se sabe ao certo se a qualidade das fontes lipídicas pode influenciar na qualidade do filé obtido. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes fontes de óleos sobre as características físicas, físico-químicas e químicas dos filés de quatro variedades de tilápias do Nilo: UFLA Vermelha, Grupo Genético I, UFLA e Grupo Genético II. Foram utilizados 192 machos, 48 animais de cada grupo genético, com peso médio inicial de 416,3g; 402,1g; 418,5g e 473,5g, respectivamente. Os peixes foram distribuídos em 16 caixas de polietileno de 500 L, 12 animais por caixa, sendo três animais de cada grupo genético. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos em parcelas subdivididas, sendo quatro dietas: comercial; com óleo de peixe; óleo de milho e óleo de linhaça e quatro variedades: UFLA Vermelha, Grupo Genético I, UFLA e Grupo Genético II, totalizando 16 tratamentos com quatro repetições, durante 60 dias, sendo o animal a unidade experimental. Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para as características físicas, físico-química e química dos filés ao se fornecer dietas contendo diferentes fontes de óleo. Entretanto, houve diferenças entre as variedades ( $P < 0,05$ ) para os parâmetros de umidade, lipídios e luminosidade. Observou-se tendências positivas à qualidade da carne, uma vez que esta apresentou baixos teores de gordura e colesterol e composição centesimal satisfatória para a espécie. De acordo com os resultados, é possível inferir que a suplementação com diferentes fontes de óleo vegetal é uma opção para a manutenção dos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos da carne de diferentes variedades de tilápias nilóticas.

**Palavras-chave:** óleos vegetais, *Oreochromis niloticus*, qualidade de carne

## 1 INTRODUÇÃO

Na indústria aquícola, o óleo de peixe tradicionalmente é a principal fonte de lipídios na formulação de rações para organismos aquáticos (HAN et al., 2018). O óleo de peixe como fonte lipídica pode melhorar o desempenho do crescimento, o desenvolvimento e o valor nutricional dos peixes (CHAUTON et al. 2015; ROMBENSO et al. 2016; STEFFENS 2015; TEOH & NG 2016), devido a sua alta quantidade de ácidos graxos polinsaturados (LC n-3 PUFAs), ácido eicosapentaenóico (EPA, C20: 5n-3) e ácido docosa-hexaenóico (DHA, C22: 6n-3).

O rápido crescimento da aquicultura aliada à crescente demanda por peixes de cultivo resultou em um aumento da demanda por óleo de peixe nos últimos anos (CAO et al., 2015). Os óleos de peixe são provenientes de espécies pelágicas advindas da pesca extrativista, a qual se encontra em declínio de modo global. A escassez aliada aos custos elevados de dietas contendo óleo de peixe (AZEVEDO et al., 2013; CHAUTON et al., 2015), tornam-se fatores limitantes para o desenvolvimento sustentável da indústria da aquicultura (HE et al., 2018).

Sendo assim, são necessários estudos de fontes alternativas para esse ingrediente, sem, no entanto, comprometer a qualidade nutricional e o desempenho dos peixes. Nas últimas décadas, têm ocorrido avanços significativos na substituição de óleo de peixe por óleos vegetais em rações formuladas para peixes (NASOPOULOU e ZABETAKIS, 2012), os quais têm sido considerados como boas alternativas, como óleo de girassol (LI et al., 2017), óleo de linhaça (PENG et al., 2016), óleo de soja (HUANG et al., 2014; GODOY et al., 2019), óleo de canola (HUANG et al., 2014; YUE e SHEN, 2021); óleo de milho (HUANG et al., 2014) e óleo de palma (YUE e SHEN, 2021).

Contudo, as características sensoriais e nutricionais são altamente dependentes da composição química do peixe, que por sua vez depende de diversos fatores que afetam a sua qualidade, como as características intrínsecas, fatores ambientais e histórico alimentar (CORRÊA et al., 2013), dentre eles a fonte de óleo.

A qualidade dos alimentos é avaliada pelos seus atributos 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) (SOHN e OHSHIMA, 2010, sabendo-se que essas características são afetadas pela nutrição do animal (BORGHESI et al., 2013).



Sendo o filé o principal produto comercializado proveniente do processamento de tilápias, a composição muscular é um importante aspecto de sua qualidade e mudanças na aparência e composição podem acarretar consequências para o marketing do produto (GRIGORAKIS, 2007). A avaliação das qualidades nutritivas e sensoriais, de propriedades como umidade, proteína, lipídios, cinzas, sabor, maciez e outros, são frequentemente necessárias para garantir que estão dentro da faixa de exigência alimentar e especificação comercial (YOLA;TIMOTHY, 2012). Entretanto, são poucos os estudos avaliando a qualidade da carne de tilápia (KAYAN et al., 2015; MOHAMED et al., 2016), e quase inexistentes os estudos relacionados à qualidade de carne de variedades do animal.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência das fontes de óleo sobre as características físicas, físico-químicas e químicas de variedades de tilápias nilóticas, a saber: UFLA Vermelha, Grupo Genético I, UFLA e Grupo Genético II.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brasil, sob protocolo nº 069/19. A pesquisa foi conduzida no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia, na Planta Piloto de Processamento de Pescado, no Laboratório de Análises Avançadas do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (MG).

### **2.1 Local e Animais experimentais**

O experimento foi realizado no Setor de Piscicultura em um sistema de recirculação fechada, foram utilizados 192 machos de tilápia do Nilo na fase de terminação, totalizando 48 animais de cada variedade (FIGURA 1), provenientes e mantidas pelo setor de piscicultura da Universidade Federal de Lavras, localizada na região no sul de Minas Gerais.

- UFLA Vermelha: variedade de tilápia vermelha híbrida;
- Grupo genético I: variedade comercial melhorado derivado da Genefort;

- UFLA: variedade UFLA foi originada na Universidade Federal de Lavras a partir da década de 70 (ALLAMAN et al., 2013).
- Grupo genético II: variedade comercial melhorado derivado de GIFT

Figura 1- Exemplos das variedades de tilápia do Nilo



Fonte: Da autora (2021)

## 2.2 Dieta experimentais

Foram elaboradas três dietas isoenergéticas e isoprotéicas. Os ingredientes da ração foram pesados e misturados manualmente. Para a inclusão das diferentes fontes de óleo na dieta, foi feita uma pré-mistura do óleo com uma amostra dos demais ingredientes e a seguir misturada com o restante da dieta. A seguir, toda a mistura foi umedecida com 20% de água. Os ingredientes foram misturados e peletizados, com 4-6 mm de diâmetro. Após a peletização, as rações foram submetidas a secagem ao natural, sendo, em seguida, armazenadas em freezer a  $-7^{\circ}\text{C}$  durante o período experimental (FIGURA 2).

Figura 2- Processos da fabricação das dietas experimentais



A- Peletizadora; B- pellets formados; C- secagem dos pellets.

Fonte: Da autora (2021)

Na Tabela 01, observa-se a composição percentual e centesimal das rações experimentais com diferentes fontes de óleo, para variedades de tilápias nilóticas na fase de terminação.

Tabela 1- Composição percentual e centesimal das rações experimentais com diferentes fontes de óleo, para variedades de tilápias nilóticas na fase de terminação.

Ingredientes (%)	Dietas		
	Peixe	Milho	Linhaça
Concentrado protéico de soja	28,00	28,00	28,00
Amido de milho	25,00	25,00	25,00
Farelo de trigo	26,00	26,00	26,00
Celulose	3,50	3,50	3,50
Suplemento vitamínico mineral	1,45	1,45	1,45
BHT	0,05	0,05	0,05
DL-Metionina	1,00	1,00	1,00
Lisina	1,00	1,00	1,00
Vitamine E	0,50	0,50	0,50
Caulim	5,00	5,00	5,00

Fosfato bicálcico	1,00	1,00	1,00
Cloreto de sódio	0,50	0,50	0,50
Óleo de Peixe	7,00	-	-
Óleo de Milho	-	7,00	-
Óleo de Linhaça	-	-	7,00
<hr/>			
Proteína Digestível	27,15	27,15	27,15
Energia Digestível	3436,10	3436,10	3436,10
Proteína Bruta	31,27	31,27	31,27
Energia Bruta	4011,70	4011,70	4011,70
EE	7,90	7,90	7,90
Fibra	6,30	6,30	6,30
<hr/>			
<b>Análise proximal %</b>			
<hr/>			
Matéria seca	8,87 ±0,24	9,12±0,21	12,21±0,55
Proteína bruta	28,23±0,54	28,27±0,33	27,03 ±0,60
Extrato etéreo	7,58±0,15	7,60 ±0,41	7,93±0,36
Cinzas	8,32±0,00	8,47 ±0,01	8,06 ±0,00
<hr/>			
<b>Análise dos ácidos graxos %</b>			
<hr/>			
C12:0 Ácido Lauríco	0,07	0,00	0,04
C14:0 Ácido Miristoléico	3,51	0,04	0,16
C16:0 Ácido Palmítico	21,20	12,70	12,64
C:16:1 Ácido Palmitoléico	4,65	0,23	0,19
C17:0 Ácido Heptadecanóico	0,55	0,06	0,06
C18:0 Ácido Esteriárico	4,88	2,38	3,83
C18:1n9c Ácido Oléico	22,69	32,62	25,45
C18:2n6c Ácido Linoléico	16,65	48,31	42,04
<hr/>			

C:20:0 Ácido Araquídico	0,34	0,44	0,31
C18:3n6 Ácido	0,12	0,00	0,10
C20:1	0,75	0,21	0,22
C18: 3n3	1,60	1,79	13,35
C22:0 Ácido Behênico	0,25	0,19	0,32
C24:0 Ácido Lignocérico	0,12	0,19	0,16
C20:4n6 Ácido Arquidônico	1,04	-	-
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenóico	5,06	-	-
C22:6n3 Ácido Docosaexaenóico	8,08	-	-
Σ SFA	32,57	16,00	17,51
Σ MUFA	28,61	33,05	25,88
Σ N6	16,90	48,31	42,14
Σ N3	6,74	1,79	13,35
n6/n3	2,51	26,94	3,16
EPA	5,06	-	-
DHA	8,08	-	-
ARA	1,04	-	-

Premix Vit/Min: Peixeonívoro 5kg/ton Nutron@Umidade (máx.) 100 g; ProteínaBruta (mín.) 280 g; Extrato Etéreo (mín.) 40 g; FibraBruta (máx.) 80 g; Matéria Mineral (máx.) 120 g; Cálcio (mín.) 10 g; Cálcio (máx.) 30 g; Fósforo (mín.) 6.000 mg; Ômega 3 (mín.) 3.000 mg; Ômega 6 (mín.) 5.200 mg; Vitamina A (mín.) 6.000 UI; Vitamina D (mín.) 1.500 UI; Vitamina E (mín.) 60 UI; Vitamina K3 (mín.) 3 mg; Vitamina B1 (mín.) 7,5 mg; Vitamina B2 (mín.) 9 mg; Vitamina B6 (mín.) 15 mg; Vitamina B12 (mín.) 18,7 mcg; Vitamina C (mín.) 250 mg; ÁcidoPantotênico (mín.) 11,2 mg; Niacina (mín.) 30 mg; ÁcidoFólico (mín.) 3,7 mg; Biotina (mín.) 3,7 mg; Cobre (mín.) 11,2 mg; Colina (mín.) 375 mg; Ferro (mín.) 45 mg; Manganês (mín.) 22,5 mg; Iodo (mín.) 0,37 mg; Zinco (mín.) 60 mg; Selênio (mín.) 0,22 mg;

Fonte: Da autora (2021).

As dietas diferiram apenas na fonte de óleo (peixe, milho e linhaça) e uma dieta com ração comercial contendo óleo de soja (TABELA 2).

Tabela 2- Composição centesimal da ração comercial utilizada na alimentação das variedades de tilápias do Nilo.

Ração	UM	PB	EE	MF	MM	Ca	P
Informação do rótulo	12%	32%	60g/kg	45g/kg	120g/kg	20g/kg	6g/kg
	%Máx	%Mín	%Mín	%Máx	Máx	%Máx	%Mín
Análise laboratorial	7,56%	31,23%	3,20%	-	7,74%	-	-

Composição básica: Milho grão; milho germinado; farelo de glúten de milho; milho integral moído; farelo de soja; óleo de soja degomado; farelo de trigo; farinha de carne e ossos; farinha de sangue; farinha de penas hidrolisadas; cloreto de sódio (sal comum) (min) 2.800mg/kg; propionato de cálcio; sulfato de ferro (min) 30mg/kg; sulfato de cobre (min)5mg/kg; monóxido de manganês (min) 30mg/kg; óxido de zinco (min) 60mg/kg; iodato de cálcio (min) 1mg/kg; sulfato de cobalto (min) 0,10mg/kg; selenito de sódio (min) 0,30 mg/kg; vitamina A (min) 15.600mg/kg; vitamina D3 (min) 3.120 UI/kg; vitamina E (min) 65 UI/Kg; vitamina K3 (min) 6,5mg/kg; vitamina B1 (min) 13mg/kg; vitamina B2 (min) 26 mg/kg; niacina (min) 130mg/kg; ácido pantotênico (min) 65mg/kg; vitamina B6 (min) 13mg/kg; ácido fólico (min) 5,2mg/kg; biotina (min) 0,30mg/kg; vitamina B12 (min) 52mg/kg; vitamina C (min) 350mg/kg; cloreto de colina (min) 480mg/kg; metionina (min) 6,5 mg/kg; lisina(min) 17g/kg.

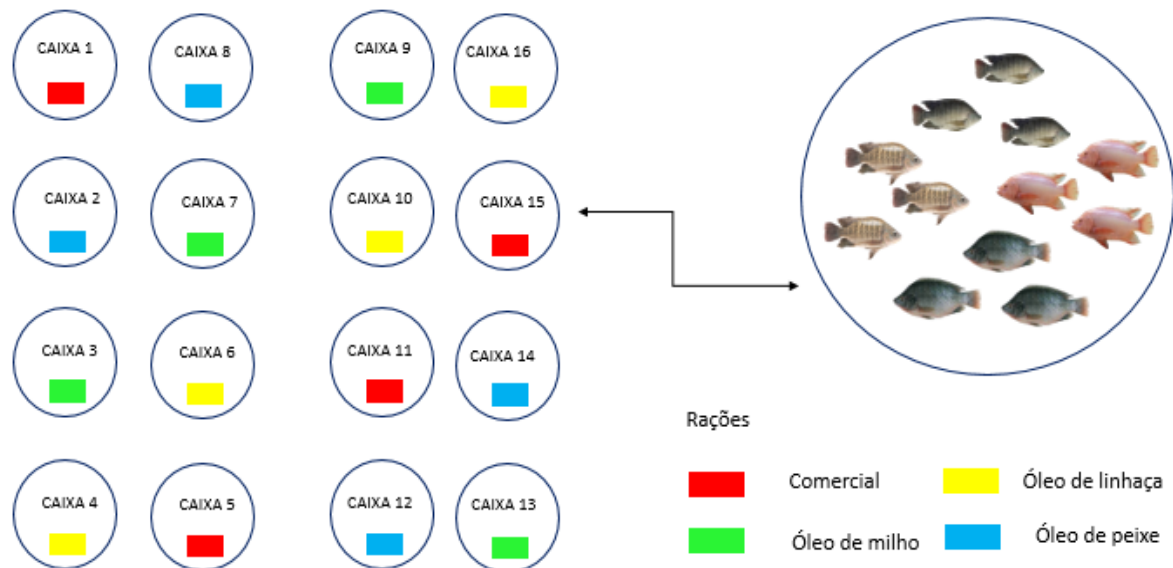
Fonte: Da autora (2021)

Os peixes passaram por um período de uma semana de adaptação, pois durante seis meses os animais consumiram ração extrusada até chegarem ao peso da fase de terminação. Como as dietas experimentais eram peletizadas, ou seja, afundavam, os animais tinham que identificar e consumir a nova ração. Logo após, foramofertadas as dietas experimentais duas vezes ao dia, às 8h e às 14h, manualmente *ad libitum*, durante 60 dias.

