

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**REJANE SIGARAN DE AGUIAR**

***FISHBURGUER* ENRIQUECIDO COM ERVA MATE MICRONIZADA:  
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ESTABILIDADE OXIDATIVA E  
CARACTERÍSTICAS DE COZIMENTO**

**URUGUAIANA  
2022**

**REJANE SIGARAN DE AGUIAR**

***FISHBURGUER* ENRIQUECIDO COM ERVA MATE MICRONIZADA:  
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ESTABILIDADE OXIDATIVA E  
CARACTERÍSTICAS DE COZIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Aquicultura.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo

Coorientador(a): Dr.<sup>a</sup> TAE Alexandra Pretto

**URUGUAIANA  
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

A282f AGUIAR, REJANE SIGARAN DE  
*FISHBURGUER* ENRIQUECIDO COM ERVA MATE MICRONIZADA:  
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA, ESTABILIDADE OXIDATIVA E CARACTERÍSTICAS  
DE COZIMENTO / REJANE SIGARAN DE AGUIAR AGUIAR. 59 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-- Universidade Federal do Pampa,  
AQUICULTURA, 2022.

"Orientação: Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo".

1. erva mate. 2. ação antioxidante. 3. pescado. 4. produtos de conveniência. 5.  
caracterização nutricional. I. Título.

**REJANE SIGARAN DE AGUIAR**

**FISHBURGUER ENRIQUECIDO COM ERVA MATE MICRONIZADA:  
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA, ESTABILIDADE OXIDATIVA E  
CARACTERÍSTICAS DE COZIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Aquicultura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 18 de março de 2022.

Banca examinadora:

---

Prof. Dra. Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo  
Orientador  
(UNIPAMPA)

---

Dra. Ana Betine Beutinger Bender  
Analista de Laboratório - Antoniazzi & Cia Ltda (Santa Maria)

---

Prof. Dra. Marta da Costa Costa Klosterhoff  
Colégio Marista Sant'ana

Assinado eletronicamente por **Ana Betine Beutinger Bender, Usuário Externo**, em 18/03/2022, às 09:38, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Marta da Costa Klosterhoff, Usuário Externo**, em 18/03/2022, às 09:38, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **FERNANDA RODRIGUES GOULART FERRIGOLO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/03/2022, às 09:42, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0752709** e o código CRC **094F87F5**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que tem sido meu sustento em todos esses anos da graduação. Ele foi o meu companheiro mais presente durante essa caminhada.

Aos meus pais, Rui Aguiar e Rita Aguiar agradeço pela educação, amor, carinho e suporte necessários durante a graduação e, principalmente, pelas orações direcionadas a mim.

Aos meus irmãos, Rui, Silvio, Rosane e minha cunhada Sheila pelo apoio e carinho.

Ao meu irmão Ricardo (*in memoriam*), que sempre será exemplo de superação. Sua lembrança me faz persistir.

Aos meus sobrinhos, Bibiana e Valentín, por alegrarem minha vida.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo pela oportunidade concedida. Obrigada por sua orientação, paciência, dedicação, ensinamento, atenção e confiança durante todo esse tempo de orientação.

À minha coorientadora Dr.<sup>a</sup> Alexandra Pretto, por ter aceitado me coorientar, pela gentileza, ensinamentos e auxílio na escrita e análises deste trabalho.

Aos meus colegas, em especial a Ana Luisa, Caroline, Guilherme, Jeniffer e Leilane pela parceria e companheirismo que tornaram os momentos de dificuldades mais leves.

À Jéssica e a Kimberly pela disponibilidade e ajuda na realização das análises.

Aos professores de Aquicultura, cada um do seu jeito, mas que em sua totalidade contribuíram para a minha formação profissional.

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a adição de erva-mate micronizada (EMM) em *fishburguers* elaborado com carne de panga (*Pangasius hypophthalmus*), sobre características nutricionais, tecnológicas e seu potencial de conservação como antioxidante. Primeiramente, uma amostra de erva mate foi micronizada e a seguir avaliado o conteúdo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante. A seguir, foram elaboradas formulações de *fishburguers* acrescidas das seguintes concentrações de Erva mate micronizada: 0%; 0,5%; 1,0%; 1,5% ou 2,0%. Após o preparo, os *fishburguers* foram embalados, identificados e armazenados (-20°C) para posterior análise de composição centesimal e características tecnológicas. A vida de prateleira foi acompanhada até os 180 dias de armazenamento. Concentrações de matéria seca e gordura variaram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre as formulações acrescidas de EMM. Já, proteína bruta, cinzas, rendimento de cocção e retenção de umidade não foram alterados nos diferentes tratamentos. Menor grau de encolhimento foi observado nos *fishburguers* contendo 0,5% de EMM. A inclusão da EMM não protegeu a formação de peróxidos, mas foi efetiva para reduzir TBARS nas concentrações de 1,0 e 1,5% de EMM. O pH dos *fishburguers* se mantiveram abaixo de 6,0 na formulação com 1,5% de EMM e a concentração de BNVT foi reduzida apenas aos 30 dias de congelamento, contendo o maior nível de inclusão de EMM. Considerando as avaliações realizadas, a inclusão de 1,5% de EMM demonstrou maior eficiência para assegurar qualidade nutricional e estabilidade oxidativa em *fishburguers* à base de carne de panga.

