



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA**

**STEPHANIE SILVA DE SOUZA**

**ERVA-MATE, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., COMO ADITIVO FUNCIONAL EM  
DIETA PARA JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia quelen***

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2023**

**STEPHANIE SILVA DE SOUZA**

**ERVA-MATE, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., COMO ADITIVO FUNCIONAL EM  
DIETA PARA JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia quelen***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maude Regina de Borba

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2023**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Souza, Stephanie Silva de  
ERVA-MATE, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., COMO  
ADITIVO FUNCIONAL EM DIETA PARA JUVENIS DE JUNDIÁ,  
Rhamdia quelen / Stephanie Silva de Souza. -- 2023.  
38 f.:il.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Maude Regina de Borba

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Engenharia de Aquicultura, Laranjeiras do  
Sul, PR, 2023.

1. Aditivo funcional. 2. Nutrição em aquicultura. 3.  
Nutracêutico. I. Borba, Maude Regina de, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

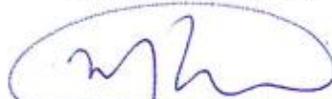
**STEPHANIE SILVA DE SOUZA**

**ERVA-MATE, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., COMO ADITIVO FUNCIONAL EM  
DIETA PARA JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia quelen***

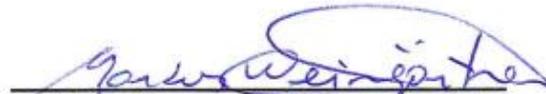
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 30/05/2023

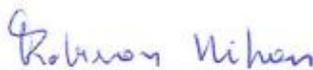
**BANCA EXAMINADORA**



Prof.ª Dr.ª Maude Regina de Borba - UFFS  
Orientadora



Prof.º Dr. Marcos Weingartner - UFFS  
Avaliador



Prof.º Dr. Roberson Dibax - UFFS  
Avaliador

*Dedico este trabalho a minha família, namorada e amigos, por nunca soltarem minha mão durante os últimos seis anos. Vocês foram minha base, tornaram leve o que pesava toneladas.*

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, eu gostaria de agradecer a Deus por me manter forte e persistente, não foi uma tarefa fácil.

Agradeço aos meus pais Carlos e Celene, hoje eu entendo que a gente só pega no pé de quem realmente importa.

Aos meus irmãos Cadu, Biel, Gui, Guga e a minha sobrinha Megan a quem tenho um amor incondicional.

À minha namorada Luiza Araujo, sem você eu não teria conseguido, você foi a luz no fim do túnel, me mostrou o verdadeiro significado da amizade, companheirismo, cumplicidade e principalmente do amor, eu te amo!

Aos amigos Thamara, Jéssica e Nicolas, pessoas que mais me aturaram nos últimos anos, dividimos muitos momentos, bons e ruins, carreguei vocês comigo.

Aos colegas do LabNutri, da Atlético Leão e da universidade, Igor, Luiz, Ana, Têti, Lais, Thais, Edvaldo, Ellen e os demais.

Aos técnicos da UFFS *campus* Laranjeiras do Sul Wilian, Chaline, Everton e Eloir que sempre me ajudaram.

Ao meu grande amigo e irmão Danilo Otto, por ter sido meu maior incentivador, sem você eu não teria iniciado e principalmente, me mantido. Obrigada por todas as oportunidades.

À minha querida professora e orientadora Dr<sup>a</sup>. Maude Regina de Borba, foi uma honra trabalhar durante todos esses anos com a senhora. Obrigada pela confiança no meu trabalho, por me ensinar, pelas conversas e orientações, sempre com muito empenho e dedicação. Você é uma referência para mim.

E por fim, à Laranjeiras do Sul e à Universidade Federal da Fronteira Sul, que desde o início me acolheram. Mesmo em constante evolução, sou grata por quem me tornei graças a todos vocês.

*Eu vou ser o sorriso, eu vou ser a tristeza*

*Eu vim na forma de um progresso num verso com gentileza*

*Vou ser um dos favelados que vai conquistar o mundo*

*Vou ser pra minha mãe motivo de tanto orgulho.*

*(MC Neguinho do Kaxeta)*

## RESUMO

Em piscicultura, a nutrição não só modula o crescimento, como também tem influência direta sobre a saúde e composição corporal dos peixes. A utilização de ingredientes nutracêuticos em dietas aquícolas pode trazer benefícios produtivos. Neste sentido, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da inclusão de erva-mate, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., como aditivo funcional em dieta para juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*. Para tanto, cinco dietas isoproteicas e isoenergéticas foram formuladas para atender as exigências nutricionais do jundiá e suplementadas com níveis crescentes de erva-mate em pó (0,0; 0,5; 1,0 e 2,0%), em um delineamento inteiramente casualizado, em triplicata. As dietas foram preparadas com ingredientes orgânicos certificados e ofertadas durante 60 dias aos juvenis de jundiá ( $41,59 \pm 0,32$  g;  $17,24 \pm 0,21$  cm) estocados (8 peixes/unidade experimental) em 12 tanques retangulares de polietileno (55 L volume útil), conectados a um sistema de recirculação de água aquecida ( $\sim 28^{\circ}\text{C}$ ) e salinizada ( $\sim 3\text{‰}$ ), com aeração individual. Ao final do período de alimentação foi verificada a sobrevivência, eficiência alimentar, desempenho de crescimento, índices somáticos, composição química e concentração de compostos fenólicos totais no filé, bem como a oxidação lipídica do filé dos juvenis de jundiá ao longo de 90 dias de armazenamento sob congelamento ( $-20^{\circ}\text{C}$ ). A inclusão de erva-mate na dieta influenciou positivamente o crescimento dos peixes, apresentando os melhores resultados para a concentração de 1%. A suplementação dietética de erva-mate também apresentou efeito antioxidante nos filés, com oxidação lipídica significativamente mais elevada em juvenis de jundiá alimentados com a dieta controle (isenta de erva-mate). A sobrevivência, índices somáticos, composição centesimal e concentração de compostos fenólicos totais do filé, por sua vez, não foram influenciados pelos tratamentos dietéticos. Os resultados indicam potencial de utilização da *I. paraguariensis* como aditivo funcional em dietas para *R. quelen*.

Palavras-chave: aditivo fitogênico; antioxidante natural; desempenho produtivo; nutrição; nutracêutico.

## ABSTRACT

In fish farming, nutrition not only modulates growth, but also has a direct influence on the health and body composition of fish. The use of nutraceutical ingredients in aquaculture diets can bring productive benefits. In this sense, the present study aimed to evaluate the effect of the inclusion of yerba mate, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., as a functional additive in the diet of jundiá juveniles, *Rhamdia quelen*. For this purpose, five isoproteic and isoenergetic diets were formulated to meet the nutritional requirements of jundiá and supplemented with increasing levels of yerba mate powder (0.0, 0.5, 1.0, and 2.0%), in a completely randomized design, in triplicate. The diets were prepared with certified organic ingredients and offered for 60 days to jundiá juveniles ( $41.59 \pm 0.32$  g;  $17.24 \pm 0.21$  cm) stocked (8 fish/experimental unit) in 12 rectangular polyethylene tanks (55 L useful volume), connected to a heated ( $\sim 28^\circ\text{C}$ ) and salinized ( $\sim 3\text{‰}$ ) water recirculation system, with individual aeration. At the end of the feeding period, survival, feed efficiency, growth performance, somatic indices, chemical composition, and total phenolic compound concentration in the fillet, as well as lipid oxidation of the fillet of jundiá juveniles over 90 days of frozen storage ( $-20^\circ\text{C}$ ), were evaluated. The inclusion of yerba mate in the diet positively influenced fish growth, with the best results for the 1% concentration. Dietary supplementation of yerba mate also showed an antioxidant effect on fillets, with significantly higher lipid oxidation in jundiá juveniles fed the control diet (without yerba mate). Survival, somatic indices, centesimal composition, and total phenolic compound concentration in the fillet, on the other hand, were not influenced by dietary treatments. The results indicate the potential use of *I. paraguariensis* as a functional additive in diets for *R. quelen*.