### 2.3 Delineamento experimental e Análise estatística

Os peixes foram distribuídos em 16 caixas de polietileno de 500 L, contendo em cada uma, três animais de cada grupo genético, totalizando 12 animais por caixa. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos em esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro dietas: comercial, com óleo de peixe, óleo de milho e óleo de linhaça; e quatro variedades: UFLA Vermelha, Grupo Genético I, UFLA e Grupo Genético II. Com peso médio inicial de 416,3g; 402,1g; 418,5g e 473,5g, respectivamente. Totalizando 16 tratamentos e quatro repetições, sendo o animal a unidade experimental (FIGURA 3).

Figura 3- Distribuição das dietas no sistema de recirculação fechada.



Fonte: Da autora (2021).

Os parâmetros de cor foram identificados em quatro pontos do filé, duas medições na parte interna e duas na parte externa. As análises de pH, atividade de água e composição centesimal foram realizadas em triplicata.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), quando observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), aplicou-se o teste de média Tukey em 5% de significância. Os dados de composição centesimal, quando observadas diferenças aplicou-se o teste SNK em 5% de significância.

## 2.4 Metodologias analíticas

### 2.4.1 Identificação

Ao atingirem peso médio entre 5 a 10 gramas, 48 machos de cada variedade foram aleatoriamente selecionados e identificados por meio de microchips implantados no dorso esquerdo (“Passive Integrated Transponder” ou PIT-tag) (FIGURA 4).

Figura 4 - Identificação dos peixes através da microchipagem.



A- Microchip e seringa utilizados para a identificação dos peixes; B- microchipagem dos peixes no lado esquerdo; C- peixe microchipado.

Fonte: Da autora (2021)

### 2.4.2 Abate

O abate foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Pescado, localizado no Setor de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras. Após o período experimental, os peixes foram submetidos a um jejum de 24 horas antes da despesca, realizado com o propósito de esvaziar o trato gastrointestinal dos peixes minimizando riscos de contaminação durante o abate (LINES & SPENCE, 2012). Após a obtenção das medidas morfométricas, os peixes foram pesados, insensibilizados pela secção da medula, o onde é feita a secção medular com a introdução de uma faca de açougue afiada na posição de 30 graus no opérculo. Após essa insensibilização o peixe foi submetido à sangria (PEDRAZZANI et al., 2009). Após a filetagem, os filés foram identificados e congelados (freezer modelo GTPC – 575, Gelopar, Chapada Araucária, PR, Brasil) à -18°C individualmente para análises posteriores.

### 2.4.3 Caracterização física, físico-química e química dos filés das variedades de tilápia do Nilo



As amostras de filé de tilápia foram descongeladas em temperatura ambiente.

### **2.4.3.1 Caracterização física dos filés das variedades**

#### **2.4.3.1.1 Medição da cor instrumental**

As amostras de filé foram avaliadas internamente e externamente, com colorímetro Nix Color Sensor Pro (NPRO; Nix Sensor, Ltd, Burlington, Ontário, Canadá), por meio do sistema de cores CIELab, definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), em que: I)  $L^*$  mede a luminosidade e varia de 100 para superfícies perfeitamente brancas até 0 para 49 o preto; II)  $a^*$  mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); e III)  $b^*$  mede a intensidade de amarelo (+) e azul (-) (OLIVEIRA et al., 2019). A luminosidade refletida da amostra foi medida através do valor de  $L^*$  em uma escala de 0 a 100, sendo o zero o preto e o 100, o branco. As variações de tonalidade entre (+) vermelho/verde (-) e (+) amarelo/azul(-), chroma ( $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ ) e ângulo Hue ( $H^* = \arctang(b^*/a^*)$ ) (RAMOS e GOMIDE, 2017), foram medidas respectivamente pelos valores de  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  e  $H^\circ$ .

#### **2.4.3.2 Caracterização físico-química dos filés das variedades de tilápia do Nilo**

Para a caracterização físico-química dos filés das diferentes variedades de tilápia do Nilo, foram realizadas as análises de atividade de água e pH. A determinação da atividade de água foi realizada, utilizando 10 g de amostra com temperatura padronizada de  $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e submetidas ao aparelho Aqualab® (modelo 4 TE, Barueri, SP, Brasil). Já os valores de pH dos produtos foram determinados pela inserção de um eletrodo de penetração, acoplado a um pH metro digital (modelo HI 99163, Hanna Instruments, Barueri, SP, Brasil).

#### **2.4.3.3 Composição centesimal dos filés das variedades de tilápia do Nilo**

As análises de composição centesimal da ração e do filé dos peixes foram realizadas no Laboratório de Qualidade e Processamento de Pescados no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

Para a composição centesimal das rações e dos filés, foram realizadas as análises de umidade (método n° 967.08), lipídios (método n° 2003.06), cinzas (método n° 942.05) e proteína (método n° 988.05), de acordo com as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012).

Os conteúdos de umidade e cinzas foram determinados pelos métodos gravimétricos de secagem em estufa a 105°C, e por incineração da amostra, previamente carbonizada em mufla a 550°C, respectivamente. O teor de lipídios foi determinado por extração com clorofórmio metanol 2:1 segundo a metodologia proposta por Folch (1957). O conteúdo de proteína foi estimado por meio do método Kjeldahl, usando um fator de conversão de nitrogênio de 6,25. Todas as amostras foram realizadas em triplicata.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização física e físico-química das variedades de tilápia do Nilo submetidas a dietas contendo diferentes fontes de óleo na fase de terminação

Os parâmetros físicos das variedades de tilápias submetidos a dietas contendo diferentes fontes de óleo são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Valores médios e desvios padrões dos parâmetros de cor dos filés de variedades de tilápia do Nilo suplementadas com diferentes fontes de óleo na ração.

Fator	Parâmetros de cor				
	L*	A*	B*	C*	H°
<b>Dieta</b>					
Comercial	33,21 ± 2,24 <sup>a</sup>	3,63 ± 1,59 <sup>a</sup>	4,73 ± 1,43 <sup>a</sup>	6,18 ± 1,98 <sup>a</sup>	57,43 ± 12,53 <sup>a</sup>
Peixe	33,21 ± 3,65 <sup>a</sup>	3,16 ± 1,39 <sup>a</sup>	4,17 ± 1,28 <sup>a</sup>	5,47 ± 1,77 <sup>a</sup>	59,02 ± 10,75 <sup>a</sup>
Milho	33,65 ± 3,03 <sup>a</sup>	3,09 ± 1,33 <sup>a</sup>	4,20 ± 1,09 <sup>a</sup>	5,45 ± 1,52 <sup>a</sup>	59,87 ± 9,45 <sup>a</sup>
Linhaça	33,94 ± 2,62 <sup>a</sup>	2,73 ± 1,07 <sup>a</sup>	3,84 ± 1,01 <sup>a</sup>	4,94 ± 1,37 <sup>a</sup>	60,39 ± 8,46 <sup>a</sup>
<b>Variedades</b>					
UFLA Vermelha	35,49 ± 2,75 <sup>a</sup>	3,26 ± 1,32 <sup>a</sup>	4,39 ± 1,21 <sup>a</sup>	5,72 ± 1,65 <sup>a</sup>	58,46 ± 9,70 <sup>a</sup>
Grupo Genético I	33,01 ± 2,85 <sup>b</sup>	3,19 ± 1,44 <sup>a</sup>	4,15 ± 1,15 <sup>a</sup>	5,44 ± 1,69 <sup>a</sup>	58,73 ± 9,64 <sup>a</sup>
UFLA	33,37 ± 3,06 <sup>b</sup>	3,09 ± 1,39 <sup>a</sup>	4,19 ± 1,40 <sup>a</sup>	5,42 ± 1,81 <sup>a</sup>	58,46 ± 12,5 <sup>a</sup>
Grupo Genético II	33,34 ± 2,48 <sup>b</sup>	3,07 ± 1,42 <sup>a</sup>	4,22 ± 1,24 <sup>a</sup>	5,45 ± 1,75 <sup>a</sup>	60,09 ± 9,67 <sup>a</sup>
CV %	8,69	43,80	29,48	31,21	17,55
<b>Fonte de Variação</b>					
Dieta	0,41 <sup>NS</sup>	0,47 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>	0,88 <sup>NS</sup>
Bloco	0,02 <sup>*</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>NS</sup>	0,29 <sup>NS</sup>
Variedade	0,00 <sup>*</sup>	0,85 <sup>NS</sup>	0,70 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>	0,83 <sup>NS</sup>

Dieta*Variedade	0,53 <sup>NS</sup>	0,73 <sup>NS</sup>	0,61 <sup>NS</sup>	0,82 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>NS</sup>
-----------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

L\*- luminosidade; A\*- intensidade da luz vermelha, varia do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*); B\*- intensidade da luz amarela, varia do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*); C\*- saturação; H°- ângulo de tonalidade. Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste Tukey, nível de significância de 5%.

Fonte: Do autor (2021).

As diferentes fontes de óleo das dietas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) nos parâmetros de cor, pH e atividade de água dos filés das variedades. Resultados semelhantes foram encontrados por Tsujii (2018), avaliando a substituição do óleo de soja por óleo de linhaça, não observou nenhum efeito na coloração, capacidade de retenção de água e pH no filé dos peixes, não havendo nenhuma resposta prejudicial sobre a saturação oxidativa e, conseqüentemente, o prazo de validade.

O tecido muscular claro dos peixes é um fator de aceitação para os consumidores. Entretanto, no pescado existem dois tipos de tecidos musculares, o branco ou claro e o vermelho ou escuro. Segundo Pereda et al. (2005), algumas espécies apresentam uma proporção significativa desse músculo escuro, que varia de acordo com a atividade do peixe. Sendo assim, a quantidade de músculo claro e escuro em diferentes espécies de peixe interfere na cor do peixe. Também, a composição claro x escuro difere, inclusive com maior quantidade de mioglobina no escuro, glicogênio, etc.

A coloração final do filé pode ser o resultado de vários fatores contribuintes como: o estado de hidratação muscular, a alteração nos pigmentos, estado das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas e a extensão da oxidação de lipídios e proteínas (MEDINA-MEZA et al., 2014; GUYON et al., 2016;)

Em um trabalho com dourada (*Sparus aurata*), Izquierdo et al. (2005), observaram que a substituição de 80% do óleo de peixe por óleo de linhaça, causou alterações na cor dos filés, porém não sendo percebida a olho nu, demonstrando que não houve efeito na coloração com a adição de óleo de linhaça na dieta.

Observou-se diferença entre as variedades ( $P < 0,05$  para a variável L\*, indicativa da luminosidade. A variedade UFLA Vermelha apresentou maior luminosidade (35,49), fato que pode estar relacionado com a coloração mais clara dos filés dessa variedade. Todos os valores foram inferiores aos relatados por Souza et al. (2005) de 61,70 para filés de tilápia *in natura* e por Lima et al. (2015) de 52,77 também para tilápia do Nilo. Segundo Zeola (2002), há uma variação na coloração da carne entre as espécies de peixe, devido às particularidades de coloração da musculatura, vísceras, líquido corporal, couro e escamas. Chaves et al. (2016) encontraram valor de 45,05 para componente L\* em filé

de pintado real. Pereira et al. (2016) analisando filés de jaú encontraram valor de  $L^*$  igual a 58,1.

Honorato et al. (2014), avaliaram a coloração de filés adquiridos comercialmente de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pirarucu (*Arapaimas gigas*). Os autores observaram que a coloração da carne de surubim e do pirarucu são muito semelhantes, estando associadas principalmente à qualidade da alimentação fornecida durante a produção em cativeiro dessas espécies. Enquanto, o filé de pacu, apresentou tendência a baixa luminosidade (valor  $L^*$ ) e ao amarelamento, em relação às outras duas espécies avaliadas.

Os principais parâmetros relacionados à aceitação do produto pelo consumidor são cor, aparência geral, capacidade de retenção de água, textura e suculência (LISTRAT et al., 2016). Quanto maior o valor de  $L^*$ , mais claro é o filé, e de uma forma geral, os consumidores buscam carne mais branca e luminosa, menos salmão e atum, os quais associam a cor mais clara do peixe ao frescor do produto (MONTEIRO et al., 2019; FONSECA et al., 2013).

Nos filés das variedades de tilápia do presente experimento, notou-se colorações mais escuras tendendo à uma menor luminosidade. Este resultado pode ser devido as medições realizadas nas regiões dorsal e abdominal, sendo consideradas como uma única característica.

Os valores observados para  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $H^\circ$  não diferiram entre as variedades ( $P>0,05$ ), e variaram entre  $a^*$  (3,07 a 3,26) e  $b^*$  (4,15 a 4,39). Resultados inferiores de  $a^*$  (2,76) e superiores de  $b^*$  (5,54) foram relatados por Lima et al. (2015) em análise de filé de tilápia do Nilo. No presente estudo, os valores das variáveis " $a^*$ " e " $b^*$ ", denotam uma diminuição da vermelhidão e amarelamento dos filés, tendendo a uma coloração mais esverdeada. De acordo com Richards e Hultin (2002), a perda da coloração avermelhada é um indicativo que a carne está perdendo o frescor, devido à taxa de oxidação da mioglobina.

Os parâmetros de saturação ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade  $H^\circ$  variaram de 5,42 a 5,72 e 58,46 a 60,09, respectivamente.

Os valores de  $C^*$  observados nos filés das diferentes variedades são baixos pois, em peixes, apenas o músculo vermelho lateral superficial, que é rico em mioglobina, exibe cor intensa (geralmente marrom) (LISTRAT et al., 2016).

Os valores encontrados para pH não diferiram significativamente entre as fontes de óleo e as variedades ( $P>0,05$ ) (TABELA 5).

Tabela 5- Valores médios e desvios padrões da atividade de água e pH dos filés variedades de tilápia do Nilo suplementadas com diferentes fontes de óleo na ração.

Fator	Variáveis	
	pH	Aw
Dieta		
Comercial	5,87 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,82 ± 0,04 <sup>a</sup>
Peixe	5,88 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,02 <sup>a</sup>
Milho	5,92 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>a</sup>
Linhaça	5,88 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,02 <sup>a</sup>
Variedades		
UFLA Vermelha	5,90 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,03 <sup>a</sup>
Grupo Genético I	5,93 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,03 <sup>a</sup>
UFLA	5,90 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,84 ± 0,03 <sup>a</sup>
Grupo Genético II	5,88 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,03 <sup>a</sup>
CV %	1,52	3,52
Fonte de Variação		
Dieta	0,09 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
Bloco	0,13 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>
Variedade	0,08 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>
Dieta*Variedade	0,07 <sup>NS</sup>	0,60 <sup>NS</sup>

pH- potencial hidrogeniônico; Aw- Atividade de água. Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste Tukey, nível de significância de 5%.

Fonte: Da autora (2021)

Resultados semelhantes foram observados por Castro et al., (2014), trabalhando com dourada (*Sparus aurata*), que substituiu 70% ou 100% do óleo de peixe por óleo de linhaça, embora, não houve diferença significativa no pH final dos filés de peixes. Portanto, a utilização de fontes alternativas de lipídios não altera o pH (MAPA, 2017), os valores de pH aceitáveis devem se encontrar abaixo de 7,0. Sendo que o aumento do pH está relacionado a proliferação de compostos bacterianos e a deterioração do músculo do peixe (RAHMANIFARAH et al., 2011; CASTRO et al., 2014). Segundo Filho Veiga e Mesquita (2018), o pH do pescado geralmente se encontra entre 5,4 e 6,2, sendo, portanto, insuficiente para inibir o crescimento de microrganismos, contudo, ideal para a ativação de enzimas proteolíticas.