**Palavras-chave:** erva mate; ação antioxidante; pescado; produtos de conveniência; caracterização nutricional; vida de prateleira.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the addition of micronized yerba mate (MYM) in fish burgers with panga meat (*Pangasius hypophthalmus*), on nutritional and technological characteristics and its conservation potential as an antioxidant. First, yerba mate was micronized and the content of total phenolic compounds and antioxidant capacity were evaluated. Fish burger formulations were prepared with different concentrations of micronized yerba mate: 0%; 0.5%; 1.0%; 1.5% or 2.0%. After preparation, the fish burgers were packaged, identified and stored (-20°C) for further analysis of proximate composition and technological characteristics. The shelf life was monitored up to 180 days of storage. Dry matter and fat concentrations varied significantly ( $p < 0.05$ ) between formulations added with MYM. Crude protein, ash, cooking yield and moisture retention were not altered in the different treatments. A lower degree of shrinkage was observed in *fishburguers* containing 0.5% MYM. The inclusion of MYM did not protect the formation of peroxides, but it was effective to reduce TBARS at concentrations of 1.0 and 1.5% MYM. The pH of the *fishburguers* remained below 6.0 in the formulation with 1.5% MYM and the concentration of TVB-N was reduced only after 30 days of freezing in the, containing the highest level of MYM inclusion. Considering the evaluations carried out, the inclusion of 1.5% of MYM demonstrated greater efficiency to ensure nutritional quality and oxidative stability in *fishburguers* based on panga meat.

**KEYWORDS:** yerba mate; antioxidant action; fish; convenience products; nutritional characterization; shelf life.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> Peixe Panga ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) .....	15
<b>FIGURA 2</b> Área de ocorrência natural da Erva-Mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> ) .....	19
<b>FIGURA 3</b> Folhas, frutos e flores da <i>Ilex paraguariensis</i> St. Hill (erva-mate) ...	20
<b>FIGURA 4</b> Separação dos ingredientes para elaboração dos fishburguers.....	51
<b>FIGURA 5</b> Processo de moagem de filés de panga ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) .....	51
<b>FIGURA 6</b> Processo de hidratação de proteínas de soja texturizada.....	52
<b>FIGURA 7</b> Formulação dos <i>fishburguers</i> .....	52
<b>FIGURA 8</b> Processo de mistura dos ingredientes.....	53
<b>FIGURA 9</b> Pré moldagem dos <i>fishburguers</i> .....	53
<b>FIGURA 10</b> Fishburguers embalados e identificados.....	54
<b>FIGURA 11</b> Processo de cozimento para avaliação das características de cocção .....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> Conteúdo de fenólicos totais e capacidade antioxidante da erva mate antes e após micronização.....	30
<b>TABELA 2</b> Composição centesimal de <i>fishburguers</i> enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada .....	31
<b>TABELA 3</b> Características de cozimento de <i>fishburguers</i> enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada. ....	31
<b>TABELA 4</b> Valores de peróxidos em <i>fishburguers</i> enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados.....	34
<b>TABELA 5</b> Valores de TBARS em <i>fishburguers</i> enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados.....	35
<b>TABELA 6</b> Valores de pH em <i>fishburguers</i> enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados.....	37
<b>TABELA 7</b> Valores de BNVT em <i>fishburguers</i> enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados.....	38

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	Pescado .....	13
1.2	Panga ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) .....	14
1.3	Alimento de conveniência a partir do pescado .....	15
1.4	Erva-mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> St. Hill) .....	18
<b>2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>22</b>
2.1	Objetivo geral	
2.2	Objetivo específico	
<b>3</b>	<b>ARTIGO</b> .....	<b>23</b>
	<b>RESUMO</b>	
	<b>ABSTRACT</b>	
	1 Introdução .....	25
	2 Material e Métodos .....	26
	2.1 Obtenção e micronização da erva-mate .....	26
	2.2 Análise do conteúdo de fenólicos e capacidade antioxidante da erva mate micronizada .....	26
	2.3 Formulação dos fishburguers .....	27
	2.4 Análise físico-químicas .....	28
	2.5 Características do cozimento .....	28
	2.6 Vida de prateleira .....	28
	2.7 Análises estatísticas .....	29
	3 Resultados e discussão .....	29
	4 Conclusão .....	39
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>Considerações finais</b> .....	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>50</b>
	<b>Anexos A</b> .....	<b>50</b>
	<b>Anexos B</b> .....	<b>59</b>

## 1. Contextualização

A aquicultura, nos últimos anos, apresentou crescimento constante, tanto no âmbito nacional como mundial. Conforme o levantamento feito pela Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR), em 2021 o Brasil produziu 841.005 toneladas de peixes de cultivo. Este valor representou um aumento de 4,7% em relação ao ano de 2020. Os três principais estados produtores foram Paraná com 25,4% do total nacional; São Paulo (10,0%) e Rondônia (8,7%). Já os estados do Maranhão e Mato Grosso apresentaram desempenho negativo.

O pescado é uma das principais fontes de proteína na alimentação humana, sendo um alimento que se destaca nutricionalmente quando comparado a outras fontes proteicas de de origem animal, pois sua carne apresenta níveis excelentes de proteína, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas e minerais (SARTORI E AMÂNCIO 2012), os quais são variáveis quanto à espécie, idade, sistema de cultivo, alimentação, entre outros fatores (ZHANG *et. al.*, 2019).

Apesar do alto valor nutritivo, o pescado é um alimento altamente perecível e isso se dá em função de vários fatores, e também em razão dos seus tecidos musculares serem frágeis e de pouca resistência a deterioração, (PRETTO *et. al.*, 2021). Associado a isso, o elevado grau de insaturação de ácidos graxos contribui com a oxidação lipídica (Oliveira *et al.* 2008). Desta forma, em produtos a base de pescado, torna-se necessária a adição de antioxidantes (naturais e/ou sintéticos) que auxiliam na diminuição da rancidez e, conseqüentemente, aumentam a vida de prateleira.