Keywords: phytogetic additive; natural antioxidant; productive performance; nutrition; nutraceutical.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração representativa do Jundiá <i>Rhamdia quelen</i> .....	20
Figura 2 - Regressão polinomial de segunda ordem do ganho em peso de juvenis de jundiá, <i>Rhamdia quelen</i> , alimentados com níveis crescentes de erva-mate na dieta ao longo de 60 dias.....	26
Figura 3 - Concentração de compostos fenólicos no filé de juvenis de jundiá, <i>Rhamdia quelen</i> , alimentados com níveis crescentes de erva-mate na dieta ao longo de 60 dias.....	27
Figura 4- Oxidação lipídica (TBARS), ao longo de 90 dias, do filé congelado (-20°C) de juvenis de jundiá, <i>Rhamdia quelen</i> , alimentados com níveis crescentes de erva-mate na dieta, por 60 dias.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais (com base em 100% de matéria seca) .....	22
Tabela 2 - Desempenho (média $\pm$ desvio padrão) de juvenis de jundiá, <i>Rhamdia quelen</i> , alimentados com dietas contendo concentrações crescentes de erva-mate, por 60 dias <sup>1</sup> .....	25
Tabela 3 – Composição centesimal do filé (base úmida) e índice hepatossomático e vicerossomático (média $\pm$ desvio padrão) de juvenis de jundiá, <i>Rhamdia quelen</i> , alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de erva-mate, por 60 dias <sup>1</sup> .....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
SOFIA	State of The World Fisheries and Aquaculture (Relatório sobre o Estado da Pesca e Aquicultura no Mundo)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
LABNUTRI	Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos
ED	Energia digestível
PB	Proteína bruta
IHS	Índice hepatossomático
IVS	Índice viscerossomático
MDA	Malonaldeído
TBARS	Espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico
PEIXE BR	Associação Brasileira da Piscicultura
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
SINDIRAÇÕES	Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus celsius
~	Aproximadamente
mm	Milímetro
<	Menor
%	Porcentagem
g	Grama
‰	partes por mil
h	Horas
mL	Mililitro
L	Litro
mg	Miligramma
Kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1 GERAL .....	17
2.2 ESPECÍFICOS .....	17
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
3.1 AQUICULTURA E NUTRIÇÃO .....	17
3.2 ERVA-MATE ( <i>Ilex paraguariensis</i> ) .....	18
3.3 JUNDIÁ <i>Rhamdia quelen</i> .....	19
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1 PEIXES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS .....	21
4.2 DIETAS EXPERIMENTAIS .....	22
4.3 PARÂMETROS INDICADORES DE DESEMPENHO .....	23
4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FILÉ E ÍNDICES SOMÁTICOS .....	23
4.5 COMPOSTOS FENÓLICOS E OXIDAÇÃO LIPÍDICA .....	24
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	24
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
5.1 RESULTADOS .....	25
5.1.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E SOBREVIVÊNCIA .....	25
5.1.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FILÉ E ÍNDICES SOMÁTICOS .....	26
5.1.3 CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E OXIDAÇÃO LIPÍDICA DO FILÉ .....	27
5.2 DISCUSSÃO .....	28
5.2.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E SOBREVIVÊNCIA .....	28
5.2.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FILÉ E ÍNDICES SOMÁTICOS .....	30
5.2.3 CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E OXIDAÇÃO LIPÍDICA DO FILÉ .....	30
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O último relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) divulgado sobre o estado da Pesca e Aquicultura a nível mundial, SOFIA 2022, mostra que a produção de pescado mundial em 2020 alcançou 214 milhões de toneladas (FAO, 2022). A aquicultura representou 57,3% do total, com rendimento estimado em 281.500 milhões de dólares. Apesar da elevação na produção (aproximadamente 20% superior em relação ao SOFIA 2020), o consumo *per capita* médio mundial de pescados se manteve em 20,5 kg, igual ao apresentado no levantamento anterior (FAO, 2022). No ano 2020 o Brasil produziu 551,9 mil toneladas de peixes e a região Sul do país produziu 34,1% desse total, com destaque para o estado do Paraná, principal produtor, responsável por 25,4% da produção nacional (IBGE, 2020).

Na piscicultura existem pilares que sustentam e guiam a produção ao máximo de aproveitamento possível. A nutrição e alimentação seguem sendo um desses pilares. Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, grande parte dos custos de uma piscicultura é representada pela alimentação, podendo variar entre 65 e 80% dos custos totais (CNA, 2017). A dieta adequada influencia diretamente no crescimento e desenvolvimento dos animais, além de possuir grande importância dentro da atividade em si quanto aos parâmetros econômicos e ambientais. É a partir do alimento fornecido que os animais terão seu desenvolvimento com a absorção dos nutrientes, os quais em grande parte dos sistemas de produção não estão disponíveis no meio, consequência da alta densidade de estocagem (BOSCOLO *et al.*, 2011).

Com a atividade aquícola em constante expansão, a ocorrência de enfermidades causa prejuízos nas produções. Assim, a fim de minimizar estes problemas, bem como aumentar o desempenho zootécnico das espécies produzidas, o uso de aditivos alimentares tem se mostrado eficaz (RODRIGUES *et al.*, 2015). Segundo a Anvisa, aditivos alimentares são definidos como:

Qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Ao agregar-se poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento (BRASIL, 1997).

Além de fontes de nutrientes, ingredientes podem ser adicionados a dietas aquícolas para variadas finalidades. Aditivos alimentares, tanto nutritivos como não nutritivos, são suplementados em pequenas quantidades para um fim específico, tal como estimular o crescimento e/ou sistema imunológico dos animais, aumentar a qualidade do pescado como produto final, preservar as qualidades químicas e físicas da dieta e manter a qualidade do ambiente aquático (ALEMAYEHU *et al.*, 2018; BHARATHI *et al.*, 2019). Nos últimos anos, vem crescendo a pressão política e social para diminuição dos danos ambientais causados pela atividade pecuária e aquícola, levando cientistas a intensificarem esforços na exploração de plantas, extratos vegetais e demais compostos como potenciais alternativas naturais para incrementar a produtividade e sanidade dos sistemas de produção (MAKKAR *et al.*, 2007, SALOMÓN *et al.*, 2020), bem como aumentar o valor nutricional do produto final (GARCIA *et al.*, 2019).

A produção de forma responsável e ecologicamente correta entrega produtos de alta qualidade que visam atender as demandas do mercado (ONU, 2017). Atualmente, pensar em produção sem responsabilidade ambiental não é mais uma opção, pois, além de agregar valor ao produto, é de extrema importância e deve ser instalada de forma eficaz na produção aquícola. Os produtos das atividades aquícolas se destacam nutricionalmente quando comparados com outros alimentos de origem animal, justamente por conterem grandes quantidades de nutrientes disponíveis (SARTORI & AMANCIO, 2012).

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil), é uma planta arbórea que pertence à família Aquifoliaceae, nativa do Paraguai, Brasil e Argentina. Estudos mostram as propriedades farmacológicas da planta, além de atividades antioxidantes, antimicrobianas, antibacterianas e anti-inflamatórias, por conter diversos compostos ativos (GIROLOMETTO *et al.*, 2009). Os polifenóis (ácido clorogênico) e xantinas (cafeína e teobromina) se destacam, pois são encontrados em maiores concentrações nas folhas e ramos da planta (CARDOZO *et al.*, 2021). Estudos relacionados ao uso de erva-mate em peixes ainda são escassos quando comparados a aves (GARCIA *et al.*, 2019) e ruminantes (CHAVES *et al.*, 2014; MAZUR *et al.*, 2019), basicamente restritos a avaliação do uso de extratos de erva-mate sobre a resistência contra infecções bacterianas e tratamentos pós-despesca para aumentar o tempo de prateleira do pescado ou coprodutos (VEECK *et al.*, 2013; BECKER *et al.*, 2018;

TONET *et al.*, 2019). Assim, tendo em vista os seus numerosos compostos ativos, a avaliação da erva-mate como potencial alimento funcional em dietas aquícolas e seus efeitos sobre o desempenho, composição e conservação do pescado são importantes.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar o efeito da inclusão da erva-mate, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., como aditivo funcional em dieta para juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*.

### 2.2 ESPECÍFICOS

-Avaliar o efeito da inclusão de quantidades crescentes de erva-mate em dietas para juvenis de jundiá, sobre a sobrevivência e desempenho dos peixes;

-Avaliar o efeito da inclusão de quantidades crescentes de erva-mate em dietas para juvenis de jundiá, sobre a composição centesimal do filé;

-Avaliar o efeito da inclusão de quantidades crescentes de erva-mate em dietas para juvenis de jundiá, sobre a oxidação lipídica do filé no armazenamento (tempo de prateleira).