Valores mais elevados de pH, porém, dentro dos limites aceitáveis para peixes conservados em gelo foram relatados por Cruz-Casallas et al. (2014), trabalhando com filés de jundiá (*Leiarius marmoratus*) (6,6 e 6,7), variando conforme o tempo de estocagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Marinho et al. (2014) ao

trabalhar com piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira, estocada em gelo (entre 6,52 e 6,92) e por Neto et al. (2012), ao analisar amostras de tambaqui (*Colossoma macroporum*) recolhidas de uma central de abastecimento, também encontrou valores neutros de pH, entre 6,36 e 6,80.

Rahmanifarah et al. (2011), afirmam que a diminuição dos valores do pH da carne, podem estar relacionados com o estresse no momento do abate, que causa um rápido consumo das reservas de glicogênio e ATP. Entretanto, o pH por si só não é um parâmetro confiável para definir o frescor do pescado, visto que pode variar entre as espécies (MORAIS et al., 2020), modo de captura e tempo de armazenamento (SOARES e GONÇALVES, 2012).

As diferentes fontes de óleo e as variedades não influenciaram ( $P > 0,05$ ) na atividade de água, que mantiveram-se manteve-se entre 0,82 e 0,85. Resultados para atividade de água maiores para filés de tilápia do Nilo foram relatados por Souza et al. (2005) de 1,0 e por Simões et al. (2007), de 0,983. A atividade de água ( $A_w$ ) pode ser um índice seguro, para se avaliar o potencial de estabilidade biológica de produtos cárneos. Os peixes apresentam alto teor de umidade e de atividade de água, pH próximo à neutralidade, características que os tornam muito vulneráveis às modificações bioquímicas e à contaminação por microrganismos (VELIOĞLU, TEMIZ e BOYACI, 2015).

Segundo Franco et al. (2013), os microrganismos apresentam diferentes graus de tolerância à atividade da água, mas, em geral, o limite mínimo da  $A_w$  para o crescimento da maioria das bactérias é de 0,90. De acordo com Girard (1991) um produto cárneo com atividade de água superior a 0,95 necessita ser armazenado a uma temperatura inferior a 5 °C, uma vez que é considerado de fácil deterioração. Apesar dos valores observados serem menores do que os relatados pelos autores, o monitoramento da  $A_w$  em pescado é muito importante, pois afeta não só a estabilidade microbiológica, mas a sua qualidade sensorial, as características físicas e o prazo de validade (ABBAS et al., 2009).

### **3.2 Caracterização química das variedades de tilápia do Nilo submetidas a dietas contendo diferentes fontes de óleo na fase de terminação**

Os valores da composição centesimal das amostras de filés das variedades de tilápia do Nilo submetidas a dietas com diferentes fontes de óleo na ração encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6- Composição centesimal do filé de grupos genéticos de tilápia do Nilo submetida a diferentes fontes de óleo na ração.

Fator	Variáveis			
	Umidade%	Proteína%	Lipídeos%	Cinzas%
<b>Dieta</b>				
Comercial	77,47 ± 1,27 <sup>a</sup>	23,41 ± 3,60 <sup>a</sup>	0,94 ± 0,53 <sup>a</sup>	1,38 ± 0,22 <sup>a</sup>
Peixe	77,10 ± 1,52 <sup>a</sup>	22,79 ± 2,80 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,44 <sup>a</sup>	1,28 ± 0,13 <sup>a</sup>
Milho	77,39 ± 1,15 <sup>a</sup>	23,19 ± 2,62 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,83 <sup>a</sup>	1,37 ± 0,36 <sup>a</sup>
Linhaça	77,13 ± 1,33 <sup>a</sup>	24,09 ± 2,12 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,47 <sup>a</sup>	1,42 ± 0,35 <sup>a</sup>
<b>Variedades</b>				
UFLA Vermelha	77,32 ± 1,21 <sup>ab</sup>	23,45 ± 2,63 <sup>a</sup>	1,11 ± 0,60 <sup>a</sup>	1,34 ± 0,21 <sup>a</sup>
Grupo Genético I	77,69 ± 1,60 <sup>a</sup>	22,78 ± 2,9 <sup>a</sup>	0,82 ± 0,35 <sup>b</sup>	1,35 ± 0,33 <sup>a</sup>
UFLA	76,76 ± 1,09 <sup>b</sup>	23,63 ± 3,23 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,37 <sup>b</sup>	1,39 ± 0,20 <sup>a</sup>
Grupo Genético II	77,32 ± 1,21 <sup>ab</sup>	23,63 ± 2,62 <sup>a</sup>	0,73 ± 0,43 <sup>b</sup>	1,38 ± 0,36 <sup>a</sup>
CV %	1,70	20,58	12,19	52,80
<b>Fonte de variação</b>				
Bloco	0,08 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>*</sup>	0,53 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>
Dieta	0,56 <sup>NS</sup>	0,63 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>
Variedade	0,00 <sup>*</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,77 <sup>NS</sup>
Dieta*Variedade	0,13 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	0,50 <sup>NS</sup>

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste SNK, nível e significância de 5%.

Fonte: Do autor (2021).

A suplementação com diferentes fontes de óleo na ração não influenciou ( $P > 0,05$ ) as variáveis analisadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Zhang et al. (2018) testando diversas fontes de óleo (peixe, linhaça, soja, canola, coco e sebo bovino) em dieta para juvenis de pargo (*Megalobrama amblycephala*), e não observaram alterações nos teores de umidade, proteína bruta e cinzas. Porém, as diferentes fontes lipídicas da dieta afetaram significativamente o teor de gordura do corpo. Animais submetidos à dietas contendo óleo de canola apresentaram maior teor de lipídios comparados com aqueles que receberam dieta contendo óleo de coco e sebo bovino.

Silva Júnior et al. (2011) em um estudo avaliando a substituição parcial do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para juvenis de beijupirá, não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de proteína bruta e cinzas entre os peixes dos diferentes tratamentos. Nenhum efeito da inclusão do óleo de linhaça na dieta sobre a composição do filé também foi relatado em tilápia do Nilo (KARAPANAGIOTIDIS et al., 2007) e linguado senegalês, *Solea senegalensis* (REIS et al., 2014).

Entretanto, influência da fonte de óleo sobre o teor de lipídios foi observado por Xu et al. (2015) em robalo japonês, *Lateolabrax japonicus*, alimentados com dietas

suplementadas com óleo de linhaça. Ayisi et al. (2017), observaram que níveis de óleo de palma na dieta afetaram significativamente os conteúdos de lipídios, umidade, cinzas e proteína bruta no músculo de tilápia do Nilo. Contudo, essa variação pode ser atribuída às condições de criação, tamanho e a espécie de peixe (SALES; GLENCROSS, 2011).

A carne de pescado tem como principais componentes químicos a água (50 a 85%), proteína (12 a 24%) e lipídios (0,1 a 22%), sendo que 2% estão divididos entre minerais (0,08 a 2%), glicídios (0,1 a 3%) e vitaminas (BRITTO et al., 2014; YARNPAKDEE et al., 2014). Logo, os valores médios de umidade (77,72%), proteína (23,37%), lipídios (0,89%) e cinzas (1,36%) observados neste estudo para a composição centesimal dos grupos genéticos de tilápia do Nilo estão de acordo com os teores para a composição do pescado. Resultados semelhantes foram observados por Grégio et al. (2020) avaliando a composição bromatológica de filés de tilápia, observaram valores de 0,71% de gordura, 77,47% de umidade, 1,29% de cinzas e 20,78% de proteína, sendo apenas este inferior ao observado neste estudo. Resultados inferiores foram observados por Yarnpakdee et al., (2014), encontraram 16,6% de proteína e 0,2% de lipídios para tilápia do Nilo.

Quanto às variedades, houve diferença nos teores de umidade e lipídeos. Adewumi et al. (2014), afirmaram que a proteína e as cinzas não variam tão frequentemente quanto o lipídio, uma vez que não é necessariamente impactado pela dieta, mas principalmente por tipo de espécie, característica genética e tamanho. A composição corporal é um aspecto importante da qualidade nutricional (BRECK, 2014), e afeta o valor nutricional e a qualidade do consumo de peixes.

A variedade UFLA apresentou um teor de umidade menor em relação as demais variedades, apesar de não diferir estatisticamente. A umidade está diretamente relacionada com o prazo de validade, portanto, os alimentos com maior umidade deterioram-se mais rapidamente (FOGAÇA et al, 2009). Olopade et al. (2016) encontraram diferença no conteúdo de proteína bruta de tilápia híbrida foi maior do que o teor de proteína bruta de *O. niloticus*. A porcentagem de umidade em espécies de peixes indica a proteína, conteúdo de lipídios e carboidratos. Quanto mais baixo o teor de umidade, quanto maior o lipídio, proteína e conteúdo de carboidratos (OGUNDIRAN et al., 2019). Além disso, alta umidade conteúdo torna os peixes mais suscetíveis a deterioração microbiana e degradação oxidativa de ácidos graxos poliinsaturados disponíveis (OGUNDIRAN et al., 2019).



O teor de proteína não diferiu entre as variedades, contudo, diversos trabalhos têm relatado diferença neste conteúdo em diversas espécies de tilápia. Olopade et al. (2016) encontraram diferença no conteúdo de proteína bruta de tilápia híbrida que foi maior do que o teor de proteína bruta de *O. niloticus*. Zaeem (2011) relatou que, *O. niloticus* geneticamente modificado foi significativamente maior no conteúdo de proteína e gordura quando comparado com os outros genótipos não transgênicos de tilápia (*O. niloticus*, *O. aureus* e seu híbrido recíproco). Bello et al. (2021) comparando a composição química de variedades de Tilápia cultivadas na Nigéria, a saber *Tilápia zilli*, *Tilapia guineensis*, *Sarotherodon galilaeus*, *S. melanotheron*, *Oreochromis niloticus* e *Oreochromis aureus*, não observaram diferenças entre as espécies no teor de proteína, porém, houve diferença quanto aos teores de umidade, lipídios e cinzas.

A variedade UFLA vermelha apresentou maior teor de lipídio. Garduano-Lugo et al (2003) relatou teor lipídico maior da tilápia do Nilo em relação a tilápia híbrida vermelha, divergindo do achado deste estudo. Fauconneau et al. (1991) relataram que a origem genética é outro fator que afeta o conteúdo lipídico. O teor de lipídios é superior a 6,53% relatado por (ADENIYI et al.,) para *T. guineensis* e aqueles relatados por (OGUNDIRAN et al., 2019) para *T. guineensis*, *O. aureus* e *T. zilli*. Isso pode ser atribuída às condições ambientais e a composição da alimentação dos peixes dada aos peixes no sistema de criação controlado.

## CONCLUSÃO

A suplementação com diferentes fontes de óleo vegetal é uma opção para a manutenção dos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos da carne de tilápias, uma vez que não foram identificadas alterações em sua qualidade.

Considerando a composição de nutrientes das variedades, a UFLA Vermelha apresenta um conteúdo de proteína e lipídios maior. Entretanto, todas as variedades estudadas são boas fontes de nutrientes para os consumidores.

## REFERÊNCIAS

ABBAS, K. A.; SALEH, A. M.; MOHAMED, A.; LASEKAN, O. The relationship between water activity and fish spoilage during cold storage: A review. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.7, n. 3, p. 86-90, 2009.

ADENIYISA, ORIKWE CL, EHIAGBONARE, JE, JOSHIA, J. Nutritional composition of three different fishes (*Clarias gariepinus*, *Malapterurus electricus* and *Tilapia guineensis*). *Pak J. Nutri.* 8;793-797.

ADEWUMI AA, ADEWOLE HA, OLALEYE VF (2014) Proximate and Elemental Composition of the Fillets of Some Fish Species in Osinmo Reservoir, Nigeria. *Agri Biol J N Amer* 5: 109-117

ALLAMAN, Ivan Bezerra et al. Weight and morphometric growth of different strains of tilapia (*Oreochromis* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 305-311, 2013.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 19 ed. 2012.

AYISI C L, ZHAO J, AND WU J W. Replacement of fish oil with palm oil: Effects on growth performance, innate immune response, antioxidant capacity and disease resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) *PLoS One* **13** 4 pp. 1–17, 2017.

AZEVEDO, R. V.; TONINI, W. C.T.; BRAGA, L. G.T. Óleo e torta de dendê em rações para juvenis de tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1028-1034, 2013.

BARRIVIERA, V. R. et al. Substituição do óleo de soja por óleo de linhaça no desempenho de crescimento, perfil de ácidos graxos e atributos de textura em tilápia do Nilo grande, *Oreochromis niloticus*, criada sob baixa temperatura fria. **Pesquisa em Aquicultura**. Aquaculture Research, 2021.

BELLO, Adunola Abosede et al. Avaliação da composição bioquímica de alguns ciclídeos cultiváveis (espécies de tilápia) na Nigéria. *Asian Food Science Journal*, p. 40-47, 2021.

BORGHESI, R.; HISANO, H.; SUCASAS, L. F. A.; LIMA, L. K. F.; OETTERER, M. **Influência da Nutrição sobre a Qualidade do Pescado: especial referência aos ácidos graxos**. Corumbá, Embrapa Pantanal, p. 21. 2013.

BRECK, J.E (2014) Body composition in fishes: body size matters. *Aquaculture* 433: 40-49.

BRITTO, A. C. P.; ROCHA, C. B.; TAVARES, R. A.; FERNANDES, J. M.; PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F. Rendimento corporal e composição química do filé da viola (*Loricariichthys anus*). **Ciência Animal Brasileira**. v.15, n.1, p.38-44, 2014.

CAO, L. et al. (2015). China's aquaculture and the world's wild fisheries. *Science*, 347, 133–135, 2015.

CASTRO, P. L.; CABALLERO, M. J.; GINÉS, R.; PENEDO, J. C.; MONTERO, D.; LASTILLA, M. T.; IZQUIERDO, M. Linseed oil inclusion in sea bream diets: Effect on muscle quality and shelf life. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 1, p. 75–85, 2014.

CHAUTON, M.S.; REITAN, K.I.; NORSKER, N.H.; TVETER, A.S.R.; KLEIVDAL, H.T. A techno-economic analysis of industrial production of marine microalgae as a source of EPA and DHA-rich raw material for aquafeed: research challenges and possibilities. **Aquaculture**, v. 436, p. 95–103, 2015.

CHAVES, A. P. et al. Avaliação química e física de filés de híbridos de pintado amazônico e real. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e X CIGR Section IV International Technical Symposium. 2016, Gramado. **Anais...** Gramado. 2016.

CORRÊA, C. F.; TACHIBANA, L.; LEONARDO, A. F., & BACCARIN, A. E. Rendimento de carcaça, composição do filé e análise sensorial do robalo-peva de rio e de mar. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 4, p. 401-410, 2018.

CRUZ-CASALLAS, N. E.; CRUZ-CASALLAS, P. E.; SUÁREZ-MAHECHA, H. Quality of catfish meat *Leiaris marmoratus* during frozen storage. **Orinoquia**, v. 18, n. 1, p. 43-52, 2014.

EL-ZAEEM S.Y.; EZZAT, E.T.N.; TALENT N.A. Effect of direct injection of Shark DNA into skeletal muscles on the productive performance characteristics of red tilapia (*Oreochromis* sp.) Red at different directory requirement. *Afr. J. Agric. Res* v. 7, p. 2456-2462, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

VEIGA FILHO, I. L. & MESQUITA, E. F. M. Aminas Biogênicas em pescado: ocorrência, relevância e detecção. *Semioses Inovação Desenvolvimento e Sustentabilidade*, v. 12, n. 3, p. 115-141, 2018.