O panga (*pangasius hypophthalmus*) é um peixe de água doce com hábito alimentar onívoro, nativo do Vietnã (FAO, 2014). Essa espécie tem sido amplamente exportada para todo o mundo. Para o Brasil, o panga foi trazido há cerca de 13 anos. O *pangasius* tem sido bastante cultivado por apresentar vários aspectos positivos, como: desempenho satisfatório para a aquicultura, fácil cultivo, excelente adaptação ao ambiente e bom rendimento de filé (ARAÚJO, 2020), além de ser uma ótima fonte de nutrientes para a dieta humana.

Com a crescente demanda por alimentos que sejam saudáveis e de fácil preparo, surgiu a oportunidade de promover o aumento no consumo de pescado através de alimentos de conveniência. Conforme Tavares *et al.* 2020, a elaboração de produtos tecnológicos a partir do pescado, além de proporcionar

aproveitamento integral, amplia a vida de prateleira, agrega e aumenta o consumo.

Atualmente, tem sido observado uma mudança no perfil nutricional da população, a qual tem buscado por alimentos saudáveis, e principalmente sem adição de antioxidantes sintéticos. Diante disso, estudos têm sido realizados na busca de antioxidantes de fonte natural, que possam ser utilizados em alimentos. Nesse contexto, destaca-se a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill), conhecida popularmente para consumo do chimarrão. Este vegetal apresenta em sua composição diversos componentes bioativos, como compostos fenólicos, saponinas e metilxantinas, os quais conferem à planta efetiva ação antioxidante.

### **1.1 PESCADO**

O termo “pescado” determina todo alimento que pode ser retirado de águas oceânicas ou águas interiores (doces ou salobras) e que possa servir de alimento para o homem. Compreende peixes, crustáceos, moluscos, algas, etc. (SOARES, 2012).

Quanto a constituição do pescado, este é considerado uma excelente fonte de nutrientes para alimentação humana por vários motivos, pois é formado por elevados níveis de proteínas (cerca de 20%), as quais são de alto valor biológico e alta digestibilidade, média de 96%, comparado a digestibilidade de 90% para aves e 87% para bovinos (SENAI-DR, 2007). Somado a isso, o pescado apresenta todos os aminoácidos essenciais, principalmente a lisina, aminoácido importante para o crescimento. É constituído por consideráveis níveis de minerais, baixa taxa de colesterol e elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, os quais têm efeito de reduzir os riscos de doenças coronarianas (SARTORI E AMANCIO, 2012). Contém considerável teor de umidade, cerca de 60 a 85%. A água presente no pescado encontra-se de duas formas, uma parte dela é nomeada de água livre, a qual está envolvida na estrutura do músculo fibrilar e do tecido conectivo, atuando como meio de dissolução. Essa, tem a função de transportar componentes nutritivos e produtos metabolizados, e além disso atuar no equilíbrio de eletrólitos e controle da pressão osmótica. A outra forma de água no pescado encontra-se ligada às proteínas e carboidratos, através de pontes de hidrogênio em radicais de carboxila, hidroxila, imino, amino, etc. sendo denominada de água de constituição (OGAWA, 1999).

Essa constituição é variável quanto à espécie, idade, sistema de cultivo, alimentação, peso, entre outros fatores (ZHANG *et. al.*, 2019).

A determinação da composição química do pescado permite classificá-los nos grandes grupos de alimentos, conforme os teores de água, lipídios, proteínas e minerais. Identificar essas informações também possibilita a padronização dos alimentos através da composição centesimal, auxilia na escolha correta de equipamentos para aplicação tecnológica e são importantes para acompanhar as mudanças na composição centesimal. Da mesma forma, são significativos em pesquisas para distinguir as informações nutricionais que podem auxiliar na aceitação da carne de pescado e a importância do seu consumo (GONÇALVES, 2011).

Mundialmente, o consumo per capita de pescado vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas, em 2020 a média atingiu 20,5 quilos por pessoa ao ano, no entanto a média nacional é de, em média, 10 kg/pessoa/ano, estando abaixo dos valores recomendados pela FAO (2018).

Apesar da elevada importância nutricional, o pescado é um alimento com maior susceptibilidade ao processo de deterioração. Isso se deve a associação de fatores, como: pH próximo a neutralidade, presença de águas nos tecidos e alto teor de nutrientes esse que são utilizados pelo micro-organismos aumentando o teor de fosfolipídios e destruindo as enzimas presentes nos tecidos e vísceras dos peixes (GASPAR *et. al.*, 1997; LEITÃO *et. al.*, 1997).

A manipulação do pescado, desde a captura ao processamento e comercialização, é fundamental para garantir a qualidade e vida útil do pescado, elas determinam o tempo com se desenvolvem as mudanças, que cumprem as três principais causas: enzimática, oxidativa e bacteriana que resultam em alterações nas características química, física ou microbiológicas do pescado. (VIEIRA, 2003). O tempo com que acontecem as alterações depende do modo como foram realizados os métodos de conservação, manejo da espécie e métodos de captura (ORDÓÑEZ, 2005).

## **1.2 PANGA**

O panga (*Pangasius hypophthalmus*), é um peixe de água doce de origem asiática, nativo do Delta do Rio Mekong no Vietnã (FAO, 2014). É um dos peixes mais cultivados na Ásia, ocupando a 11ª posição no ranking de peixes mais

produzidos no mundo. Em 2020, atingiu uma produção mundial de 2,6 milhões de toneladas, onde o Vietnã foi o principal produtor, seguido por Índia e Bangladesh (PEIXE BR, 2021).