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 AQUICULTURA E NUTRIÇÃO

Em 2021 o Brasil produziu 841.005 toneladas de peixes (PEIXE BR, 2022), mesmo com as dificuldades que a cadeia produtiva enfrentou naquele ano, influenciado pela fragilidade dos preços com a inflação global, escassez na disponibilidade de insumos, problemas com logística e desvalorização cambial, resquícios deixados pela pandemia e atuais cenários econômicos a nível mundial (SINDIRAÇÕES, 2022). A produção aquícola foi diretamente impactada com a elevação dos preços das matérias-primas para alimentação animal (PEIXE BR, 2022), em que ocorreram aumentos significativos nos preços do farelo de soja, milho e dos microingredientes que são importados, com o dólar em alta (SINDIRAÇÕES, 2022).

Desenvolver a atividade aquícola de alta ou média produtividade sem alimentação suplementar é impossível, pela indisponibilidade de alimentação natural nos sistemas de cultivo com altas densidades de estocagem, além disso, o manejo nutricional também gera impactos ambientais. Dietas influenciam não só absorção de nutrientes e desenvolvimento dos animais, mas alteram as condições ambientais desses sistemas de produção (CYRINO *et al.*, 2010). Excesso durante a alimentação ou o fornecimento de rações inadequadas ou não balanceadas de acordo com as exigências nutricionais da espécie, reduzem a absorção dos nutrientes, não maximizam o potencial zootécnico do animal e podem resultar no excesso de matéria orgânica nos viveiros (CYRINO *et al.*, 2010; EMBRAPA, 2021). Por isso, na intenção de suplementar as dietas artificiais, busca-se alimentos alternativos e funcionais (FRACALOSSO *et al.*, 2012).

Alimentos funcionais são aqueles que beneficiam uma ou mais funções orgânicas, contribuindo para melhorar o estado de saúde e bem-estar, reduzindo riscos de doenças (CARVALHO *et al.*, 2006).

### 3.2 ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*)

A *I. paraguariensis*, conhecida popularmente como erva-mate, planta arbórea pertencente à família Aquifoliaceae, tem sua ocorrência natural em regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, desde o Paraguai, Argentina, Uruguai e região sul do Brasil. Mas, também há ocorrências em pequenas faixas de terra em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e região sul de Mato Grosso do Sul (SILVA *et al.*, 2021).

A erva-mate possui propriedades nutritivas e medicinais, das quais podem se destacar dois compostos ativos encontrados em maior concentração nas folhas e ramos da planta, são esses os polifenóis (ácido clorogênico) e xantinas (cafeína e teobromina) (CARDOZO *et al.*, 2021). Estudos mostram as propriedades farmacológicas da planta, além de atividades antioxidantes, antimicrobianas, antibacterianas e anti-inflamatórias, por conter diversos compostos ativos (GIROLOMETTO *et al.*, 2009). É na forma de ácidos fenólicos que os compostos se apresentam na erva-mate e, quando em menor proporção, se apresentam na forma de flavonoides (SOUZA *et al.*, 2021). A principal atividade biológica é a antioxidante,

que está relacionada ao teor de compostos fenólicos presentes na erva-mate (LAZZAROTTO *et al.*, 2017).

Com a utilização de substâncias antioxidantes, ou por meio da modificação das condições ambientais, é possível evitar ou diminuir o desencadeamento dos processos oxidativos (SOARES, 2002). Isso ocorre porque os lipídios presentes nos alimentos estão sujeitos a reações que ocasionam modificação em suas estruturas, acarretando alteração do valor nutricional e qualidade geral do produto (SOARES, 2002).

No geral, os antioxidantes são formados por um conjunto de substâncias heterogêneas, como vitaminas, minerais, pigmentos naturais, enzimas e outros que bloqueiam os radicais livres, evitando ou diminuindo o seu efeito danoso (DEGÁSPAR & WASZCZYNSKYJ, 2004). Os compostos fenólicos são classificados como primários, pois promovem a inativação dos radicais livres ou a remoção, formados durante a iniciação ou propagação da reação (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009). Já as metilxantinas (cafeína e teobromina), são as principais responsáveis pela atividade estimulante ao sistema nervoso central e pelo aumento da utilização de gordura como fonte energética, pesquisas observaram que o teor de cafeína presente na erva-mate pode ter sido responsável pela redução do peso corporal e da gordura abdominal de ratos (SILVA *et al.*, 2011).

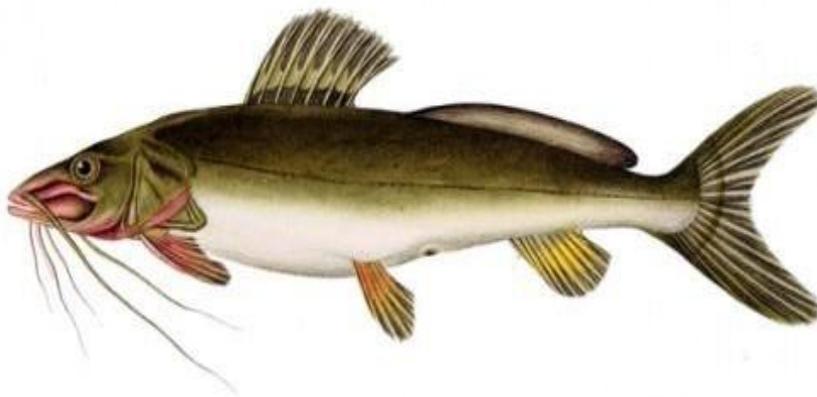
Resultados positivos já vem sendo observados com a inclusão da erva-mate na suplementação de dietas de diversos animais, devido às suas características farmacológicas, como ganho de peso em codornas em crescimento (DOURADO *et al.*, 2020), na alimentação de frangos de corte diminuíram os níveis de lipídios no sangue e proporcionou maior estabilidade à oxidação lipídica (ALVES, 2017) e na alimentação de poedeiras, maior estabilidade à oxidação lipídica na gema dos ovos (ALVES, 2017). O extrato de erva-mate também apresenta potencial como agente antibacteriano para doenças de peixes (BECKER *et al.*, 2018), contudo, existem poucos estudos de avaliação do uso de erva-mate em dietas para peixes.

### 3.3 JUNDIÁ *Rhamdia quelen*

Jundiá é o nome dado aos peixes do gênero *Rhamdia*, encontrados do centro da Argentina ao sudeste do México. Se trata de peixe de couro com cores variadas entre marrom-avermelhado claro e cinza (BALDISSEROTTO & RADÜNZ NETO,

2004). As espécies endêmicas do baixo iguaçu são *R. branneri* e *R. voulezi* (BAUMGARTNER *et al.*, 2012). Além dessas espécies, também estão presentes no Brasil *R. enfurnada*, *R. foina*, *R. itacaiunas*, *R. laukidi*, *R. muelleri*, *R. poeyi*, *R. jequetinhonha* e *R. quelen*. O *R. quelen* (Fig. 1), pode ser diferenciado das demais espécies de *Rhamdia*, devido algumas características como: a nadadeira caudal com lóbulos desiguais; espinho da nadadeira peitoral serrilhado nos dois lados; membrana inter-radial menor do que 2/3 do comprimento do raio do lobo superior da nadadeira caudal; arcos branquiais de 5 a 16; olhos de tamanho médio, podendo ter ou não o padrão de manchas (GOMES, 2000).

**Figura 1** - Ilustração representativa do jundiá, *Rhamdia quelen*.



Fonte: [www.cpt.com.br](http://www.cpt.com.br) (2023).

É possível encontrar jundiá em ambientes de águas mais calmas como lagos e poços fundos dos rios, com fundo arenoso e lama e junto a margens de vegetações (BALDISSEROTTO & RADÜNZ NETO, 2004). As larvas se alimentam de zooplâncton, já os adultos são onívoros, com tendências piscívoras. No ambiente natural, costumam se esconder entre pedras e troncos, com hábitos noturnos para caça de alimentos (MONTANHA *et al.*, 2011).