FOGAÇA, F.H.S. et al. Métodos para análise de pescados. Teresina: Embrapa, 2009. 39p.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, v. 226, n.1, p. 497-509, 1957.

FONSECA, G. G. et al. Influence of treatments in the quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. **Food Science and Nutrition**, vol. 1, n. 3, p. 246–253, 2013.

FRANCO, M. L. R. S. et al. Qualidade microbiológica e vida útil de filés defumados de tilápia-do-nilo sob refrigeração ou congelamento. **Pesq. agropec. bras.**, v.48, n.8, p.1071-1079, ago. 2013.

GARDUÑO-LUGO, M. et al. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type)(*Oreochromis niloticus*, *Linnaeus*)

and red hybrid tilapia (*Florida red tilapia* × *Stirling red O. niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 12, p. 1023-1028, 2003.

GIRARD, J. P. **Tecnología de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, p.183-229, 1991.

GODOY, A. C. et al. Soybean oil for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in finishing diets: Economic, zootechnical and nutritional meat improvements. **Aquaculture**, v. 512, p. 734324, 2019.

GRIGORAKIS, K. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: a review. **Aquaculture**. v.272, n.1-4, p.55-75, 2007.

GRÍGIO, R. et al. Produtos e coprodutos da criação alternada da tilápia do Nilo com o jundiá. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1679-1696, 2020.

GUYON, C.; MEYNIER, A.; LAMBALLERIE, M. Protein and lipid oxidation in meat: a review with emphasis on high-pressure treatments. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 975 131–143. 2016.

HONORATO, C.A; CANEPPELE, A; MATOSO, J.C; PRADO, M.R; SIQUEIRA, M.S; SOUZA, L.R.O. Caracterização física de filés de Surubim (*Pseudoplatystoma sp.*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Pirarucu (*Arapaimas gigas*). *Arq. Ciênc. Vet. Zool.* 2014;17(4):237-242.

HUANG, F., JIANG, M., WEN, H., LIU, W., YANG, C. G., WU, F.; WIE, Q. W. Effects of different dietary lipid sources on growth performance, tissue fatty acid composition and serum lipid indices of juvenile Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 30, 1602–1608, 2014.

IZQUIERDO, M. S.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; CABALLERO, R.; ROSENLUND, G.; GINE´S, R. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. **Aquaculture**, v.250, n.1-2, p.431–444, 2005.

JOB, B. E. et al. Proximate composition and mineral contents of cultured and wild tilapia (*Oreochromis niloticus*)(Pisces: Cichlidae)(Linnaeus, 1758). **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 14, n. 4, p. 195, 2015.

KARAPANAGIOTIDIS, I. T.; BELL, M. V.; LITTLE, D. C.; YAKUPITIYAGE, A. Replacement of dietary fish oils by alpha-linolenic acid-rich oils lowers omega 3 content in tilapia flesh. **Lipids**, v. 42, n. 6, p. 547–559, 2007.

KAYAN A, BOONTAN I, JATURSSITHA S. et al (2015) Effect of slaughterweight on meat quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Agric Agric Sci Procedia* 5:159–163, 2015.

LI, Q., ZHU, H. Y., WEI, J. J., ZHANG, F., LI, E. C., DU, Z. Y.; CHEN, L. Q. Effects of dietary lipid sources on growth performance, lipid metabolism and antioxidant status of juvenile Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 3, p. 500–510, 2017.

LIMA 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.

LINES, J. A.; SPENCE, J. Safeguarding the welfare of farmed fish at harvest. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 153-162, 2012.

LISTRAT, A.; LEBRET, B.; LOUVEAU, I.; ASTRUC, T.; BONNETE, M.; LEFAUCHEUR, L.; BUGEON, J. How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. **The Scientific World Journal**, v.2016, p. 3182746, 2016.

MARINHO, L. S.; LIMA, E. D. S. C.; FERREIRA, M.S.; MONTEIRO, M. L. G.; SILVA, F. E. R.; MÁRSICO, E. T.; FREITAS, M. Q. Parâmetros físico-químicos e sensoriais na avaliação da qualidade da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*, Valenciennes, 1840) inteira estocada em gelo. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 21, n. 4. 2014.

MEDINA-MEZA, I. G.; BARNABA, C.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Effects of highpressure processing on lipid oxidation: a review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22, 1–10. 2014.

MOHAMED, F.A., KHOGALI, F.A., MOHAMED, A.H., DENG, O.O., MOHAMMED, A.A. Body weight characteristics and chemical composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* collected from three different Sudanese dam. *Int. J. Fish Aquat.* 4, 507–510, 2016.

MONTEIRO, M.0 L. *et al.* Synergistic effect of ultraviolet radiation and high hydrostatic pressure on texture, color, and oxidative stability of refrigerated tilapia fillets. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.l.], v. 99, n. 9, p.4474-4481, 2 abr. 2019.

MORAIS, C. A. R. S. et al. Effect of slaughter weight on the quality of Nile tilapia fillets. **Aquaculture**, v. 520, p. 734941, 2020.

NASOPOULOU, C., & ZABETAKIS, I. (2012). Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds. A review. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 47, 217–224, 2012.

NETO, L. G. N.; LIMA, M. D. P.; PORTELA, G. L. F.; MOURA, R. L. Determinação de pH e prova de Éber para amônia em peixes tambaqui (*Colossoma macroporum*) comercializados na CEASA de Timon-MA. **PUBVET**, v. 6, p. Art. 1472-1477, 2012.

OGUNDIRAN MA, AYANDIRAN, TA. Comparative Studies on the Nutritional Fitness of some Selected Cichlids Sampled from OBA Reservoir, South Western Nigeria. *J Aquac Res Development*. 2019;10:570.

OLOPADE; O.A; TAIWO, I.O; LAMIDI, A.A; AWONAIKE, O.A. Proximate Composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (*Red Tilapia*) from Oyan Lake, Nigeria. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*. v. 73, n. 1, p.19 – 23, 2016.

PEDRAZZANI, A. S., CARNEIRO, P. C. F., KIRSCHNIK, P. G., MOLENTO, C. F. M. Impacto negativo de secção de medula e termonarrose no bem-estar e na qualidade da carne da tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, v.10, n.1, 2009.

PENG, X., LI, F., LIN, S., & CHEN, Y. Effects of total replacement of fish oil on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity in tilapia (*Oreochromis niloticus*), **Aquaculture International**, v. 24, p. 145–156, 2016.

PEREDA, J. A. O. et al. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**. v. 2. Editora Artmed. São Paulo, 279 p., 2005.

PEREIRA, Y.C.A.; ZUANAZZI, J.S.G.; LARA, J.A.F. Características físicas e químicas da carne de jaú (Zungaro jahu). In: *4º Evento de Iniciação Científica do Pantanal na XI Semana de Biologia*, **Anais...** Corumbá, p. 15, 2016.

PURSLOW, P. P.; WARNER, R. D.; CLARKE, F. M.; HUGHES, J. M. Variations in meat colour due to factors other than myoglobin chemistry; a synthesis of recent findings (invited review). **Meat Science**, v. 159, 107941, 2020.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da Qualidade de Carnes: fundamentos e metodologia**. 2ª ed., Viçosa: Editora UFV, 2017. 473p.

RICHARDS, M. P.; HULTIN, H. O. Contributions of blood and blood components to lipid oxidation in fish muscle. **Journal Agriculture Food Chemist**, n.50, v.3, p.555–564, 2002.

ROMBENSO, A.N.; TRUSHENSKI, J.T.; SCHWARZ, M.H. Fish oil replacement in feeds for juvenile Florida pompano: composition of alternative lipid influences degree of tissue fatty acid profile distortion. *Aquaculture*, v. 458, p.177–186, 2016.

SALES, J.; GLENCROSS, B. A meta-analysis of the effects of dietary marine oil replacement with vegetable oils on growth, feed conversion and muscle fatty acid composition of fish species. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, n. 2, 2011.

SANTOS, E. C. B. **Métodos de abate e qualidade da tilápia do Nilo**. Tese (Doutorado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2013.

SOARES, K. M. de P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 71, n.1, p. 1-10, 2012.

SOHN, J. H.; OHSHIMA, T. Control of lipid oxidation and meat color deterioration in skipjack tuna muscle during ice storage. **Fish Science**, v.76, n.4, p.703–710, 2010.

SOUSA, M. I. **Estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais de polvo, pescada, cachucho e barracuda comercializados em Faro e em Luanda**. 2016. Tese de Doutorado

SOUZA, M. L. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOBRAL, P. J. A.; & KRONKA, S. N. Efeito do peso de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, 2005.

STEFFENS, W. Aquaculture produces wholesome food: cultured fish as a valuable source of n-3 fatty acids. **Aquac Int**, v. 24, n. 3, p. 787–802, 2015.

TEOH C-Y, NG W-K. The implications of substituting dietary fish oil with vegetable oils on the growth performance, fillet fatty acid profile and modulation of the fatty acid elongase, desaturase and oxidation activities of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.* **Aquaculture**, v. 465, p.311–322, 2016.

TURCHINI, G. M., TORSTENSEN, B. E., & NG, W. K. Fish oil replacement in finfish nutrition. **Reviews in Aquaculture**, 1, 10–57, 2009.

VELIOĞLU, H. M.; TEMIZ, H. T; BOYACI, H. I. Differentiation of fresh and frozen-thawed fish samples using Raman spectroscopy coupled with chemometric analysis. **Food Chemistry**, v. 172, p. 283-290, 2015.

XU, H.; MU, Y.; ZHANG, Y.; LI, J.; LIANG, M.; ZHENG, K.; WEI, Y. Graded levels of fish protein hydrolysate in high plant diets for turbot (*Scophthalmus maximus*): effects on growth performance and lipid accumulation. *Aquaculture*, 454: 140-147, 2016.

YARNPAKDEE, S.; BENJAKUL, S.; KRISTINSSON, H.G.; KISSHIMURA, H. Antioxidant and sensory properties of protein hydrolysate derived from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by one-and-two- step hydrolysis. *Journal Food Science Technology*, 52: 3336-3349, 2015.

YOLA, I.A.; TIMOTHY, O. Proximate composition and consumer acceptability of African mudfish *Clarias gariepinus* smoked with two energy sources. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, v. 5, n. 2, p. 115-118, 2012.

YUE, Kangning; SHEN, Yubang. An overview of disruptive technologies for aquaculture. **Aquaculture and Fisheries**, 2021.

El-zaeem SY, Ezzat ETN, Talent NA. Effect of direct injection of Shark DNA into skeletal muscles on the productive performance characteristics of red tilapia (*Oreochromis sp.*) Red at different directory requirement. *Afr. J. Agric. Res* 7: 2456-2462, 2012.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, v.26, n.304, p.36-56, 2002.

ZHANG, W.; SUN, S.; GE, X.; ZHU, J.; MIAO, L.; LIN, YAN.; SU, Y.; LIANG, H.; PAN, W.; YU, H.; HUANG, X.; JI, K. Effects of dietary lipid sources on growth performance, fatty acid composition and hepatic lipid metabolism of juvenile blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. **Aquaculture Nutrition**, p. 1–12, 2018.



## **CAPÍTULO 4 DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE VARIEDADES DE TILÁPIA DO NILO SUBMETIDAS À DIETAS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEO**

### **RESUMO**

A substituição do óleo de peixe por fontes alternativas, como por exemplo os óleos vegetais, tem sido uma prática comum. Contudo, os efeitos dessa substituição devem ser avaliados, uma vez que a dieta pode influenciar no desempenho, consumo e saúde dos animais. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do óleo de diferentes tipos de óleo em dietas para quatro variedades de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), sobre o desempenho, rendimentos corporais, consumo, conversão alimentar aparente, medidas morfométricas, além dos parâmetros bioquímicos do sangue. Foram utilizados 192 machos, sendo 48 animais de cada grupo genético, com peso médio inicial de 416,3g; 402,1g; 418,5g e 473,5g, respectivamente. Os peixes foram distribuídos em 16 caixas de polietileno de 500 L, sendo 12 animais por caixa, três animais de cada variedade. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos em parcelas subdivididas, sendo quatro dietas (comercial; com óleo de peixe; óleo de milho e óleo de linhaça) e quatro variedades (UFLA vermelha, grupo genético I, UFLA e grupo genético D)I, totalizando 16 tratamentos com quatro repetições. As dietas foram semipurificadas (isoproteicas e isoenergéticas), e o período de fornecimento foi contabilizado em dias antes do abate (60 dias). Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste Tukey (5%) utilizando o software estatístico SISVAR. O consumo aparente, peso final e ganho de peso não foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelas diferentes fontes de óleo. Nos parâmetros bioquímicos do sangue, houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os grupos genéticos para glicose e triglicerídeos. Quanto ao desempenho e rendimento de filé houve diferença entre os grupos genéticos ( $P < 0,05$ ). A substituição do óleo de peixe por fontes mais baratas, como os óleos vegetais se tornam uma boa opção, visto que essas fontes não influenciam negativamente no consumo, desempenho e na saúde dos animais.

**Palavras-chave:** *Oreochromis niloticus*, óleos vegetais, produção

## 1 INTRODUÇÃO

Os lipídios são macronutrientes importantes na dieta de peixes, fornecem energia e são fontes de ácidos graxos essenciais para os peixes (SAKOMURA et al. 2014). Podem ser utilizados para reduzir a conversão da proteína em energia e fornecem duas vezes mais energia do que proteínas e carboidratos. Na alimentação de peixes, sua utilização em níveis elevados na dieta é uma tendência atual (SANCHES et al., 2018), devido aos seus benefícios aos peixes e aos consumidores.

O óleo de peixe é um produto obtido a partir de resíduos da indústria de processamento de pescado e possui preço comercial elevado e deve, portanto, ser substituído por fontes alternativas.

Estudos sobre a substituição do óleo de peixe por óleos vegetais são controversos. Alguns estudos relatam que o óleo de peixe nas rações pode ser parcial e/ou completamente substituído pelos óleos vegetais (MONTERO et al., 2015), os quais tem pouco ou nenhum efeito sobre o desempenho de crescimento de animais aquáticos (ERYALÇIN et al. 2013; PENG et al. 2015; ROMBENSO et al. 2016; TURCHINI et al. 2013; KWASEK, THORNE-LYMAN & PHILLIPS, 2020 ; COTTRELL et al., 2020). Entretanto alguns estudos relatam que a substituição total pode prejudicar o crescimento dos animais (EMRE et al., 2016).

Contudo, os óleos apresentam composição lipídica variada. O óleo de peixe e linhaça, apresentam altos teores de ácido  $\alpha$ -linolênico, precursor do ácido eicosapentaenoico (EPA) e do docosahexaenóico (DHA) (RIBEIRO et al., 2013), enquanto os óleos de soja e milho apresentam altos teores de ácido linoleico. Este fato se torna importante, pois o metabolismo dos peixes é diferente entre as espécies, sendo necessário o estudo sobre os efeitos dessas fontes de óleo na dieta para diferentes espécies

As diferentes fontes lipídicas influenciam os processos lipogênicos no organismo; entretanto, o grau desta influência depende da espécie em questão (RIBEIRO et al., 2013).

Alterações na dieta e/ou condições de manejo podem afetar características hematológicas dos peixes; logo, o sangue pode ser usado para monitorar esses efeitos e as mudanças metabólicas oriundos da nutrição (ARAÚJO et al., 2011).