Figura 1 - Peixe panga (*Pangasius hypophthalmus*)



Fonte: Rahman, AKA (2007)

Mesmo sendo cultivado há muito tempo em outros países, o Panga só começou a ser importado pelo Brasil em 2009, atingindo 70 milhões de toneladas de filé importado em 2018 (AQUACULTURE BRASIL, 2020), número que permite considerar que o consumo já está consolidado no mercado brasileiro, que sempre desejou um peixe com essas características. O *pangasius* desenvolve-se bem em ambientes tropicais com temperaturas elevadas, sendo o Brasil um país com excelente potencial para o cultivo. Observando o grande potencial, tanto de desempenho zootécnico da espécie quanto de mercado, o cultivo de panga despertou o interesse de muitos produtores pelo Brasil (BROL, 2018).

A cidade de São Paulo foi a primeira a regularizar o cultivo *Pangasius* no Brasil, em 2016, para fins comerciais e em condições de viveiros escavados. Atualmente outros estados têm regularizado o cultivo de panga em cativeiro entre eles: Maranhão, Piauí, Tocantins, Santa Catarina, Paraná, entre outros. Com a autorização de cultivo dessa espécie em outros estados a produção tem avançado, porém lentamente. No entanto, os resultados já podem ser observados, o panga pertence ao segmento “outras espécies” e o panga tem

sido o responsável pelo aumento da produção, comprovando seu potencial para o clima brasileiro (PEIXE BR, 2022).

A sua boa aceitabilidade é explicada pelas características positivas que este peixe apresenta, fácil cultivo, excelente adaptação ao ambiente, ótimo crescimento e bom rendimento de filé, que pode chegar a um rendimento de aproximadamente 50% da biomassa total (RAHMAN M.M, *et al.*, 2006; ISLAMI, *et.al.*, 2014).

Do ponto de vista zootécnico, o panga é um excelente peixe para a aquicultura, pois conta com respiração facultativa, a qual permite sua criação em altas densidades de estocagem sem uma grande dependência do oxigênio dissolvido. Com hábito alimentar onívoro, a exigência de proteína é reduzida comparada a peixes carnívoros, o que permite uma redução nos custos da ração. Em condições ideais de cultivo o panga atinge 1,0 kg em seis meses, e além disso apresenta rendimento de filé próximo a 35 a 45% (SILVA, 2020).

Entre as espécies de água doce a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) é o organismo aquático mais produzido no mundo. Em 2018 a produção atingiu 5.703.950 toneladas (FAO, 2020). Essa espécie é caracterizada pela sua resistência, alto potencial de crescimento e aceitação de alimentos peletizados. Já a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais produzida no Brasil. Essa espécie ganhou o gosto dos produtores pelo seu potencial para aquicultura, visto a sua rusticidade, crescimento rápido e adaptação ao confinamento (BOSCOLO *et al.* 2002). De acordo com POPMA e PHELPS (1998), a tilápia é, entre as espécies mais cultivadas, a que tem mais resistência a alta temperatura, a baixa concentração de oxigênio dissolvido e a alta concentração de amônia na água.

Em estudo realizado por Pretto *et. al.* (2021), que avaliou as características físico-química dessas três espécies. Os resultados encontrados mostram que os filés de panga e tilápia apresentaram menor valor de umidade, cinza e mais gordura em comparação aos filés de carpa capim. Já o panga obteve menor valor de proteína bruta em relação a carne da carpa capim, mas o teor aproximado ao encontrado na carne de tilápia. Essas variações foram encontradas durante as análises realizadas. A carne de panga foi a que apresentou maior teor de gordura, entre as espécies analisadas, já para a carne de tilápia, encontrou-se menor umidade, cinzas e proteína bruta. Os números

encontrados para a composição centesimal para filés de tilápia no trabalho realizado por Pretto *et. al.* (2021) é semelhante em estudos já realizados por outros autores. Os resultados encontrados para a composição centesimal dos filés de carpa capim foram semelhantes ao observado na literatura (Veiverberg *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2019). O teor de gordura, que no estudo citado foi o que apresentou valor mais alto, pode variar de acordo com a dieta fornecida e as condições de criação aplicada à espécie.

A inclusão de rações gordas na alimentação dos peixes, aumenta o nível de gordura corporal, sendo que o aumento está relacionado com o nível, isto é, quanto maior o nível de gordura dietética maior o depósito de gordura no peixe (Cyrino, 1995; Meurer *et al.*, 2002). O excesso de gordura no peixe, atualmente, é uma característica indesejável. Outro fator negativo do excesso de gordura é na carcaça que se acumula principalmente no tecido adiposo da cavidade abdominal, o que diminui a percentagem de rendimento de filé e, conseqüentemente, o valor comercial da espécie (Meurer *et.al.*, 2002). No entanto, deve-se manter um nível que não prejudique as características organolépticas da carne.

### **1.3 ALIMENTOS DE CONVENIÊNCIA A PARTIR DO PESCADO**

Com relação ao consumo de alimentos no Brasil, uma das principais tendências é a expansão do mercado de produtos de conveniência, justificando a crescente diversidade de produtos, atualmente, comercializados. Esse cenário tem levado a busca por inovação tecnológica por parte da indústria do pescado, que tem buscado aliar a tendência do mercado concomitantemente com o aumento da vida de prateleira deste.

O pescado vem sendo comercializado, principalmente, na forma de animal inteiro e eviscerado, ou na forma de filés, postas, frescos ou congelados, o que acaba dificultando o consumo em função da falta de praticidade e padronização relacionada às propriedades sensoriais, modo de preparo, valor nutricional e presença ou não de espinhos (BOMBARDELLI *et al.*, 2005). Além disso, apesar de ser uma excelente opção nutricional, é considerado um alimento dos extremos, pois ao mesmo tempo em que é rico em nutrientes

também é o mais perecível (GALVÃO E OETTERER, 2014). Diante disso, tem se buscado alternativas para controlar e prolongar a qualidade do pescado e seus produtos.