São espécies consideradas euritérmicas, devido a sua resistência ao manejo, suportando baixas temperaturas, aceitam baixos níveis de oxigênio na água

(BORGES, 2005), apresentam boa eficiência alimentar e características organolépticas que agradam o mercado consumidor (AMARAL JÚNIOR & GARCIA, 2013).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 PEIXES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O presente estudo foi desenvolvido nos laboratórios de Nutrição de Organismos Aquáticos e de Piscicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Laranjeiras do Sul – PR. Foram utilizados juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) adquiridos de piscicultura comercial (~5 g) e mantidos em condições de laboratório até o início do experimento, quando os peixes foram então anestesiados (1 mL de óleo de cravo 10 L<sup>-1</sup> água), individualmente pesados e medidos (41,59±0,32 g e 17,24±0,21 cm, respectivamente, peso e comprimento total individuais iniciais). Grupos de 08 juvenis de jundiá foram estocados em 12 tanques retangulares de polietileno (34 x 32 x 65,5 cm; 55 L de volume útil), conectados a um sistema de recirculação de água aquecida e salinizada, com aeração individual. Após a biometria inicial e período de cinco dias de adaptação às condições experimentais, o experimento foi iniciado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e cada uma das quatro dietas experimentais foi aleatoriamente distribuída a três grupos de peixes. Os juvenis de jundiá foram alimentados duas vezes ao dia (8h e 17h), até a saciedade aparente, durante 60 dias, e a quantidade de dieta fornecida para cada tanque registrada.

Os parâmetros físico-químicos da água foram analisados durante o período experimental com a finalidade de monitoramento. A temperatura e oxigênio dissolvido foram aferidos diariamente com o auxílio do medidor multiparâmetro portátil ASKO modelo SX836 e mantiveram-se, respectivamente, em 27,9 ± 0,63°C e 7,49 ± 0,49 mg/L. As demais variáveis, tais como pH, amônia total, nitrito, nitrato, dureza e alcalinidade, foram analisadas semanalmente com o auxílio do kit colorimétrico ALFAKIT- Produtor Água Doce e a salinidade com refratômetro, apresentando, respectivamente, valores (média ± DP) de 6,6 ± 0,48, 0,17 ± 0,08 mg/L, 0,32 ± 0,10 mg/L, 2,5 mg/L, 140 mg/L, 125 mg/L e 3,7 ± 0,66 ppt. Todos os parâmetros

mantiveram-se dentro da faixa adequada para a espécie (GOMES et al., 2000; BALDISSEROTTO & SILVA, 2004).

#### 4.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

Quatro dietas práticas, a base de farinha de peixe de resíduo de filetagem e farelo de soja orgânico, isoproteicas (37% PB) e isoenergéticas (3200 Kcal ED/kg), foram formuladas para atender as exigências nutricionais do jundiá (RADÜNZ NETO & BORBA, 2012). Os tratamentos avaliados foram níveis de inclusão de erva-mate, *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., em pó, na dieta: 0,5; 1,0 e 2,0%, mais o controle (0,0%) (Tabela 1). A erva-mate foi procedente da EMBRAPA Florestas, Colombo/PR, obtida a partir das folhas da planta (local de coleta e número de depósito da exsicata, respectivamente, Ivaí/PR e HFC 10592), processada de acordo com Wendling *et al.*, (2022) e passada em peneira 100 mesh.

Os ingredientes secos foram previamente moídos e peneirados (<1,0 mm) para padronização dos diâmetros das partículas. As dietas foram preparadas misturando-se inicialmente os ingredientes secos, adicionando-se em seguida o óleo e a água. A massa homogênea resultante foi passada em um equipamento moedor de carne, através de uma matriz com orifício de 3mm, e os filamentos produzidos levados para secagem em estufa a 55 °C. Após secagem, as dietas foram embaladas em sacos plásticos hermeticamente fechados e armazenadas a -20°C até sua utilização. A composição centesimal das dietas foi determinada de acordo com procedimentos da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000).

**Tabela 1** - Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais (com base em 100% de matéria seca).

Ingredientes	Dietas (% erva-mate)			
	Controle	0,5	1,0	2,0
Erva mate <sup>1</sup>	0,0	0,5	1,0	2,0
Farinha de peixe <sup>2</sup>	20,0	20,0	20,0	20,0
Farelo de soja <sup>3</sup>	37,0	37,0	37,0	37,0
Farelo de trigo <sup>3</sup>	14,5	14,2	13,8	13,0
Milho moído <sup>3</sup>	25,5	25,3	25,2	25,0
Óleo de soja <sup>3</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0
Premix vitamin/mineral <sup>4</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0
Fosfato bicálcico	0,5	0,5	0,5	0,5
Sal (NaCl)	0,5	0,5	0,5	0,5

TOTAL	100	100	100	100
<b>Composição Centesimal</b>				
Matéria seca (%)	94,22	94,86	94,32	95,17
Proteína Bruta (%)	36,90	36,84	37,53	37,46
Lipídio (%)	7,47	6,19	7,25	7,63
Cinzas (%)	8,84	8,65	8,92	8,97
Fibra Bruta (%)	3,94	4,01	4,08	4,21
Energia Digestível (kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>5</sup>	3.200	3.200	3.200	3.200

<sup>1</sup>Obtida a partir das folhas da planta (Ivaí/PR e HFC 10592, respectivamente, local de coleta e número de depósito da exsicata) – EMBRAPA Florestas, Colombo/PR.

<sup>2</sup>Farinha de resíduo de filetagem de peixe – Copisces, Toledo/PR.

<sup>3</sup>Ingrediente orgânico certificado – Gebana Brasil, Campo Largo/PR.

<sup>4</sup>Composição – unidades/kg de premix: antioxidante 0,6g; ácido fólico 250mg; ácido pantotênico 5.000mg; biotina 125mg; niacina 5.000mg; vitamina A 1.000.000 IU; tiamina 1.250mg; cianocobalamina 3.750mg; riboflavina 2.500mg; piridoxina 2.485mg; ácido ascórbico 42.000mg; vitamina D3 500.000 IU; vitamina E 20.000 IU; vitamina K3 500mg; cobalto 25mg; cobre 2,000mg; ferro 13.820 mg; iodo 100mg; manganês 3.750mg; selênio 75mg e zinco 17.500mg.

<sup>5</sup>Energia Digestível (ED) calculada – (5,64 kcal g<sup>-1</sup> x % proteína x 0,9) + (9,51 kcal g<sup>-1</sup> x % lipídio x 0,85) + (4,11 kcal g<sup>-1</sup> x % carboidrato x 0,5) (JOBLING, 1983).

#### 4.3 PARÂMETROS INDICADORES DE DESEMPENHO

Ao final do período experimental, os peixes de cada tanque, após jejum de 24 horas, foram anestesiados, contados, pesados e medidos individualmente. O desempenho dos juvenis de jundiá alimentados com as diferentes dietas foi avaliado considerando-se as seguintes variáveis:

- Sobrevivência (S) = (número final de peixes/número inicial de peixes) × 100;
- Peso final (g);
- Comprimento final (cm);
- Ganho em peso (g) — GP = (peso final – peso inicial);
- Ganho em comprimento (cm) — GC = (compr. final – compr. inicial);
- Taxa de crescimento específico — TCE (%) = [(ln peso final – ln peso inicial) / dias de experimento] x 100;
- Consumo alimentar diário (%peso corporal/dia) — CD = [consumo matéria seca (MS)/(peso final + peso inicial/2)]/tempo em dias x 100;
- Conversão alimentar — CA = consumo (MS)/ganho em peso;
- Índice hepatossomático — IHS (peso do fígado/peso corporal) x 100;
- Índice viscerossomático — IVS (peso das vísceras/peso corporal) x 100.

#### 4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FILÉ E ÍNDICES SOMÁTICOS

Amostras de 10 peixes do estoque inicial e 3 peixes por tanque (9 peixes/tratamento) ao final do experimento, foram coletadas para determinação da composição corporal do filé (umidade, proteína, lipídio e cinzas) (AOAC, 2000). O fígado e vísceras destes mesmos 3 jundiás amostrados por repetição de cada tratamento (n=9) foram removidos e pesados para determinação, respectivamente, dos índices hepatossomático (IHS) e viscerossomático (IVS). Os peixes foram sacrificados por overdose de anestésico (>300 mg L<sup>-1</sup> óleo de cravo-Eugenol) seguida de secção medular e armazenados (-20°C) até realização das análises. Os procedimentos adotados nesta pesquisa estiveram em conformidade com a Comissão de Ética no Uso de Animais da UFFS (protocolo CEUA nº 8851200621).

#### 4.5 COMPOSTOS FENÓLICOS E OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Foram coletados aleatoriamente 3 jundiás por tanque (9 peixes/tratamento) para a verificação do teor de compostos fenólicos totais e avaliação de oxidação lipídica do filé de jundiás submetidos aos diferentes tratamentos dietéticos. Para a análise de compostos fenólicos totais (SINGLETON & ROSSI, 1965), os filés foram liofilizados, enquanto para avaliação de oxidação lipídica com o tempo, os filés foram mantidos congelados (-20°C) e análises de TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) (BUEGE & AUST, 1978) foram realizadas a cada mês ao longo de 90 dias.