Os n-3 LC-PUFAs dietéticos (EPA, DHA) desempenham papéis importantes no crescimento, capacidade antioxidante e imunidade de animais aquáticos (YU et al., 2016). Além disso, como os óleos vegetais contêm grandes quantidades de ácidos graxos

n-6 , a relação n-3 / n-6 de ácidos graxos pode ser alterada em dietas contendo óleos vegetais, consequentemente afetando a saúde dos peixes (MONTERO et al., 2008).

A melhor eficiência na produção animal pode ser definida como a geração de produtos de origem animal com a menor quantidade de recursos possíveis. Diversas medidas foram propostas ao longo dos anos para avaliar a eficiência alimentar, dentre elas, a simples razão do desempenho (ganho de peso em um determinado período) (GRÍGIO et al., 2020).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o uso de rações com fontes de óleo vegetal em dietas para distintas variedades de tilápias nilóticas, e analisar as respostas bioquímicas dos peixes frente a alimentação de 60 dias, verificando também a influência desta dieta sobre o seu rendimento e desempenho produtivo.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

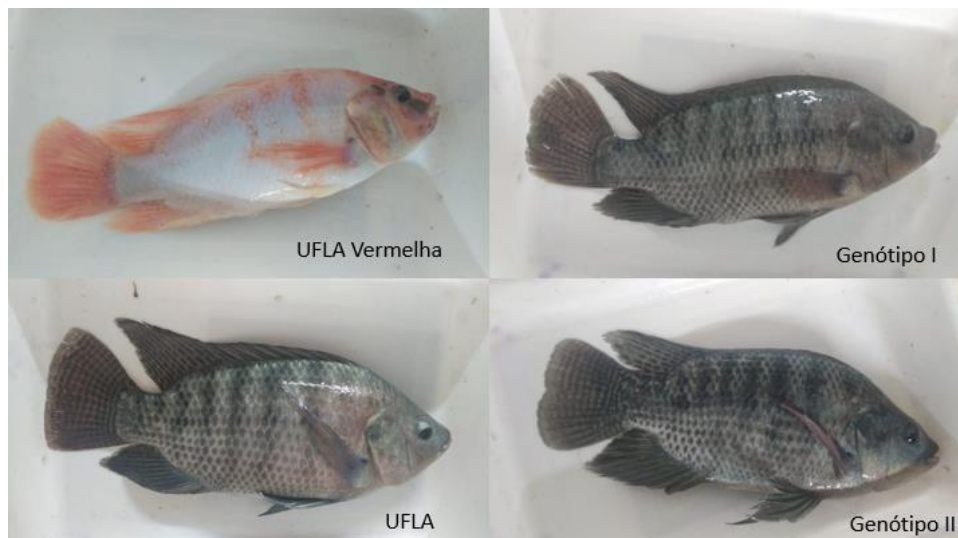
O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brasil, sob protocolo nº 069/19. A pesquisa foi conduzida no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia, na Planta Piloto de Processamento de Pescado e no Laboratório de Enzimologia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (MG).

### **2.1 Local e Animais experimentais**

O experimento foi realizado no Setor de Piscicultura em um sistema de recirculação fechada, foram utilizados 192 machos de tilápia do Nilo na fase de terminação, totalizando 48 animais de cada variedade (FIGURA 1), provenientes e mantidas pelo setor de piscicultura da Universidade Federal de Lavras, localizada na região no sul de Minas Gerais.

- UFLA Vermelha: variedade de tilápia vermelha híbrida;
- Grupo genético I: variedade comercial melhorado derivado da Genefort;
- UFLA: variedade UFLA foi originada na Universidade Federal de Lavras a partir da década de 70 (ALLAMAN et al., 2013).
- Grupo genético II: variedade comercial melhorado derivado de GIFT

Figura 1- Exemplos das variedades de tilápia do Nilo



Fonte: Da autora (2021)

## 2.2 Dieta experimentais

Foram elaboradas três dietas semi-purificadas, isoenergéticas e isoprotéicas (TABELA 1). Estas dietas diferiram apenas na fonte de óleo (peixe, milho e linhaça) e uma dieta com ração comercial contendo óleo de soja (TABELA 2).

Tabela 1- Composição percentual e centesimal das rações experimentais com diferentes fontes de óleo, para variedades de tilápias nilóticas na fase de terminação.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Dietas</b>		
	Peixe	Milho	Linhaça
Concentrado proteico de soja	28,00	28,00	28,00
Amido de milho	25,00	25,00	25,00
Farelo de trigo	26,00	26,00	26,00
Celulose	3,50	3,50	3,50
Suplemento vitamínico mineral	1,45	1,45	1,45
BHT	0,05	0,05	0,05
DL-Metionina	1,00	1,00	1,00
Lisina	1,00	1,00	1,00
Vitamine E	0,50	0,50	0,50
Caulim	5,00	5,00	5,00
Fosfato bicálcico	1,00	1,00	1,00
Cloreto de sódio	0,50	0,50	0,50
Óleo de Peixe	7,00	-	-
Óleo de Milho	-	7,00	-
Óleo de Linhaça	-	-	7,00
Proteína Digestível	27,15	27,15	27,15
Energia Digestível	3436,10	3436,10	3436,10
Proteína Bruta	31,27	31,27	31,27
Energia Bruta	4011,70	4011,70	4011,70
EE	7,90	7,90	7,90
Fibra	6,30	6,30	6,30
<b>Análise proximal %</b>			
Matéria seca	8,87 ±0,24	9,12±0,21	12,21±0,55
Proteína bruta	28,23±0,54	28,27±0,33	27,03 ±0,60
Extrato etéreo	7,58±0,15	7,60 ±0,41	7,93±0,36
Cinzas	8,32±0,00	8,47 ±0,01	8,06 ±0,00
<b>Análise dos ácidos graxos %</b>			
C12:0 Ácido Lauríco	0,07	0,00	0,04
C14:0 Ácido Miristoléico	3,51	0,04	0,16
C16:0 Ácido Palmítico	21,20	12,70	12,64
C:16:1 Ácido Palmitoléico	4,65	0,23	0,19
C17:0 Ácido Heptadecanóico	0,55	0,06	0,06

C18:0 Ácido Esteriárico	4,88	2,38	3,83
C18:1n9c Ácido Oléico	22,69	32,62	25,45
C18:2n6c Ácido Linoléico	16,65	48,31	42,04
C:20:0 Ácido Araquídico	0,34	0,44	0,31
C18:3n6 Ácido	0,12	0,00	0,10
C20:1	0,75	0,21	0,22
C18: 3n3	1,60	1,79	13,35
C22:0 Ácido Behênico	0,25	0,19	0,32
C24:0 Ácido Lignocérico	0,12	0,19	0,16
C20:4n6 Ácido Arquidônico	1,04	-	-
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenóico	5,06	-	-
C22:6n3 Ácido Docosaexaenóico	8,08	-	-
Σ SFA	32,57	16,00	17,51
Σ MUFA	28,61	33,05	25,88
Σ N6	16,90	48,31	42,14
Σ N3	6,74	1,79	13,35
n6/n3	2,51	26,94	3,16
EPA	5,06	-	-
DHA	8,08	-	-
ARA	1,04	-	-

Premix Vit/Min: Peixeonívoro 5kg/ton Nutron®Umidade (máx.) 100 g; ProteínaBruta (mín.) 280 g; Extrato Etéreo (mín.) 40 g; FibraBruta (máx.) 80 g; Matéria Mineral (máx.) 120 g; Cálcio (mín.) 10 g; Cálcio (máx.) 30 g; Fósforo (mín.) 6.000 mg, Ômega 3 (mín.) 3.000 mg; Ômega 6 (mín.) 5.200 mg; Vitamina A (mín.) 6.000 UI; Vitamina D (mín.) 1.500 UI; Vitamina E (mín.) 60 UI; Vitamina K3 (mín.) 3 mg; Vitamina B1 (mín.) 7,5 mg; Vitamina B2 (mín.) 9 mg; Vitamina B6 (mín.) 15 mg; Vitamina B12 (mín.) 18,7 mcg; Vitamina C (mín.) 250 mg; ÁcidoPantotênico (mín.) 11,2 mg; Niacina (mín.) 30 mg; ÁcidoFólico (mín.) 3,7 mg; Biotina (mín.) 3,7 mg; Cobre (mín.) 11,2 mg; Colina (mín.) 375 mg; Ferro (mín.) 45 mg; Manganês (mín.) 22,5 mg; Iodo (mín.) 0,37 mg; Zinco (mín.) 60 mg; Selênio (mín.) 0,22 mg;

Fonte: Da autora (2021).

As rações foram elaboradas na Fábrica de Ração do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Os ingredientes da ração foram pesados e misturados manualmente. Para a inclusão das diferentes fontes de óleo na dieta, foi feita uma pré-mistura do óleo com uma amostra dos demais ingredientes e a seguir misturada com o restante da dieta. A seguir, toda a mistura foi umedecida com 20% de água. Os ingredientes foram misturados e peletizados, com 4-6 mm de diâmetro. Após a peletização, as rações foram submetidas a secagem ao natural, sendo, em seguida, armazenadas em freezer a -7 °C durante o período experimental (FIGURA 2).

Figura 2- Processos da fabricação das dietas experimentais



A- Peletizadora; B- pellets formados; C- secagem dos pellets.

Fonte: Da autora (2021)

Tabela 2- Composição centesimal da ração comercial utilizada na alimentação das variedades de tilápias do Nilo.

Ração	UM	PB	EE	MF	MM	Ca	P
Informação do rótulo	12%	32%	60g/kg	45g/kg	120g/kg	20g/kg	6g/kg
	%Máx	%Mín	%Mín	%Máx	Máx	%Máx	%Mín
Análise laboratorial	7,56%	31,23%	3,20%	-	7,74%	-	-

Composição básica: Milho grão; milho germinado; farelo de glúten de milho; milho integral moído; farelo de soja; óleo de soja degomado; farelo de trigo; farinha de carne e ossos; farinha de sangue; farinha de penas hidrolisadas; cloreto de sódio (sal comum) (min) 2.800mg/kg; propionato de cálcio; sulfato de ferro (min) 30mg/kg; sulfato de cobre (min)5mg/kg; monóxido de manganês (min) 30mg/kg; óxido de zinco (min) 60mg/kg; iodato de cálcio (min) 1mg/kg; sulfato de cobalto (min) 0,10mg/kg; selenito de sódio (min) 0,30 mg/kg; vitamina A (min) 15.600mg/kg; vitamina D3 (min) 3.120 UI/kg; vitamina E (min) 65 UI/Kg; vitamina K3 (min) 6,5mg/kg; vitamina B1 (min) 13mg/kg; vitamina B2 (min) 26 mg/kg; niacina (min) 130mg/kg; ácido pantotênico (min) 65mg/kg; vitamina B6 (min) 13mg/kg; ácido fólico (min) 5,2mg/kg; biotina (min) 0,30mg/kg; vitamina B12 (min) 52mg/kg; vitamina C (min) 350mg/kg; cloreto de colina (min) 480mg/kg; metionina (min) 6,5 mg/kg; lisina(min) 17g/kg.

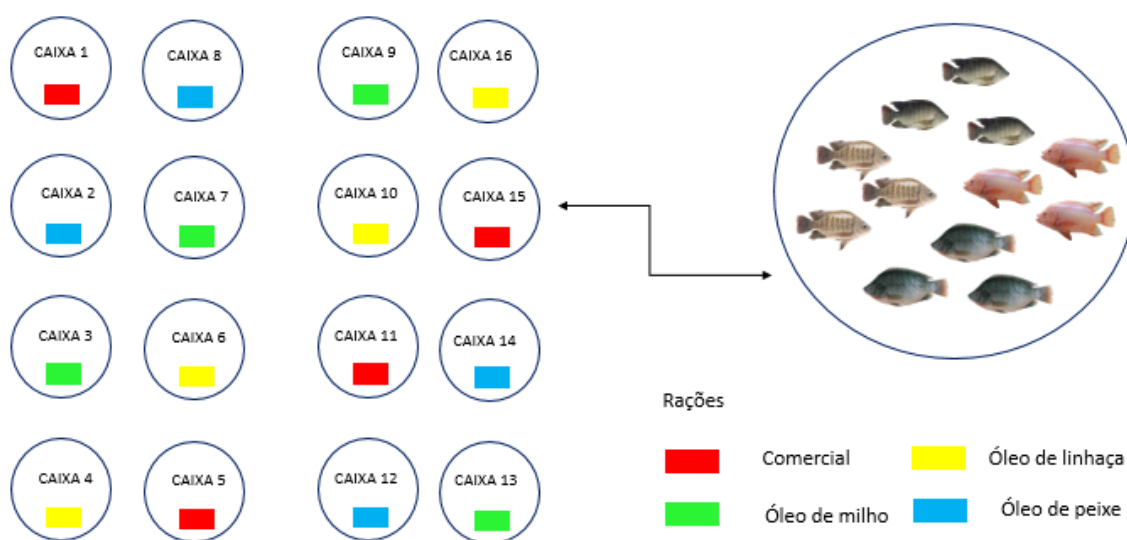
Fonte: Da autora (2021)

Os peixes passaram por um período de uma semana de adaptação. Logo após, as dietas experimentais foram ofertadas duas vezes ao dia, às 8h e às 14h, manualmente *ad libitum*, durante 60 dias.

## 2.3 Delineamento experimental e Análise estatística

Os peixes foram distribuídos em 16 caixas de polietileno de 500 L, contendo em cada uma, três animais de cada variedade, totalizando 12 animais por caixa. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos em esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro dietas: comercial, com óleo de peixe, óleo de milho e óleo de linhaça; e quatro variedades: UFLA vermelha, grupo genético I, UFLA e grupo genético II. Totalizando 16 tratamentos e quatro repetições, sendo o animal a unidade experimental (FIGURA 3).

Figura 3- Distribuição das dietas no sistema de recirculação fechada.



Fonte: Da autora (2021).

O desempenho produtivo, os resultados da bioquímica sanguínea, rendimentos corporais e dos índices biométricos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em 5% de significância pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), quando observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), aplicou-se o teste de média Tukey em 5% de significância.

## 2.4 Metodologias analíticas

### 2.4.1 Sexagem e identificação



Os peixes foram sexados, selecionados apenas os machos e, em seguida, foram identificados por meio da inserção de microchip no dorso do peixe, do lado esquerdo (FIGURA 4).

Figura 4 - Identificação dos peixes



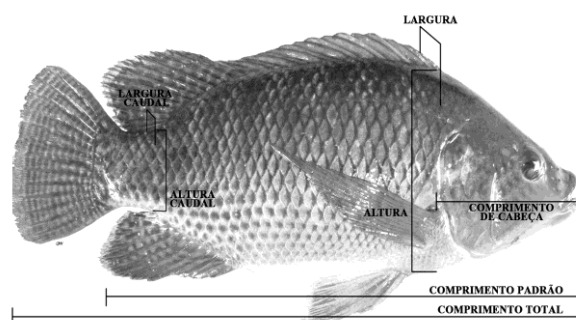
A- Microchip e seringa utilizados para a identificação dos peixes; B- microchipagem dos peixes no lado esquerdo; C- peixe microchipado.

Fonte: Da autora (2021)

#### 2.4.2 Biometrias

As biometrias foram realizadas no início e no final do experimento, com intuito de avaliar o desempenho produtivo. As tilápias, ao final do experimento, foram capturadas e levadas ao Laboratório de Tecnologia de Pescado, localizado no Setor de Piscicultura da UFLA, onde foram pesados e em seguida foram realizadas as medidas morfométricas dos animais (FIGURA 5).

Figura 5 -Medidas morfométricas realizadas nas variedades de tilápias Nilo.