Para que a piscicultura se consolide e se torne competitiva com outros segmentos da indústria de proteína de origem animal é necessário que problemas de caráter tecnológico que envolvem o abate, processamento, armazenamento, comercialização e distribuição sejam solucionados (MARCHI, 1997). Conforme Bombardelli et al. (2005), a inovação de produtos e processos a partir do pescado é uma alternativa que permitirá maior agregação de valor e popularização dos produtos.

Esforços no meio científico e acadêmico têm sido feitos para o desenvolvimento de novos produtos que atendam o consumidor que busca por uma alimentação saudável, de fácil preparo, com custos compatíveis e de alta qualidade.

Como aspecto positivo, o desenvolvimento de *fishburguers* já vem apresentando bons resultados de aceitação, considerando que já é comum o consumo, pelos brasileiros, de carne de hambúrguer de outras fontes de proteína de origem animal (PRESENZA, 2019). Vários estudos mostram ótima aceitação de *fishburguers* por consumidores. Conforme estudo realizado por Lima et al. (2014) *fishburguers* de tilápia do nilo adicionado de conservantes naturais teve boa aceitação, conforme análise sensorial realizada, sendo considerado uma boa alternativa para agregação de valor ao pescado. Da mesma forma, na análise sensorial realizada por Andrade (2014) o *fishburguers* de curimatã também teve boa aceitação por alunos, sendo então considerado como proposta futura para merenda escolar.

Com relação à nuggets de pescado, em estudo realizado por Maia et al. (2012) obteve-se ótima aceitação de *nuggets* de pescado adicionado de galactomanana, sendo considerado um produto em potencial para entrar no mercado.

Quanto aos embutidos de pescado, diferentes formulações de linguiça tipo frescal contendo camarão e peixe (camarão e peixe; camarão e bacon; camarão, bacon e peixe) foram avaliadas por Correia et al. (2001), na qual todas as formulações apresentaram aceitabilidade satisfatória, porém a formulação

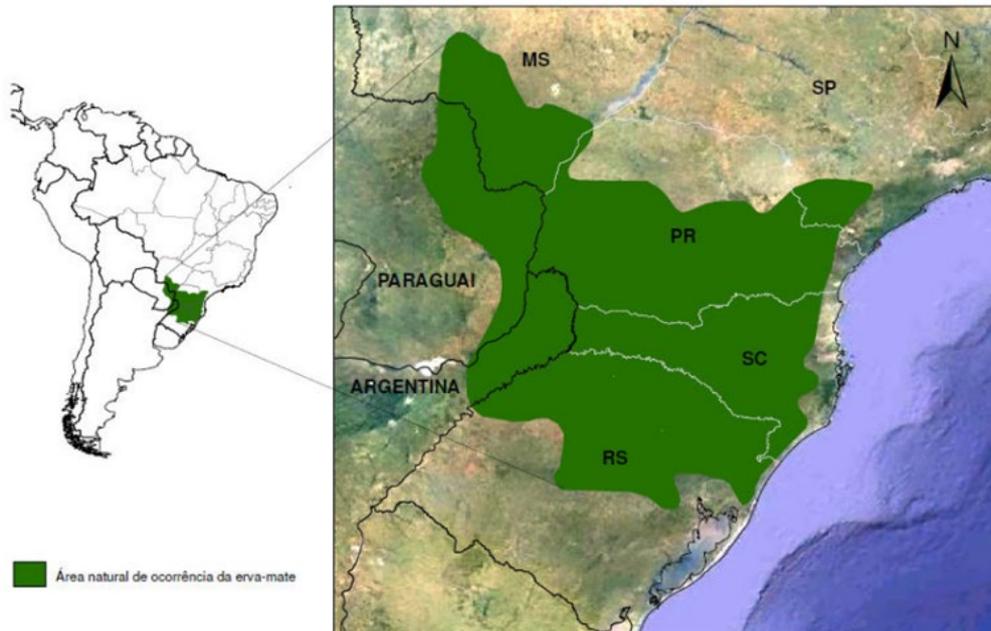
contendo a combinação de camarão e bacon (CB) foi a preferida pelos participantes do painel sensorial.

Através desses resultados positivos de aceitação de produtos elaborados a partir de pescado espera-se um aumento na diversificação de produtos disponíveis no mercado e conseqüentemente uma elevação do consumo deste ao longo do tempo.

#### 1.4 ERVA MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill)

A erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) tem sua origem na América do Sul, ocorrendo naturalmente na Argentina, Brasil e Paraguai. Entretanto, cerca de 80% da área de ocorrência pertence ao Brasil, distribuindo-se entre os estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo a região Sul a maior produtora desse vegetal (SOUZA, 2016).

Figura 1. Área de ocorrência natural da Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*).



Fonte: Rossa (2013, p. 23).

O consumo de erva mate foi iniciado pelos povos indígenas que habitavam a região das bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai e logo adotada pelos colonizadores (GRIS, 2018). Com o passar do tempo, o hábito de tomar

chimarrão (preparado com água quente) ou tererê (preparado com água fria/gelada ou suco) popularizou-se principalmente nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, sendo também consumido na Argentina, Uruguai, Paraguai e em algumas localidades do Chile e do Peru (LUZ, 2011).

A exploração de erva-mate, com finalidade comercial, se deu a partir do século XIX. Atualmente a produção de erva mate representa grande importância socioeconômica para o Sul do país, a produção se dá através de pequenos produtos, comunidades indígenas e por ervateiras (LUZ, 2011).