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram testados quanto a normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Levene). Atendidas as premissas de normalidade e homoscedasticidade, foi realizada análise de variância de um fator (ANOVA) a 5% de probabilidade e, quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Adicionalmente, aplicou-se uma análise de regressão polinomial para estimativa do nível mais adequado de erva-mate com base no ganho em peso. Os valores em percentagem sofreram transformação arco-seno para serem analisados (ZAR, 1996).

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 5.1 RESULTADOS

### 5.1.1 DESEMPENHO ZOTÉCNICO E SOBREVIVÊNCIA

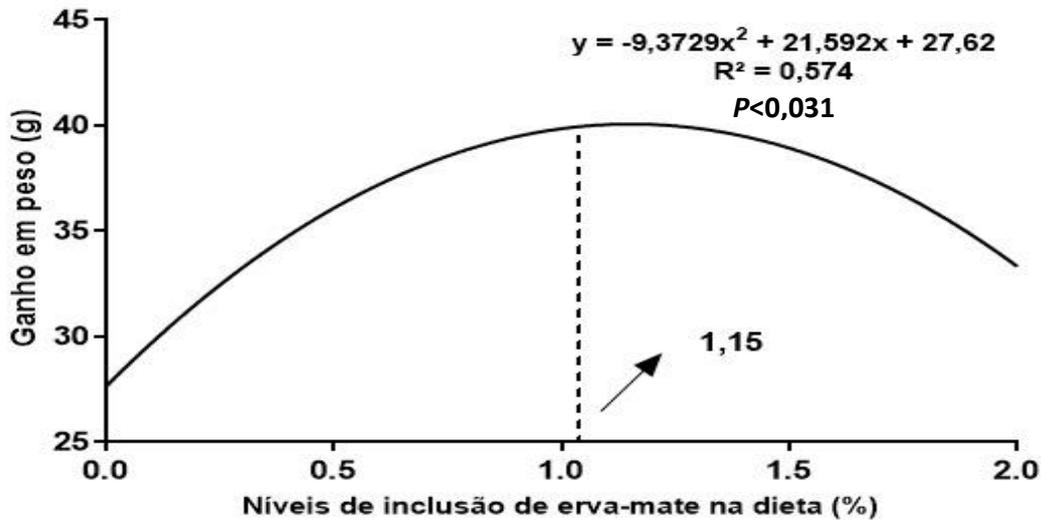
Na tabela 2 estão sumarizados os resultados de desempenho zootécnico e sobrevivência de juvenis de jundiá. A inclusão de até 1% de erva-mate na dieta influenciou positivamente as variáveis de crescimento, porém, houve tendência de piora do desempenho de crescimento ( $P < 0,05$ ) dos peixes quando alimentados com o dobro dessa quantidade de erva-mate (2%). Tal resposta às dietas também foi evidenciada na regressão polinomial de 2ª ordem do ganho em peso (Fig. 2), em que a inflexão da curva ocorreu na concentração calculada de 1,15% de inclusão de erva-mate, indicando que esta seria a concentração adequada para obtenção do máximo ganho em peso dos juvenis de jundiá e acima da qual ocorre diminuição do crescimento destes peixes. Já o consumo e a conversão alimentar, bem como a sobrevivência, não foram influenciados pelos tratamentos dietéticos ( $P > 0,05$ ). A sobrevivência, no geral, foi alta, não havendo nenhuma mortalidade, ou apenas uma, nos diferentes tratamentos alimentares.

**Tabela 2** - Desempenho (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentados com dietas contendo concentrações crescentes de erva-mate, por 60 dias<sup>1</sup>

Variáveis	Dietas (% erva-mate)				Valor de <i>P</i>
	0,0	0,5	1,0	2,0	
Peso inicial (g)	41,50 $\pm$ 0,28	41,65 $\pm$ 0,33	41,83 $\pm$ 0,51	41,38 $\pm$ 0,28	0,53
Peso final (g)	70,46 $\pm$ 3,85 <sup>b</sup>	74,16 $\pm$ 4,39 <sup>b</sup>	85,69 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	74,25 $\pm$ 2,01 <sup>b</sup>	0,00
Comprimento inicial (cm)	17,27 $\pm$ 0,29	17,16 $\pm$ 0,11	17,14 $\pm$ 0,01	17,27 $\pm$ 0,28	0,84
Comprimento final (cm)	19,65 $\pm$ 0,42 <sup>b</sup>	20,2 $\pm$ 0,35 <sup>ab</sup>	20,93 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	20,10 $\pm$ 0,29 <sup>ab</sup>	0,02
Ganho em peso (g)	28,96 $\pm$ 3,57 <sup>b</sup>	32,51 $\pm$ 4,36 <sup>b</sup>	43,86 $\pm$ 1,10 <sup>a</sup>	32,87 $\pm$ 2,23 <sup>b</sup>	0,00
Ganho em comprimento (cm)	2,37 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>	3,04 $\pm$ 0,44 <sup>ab</sup>	3,80 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,84 $\pm$ 0,54 <sup>ab</sup>	0,04
Taxa de crescimento específico (%)	0,88 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	0,96 $\pm$ 0,10 <sup>ab</sup>	1,20 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,97 $\pm$ 0,05 <sup>ab</sup>	0,01
Consumo alim. diário (%peso corporal/dia)	1,52 $\pm$ 0,07	1,60 $\pm$ 0,01	1,81 $\pm$ 0,16	1,59 $\pm$ 0,15	0,11
Conversão alimentar	1,78 $\pm$ 0,17	1,72 $\pm$ 0,16	1,57 $\pm$ 0,10	1,68 $\pm$ 0,16	0,57
Sobrevivência (%)	95,83 $\pm$ 7,22	100 $\pm$ 0,00	95,83 $\pm$ 7,22	95,83 $\pm$ 7,22	0,67

<sup>1</sup>Médias com letras diferentes sobrescritas na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

**Figura 2** - Regressão polinomial de segunda ordem do ganho em peso de juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentados com níveis crescentes de erva-mate na dieta, por 60 dias.



### 5.1.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FILÉ E ÍNDICES SOMÁTICOS

Os tratamentos dietéticos não influenciaram as variáveis analisadas quanto a composição centesimal do filé, índice hepatossomático (percentual do peso do fígado em relação ao peso corporal) e índice viscerossomático (percentual do peso das vísceras em relação ao peso corporal) (Tabela 3).

**Tabela 3** - Composição centesimal do filé (base úmida) e índice hepatossomático e viscerossomático (média  $\pm$  desvio padrão) de juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de erva-mate, por 60 dias<sup>1</sup>.

Variáveis (%)	Dietas (% erva-mate)				Valor de P
	0,0	0,5	1,0	2,0	
Umidade	75,63 $\pm$ 0,92	74,97 $\pm$ 1,62	74,36 $\pm$ 0,96	75,66 $\pm$ 0,36	0,44
Proteína	18,63 $\pm$ 1,26	19,04 $\pm$ 0,68	19,21 $\pm$ 0,45	19,37 $\pm$ 0,42	0,70
Lipídio	4,92 $\pm$ 0,86	6,08 $\pm$ 2,10	6,73 $\pm$ 1,01	4,91 $\pm$ 0,21	0,27

Cinzas	1,23±0,01	1,29±0,06	1,28±0,04	1,22±0,03	0,11
IH <sup>2</sup>	1,52±0,23	1,45±0,10	1,66±0,23	1,71±0,19	0,26
IVS <sup>3</sup>	15,07±2,48	13,24±2,31	13,59±2,69	14,79±4,10	0,84

<sup>1</sup>Composição corporal inicial (%): umidade 76,37; proteína, lipídio e cinzas: 18,76, 1,32, 4,94, respectivamente.