Fonte: Marengoni et al. (2015)

Foram realizadas as seguintes medidas: comprimento total (CT), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o término da nadadeira caudal; comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro

do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal); altura do corpo (LC), medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsais; largura do corpo (LC), tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal; comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo; altura da cabeça (AC). O comprimento total e padrão foram medidos através de um ictiômetro e as demais medidas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro graduado em milímetros (mm).

### 2.4.3 Desempenho produtivo

Os peixes foram pesados no início, aos 30 dias e ao final do experimento e as rações contendo as diferentes fontes de óleo foram pesadas e recolhidas as sobras após cada alimentação, permitindo assim a realização dos cálculos das variáveis de desempenho a seguir:

- Peso inicial –PI (g) = peso médio por caixa;
- Peso final – PF (g) = peso médio por caixa;
- Consumo aparente de ração - CAR (g) = peso total da ração consumida por caixa;
- Conversão alimentar aparente - CAA (g/g) = consumo aparente de ração ÷ ganho de peso;
- Ganho médio diário por caixa – GMD (g)= peso total dos peixes por caixa ÷ período de alimentação.

### 2.4.4 Parâmetros bioquímicos sanguíneos

Para a coleta sanguínea, os peixes foram submetidos à punção da veia caudal (FIGURA 6), utilizando seringas descartáveis de 5 mL, contendo o anticoagulante ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) no interior (ISHIKAWA et al., 2010). Foram coletados cerca de 2 mL de sangue de cada espécime destinadas aos ensaios bioquímicos.

Figura 6- Coleta de sangue via punção da veia caudal



Para a determinação quantitativa dos parâmetros bioquímicos foi necessário a centrifugação de alíquotas do sangue para obtenção do soro e assim, verificação dos conteúdos de colesterol total, glicose plasmática e triglicerídeos, através de Kits comerciais – quais? Colocar as marcas utilizadas, para melhor descrição da metodologia, seguindo os protocolos do fabricante.

#### **2.4.5 Abate**

O abate foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Pescado, localizado no Setor de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras. Após o período experimental, os peixes foram submetidos a um jejum de 24 horas antes da despesca, realizado com o propósito de esvaziar o trato gastrointestinal dos peixes minimizando riscos de contaminação durante o abate (LINES & SPENCE, 2012). Após a obtenção das medidas morfométricas, os peixes foram pesados, insensibilizados pela secção da medula, o onde é feita a secção medular com a introdução de uma faca de açougue afiada na posição de 30 graus no opérculo. Após essa insensibilização o peixe foi submetido à sangria (PEDRAZZANI et al., 2009).

#### **2.4.6 Rendimentos corporais**

Posterior ao abate, foram retiradas as vísceras (separação do fígado, gônada, gordura visceral), pele (com escamas), filetagem, retirada da cabeça (seccionada do corpo na altura da junção com a coluna vertebral, incluindo brânquias), nadadeiras (peitoral, dorsal, caudal e anal), com o auxílio de serra fita (FIGURA 7).

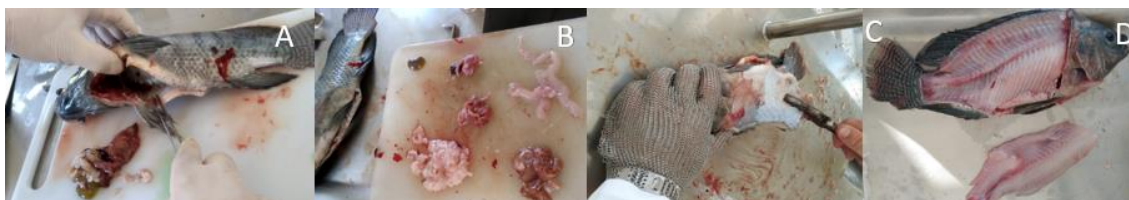
As vísceras foram retiradas e colocadas em bandejas sobre recipiente, devidamente identificadas. Realizou-se a separação do fígado e gonadas, bem como a pesagem individual dos mesmos. Os valores dos pesos do fígado e da gordura foram utilizados para a obtenção dos seguintes dados:

- Peso do fígado (g);
- Peso da gonada (g);
- Índice Hepatossomático (%) =  $(\text{peso do fígado} \div \text{peso do peixe}) \times 100$
- Índice Gonadossomático (%) =  $(\text{peso gonada} \div \text{peso do peixe}) \times 100$

Ao final do período experimental foram avaliados os seguintes dados:

- Peso vivo (peso do peixe antes do abate) (g);
- Peso da carcaça (sem cabeça, nadadeiras, vísceras, escamas, pele e filé) (g);
- Peso do filé sem pele (g);
- Rendimento de carcaça (%) =  $(\text{peso carcaça} \div \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$ ;
- Rendimento de filé (%) =  $(\text{peso do filé} \div \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$ .
- Peso da gordura visceral (g);

Figura 7- Etapas da retirada das vísceras, pele e filé das variedades de tilápia do Nilo.



A- Retirada das vísceras; B- separação do fígado, gônada, fígado; C- Retirada da pele com auxílio de alicate; D- Filé retirado.

Fonte: Da autora (2021).

Após a filetagem, os filés foram identificados e congelados (freezer modelo GTPC – 575, Gelopar, Chapada Araucária, PR, Brasil) à  $-18^{\circ}\text{C}$  individualmente para análises posteriores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Desempenho produtivo e medidas morfométricas

Para peixes, os lipídios desempenham funções essenciais no crescimento, eficiência alimentar, saúde, reprodução, qualidade de filé (LIM e WEBSTER, 2001). No presente trabalho, observou-se após o período de alimentação de 60 dias, que as tilápias estavam com boa saúde e que a sobrevivência foi 100% em todas as variedades, significando que os animais foram bem nutridos e criados em condições adequadas. Cada uma das dietas experimentais foi prontamente aceita, e não foram observadas diferenças significativas no peso corporal inicial, no peso corporal final, no consumo, ganho médio diário entre todos os tratamentos dietéticos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 4).

Tabela 4– Média, desvio padrão e coeficiente de variação do peso Inicial (PI), peso final (PF), consumo aparente de ração (CAR) de variedades de tilápia do Nilo suplementada com diferentes fontes de óleo na ração.

Fator	Variáveis		
	PI	PF	CAR
Dieta			
Comercial	5220,00 ± 740,08 <sup>a</sup>	6636,50 ± 571,68 <sup>a</sup>	3612,00 ± 158,28 <sup>a</sup>
Peixe	5011,50 ± 767,69 <sup>a</sup>	6131,00 ± 1101,98 <sup>a</sup>	3389,25 ± 722,70 <sup>a</sup>
Milho	5137,50 ± 852,39 <sup>a</sup>	6064,25 ± 936,88 <sup>a</sup>	3061,25 ± 675,71 <sup>a</sup>
Linhaça	5157,50 ± 974,07 <sup>a</sup>	6217,25 ± 1354,87 <sup>a</sup>	3751,75 ± 813,12 <sup>a</sup>
CV %	5,49	9,08	14,77
Fonte de variação			
Bloco	0,00*	0,00*	0,06 <sup>NS</sup>
Dieta	0,76 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>

PI- peso inicial; PF- peso final; CAR- consumo aparente de ração. Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste Tukey, nível de significância de 5%.

Fonte: Da autora (2021).

Os resultados sugerem que nenhuma das fontes de óleo testadas foi impalatável ou rejeitada pelos peixes, haja vista que os tratamentos apresentaram pesos finais similares. O presente estudo mostrou que o óleo de peixe pode ser totalmente substituído com sucesso pelos óleos de linhaça, e de milho em dietas para tilápias por 60 dias dias sem afetar o crescimento dos peixes e a utilização dos alimentos.

Esses resultados são consistentes com estudos anteriores que indicam a viabilidade de substituir parcialmente ou totalmente o óleo de peixe por óleos vegetais. Costa et al. (2014), testando fontes de óleo de peixe, linhaça e oliva não observaram diferença no desempenho de tilápias. Peng et al. (2015) avaliando a substituição total do óleo de peixe por óleo de soja, canola, linhaça e banha de porco em dietas para tilápia, não observaram efeito da fonte de óleo sobre o crescimento. Em estudos em substituição do óleo de peixe por óleo de canola não foram observadas diferenças no crescimento de tilápia (FERREIRA et al. 2011; HAN et al. 2013; NG et al. 2013). Resultado semelhante foi relatado por Higuchi et al. (2012), ao substituir óleo de peixe por diversas fontes lipídicas. El Asely et al. (2020) mostraram que os óleos vegetais (milho, girassol e linhaça) não prejudicaram o desempenho de crescimento da tilápia do Nilo criadas em temperaturas sub ótimas.

Emre et al. (2016) em substituição parcial do óleo de peixe por óleo vegetal, como óleos de soja ou girassol, não afetou o desempenho de crescimento dos peixes. No entanto, nos estudos onde foi submetido totalmente o óleo de peixe na dieta por óleo vegetal, foram descritos efeitos negativos sobre o desempenho do crescimento dos peixes (MONTERO et al., 2010; EMRE et al., 2016; LI et al., 2016). De acordo com Peng et al. (2015), os resultados divergentes podem ser devido às diferenças de formulação de base, espécies de peixes, tamanho dos peixes e o nível de inclusão lipídica na dieta.

O ganho de peso e o consumo de ração pelos peixes foram similares em todos os tratamentos ( $P > 0,05$ ) (TABELA 5).

Tabela 5– Média, desvio padrão e coeficiente de variação ganho médio diário por caixa (GMD), conversão alimentar aparente por caixa (CAA) de variedades de tilápia do Nilo suplementada com diferentes fontes de óleo na ração.

Fator	Variáveis	
	GMD	CAA
Dieta		
Comercial	23,60 ± 3,26 <sup>a</sup>	2,59 ± 0,45 <sup>a</sup>
Peixe	18,65 ± 6,62 <sup>a</sup>	3,13 ± 0,49 <sup>a</sup>
Milho	15,44 ± 5,44 <sup>a</sup>	3,48 ± 0,91 <sup>a</sup>
Linhaça	17,66 ± 6,37 <sup>a</sup>	3,68 ± 0,59 <sup>a</sup>
CV %	32,30	22,42
Fonte de variação		
Bloco	0,77 <sup>NS</sup>	0,93 <sup>NS</sup>
Dieta	0,33 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>

GMD- ganho médio diário por caixa; CAA- conversão alimentar aparente por caixa. Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste Tukey, nível de significância de 5%.

Fonte: Da autora (2021).

O fato da ração do presente estudo ser peletizada não influenciou o consumo, bem como o ganho de peso, como observa-se na Tabela 05. Apesar da peletização ser um processamento menos oneroso, tem como desvantagens a baixa estabilidade e o rápido afundamento na água (DE SANTOS et al., 2014). As rações extrusadas propiciam uma avaliação visual do consumo de ração no viveiro, bem como diminuem perdas por solubilização na água (PASTORE et al., 2012).

A taxa de conversão alimentar aparente não diferiu entre as dietas ( $P>0,05$ ), mostrando que o nível de energia estava similar entre as mesmas, não influenciando na utilização da ração pelos peixes. Godoy et al. (2019) não observaram influência na taxa de conversão alimentar de tilápias do Nilo na fase de terminação, suplementadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração. Segundo os mesmos autores, a conversão alimentar é maior com o aumento do peso do animal, nomeadamente no início dos estágios, então é natural que a conversão alimentar seja maior no final dos estágios de cultivo.

Não houve diferenças significativas entre as fontes de óleo ( $P>0,05$ ) para as variáveis morfométricas (TABELA 6).

Tabela 6- Média das medidas morfométricas das variedades de tilápias do Nilo.

Fator	Variáveis					
	CT	CP	LAR	ALT	CC	AC
<b>Dieta</b>						
Comercial	30,55 ± 1,64 <sup>a</sup>	25,00 ± 1,42 <sup>a</sup>	4,29 ± 0,36 <sup>a</sup>	9,72 ± 0,72 <sup>a</sup>	7,75 ± 0,71 <sup>a</sup>	6,20 ± 0,35 <sup>a</sup>
Peixe	29,90 ± 1,95 <sup>a</sup>	24,51 ± 1,67 <sup>a</sup>	4,26 ± 0,34 <sup>a</sup>	9,48 ± 0,87 <sup>a</sup>	7,66 ± 0,56 <sup>a</sup>	6,15 ± 0,44 <sup>a</sup>
Milho	30,08 ± 1,77 <sup>a</sup>	24,64 ± 1,47 <sup>a</sup>	4,24 ± 0,42 <sup>a</sup>	9,37 ± 0,80 <sup>a</sup>	7,71 ± 0,49 <sup>a</sup>	6,11 ± 0,47 <sup>a</sup>
Linhaça	30,04 ± 2,02 <sup>a</sup>	24,65 ± 1,76 <sup>a</sup>	4,20 ± 0,44 <sup>a</sup>	9,54 ± 1,03 <sup>a</sup>	7,73 ± 0,56 <sup>a</sup>	6,11 ± 0,46 <sup>a</sup>
<b>Variiedades</b>						
UFLA Vermelha	30,20 ± 1,67 <sup>b</sup>	24,59 ± 1,47 <sup>b</sup>	4,27 ± 0,29 <sup>b</sup>	9,44 ± 0,86 <sup>b</sup>	7,71 ± 0,43 <sup>b</sup>	6,08 ± 0,35 <sup>b</sup>
Grupo Genético I	29,79 ± 1,76 <sup>b</sup>	24,29 ± 1,59 <sup>b</sup>	3,91 ± 0,31 <sup>c</sup>	9,05 ± 0,67 <sup>c</sup>	7,47 ± 0,71 <sup>c</sup>	5,99 ± 0,40 <sup>b</sup>
UFLA	29,14 ± 1,48 <sup>c</sup>	24,10 ± 1,27 <sup>b</sup>	4,26 ± 0,32 <sup>b</sup>	9,32 ± 0,67 <sup>b</sup>	7,50 ± 0,45 <sup>bc</sup>	6,02 ± 0,38 <sup>b</sup>
Grupo Genético II	31,45 ± 1,74 <sup>a</sup>	25,81 ± 1,44 <sup>a</sup>	4,55 ± 0,35 <sup>a</sup>	10,29 ± 0,73 <sup>a</sup>	8,17 ± 0,40 <sup>a</sup>	6,48 ± 0,41 <sup>a</sup>
CV %	3,21	3,72	6,10	5,32	5,38	5,22
<b>FV</b>						
Dieta	0,72 <sup>NS</sup>	0,79 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	0,94 <sup>NS</sup>	0,91 <sup>NS</sup>

Bloco	0,00*	0,00*	0,04*	0,00*	0,00*	0,04*
Variedade	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dieta*variedade	0,32 <sup>NS</sup>	0,66 <sup>NS</sup>	0,99 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>	0,13 <sup>NS</sup>	0,55 <sup>NS</sup>

FV- fonte de variação, CT- Comprimento Total (cm); CP- Comprimento Padrão (cm); LAR- largura do corpo (cm); ALT- Altura do Corpo (cm); CC- Comprimento da Cabeça (cm); AC – comprimento da cabeça (cm). Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05)

Fonte: Da autora (2021).

Entretanto, houve diferença (P<0,05) entre as variedades estudadas para as características de morfologia. O Grupo genético II apresentou maiores valores para todas as características avaliadas. O desenvolvimento maior dessa variedade se deve ao fato de a mesma ter passado por um programa de seleção para maior crescimento e desempenho. Na piscicultura, as diferenças de tamanho entre os indivíduos estão geralmente associadas à competição por alimento dentro de um grupo e à hierarquia alimentar resultante (DOS SANTOS et al., 2019). Uma maior altura de cabeça provavelmente implica em maior peso da cabeça e um menor rendimento de filé, parâmetro importante para a indústria de filetagem de pescado.