No Brasil, o IBGE realiza diferentes pesquisas sobre a produção agrícola, os dados são divulgados no relatório da Produção Agrícola Municipal (PAM) e no relatório da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS). No levantamento da PAM, os dados apresentados são da produção de erva mate proveniente de plantio e ervais em pleno sol. Conforme o levantamento da PAM, em 2019 foram produzidas 362.545 toneladas de erva mate, sendo o estado do Paraná responsável por 87% da produção (314.728 t) seguido pelos estados de Santa Catarina com 7% (23981 t) e Rio Grande do Sul com 6% (23835 t) da produção (IBGE, 2020). A atividade de produção da erva mate tem grande importância socioeconômica na região Sul do Brasil, gerando milhões de recursos ao ano para o setor agrícola (VIDOR et al., 2002). No entanto, a erva-mate ainda é pouco explorada, o que abre espaço para o desenvolvimento de novos produtos e valorização, tanto de produtos como dos integrantes da cadeia produtiva (ROSSA et al., 2017).

Os trabalhos científicos mostram que a erva mate possui propriedades biológicas, com destaque aos compostos bioativos, dentre os quais ressaltam-se os compostos fenólicos, metilxantinas e saponinas (GRIS, 2018), além das vitaminas, componentes minerais, substâncias graxas, substâncias aromáticas, álcoois, aldeídos, fenóis.

Figura 2: Folhas, frutos e flores da *Ilex paraguariensis* St. Hill (erva-mate)



Fonte: Gazeta do Povo

Os compostos fenólicos e metilxantinas são produtos naturais que pertencem ao grupo dos metabólitos secundários produzidos pelos vegetais (SOUZA, 2016). Por muito tempo, os estudos classificaram que as metilxantinas eram os principais compostos de interesse presente na erva-mate, no aspecto farmacológico e terapêutico, sendo a cafeína um dos constituintes mais estudados (BRAVO et al., 2007). Segundo Bravo et al. (2007) os compostos fenólicos são os constituintes de maior interesse, por conterem as propriedades benéficas à saúde, tendo a função de antioxidante natural.

O emprego de antioxidantes sintéticos em alimentos tem sido alvo de questionamentos, visto que esses antioxidantes podem apresentar alguma toxicidade (Del Ré e Jorge, 2012). Portanto, uma alternativa é a utilização da erva-mate como antioxidante natural.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito da adição de erva mate micronizada em *fishburguers* de panga (*Pangasius hypophthalmus*) sobre características físico-químicas, tecnológicas e vida de prateleira.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Micronizar a erva-mate e quantificar compostos fenólicos e capacidade antioxidante;
- Adicionar o pó de erva mate micronizada em fishburguers elaborado com carne de panga;
- Avaliar a composição centesimal (matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e gordura) nos fishburguers;
- Avaliar características de cozimento (rendimento de cocção, encolhimento e retenção de umidade) nos fishburguers;
- Avaliar o efeito antioxidante do extrato de erva mate sobre a vida de prateleira e conservação dos fishburguers através da análise de pH, bases nitrogenadas voláteis totais, peróxidos e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

### 3. ARTIGO

Fishburger enriquecido com erva mate micronizada: caracterização físico-química, estabilidade oxidativa e características de cozimento

Rejane Sigaran de Aguiar<sup>1</sup>, Alexandra Pretto<sup>1</sup>, Jéssica Verus Villanova<sup>1</sup>, Kimberly Costa Dias<sup>1</sup>, Ana Betine Beutinger Bender<sup>2</sup>, Ana Carolina Kohlrausch Klinger<sup>3</sup>, Leila Picolli da Silva<sup>4</sup>, Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Uruguaiiana, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais, UFSM, Frederico Westphalen, Brasil

<sup>4</sup>Departamento de Zootecnia, UFSM, Santa Maria, Brasil

#### Correspondente

Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo, Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Uruguaiiana, RS 97501-970, Brasil.

E-mail: fernandaferrigolo@unipampa.edu.br

## Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a adição de erva-mate micronizada (EMM) em *fishburguers* elaborado com carne de panga (*Pangasius hypophthalmus*), sobre características nutricionais, tecnológicas e seu potencial de conservação como antioxidante. Primeiramente, uma amostra de erva mate foi micronizada e a seguir avaliado o conteúdo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante. A seguir, foram elaboradas formulações de *fishburguers* acrescidas das seguintes concentrações de Erva mate micronizada: 0%; 0,5%; 1,0%; 1,5% ou 2,0%. Após o preparo, os *fishburguers* foram embalados, identificados e armazenados (-20°C) para posterior análise de composição centesimal e características tecnológicas. A vida de prateleira foi acompanhada até os 180 dias de armazenamento. Concentrações de matéria seca e gordura variaram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre as formulações acrescidas de EMM. Já, proteína bruta, cinzas, rendimento de cocção e retenção de umidade não foram alterados nos diferentes tratamentos. Menor grau de encolhimento foi observado nos *fishburguers* contendo 0,5% de EMM. A inclusão da EMM não protegeu a formação de peróxidos, mas foi efetiva para reduzir TBARS nas concentrações de 1,0 e 1,5% de EMM. O pH dos *fishburguers* se mantiveram abaixo de 6,0 na formulação com 1,5% de EMM e a concentração de BNVT foi reduzida apenas aos 30 dias de congelamento, contendo o maior nível de inclusão de EMM. Considerando as avaliações realizadas, a inclusão de 1,5% de EMM demonstrou maior eficiência para assegurar qualidade nutricional e estabilidade oxidativa em *fishburguers* à base de carne de panga.