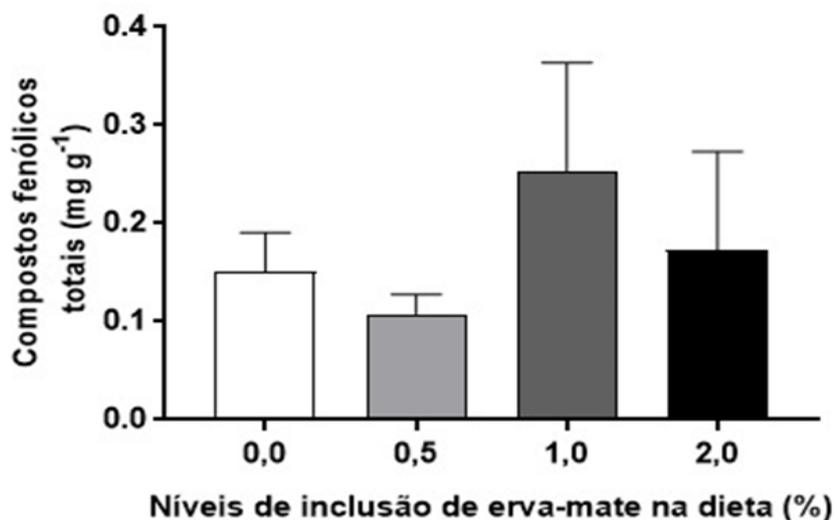
<sup>2</sup>Índice hepatossomático.

<sup>3</sup>Índice viscerossomático.

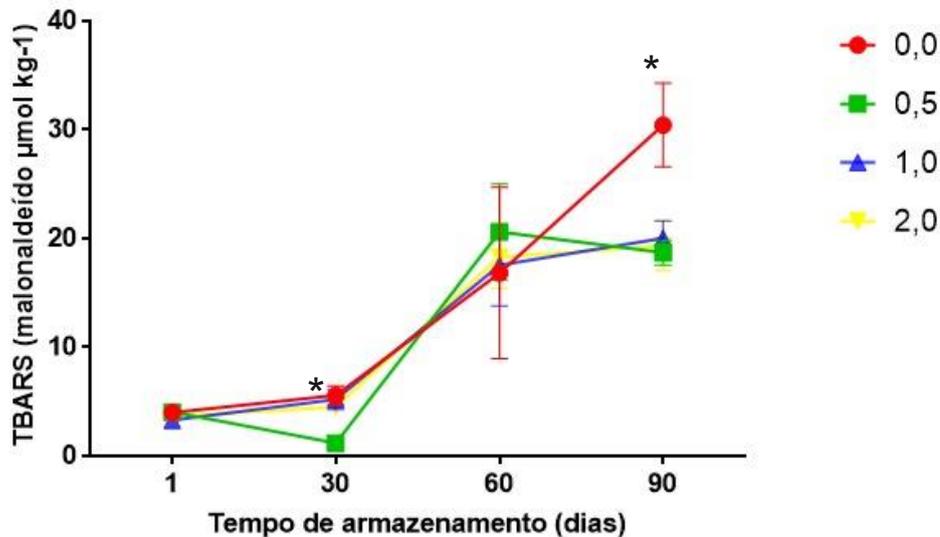
### 5.1.3 CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E OXIDAÇÃO LIPÍDICA DO FILÉ

Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos quanto a concentração de compostos fenólicos totais no filé dos peixes alimentados por 60 dias com as dietas experimentais contendo diferentes concentrações de erva-mate (Fig. 3). Todavia, a ação antioxidante da erva-mate foi perceptível em 90 dias de conservação dos filés de jundiá sob congelamento (-20°C). Pela análise de TBARS, aos 30 dias de armazenamento (Fig. 4) foi verificado que o tratamento 0,5% de inclusão de erva-mate na dieta resultou em menor concentração de malonaldeído (MDA). Contudo, aos 60 dias de congelamento tal tendência não se manteve e não foi verificada diferença entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). Foi aos 90 dias que o efeito antioxidante da erva-mate no filé ficou mais evidente, com maior concentração de MDA (indicativo de oxidação) no tratamento controle, isento de erva-mate ( $P<0,05$ ).

**Figura 3** - Concentração de compostos fenólicos totais no filé de juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentados com níveis crescentes de erva-mate na dieta, por 60 dias.



**Figura 4** - Oxidação lipídica (TBARS), ao longo de 90 dias, do filé congelado (-20°C) de juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentados com níveis crescentes de erva-mate na dieta, por 60 dias.



## 5.2 DISCUSSÃO

### 5.2.1 DESEMPENHO ZOTÉCNICO E SOBREVIVÊNCIA

No presente estudo, foi verificado efeito positivo de inclusão de erva-mate na dieta sobre o crescimento de juvenis de jundiá, com os melhores resultados obtidos, em geral, na concentração de 1,0%, acima da qual (2,0%) foi verificado piora dos índices avaliados. Ainda que não tenha sido verificado efeito significativo sobre o consumo e conversão alimentar, foi possível verificar tendência de melhora deste último parâmetro com o aumento da inclusão de erva-mate na dieta até 1,0%. Reis *et al.* (2017), ao avaliar as características nutracêuticas da erva-mate na alimentação de frangos (0,00; 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60% de erva-mate), verificaram que o consumo de ração diminuiu linearmente, melhorando a conversão alimentar conforme aumentava os níveis de erva-mate na dieta, também observaram que o tratamento com inclusão de 0,60% de erva-mate aumentou o rendimento de carcaça quando comparado aos demais tratamentos. A inclusão de erva-mate (0,0; 0,15; 0,30; 0,45; 0,60%) em dietas de frango de corte e poedeiras, porém, não influenciou o peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves até a

inclusão de 0,60% na fase de crescimento (ALVES, 2017), contudo, quando comparado cada nível de inclusão de erva-mate com o tratamento controle, também foi possível observar que o tratamento 0,60% apresentou maior rendimento de carcaça. Alves (2017) explica que esse resultado pode ser atribuído ao melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, consequência ao controle de crescimento dos microrganismos patogênicos existentes na microbiota intestinal, justamente pela atuação dos polifenóis encontrados na composição da erva-mate, que agem como agentes antimicrobianos. Os flavonoides diminuem a quantidade de bactérias maléficas no intestino, afeta negativamente a atividade da enzima topoisomerase, essencial para sobrevivência bacteriana, e, ao inibir a atividade da enzima, a molécula de DNA passa a ocupar grande espaço no interior da bactéria, ocasionando a morte das bactérias.

Bevilaqua (2018) não constatou diferença significativa entre os níveis de erva-mate e o ganho de peso médio, consumo de ração e conversão alimentar das aves, entretanto, para o percentual de postura constatou-se redução linear significativa, com o aumento dos níveis de erva-mate (0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0% de erva-mate), podendo ser devido à alta quantidade de fibras contida na erva-mate para tereré e, eventualmente, pode ter influenciado negativamente a digestão, obstando a absorção de nutrientes ao processo fisiológico de postura. Migotto (2015) ao avaliar o desempenho e coeficientes de metabolizabilidade em frangos com suplementação de antioxidantes naturais, constatou que a adição de 500 mg do extrato liofilizado de erva-mate/Kg de ração afetou negativamente o ganho de peso em frangos de corte na primeira semana de vida, contudo, não influenciou o desempenho nas semanas seguintes e, ao final dos 38 dias de idade das aves, a utilização do extrato de erva-mate nas concentrações adicionadas não afetaram desempenho dos animais.

Para o uso de extrato da erva-mate, diversos trabalhos vêm apresentando resultados positivos em relação ao ganho em peso. Dourado *et al.* (2020) demonstram que para codornas em crescimento, de 1 a 14 dias, as aves que receberam a ração suplementada com extrato de erva-mate apresentaram maior ganho em peso quando comparadas ao tratamento sem inclusão de erva-mate, os autores justificam que apesar de não terem avaliado bacteriostáticas e bactericidas, os ganhos pela ação do controle das enterobactérias presentes no aparelho digestivo podem ajudar na colonização e apresentar os melhores resultados no desempenho. Ao avaliar metabólitos polares e a estabilidade REDOX em carne de frango suplementado com

extrato erva-mate, a inclusão do extrato foi favorável por proporcionar um maior teor de metabolitos que garantem as propriedades antioxidantes e retardam a formação dos radicais, indicando maior estabilidade oxidativa, conseqüentemente, maior tempo em prateleira e entregando um produto mais saudável em relação as características nutricionais (CERIBELI, 2016).

Outros exemplos de resultados positivos do uso de erva-mate na nutrição animal são o aumento da produtividade, fertilidade e bem-estar verificados em vacas de leite (CELI, 2013), bem como a melhora do valor nutricional de frangos de corte (GARCIA *et al.*, 2019) e ampliação do tempo de prateleira pela diminuição da oxidação lipídica da carne (RACANICCI *et al.*, 2011).