As medidas morfométricas podem ser utilizadas na avaliação da qualidade de carcaça como critério de seleção em programas de melhoramento genético (FREATO et al., 2005) e para obter resposta correlacionada no rendimento do filé (RUTTEN et al., 2004). A forma de um animal não é apenas direcionada ao seu peso, mas também ao rendimento do filé do peixe (BOSWORTH et al., 2001).

De acordo com Bombardelli et al., (2005), o estudo das características morfométricas, de rendimento das partes úteis e composição química dos diferentes cortes geram conhecimentos que subsidiarão o desenvolvimento de tecnologias de industrialização e agregação de valor ao pescado.

### 3.2 Rendimentos corporais

O rendimento médio de carcaça, cabeça, nadadeira, pele, filé e rendimento de variedades de tilápia do Nilo estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7- Rendimento médio de carcaça, cabeça, nadadeira, pele, filé e rendimento de variedades de tilápias do Nilo submetidas a dietas contendo diferentes fontes de óleo.

Fator	Variáveis
-------	-----------



	Carcaça (%)	Cabeça (%)	Nadadeira (%)	Pele (%)	Rendimento de filé (%)
<b>Dieta</b>					
Comercial	18,89 ± 3,63 <sup>a</sup>	27,22 ± 3,74 <sup>a</sup>	5,98 ± 0,84 <sup>a</sup>	5,68 ± 0,73 <sup>a</sup>	30,55 ± 4,00 <sup>a</sup>
Peixe	18,58 ± 2,93 <sup>a</sup>	26,12 ± 2,58 <sup>a</sup>	6,23 ± 0,83 <sup>a</sup>	5,79 ± 0,90 <sup>a</sup>	31,16 ± 3,27 <sup>a</sup>
Milho	18,08 ± 2,80 <sup>a</sup>	27,30 ± 2,68 <sup>a</sup>	6,36 ± 1,24 <sup>a</sup>	5,83 ± 1,35 <sup>a</sup>	30,98 ± 2,59 <sup>a</sup>
Linhaça	18,06 ± 2,58 <sup>a</sup>	26,04 ± 3,70 <sup>a</sup>	6,04 ± 1,06 <sup>a</sup>	5,90 ± 0,74 <sup>a</sup>	31,66 ± 2,81 <sup>a</sup>
<b>Variedades</b>					
UFLA Vermelha	18,79 ± 3,68 <sup>a</sup>	26,63 ± 3,58 <sup>ab</sup>	6,19 ± 1,04 <sup>a</sup>	5,42 ± 0,78 <sup>b</sup>	30,77 ± 3,99 <sup>ab</sup>
Grupo Genético I	18,04 ± 2,63 <sup>a</sup>	27,93 ± 2,90 <sup>a</sup>	6,24 ± 0,78 <sup>a</sup>	5,88 ± 0,77 <sup>ab</sup>	31,02 ± 3,32 <sup>ab</sup>
UFLA	18,34 ± 3,21 <sup>a</sup>	25,89 ± 3,60 <sup>b</sup>	5,87 ± 0,75 <sup>a</sup>	6,07 ± 0,77 <sup>a</sup>	32,14 ± 2,15 <sup>a</sup>
Grupo Genético II	18,44 ± 2,40 <sup>a</sup>	26,23 ± 2,51 <sup>b</sup>	6,31 ± 1,35 <sup>a</sup>	5,83 ± 1,31 <sup>ab</sup>	30,43 ± 2,93 <sup>b</sup>
CV%	14,75	11,44	16,02	15,82	10,38
<b>Fonte de variação</b>					
Dieta	0,55 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>	0,59 <sup>NS</sup>	0,73 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>
Bloco	0,00 <sup>*</sup>	0,14 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
Variedade	0,60 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,14 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,05 <sup>*</sup>
Dieta*variedade	0,42 <sup>NS</sup>	0,92 <sup>NS</sup>	0,88 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	0,49 <sup>NS</sup>

\* Diferença significativa (P<0,05) pelo teste de Tukey. Carcaça (espinha contendo resíduos de carne); Rendimento de filé (carne livre de pele e ossos), nadadeiras (peitoral, dorsal, caudal e anal). Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente.

Fonte: Da autora (2021).

Os rendimentos de cabeça, pele e filé diferiram entre as variedades (P>0,05). Segundo Souza e Inhamuns (2011), a diversidade da ictiofauna e a formação de muitos grupos de espécies, com formas anatômicas diferentes, influenciam diretamente no percentual quantitativo dos diversos cortes utilizados no processamento do pescado. De acordo com os mesmos autores, o rendimento cárneo destas espécies depende da destreza do operário na retirada da parte cárnea, ou ainda, da eficiência das máquinas filetadoras e das características peculiares da matéria prima, como tamanho da cabeça, peso das vísceras, pele e nadadeiras

A porcentagem de cabeça diferiu entre as variedades (P>0,05), a porcentagem variou de 25,89 a 27,93%. Resultados inferiores foram observados Grígio et al. (2020), avaliando tilápias do Nilo, que relataram 22,08% de rendimento de cabeça.

O percentual de pele de peixes teleósteos varia de 5% a 10% (SOUZA, 2004), e varia em função da espécie de peixe e da forma de sua retirada. Em tilápias são observados valores que vão de 4,8% a 8,5% dependendo da destreza do filetador. Segundo Souza (2006), na retirada da pele com alicate a porcentagem de pele é sempre menor que naquelas retiradas com faca ou máquina, visto que menor quantidade de músculo permanece na pele. Neste estudo, a retirada da pele foi efetuada com alicate e os resultados observados se encontram dentro dos valores descritos na literatura. Coradine et al. (2019), relataram porcentagem de pele de 6,78% para tilápia do Nilo em animais

com peso inferior a 600g – e no estudo??? Sempre fazer o link da literatura x resultados do presente estudo.

O valor obtido para o rendimento de filé variou de 30,43 a 32,1%, e estão de acordo com os encontrados na literatura. Souza e Maranhão (2001) relataram que o rendimento de filé está relacionado ao peso bruto do peixe, apresentando valores em torno de 25 a 42%. Segundo Souza et al. (2006), a maioria dos valores de rendimento de filé são inferiores a 40%. Pires et al. (2011), avaliando exemplares de tilápias, observaram valores de  $32,03\% \pm 2,82$  no rendimento de filé. Silva et al. (2009)  $34,18 \pm 2,3$  de rendimento de filé de animais em várias faixas de peso, contudo observaram um rendimento de 35,41% em animais com peso entre 550 a 600g. Enquanto De Silva et al. (2018) relataram rendimento de 28,4% para tilápias do Nilo com faixa de peso de 551 a 750g.

De acordo com Souza et al. (2014), o rendimento de filé não é afetado pela quantidade de proteína e pelo crescimento do peixe, mas é diferente dependendo do grau de mecanização (DE SILVA et al., 2018), método de filetagem e destreza do filetador (SILVA et al. 2009) e da espécie. Alves et al. (2014) em estudo sobre o rendimento de 30 híbridos de pintado (*Pseudoplatystoma corruscan*) de duas linhagens distintas (30,70% e 35,79%). O rendimento do filé foi inferior ao encontrado por Souza et al. (2014) que obtiveram valores de  $46,27 \pm 0,86$  e  $47,12 \pm 0,76$  para bagre híbrido (*P. reticulatam x L. marmoratus*), consumindo ração contendo 32% ou 40% de proteína bruta.

As fontes de óleo não influenciaram nas porcentagens de fígado, gônada, gordura visceral, e os índices gonadossomático e hepatossomático ( $P > 0,05$ ) (TABELA 7).

Tabela 7- Porcentagem do fígado, gônada, gordura visceral, e índices gonadossomático (IGS) e hepatossomático (IHS) de variedades de tilápia do Nilo submetida a dietas contendo diferentes fontes de óleo.

Fator	Variáveis				
	Fígado%	Gônada%	Gordura Visceral%	IGS%	IHS%
<b>Dieta</b>					
Comercial	$1,88 \pm 0,42^a$	$1,00 \pm 0,66^a$	$2,04 \pm 1,26^a$	$1,00 \pm 0,66^a$	$1,88 \pm 0,42^a$
Peixe	$1,82 \pm 0,51^a$	$0,93 \pm 0,68^a$	$1,88 \pm 1,29^a$	$0,93 \pm 0,68^a$	$1,82 \pm 0,51^a$
Milho	$1,87 \pm 0,48^a$	$0,85 \pm 0,60^a$	$1,48 \pm 1,14^a$	$0,85 \pm 0,60^a$	$1,87 \pm 0,48^a$
Linhaça	$1,82 \pm 0,38$	$1,16 \pm 0,77^a$	$1,57 \pm 1,06^a$	$1,16 \pm 0,77^a$	$1,82 \pm 0,38^a$
<b>Variedades</b>					
UFLA Vermelha	$1,79 \pm 0,45^b$	$1,12 \pm 0,76^{ab}$	$1,72 \pm 1,34^b$	$1,12 \pm 0,76^{ab}$	$1,86 \pm 0,45^{ab}$
Grupo genético I	$1,76 \pm 0,46^b$	$0,94 \pm 0,42^b$	$1,17 \pm 0,77^c$	$0,94 \pm 0,42^b$	$1,76 \pm 0,46^b$
UFLA	$1,86 \pm 0,46^{ab}$	$0,54 \pm 0,44^c$	$2,73 \pm 1,14^a$	$0,54 \pm 0,44^c$	$1,79 \pm 0,46^{ab}$

Grupo genético II	1,99 ± 0,41 <sup>a</sup>	1,34 ± 0,78 <sup>a</sup>	1,34 ± 0,82 <sup>bc</sup>	1,34 ± 0,78 <sup>a</sup>	1,99 ± 0,41 <sup>a</sup>
CV %	22,48	61,41	53,97	61,91	22,48
Fonte de variação					
Dieta	0,87 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	0,87 <sup>NS</sup>
Bloco	0,00 <sup>*</sup>	0,84 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,84 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>*</sup>
Variedade	0,04 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,04 <sup>*</sup>
Dieta*variedade	0,70 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	0,70 <sup>NS</sup>

Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05)

Fonte: Da autora (2021).

Entretanto, houve diferença entre as variedades estudadas em todas as variáveis analisadas (P<0,05). El Asely et al. (2020) assim como no presente estudo, não observaram efeito da fonte de óleo sobre o índice hepatossomático.

Em relação à porcentagem de gônadas, a dieta não influenciou (P>0,05). Segundo Zhang et al., 2013, os ácidos graxos, principalmente os poli-insaturados, podem influenciar a fisiologia reprodutiva dos peixes, modulando as respostas dos hormônios esteroides, que atuam no crescimento, desenvolvimento e maturação das gônadas. Em estudo realizado por Ng e Wang (2011) com diferentes fontes de lipídios na dieta de fêmeas de tilápias (*Oreochromis niloticus*), os autores verificaram que a inclusão de óleo bruto de palma apresentou melhores resultados no desempenho reprodutivo, com maior tamanho de gônadas. Contudo, houve diferença entre as variedades (P<0,05).

A porcentagem de gordura visceral diferiu entre as variedades (P>0,05). Embora a tilápia seja uma espécie que aproveita bem os carboidratos, uma maior proporção de carboidratos pode explicar o aumento da deposição de gordura visceral (GODOY et al., 2019; NRC, 2011). De acordo com Araújo-Santos (2008), menores índices de gordura visceral refletem maiores rendimentos de carcaça. E acreditando que o contrário seja verdadeiro e, portanto, uma maior porcentagem afetaria negativamente o ganho em rendimento, o que não é desejável pela indústria. Entretanto, a variedade UFLA obteve maior porcentagem de gordura visceral, porém, apresentou maiores rendimentos de filé. Este fato pode estar relacionado as características anatômicas da variedade, tais como tamanho e comprimento de cabeça menores e largura do corpo maior.

Segundo Furuya (2013) a taxa de deposição de gordura nos peixes é determinada e varia de acordo com vários fatores, como as dietas, as idades, os tamanhos e as diferentes espécies de peixes.

O índice hepatossomático representa a proporção do peso do fígado em relação ao peso do corpo inteiro, e pode ser usado como índice do estado nutricional de peixes

(DAWOOD, 2016) porque o fígado é um órgão de armazenamento de energia, assim como a gordura visceral (AMEL et al., 2020; PORTZ e FURUYA, 2012). Em relação ao índice hepatossomático (IHS), os resultados mostraram alterações significativas entre as variedades. O índice hepatossomático está diretamente ligado ao acúmulo de glicogênio no fígado e, conseqüentemente, causa um aumento no peso do órgão (NAVARRO et al., 2006), proveniente de distúrbios no metabolismo ou de aumento do processo de gliconeogênese por fatores estressantes, o que pode ser observado no presente estudo para o Grupo genético II.

### 3.3 Parâmetros bioquímicos do sangue

As variáveis sanguíneas são utilizadas para determinar o estado geral da saúde dos peixes, podendo ser influenciados tanto pelo crescimento como pelas condições ecofisiológicas (KAVITHA et al., 2012). As médias das concentrações de glicose, colesterol total e triglicerídeos do sangue não foram influenciadas pelas fontes de óleo ( $P > 0,05$ ), contudo houve diferença entre as concentrações de glicose e triglicerídeos entre as variedades ( $P < 0,05$ ) (TABELA 8).

Tabela 8- Concentração de glicose, colesterol e triglicerídeos de tilápias do Nilo alimentadas com rações contendo diferentes fontes de óleo na alimentação.

Fator	Variáveis		
	Glicose (g dl-1)	Colesterol (g dl-1)	Triglicerídeos (g dl-1)
<b>Dieta</b>			
Comercial	56,60 ± 12,15 <sup>a</sup>	238,45 ± 165,39 <sup>a</sup>	120,97 ± 43,52 <sup>a</sup>
Peixe	58,95 ± 10,97 <sup>a</sup>	132,44 ± 21,00 <sup>a</sup>	98,68 ± 21,78 <sup>a</sup>
Milho	55,74 ± 11,48 <sup>a</sup>	174,66 ± 152,94 <sup>a</sup>	96,04 ± 14,24 <sup>a</sup>
Linhaça	56,75 ± 10,64 <sup>a</sup>	210,57 ± 165,60 <sup>a</sup>	97,43 ± 23,04 <sup>a</sup>
<b>Variedades</b>			
UFLA Vermelha	55,80 ± 11,96 <sup>b</sup>	206,76 ± 179,81 <sup>a</sup>	105,37 ± 22,72 <sup>a</sup>
Grupo Genético I	56,61 ± 11,54 <sup>ab</sup>	179,23 ± 122,64 <sup>a</sup>	106,93 ± 37,83 <sup>a</sup>
UFLA	61,11 ± 12,65 <sup>a</sup>	199,33 ± 146,85 <sup>a</sup>	109,11 ± 34,04 <sup>a</sup>
Grupo Genético II	54,52 ± 7,58 <sup>b</sup>	170,81 ± 123,65 <sup>a</sup>	91,71 ± 15,46 <sup>b</sup>
CV %	16,99	46,56	24,48
<b>Fonte de Variação</b>			
Dieta	0,90 <sup>NS</sup>	0,70 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
Bloco	0,22 <sup>NS</sup>	0,60 <sup>NS</sup>	0,74 <sup>NS</sup>
Variedade	0,00 <sup>*</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>*</sup>
Dieta*variedade	0,48 <sup>NS</sup>	0,50 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste Tukey, nível de significância de 5%.

Fonte: Da autora (2021).

No presente estudo, as médias de colesterol não sofreram influência da dieta e das variedades ( $P > 0,05$ ). De acordo com Azevedo et al. (2013), o teor de colesterol plasmático total pode ser considerado como um dos indicativos da saúde dos peixes, quando mantidos em ambientes insalubres tendem a apresentar redução em seus valores (YONEYAMA et al., 2009). Sendo assim, o conhecimento da resposta hematológica sob diferentes dietas pode ser uma ferramenta útil para novas formulações, sob a ótica da defesa orgânica do animal, conseqüentemente a profilaxia de enfermidades (COSTA et al., 2014).