Palavras-chave: erva mate; ação antioxidante; pescado; produtos de conveniência; caracterização nutricional; vida de prateleira.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a aquicultura, com destaque para a piscicultura, tem se mostrado como um dos segmentos de produção de alimentos que mais cresce, gerando alimentos saudáveis e sustentáveis. Neste âmbito, em termos nutricionais, o peixe representa uma das proteínas de origem animal mais rica em ácidos graxos poli-insaturados, proteína de alto valor biológico, vitaminas e minerais, sendo uma fonte alimentar amplamente recomendada por médicos e nutricionistas para a manutenção da saúde e bem estar (Anjos & Tomita, 2016). No entanto, sua composição, associada ao pH próximo da neutralidade e a alta atividade de água nos tecidos tornam a carne de peixe e seus subprodutos como alimentos altamente perecíveis (Gonçalves, 2011; Mattje et al., 2019; Yamada & Ribeiro, 2015). Neste sentido, uma maneira de manter a qualidade, reduzir a oxidação lipídica e aumentar a vida de prateleira do pescado é através da incorporação de antioxidantes durante o processamento deste (Mattje et al., 2019).

Os antioxidantes sintéticos atuam na conservação das características organolépticas e de textura quando incorporados aos alimentos (Carocho et al., 2018). No entanto, o uso desses aditivos tem sido questionado devido aos seus efeitos tóxicos e nocivos à saúde, bem como possível efeito carcinogênico, habilidade em provocar alergias e diversas enfermidades (Cilli et al., 2019; Honorato et al., 2013). Somado a isso, a população tem cada vez mais buscado por alimentos saudáveis, situação que incentiva a substituição de compostos químicos por agentes naturais (Mattje et al., 2019). A partir disso, a incorporação de antioxidantes naturais pode se tornar uma alternativa sustentável e promissora para a manutenção da qualidade do pescado, e ainda conquistar aqueles consumidores que almejam uma alimentação saudável.

Há muitos anos várias plantas são utilizadas com o potencial de atividade antimicrobiana e antioxidante. Um exemplo disso é a erva mate (*Ilex paraguariensis*), uma fonte rica em compostos bioativos com capacidade antioxidante, como ácidos fenólicos e flavonóides, capazes de inibir ou retardar a oxidação, além de ter potencial antimicrobiano (Tonet et al., 2019). Em estudo realizado por Camel et al. (2012) observou-se efeito antioxidante de extrato de erva-mate adicionado em sobrecoxas de frango. Da mesma forma, o extrato de

erva mate associado ao alecrim, o orégano e o tomilho diminuem a rancificação lipídica, mesmo após o reaquecimento de filés de tilápia (Machado et al., 2020).

A micronização tem se mostrado como uma tecnologia eficaz para aumentar o conteúdo de compostos fenólicos e, assim, incrementar a capacidade antioxidante. Compreende uma moagem ultrafina que provoca a ruptura de compostos de grande peso molecular e liberação de compostos associados.

Apesar do crescimento aquícola evidenciado anteriormente, o consumo de pescado no país encontra-se abaixo do valor recomendado pela FAO, que é de 12 kg/hab/ano (FAO, 2018). Nesse sentido, buscam-se alternativas para estimular o aumento no consumo. Uma das formas mais atraentes de conquistar novos consumidores é através da inovação com produtos elaborados, que sejam de fácil e rápido preparo e, que em paralelo, sejam saudáveis. Uma das grandes tendências da indústria de processamento de alimentos, é a produção de alimentos de conveniência, nesse âmbito destaca-se o *fishburguers*, que é um produto de rápido e fácil preparo, o qual é bastante atraente àquele consumidor que busca por alimentos saudáveis e práticos. Logo, o objetivo deste estudo foi avaliar a adição de erva-mate micronizada em *fishburguers* de pescado sobre características nutricionais, tecnológicas e seu potencial de conservação como antioxidante.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Obtenção e micronização da erva mate**

A erva mate foi adquirida no comércio local de Uruguaiana/RS. A seguir, amostras de erva mate foram submetidas à moagem em moinho planetário de bolas (Retsch- PM 100, Germany) conforme a metodologia descrita por Bender et al. (2020) com modificações. Inicialmente, 15 g de amostra foram colocadas no copo (250 mL) juntamente com seis bolas (30 mm) de aço inoxidável. Foram fixados os seguintes parâmetros: rotação (350 rpm) e tempo (18 minutos). Após a micronização, as amostras foram armazenadas a -18°C até a realização das análises.

## **2.2 Análise do conteúdo de fenólicos totais e capacidade antioxidante da erva mate micronizada**

A extração dos compostos fenólicos foi realizada segundo metodologia proposta por Pérez-Jiménez et al. (2008). A cada 0,5 g de amostra foi adicionado 20 mL de solução de metanol/água (50/50, v/v, pH 2,0). Após agitação (1 hora) e centrifugação (3000 rpm/10 minutos), o sobrenadante foi coletado. Ao precipitado foi adicionado 20 mL de solução acetona/água (70/30, v/v). Posteriormente à agitação (1 hora) e centrifugação (3000 rpm/10 minutos), o sobrenadante foi coletado e misturado ao anterior. O extrato obtido foi utilizado para a determinação do conteúdo de fenólicos totais e capacidade antioxidante.

A determinação do conteúdo de fenólicos totais foi realizada seguindo metodologia proposta por Singleton e Rossi (1965) adaptada para microplaca. Ao extrato da amostra (20 µL) foram adicionados 100 µL do reagente de Folin-Ciocalteu 1N e 80 µL de carbonato de sódio 7,5%. Após 2 horas de repouso a temperatura ambiente, a absorbância foi mensurada a 765 nm em leitora de microplacas (Eppendorf, modelo AF2200, Hamburgo, Alemanha). O resultado foi expresso em mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de amostra.