### **5.2.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FILÉ E ÍNDICES SOMÁTICOS**

A composição centesimal do filé e índices somáticos dos juvenis de jundiá no presente estudo não foram influenciadas pela inclusão de erva-mate na dieta. Garcia *et al.* (2019) avaliando a influência de erva-mate sobre composição química e o perfil lipídico de carne de peito e sobrecoxas de frangos de corte, também não verificaram efeitos significativos dos diferentes níveis de inclusão de erva-mate em pó (0,1; 0,2; 0,4, e 0,6%) na dieta sobre a composição centesimal na carne de peito de frango, mas houve influência sobre o teor e composição de lipídios das sobrecoxas. No referido estudo, foi observado efeito benéfico da adição da erva mate sobre a composição lipídica da carne de sobrecoxas de frango, com redução nas concentrações de ácidos graxos saturados e aumento das concentrações dos ácidos poliinsaturados, em especial linolênico e eicosapentaenoico, refletindo, assim, em aumento do valor nutricional deste alimento.

### **5.2.3 CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E OXIDAÇÃO LIPÍDICA DO FILÉ**

A análise de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) foi utilizada para quantificar o malonaldeído (MDA), formado no processo oxidativo do filé de peixe e, assim, avaliar os produtos da peroxidação lipídica (ARNHOLD & HECK, 2014). Foi verificado aumento gradativo das concentrações de MDA ao longo de 90 dias de armazenamento em *freezer* dos filés moídos de juvenis de jundiá (Fig. 3) alimentados

por 60 dias com as dietas experimentais. Ao final de 3 meses de congelamento, foi observada concentração superior ( $P < 0,05$ ) de MDA no filé dos peixes alimentados com a dieta controle, isenta de erva-mate. Ainda que as concentrações de TBARS verificadas em filés congelados de jundiá tenham sido baixas (na ordem de  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ), tais resultados sugerem potencial antioxidante da *I. paraguariensis* em dietas para esta espécie, com aumento do tempo de prateleira. Concentrações muito baixas de MDA ( $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) também foram verificadas em outro estudo que analisou a peroxidação lipídica de filé moído armazenado congelado, de 6 diferentes espécies de peixes marinhos (KURADE & BARANOWSKI, 1987).

Para redução do estresse oxidativo são descritos como eficazes os compostos fenólicos (BASTOS *et al.*, 2006), os quais são encontrados em diferentes produtos, tais como a erva-mate. Gostos e odores característicos do ranço são oriundos da oxidação lipídica (LIMA JÚNIOR *et al.* 2013). Diversos trabalhos utilizando a *I. paraguariensis*, seja em pó ou extratos, vem apresentando resultados positivos obtidos quanto a análise de TBARS. Maiores teores de MDA como resposta ao TBARS, indicam menor tempo de vida de prateleira (LIMA JÚNIOR *et al.* 2013).

Padilha (2007) verificou a influência do extrato hidro-etanólico de erva-mate a dietas como antioxidante natural sobre a oxidação lipídica, conteúdo de colesterol e perfil dos ácidos graxos, para a carne de frangos de corte. Para o colesterol, concluiu que a adição do extrato influenciou significativamente e proporcionou diminuição do colesterol na carne de frango, mostrando o efeito biológico potencial dos compostos fenólicos como sequestradores de radicais livres. Quanto a estabilidade lipídica, verificou que o extrato hidro-etanólico de erva-mate como antioxidante natural, influenciou na velocidade do processo oxidativo, prolongando a vida de prateleira das carnes. Racanicci *et al.* (2011) afirmam que a inclusão da erva-mate deve ser considerada como alternativa para a proteção antioxidante, pois possibilitou diminuição na velocidade das reações oxidantes na carne de frangos, devido aos compostos fenólicos presentes nesta planta. Alves (2017), por sua vez, também observou que todos os tratamentos com inclusão crescente de erva-mate reduziram linearmente a concentração de MDA na carne das aves avaliadas e afirma que essa desaceleração das reações oxidativas podem ser devido aos compostos fenólicos encontrados na erva mate, que possuem a capacidade de capturar radicais livres, confirmando a capacidade antioxidante da *I. paraguariensis*.

## 6 CONCLUSÃO

A inclusão de erva-mate em pó em dietas para juvenis de *R. quelen* influenciou positivamente o crescimento dos peixes, com os melhores resultados obtidos na concentração de 1%. Adicionalmente, a suplementação dietética de erva-mate teve efeito antioxidante nos filés, com oxidação lipídica significativamente mais elevada em peixes alimentados com a dieta controle, isenta de erva-mate, após 90 dias de armazenamento sob congelamento (-20°C). A sobrevivência, índices somáticos, composição centesimal e concentração de compostos fenólicos totais do filé dos jundiás, por sua vez, não foram influenciados pelos tratamentos dietéticos. Os resultados indicam potencial de utilização da *I. paraguariensis* como aditivo funcional em dietas para esta espécie.

## REFERÊNCIAS

- ALEMAYEHU, T. A.; GEREMEW, A.; GETAHUN, A. The role of functional feed additives in tilapia nutrition. **Fish Aqua J**, v. 9, n. 2, p.1-6, 2018.
- ALVES, M. C. F. **Erva-mate na alimentação de frangos e corte e poedeiras comerciais**. Maringá, 2017. 92f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual de Maringá, 2017.
- AMARAL JÚNIOR, H.; GARCIA, S. **O Jundiá *Rhamdia quelen*: Relatos de avanços no cultivo do peixe de água doce nativo mais promissor da região sul do Brasil**. 1ª Edição - Camboriú SC. EPAGRI/CNPQ/MPA/FAPESC. – 2013 – 60 p.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed. Gaithersburg: AOAC, 1141 p., 2000.
- ARNHOLD, A. L.; HECK, T. G. Método de substância reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), e sua importância para a avaliação da peroxidação lipídica em diversas aplicações. **XXII Seminário de Iniciação Científica**, 2014. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, Rio Grande do Sul.
- BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação do jundiá**. Santa Maria: UFSM, 2004. 232p.
- BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. Qualidade da água. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação do jundiá**. Santa Maria: UFSM. p.73-94. 2004.
- BASTOS, D. H. M.; FORNARI, A. C.; QUEIROZ, Y. S.; TORRES, E. A. F. S. Bioactive compounds Content of Chimarrão Infusions Related to the moisture of Yerba Maté (*Ilex Paraguariensis*) leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 3, p. 399-404, 2006.
- BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C.S.; BAUMGARTNER, D.; BIFI, A. G.; FRANA, V. A. **Peixes do Baixo Rio Iguaçu**. Maringá: Eduem, 2012. 203 p.
- BECKER, M; NUNES, M. A.; SILVA, V. G.; RAMOS, C. J. R.; ROMÃO, S.; TORMEN, L.; CAZAROLLI, L. H. In vitro antibacterial potential of plant extracts and in vivo *Ilex paraguariensis* effect on *Oreochromis niloticus* physiology and resistance to *Aeromonas hydrophila*. **Journal of Agricultural Science and Technology B**, v. 8, p. 454-465, 2018.
- BEVILAQUA, T. M. S. **Utilização de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) na dieta poedeiras comerciais em segundo ciclo de postura**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados. Mato Grosso do Sul. 2018. 60 pg.

BHARATHI, S.; ANTONY, C.; CBT, R.; ARUMUGAM, U.; AHILAN, B. AANANS, S. Functional feed additives used in fish feeds. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies** 2019; 7(3): 44-52.

BORGES, A. **Valores hematológicos e bioquímicos séricos, efeitos de doses subletais da cipermetrina e características físico-químicas do sêmem do Jundiá *Rhamdia quelen***. Porto Alegre, 2005. 175 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. M. A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.145-154, 2011 (supl. especial).

BRASIL. Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540 de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – definições, classificação e emprego. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10/11/2022.

BUEGE, J.A.; AUST, S.D. Microsomal lipid peroxidation. **Methods in Enzymology**, v.52, p.302-310, 1978.

CARDOZO, A. G. L.; ROSA, R. L.; NOVAK, R. S.; FOLQUITTO, D. G.; SCHEBELSKI, D. J.; BRUSAMARELLA, L. C. C.; RIBEIRO, D. T. B. Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – hil.): uma revisão abrangente sobre composição química, benefícios à saúde e recentes avanços. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021.

CARVALHO, P. G. B; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira, Brasília, DF**, 2006.