A determinação de valores médios de colesterol sanguíneo de tilápias saudáveis tem sido objeto de diversos estudos, variando de 88 a 318 mg/dL. Dessa forma, os peixes do presente estudo se encontravam saudáveis. Embora dentro da normalidade, os valores mais elevados de colesterol apresentados neste experimento podem ser decorrentes do tamanho dos peixes no momento da coleta de sangue para a análise.

Ferreira et al. (2011) trabalhando com peixes alimentados com óleo de soja e milho, e óleo de linhaça, verificaram menores valores de colesterol sérico. Resultado semelhante foi observado por Azevedo et al. (2013) encontram média de  $120 \text{ mg.dL}^{-1}$  para colesterol plasmático, avaliando a interação de óleo de soja e óleo de dende como fontes lipídicas para *O. niloticus*. Contudo, vale ressaltar, que o colesterol é o precursor de hormônios esteróides que regulam processos metabólicos importantes no interior das células, que são responsáveis pelo crescimento dos peixes, e vitaminas necessários para os processos vitais de reprodução e manutenção da saúde (GODOY et al., 2019).

Os teores dos triglicerídeos servem para interpretar o bem-estar dos peixes, bem como entender o metabolismo do peixe (TOLUSSI et al., 2010). Uma alta concentração deste composto pode afetar a saúde do animal, ocorrendo um acúmulo de gordura. O sistema de produção e forma de manejo podem refletir, da mesma forma, nos teores de triglicerídeos plasmáticos, já que os peixes criados em altas densidades ou em situações adversas lançam mão de suas reservas lipídicas para enfrentar tais condições. No presente estudo os valores obtidos para esta variável apresentam-se bem abaixo do registrado por Araújo et al. (2013), cujas taxas ficaram entre  $233,67 \pm 124,17$  e  $350,00 \pm 286,73$ , para tilápias do Nilo alimentadas com rações contendo óleo de girassol, linhaça e suas misturas antes e após estímulo pelo frio.

O maior valor de triglicerídeos, foi observado para a variedade UFLA, o que pode ser explicado pelo fato de a glicose estimular a secreção de insulina pelo pâncreas e, conseqüentemente, a lipogênese, caracterizada pela produção de ácidos graxos e triglicerídeos, favorecendo, assim, o armazenamento no fígado e tecido adiposo (HENRE et al., 2002).

Quanto à glicose plasmática, foi observada que entre as variedades ( $P > 0,05$ ) a variedade UFLA apresentou maiores teores de glicose. Provavelmente, estes altos valores mostram que as tilápias estavam em estresse. Em peixes estressados, a hiperglicemia é consequência do aumento das catecolaminas no sangue, que aumentam a glicogenólise no fígado na tentativa de atender a maior demanda energética do organismo (SOUZA NEVES et al., 2014).

## CONCLUSÃO

O presente estudo confirma que o óleo de peixe pode ser substituído parcial ou totalmente por outras fontes de óleos alternativas, como milho e linhaça, uma vez que a inclusão destes óleos não prejudicou o desempenho, consumo, rendimentos e saúde das variedades de tilápia do Nilo.

## REFERÊNCIAS

ALLAMAN, I. B. et al. Weight and morphometric growth of different strains of tilapia (*Oreochromis sp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 305-311, 2013.

ALVES, L. F. S. et al. Rendimento e análise qualitativa de dois híbridos de pintado de interesse comercial. In: 8º ENEPE UFGD e 5º EPEX UEMS, 2014, Dourados. **Anais...** Dourados: UFGD, 2014. Disponível em: <<http://eventos.ufgd.edu.br/enepex/anais/arquivos/338.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ARAUJO D DE M, PEZZATO AC, BARROS MM, PEZZATO LE, NAKAGOME FK. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 294–302, 2011.

ARAUJO DM, JUNIOR ACF, TEIXEIRA CP, PEZZATO LE, BARROS MM. Perfil hematológico de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes lipídios e estimuladas por baixa temperatura. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 220-227, 2015.

ARAÚJO-SANTOS JG. Frequências e formas de fornecimento de ração para tilápia do Nilo criada em sistema *raceway*. [Dissertação]. Goiânia: Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. 2008.

AZEVEDO, R.V.; TONINI, W.C.T.; BRAGA, L.G.T. Óleo e torta de dendê em rações para juvenis de tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p.1028-34, 2013.

BOMBARDELLI, R.A.; SYPPERRECK, M.A.; SANCHES, E.A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(2): 181-195, 2005.

BOSWORTH, B.G., HOLLAND, M., BRAZIL, B.L., 2001. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. *J. Anim. Sci.* 79, 1483–1490, 2001.

CORADINI, M. F. et al. Rendimento e caracterização química de carcaça sem cabeça, filé e subprodutos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), 2019.

COSTA, D. V. da et al. Parâmetros hematológicos de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes fontes de óleo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 754-764, 2014.

COTTRELL RS, BLANCHARD JL, HALPERN BS, METIAN M, FROEHLICH HE. Global adoption of novel aquaculture feeds could substantially reduce forage fish demand by 2030. *Nature Food* 1:301-308, 2020.

DA SILVA, L. M. et al. Determinação de índices morfométricos que favorecem o rendimento industrial de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 1, p. 252-257, 2018.

DAWOOD, M. A. O. (2016). *Effect of various feed additives on the performance of aquatic animals*. Vol. PhD Dissertation, Kagoshima University.

DOS SANTOS, Lilian Dena et al. Pelleting and extrusion effects on the digestibility of alternative ingredients in Northeast Semi-arid for Nile tilapia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3367-3376, 2014.

DOS SANTOS, Vander Bruno et al. Performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* strains in Brazil: a comparison with Philippine strain. **Journal of Applied Animal Research**, v. 47, n. 1, p. 72-78, 2019.

EL ASELY, A. M. et al. Overall performances of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) associated with using vegetable oil sources under suboptimal temperature. **Aquaculture Nutrition**, v. 26, n. 4, p. 1154-1163, 2020.

EMRE, Y. et al. Effect of replacing dietary fish oil with soybean oil on growth performance, fatty acid composition and haematological parameters of juvenile meagre, *A. gyrosomus regius*. **Aquaculture Research**, v. 47, n. 7, p. 2256-2265, 2016.

ERYALÇIN, K.M.; ROO, J.; SALEH, R.; ATALAH, E.; BENÍTEZ, T.; BETANCOR, M.; DEL CARMEN HERNANDEZ-CRUZ M, IZQUIERDO M. Fish oil replacement by different microalgal products in microdiets for early weaning of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.). **Aquac Res**, v. 44, n. 5, p. 819–828, 2013.

FERREIRA, M. W. et al. Influência de fontes de óleo na dieta na composição muscular e nas concentrações plasmáticas de lipoproteínas em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 42, n. 1, pág. 24-33, 2011.

FREATO, T. A.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, V. B. Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, VALENCIENNES, 1849). *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.3, p.676-682, 2005.

FURUYA, W. M. Nutrição de tilápias no Brasil. *Revista Varia Scientia Agrárias* v. 03, n. 01, p. 133-150. 2013.

GODOY, A. C. et al. Soybean oil for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in finishing diets: Economic, zootechnical and nutritional meat improvements. **Aquaculture**, v. 512, p. 734324, 2019.

GRÍGIO, Ramon et al. Produtos e coprodutos da criação alternada da tilápia do Nilo com o jundiá. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1679-1696, 2020.

HAN, C.Y., ZHENG, Q.M. AND FENG, L.N., 2013. Effects of total replacement of dietary fish oil on growth performance and fatty acid compositions of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). **Aquacult. Int.**, **21**: 1209-1217.

HENRE, G.I.; MOMMSEN, T.P.; KROGDAHL, A. 2002 Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, 8(3): 175-194.

HIGUCHI, L.H; FEIDEN, A.; KLEIN, S; LUCHESI, J.D.; SCHWERTNER, V.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. Desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo diferentes óleos vegetais. *Revista brasileira de Ciências Veterinárias*, v.19, n.3, p.167-171, 2012.

HISANO H, PORTZ L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. *Bahia Agríc.* 2007;8(1):42-49.



ISHIKAWA, M. M. et al. Procedimentos básicos para colheita de sangue em peixes. **Embrapa Agropecuária Oeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.

KAVITHA, MC; RAMESH, SS; KUMARAN, SA; LAKSHMI. Toxicity of *Moringa oleifera* seed extract on some hematological and biochemical profiles in a freshwater fish *Cyprinus carpio*. *Experimental and Toxicologic Pathology*. 64:681–687. 2012.

KWASEK K, THORNE-LYMAN AL, PHILLIPS M. Can human nutrition be improved through better fish feeding practices? a review paper. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 60(22):3822\_3835, 2020.

LI, Yang et al. Effects of different dietary soybean oil levels on growth, lipid deposition, tissues fatty acid composition and hepatic lipid metabolism related gene expressions in blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) juvenile. **Aquaculture**, v. 451, p. 16-23, 2016.

LINES, J. A.; SPENCE, J. Safeguarding the welfare of farmed fish at harvest. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 153-162, 2012.

MARENGONI, Nilton Garcia et al. Morphological traits and growth performance of monosex male tilapia GIFT strain and Saint Peter®. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3399-3409, 2015.

MEURER, F., HAYASHI, C., BOSCOLO, W.R., SOARES, C.M., 2002. Lipideos na alimentacao de alevinos revertidos de tilapia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Rev. Bras. Zootec.* 31, 566–573.

MONTERO, D. et al. Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. **Fish & shellfish immunology**, v. 24, n. 2, p. 147-155, 2008.

MONTERO, D. et al. A substituição do óleo de peixe da dieta por óleos vegetais afeta a imunidade humoral e a expressão de genes de citocinas pró-inflamatórias na dourada *Sparus aurata*. **Imunologia de peixes e crustáceos**, v. 29, n. 6, pág. 1073-1081, 2010.

MONTERO, D.; BENITEZ-DORTA, V.; CABALLERO, M.J.; PONCE, M.; S. TORRECILLAS, S.; IZQUIERDO, M. et al., Dietary vegetable oils: effects on the expression of immune-related genes in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) intestine, *Fish Shellfish Immunol.* 44,p. 100–108, 2015.

MOREIRA, P. O. et al. Óleo de soja utilizado pré e pós-processamento de rações para tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 547-555, 2018.

MU, H. et al. High level of dietary soybean oil depresses the growth and anti-oxidative capacity and induces inflammatory response in large yellow croaker *Larimichthys crocea*. **Fish & shellfish immunology**, v. 77, p. 465-473, 2018.

NAVARRO, R. D. et al. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. **Zootecnia Tropical**, v. 24, n. 2, p. 165-176, 2006.

NAVARRO, R. D., FERREIRA, W. M., RIBEIRO FILHO, O. P., BOTION, L. M., PEREIRA, F. K. S., SILVA, R. F., & MACIEL, T. E. F. Desempenho de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) suplementada com vitamina C. **Archivos de zootecnia**, v. 59, n. 228, p. 589-596, 2010.

NG, W. K.; CHONG, C. Y.; WANG, Y.; ROMANO, N. Effects of dietary fish and vegetable oils on the growth, tissue fatty acid composition, oxidative stability and vitamin E content of red hybrid tilapia and efficacy of using fish oil finishing diets. **Aquaculture**, v. 372–375, p. 97–110, 2013.

NRC (2011). *National Research Council. Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, DC: National Academies Press.

OLIVEIRA, W. C. *et al.* Cyanobacteria: a review of potential nutritional and biotechnological aspects. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 2, n. 1, p. 49-67, 2013.

PASTORE, S. C. G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. Boas práticas de fabricação e formulação de rações para peixes. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). *Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. p. 295-345.

PEDRAZZANI, A. S., CARNEIRO, P. C. F., KIRSCHNIK, P. G., MOLENTO, C. F. M. Impacto negativo de secção de medula e termonarrose no bem-estar e na qualidade da carne da tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, v.10, n.1, 2009.

PENG, X., LI, F., LIN, S., & CHEN, Y. Effects of total replacement of fish oil on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture International**, v. 24, p. 145–156, 2015.

PIRES, Aldrin Vieira et al. Predição do rendimento e do peso do filé da tilápia-do-Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 315-319, 2011.

PORTZ, L. e FURUYA, W.M.F. 2012 Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (eds) *Nutriaqua: Nutrição e Alimentação de*

Espécies de Interesse para a Aquicultura Brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p.65-77.

RIBEIRO, A. et al. Parâmetros metabólicos de pacus alimentados com diferentes fontes de óleo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n. 8, p. 1035-1042, 2013

ROMBENSO, A.N.; TRUSHENSKI, J.T.; SCHWARZ, M.H. Fish oil replacement in feeds for juvenile Florida pompano: composition of alternative lipid influences degree of tissue fatty acid profile distortion. *Aquaculture*, v. 458, p.177–186, 2016.

RUTTEN, M.J.M., BOVENHUIS, H., KOMEN, H., 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture* 231, 113–122.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal, SP: Editora Funep, p.676, 2014.

SANCHES, E. G. et al. A incorporação de óleo de peixe na dieta pode melhorar o desempenho de crescimento da garoupa *Epinephelus marginatus* ?. **Boletim do Instituto de Pesca** , [SI], v. 40, n. 2, pág. 147-155, nov. 2018. ISSN 1678-2305. Disponível em: < <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/1029> >. Data de acesso: 05 ago. 2021.

SILVA, P. C. et al. Avaliação econômica da produção da tilápia nilótica em tanques com diferentes trocas de água e densidades populacionais no sistema raceway. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 1, p. 9-13, 2003.

SOLIMAN AK, ATWA AMF, ABAZA MA. Partial replacement of fish meal protein with Black seed meal protein, with and without lisen and methionine supplementation, in diets of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: Tilapia Aquaculture – International Symposium on tilapia aquaculture, 5, 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro, 1:187-196, 2000.

SOUZA, M.L.R. et al. Efeito da técnica de curtimento e do método utilizado para remoção da pele da tilápia do nilo sobre as características de resitência do couro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1273-1280, 2006.

SOUZA, A. F. L.; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v.4, n.2, p.289-296, 2011.

SOUZA NEVES, M.; BARBAS, L.A.L.; FUJIMOTO, R.Y. Hematology and recovery response in jacundá, *Crenicichla saxatilis* (Linnaeus, 1758) after short-term handling stress. *J. Appl. Ichthyol.*, v.30, p.42-47, 2014.

TOLUSSI, C. E.; HILSDORF, A. W. S.; CANEPPELE, D.; Moreira, R. G. 2010 The effects of stocking density in physiological parameters and growth of the endangered teleost species piabanha, *Brycon insignis* (Steindachner, 1877). *Aquaculture*, 310(1-2): 221-228.

TURCHINI, G.M.; HERMON, K.; CLEVELAND, B.J.; EMERY, J.A.; RANKIN, T.; FRANCIS, D. S. Seven fish oil substitutes over a rainbow trout grow-out cycle: I) effects on performance and fatty acid metabolism. ***Aquac Nutr***, v. 19, p. 82–94, 2013.

YONEYAMA, Y.; YONEMORI, Y.; MURATA, M.; OHNUKI, H.; HIBI, K.; HAYASHI, T.; REN, H.; ENDO, H. Wireless biosensor system for real-time cholesterol monitoring in fish “Nile tilapia”. ***Talanta***, v.80, p.909-915, 2009.

YU, H. et al. Effects of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids (HUFAs) on growth, fatty acid profiles, antioxidant capacity and immunity of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). ***Fish & shellfish immunology***, v. 54, p. 211-219.