CELI, P. Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) as strategic supplement for dairy cows. In: Makkar, H. P. S. (ed.), Enhancing animal welfare and farmer income through strategic animal feeding - Some case studies. **FAO Animal Production and Health Paper**, n.175. Rome, Italy, 83 p., 2013.

CERIBELI, C. **Metabólitos polares e a estabilidade REDOX em carne de frangos suplementados com erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. São Carlos. São Paulo. 2016. 116 pag.

CHAVES, B. W.; STEFANELLO, F.S.; BURIN, A. P.; RITT, L. A.; NORNBORG, J. L. Utilização de Resíduos Industriais na Dieta de Bovinos Leiteiros. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** - REGET. e-ISSN 2236 1170 – v.18. Ed. Especial mai. 2014, p. 150-156.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, CNA BRASIL. **Ração é o principal insumo da produção aquícola**. Ano 3 - Edição 13 - Junho de 2017.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos

em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010 (supl. especial).

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades Antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p.33-40, 2004

DOURADO, M. R.; SOARES, A. A.; GERMANO, R. M.; DORNELES, I. C.; ALMADA, A. F. B.; CAETANO, I. C. S.; BELTRAMI, J. M.; REATI, L. A.; JÚNIOR, E. L. C.; MEZALIRA, T. S.; NAKAMURA, A. Y.; OTUTUMI, L. K. Extract of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) Improves the Weight Gain of Growing Quails. **Ensaio e Ciências**, v. 24, n. 1, p.22-28, 2020.

EMBRAPA. **Manejo Alimentar e da Qualidade da Água na Produção de Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Julio Ferraz de Queiroz. [et al]. – Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2021. PDF 36 p.: – Embrapa Meio Ambiente, 1516-4691; 130.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Rome: FAO, 2022.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê Antioxidante: os antioxidantes. **Rev. Food Ingredients Brasil**, n. 06, 2009.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua**: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Florianópolis, 2012.

GARCIA, R. G.; BURBARELLI, M. F. C., NAAS, I. A.; SGAVIOLI, S.; CARDOSO, C. A. L.; BELINTANI, R.; CALDARA, F. R. Dietary yerba mate (*Ilex paraguariensis*) influences lipid profile of broiler meat. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v. 20, 01 - 14, 2019.

GIROLOMETTO, G.; AVANCINI, C.A.M.; CARVALHO, H.H.C.; WIEST, J.M. Atividade antibacteriana de extratos de erva mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.1, p.49-55, 2009.

GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J. I.; GOMES, A. R. C.; BALDISSEROTTO, B. *et al.*, Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Acesso em 06 de jul. de 2022. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2020\\_v48\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf)>.

JOBLING, M. A short review and critic of methodology used in fish growth and nutrition studies. **J. Fish Biol.**, v. 23, p. 685–703, 1983.

LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGE, A. H. N.; URBANO, S. A.; MORENO, G. M. B. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.1 p.14-28, 2013.

KURADE, S. A.; BARANOWSKI, J. D. Prediction of shelf-life of frozen minced fish in terms of oxidative rancidity as measured by TBARS number. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 2, p. 300-311, 1987.

LAZZAROTTO, S. R. S.; HORNING, P. S.; LAZZAROTTO, M.; WENDLING, I.; SCHNITZLER, E. Incorporação de extrato crioconcentrado de erva-mate em amido de milho. **VIII Simpósio de Análise Térmica**. Ponta Grossa, agosto de 2017.

MAKKAR, H. P. S.; FRANCIS, G.; BECKER, K. Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. **Animal**, v. 1, n. 9, p. 1371–1391, 2007.

MAZUR, M.; ZWYRZYKOWSKA-WODZIŃSKA, A.; EDYTA WOJTAS, E.; ZACHWIEJA, A.; SALEJDA, A. M. Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) supplementation on oxidative stress in ruminants. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 79, n. 2, 2019.

MIGOTTO, D. L. **Desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte alimentados com rações contendo extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília. Brasília. Distrito Federal. 2015. 99 pag.

MONTANHA, F. P.; NAGASHIMA, J. C.; KIRNEW, M. D.; ASTRAUSKAS, J. P.; PIMPÃO, C. T. *et al.* Características fisiológicas e reprodutivas do *Rhamdia quelen*. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano IX – Número 17 – julho de 2011.

**Objetivos de Desenvolvimento Sustentável #12** - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html>>

PADILHA, A. D. G. 2007. **Antioxidante natural de erva mate na conservação de carne de frango in vivo**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. – Rio Grande do Sul. 2007. 97 pag.

PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2022**. Associação Brasileira da Piscicultura, 2022. Acesso em 29 jul. de 2022. Disponível em <<https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>>.

RACANICCI, A. M. C.; MENTEN, J. F. M.; ALENCAR, S. M.; BUISSA, R. S.; SKIBSTED, L. H. Mate (*Ilex paraguariensis*) as dietary additive for broilers: performance and oxidative stability of meat. **European Food Research and Technology**, v. 232, p. 655–661, 2011.

RADÜNZ NETO, J.; BORBA, M.R. Exigências nutricionais e alimentação do jundiá. In: FRACALOSI, 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, 2012. p. 241-254.

REIS, A. F.; NUNES, K. C.; ROMERO, E. V.; SANTOS, M. G.; LIPORI, H. M.; SILVA, E. A. S.; MURAKAMI, A. E. Características nutracêuticas da erva-mate na alimentação de frango de corte. In: VII ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO, 2017, Ponta Grossa. **Anais** [...]. Ponta Grossa: UEPG, 2017.

RODRIGUES, R. B.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R. Aditivos na nutrição de peixes. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, 2015; 7(2):228-236.

SALOMÓN, R.; FIRMINO, J. P.; REYES-LÓPEZ, F. E.; ANDREE, K. B.; GONZÁLEZ-SILVERA, D.; ESTEBAN, M. A.; TORT, L.; QUINTELA, J. C.; PINILLA-ROSAS, J. M.; VALLEJOS-VIDAL, E.; GISBERT, E. The growth promoting and immunomodulatory effects of a medicinal plant leaf extract obtained from *Salvia officinalis* and *Lippia citriodora* in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v. 524, n. 15, 2020.

SARTORI, A. G.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 19(2): p.83-93, 2012.

SINDIRAÇÕES. **Boletim Informativo do Setor maio/2022**. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Acesso em 29 jul. 2022. Disponível em <<https://sindiracoes.org.br/>>

SINGLETON, V.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, pg. 144–158, 1965.

SILVA, R. P.; GODOY, A. L. F.; ROSA, R. L.; NOVAK, R. S.; OLSZEWSKI, J. Caracterização fitoquímica e análise da atividade antimicrobiana e antioxidante dos extratos de *Ilex paraguariensis*, st hill.: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 38806-38830 apr 2021.

SILVA, R. D.; BUENO, A. L. S.; GALLON, C. W.; GOMES, L. F.; KAISER, S.; PAVEI, C.; ORTEGA, G. G.; KUCHARSKI, L. C.; JAHN, P. The effect of aqueous extract of gross and commercial yerba mate (*Ilex paraguariensis*) on intra-abdominal and epididymal fat and glucose levels in male wistar rats. **Fitoterapia**, v. 82, n. 6, p. 818-826, 2011. | DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.04.011>>

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, 15(1):71-81, jan./abr., 2002.

SOUZA, C. A. L.; BARRETA, L. R.; MARQUEZI, M. **Erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hillaire) e seus benefícios à saúde**. Trabalho de conclusão de curso – Instituto Federal de Santa Catarina. 2021. Acesso em 26 de jul. de 2022. Disponível em <<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2283>>

TONET, A.; RICARDO FIORI ZARA, R. F.; TIUMAN, T. S. Atividade biológica e quantificação de compostos bioativos em extrato de erva-mate e sua aplicação em hambúrguer de peixe. **Brazilian Journal of Food Technology.**, v. 22, e2018054, 2019.

VEECK, A. P. L.; BOLIGON, A. A; MARGARETH LINDE ATHAYDE, M. L.; EMANUELLI, T. Extrato de mate sobre alterações lipídicas e de cor de filés de dourado durante o armazenamento congelado. **Ciência Rural**, v. 43, n.7, p.1317-1322, 2013.

WENDLING, I; ARANTES, M. S. T.; HELM, C. V. Método caseiro de secagem de erva-mate para chimarrão, em forno de micro-ondas. Comunicado Técnico 484. EMBRAPA, 2022.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Third edition. Prentice-Hall International Editions, New Jersey. 1996.