A capacidade antioxidante foi avaliada através do poder de redução do ferro, metodologia que foi adaptada para microplaca. O método baseia-se na capacidade da amostra reduzir o íon férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) a íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), que é complexado com TPTZ ( $\text{TPTZ-Fe}^{2+}$ ), conforme descrito por Benzie e Strain (1996). Alíquotas de 20 µL do extrato, previamente diluídas, foram pipetadas em microplaca e logo após foram adicionados 180 µL do reagente FRAP e incubados a 37°C por 30 min. A absorbância foi medida a 593 nm, em leitora de microplacas (Eppendorf, AF2200, Hamburgo, Alemanha). Os resultados foram expressos em µmol equivalentes de Trolox em 100 g de amostra.

## **2.3 Formulação dos *fishburguers***

Filés de panga foram adquiridos em mercado local na cidade de Uruguaiana, RS e utilizados como matéria prima para elaboração dos fishburguers. Cinco formulações de fishburguer foram desenvolvidas, de acordo com Pretto et al. (2020) com modificações, conforme a seguir: 0% de adição de erva mate micronizada (EMM); 0,5% de adição de EMM; 1,0% de adição de EMM; 1,5% de adição de EMM e 2,0% de adição de EMM. Além de filés de

panga (83,70%) e erva mate micronizada, aos fishburguers foram adicionados os seguintes ingredientes: proteína de soja texturizada (4%), farinha de trigo (5%, pimenta preta (0,5%), pasta de alho (1%), especiaria (4,5%) e sal (1,3%). Os fishburguers foram moldados manualmente, embalados em sacos plásticos e congelados (-18°C) até a etapa de realização das análises.

## 2.4 Análises físico-químicas

Os *fishburguers* foram avaliados quanto aos teores de Proteína Bruta (PB) (N x 6,25 pelo método- Kjeldahl), matéria Seca (MS) (105°C/12 h), matéria mineral (MM) (500°/4 h), conforme a AOAC (1995). A gordura foi determinada conforme o método de Bligh e Dyer (1959).

## 2.5 Características de cozimento

O rendimento de cocção, retenção de umidade e encolhimento foram determinados conforme descrito por Alesson-Carbonell et al. (2005). Após o descongelamento, os hambúrgueres foram pesados e medidos antes e após o cozimento. O processo de cozimento foi realizado em forno elétrico durante 15 min a 250 °C. As características de cocção foram calculadas conforme as fórmulas a seguir:

- Rendimento de cocção (%) = peso do *fishburger* cozido × 100/peso do *fishburger* cru;
- Retenção de umidade (%) = peso cozido × % umidade *fishburger* cozido × 100/ Peso cru × % umidade *fishburger* cru;
- Encolhimento (%) = (diâmetro cru – diâmetro cozido) × 100/ diâmetro cru.

## 2.6 Vida de prateleira

Para o estudo da vida de prateleira, os *fishburguers* foram armazenados a -20 °C. Para a realização das análises, os *fishburguers* foram descongelados e avaliados nos dias 0, 30, 60, 120 e 180 dias de armazenamento. O pH (potencial hidrogeniônico) foi avaliado através de medidor portátil de pH de carne (Akso Produtos Eletrônicos, Rio Grande do Sul, Brasil) previamente calibrado.

Os valores de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) foram determinados conforme a metodologia descrita por Savay da Silva et al. (2008), onde o nitrogênio protéico foi precipitado com ácido tricloroacético e o filtrado

obtido, contendo o nitrogênio volátil, foi alcalinizado a vapor, recebido em solução de ácido bórico e titulado com solução de ácido sulfúrico padronizado em presença de indicador misto (vermelho de metila e verde de bromocresol).

Os níveis de peróxidos foram determinados conforme Chapman e Mackay (1949). A gordura foi extraída previamente das amostras de fishburger. Logo após, amostras de gordura (200  $\mu\text{L}$ ) foram dissolvidas em solução de benzeno:metanol (70:30 v:v), seguido da adição de tiocianato de amônio 30% (10  $\mu\text{L}$ ) e cloreto ferroso (10  $\mu\text{L}$ ). As amostras foram incubadas a 50 °C durante 2 min e a absorbância medida a 520 nm. A curva padrão foi construída usando solução de ferro (0,7 a 7,1  $\mu\text{mol}$ ).

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas conforme Buege e Aust (1978). Para isso, 1 g de amostra foi homogeneizada em solução cloreto de potássio 1,15% (1:5 p:v) e centrifugada por 10 min a 3.000 rpm. O sobrenadante (0,75 mL) foi incubado em banho de água (100 °C/15 min) com solução de ácido tricloroacético 30% e ácido tiobarbitúrico 0,67%. Após aquecimento, foi adicionado álcool n-butílico (1,5 mL) para extrair o produto colorido. A absorbância foi medida a 535 nm. A curva padrão foi construída usando solução de malonildialdeído (MDA) (0,6 a 12 nmol).

## **2.7 Análises estatísticas**

Os dados de concentração de compostos fenólicos, capacidade antioxidante, composição centesimal e características de cozimento foram analisados através de análise de variância (ANOVA) de uma via. Os parâmetros relacionados à vida de prateleira foram analisados usando ANOVA de duas vias (concentração de erva mate micronizada e tempo de armazenagem). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). O programa estatístico SPSS 21.0 foi utilizado para realizar as análises estatísticas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante da erva mate antes e após o processo de micronização estão apresentados na Tabela 1.

Com relação ao conteúdo de fenólicos totais, a erva mate antes de ser micronizada apresenta 1576,12 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de amostra e após passar pela micronização aumenta para 1610,25 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de amostra. Esse aumento observado não foi significativo, porém é considerado satisfatório. Da mesma forma, na quantificação do poder de redução de sulfato ferroso pela metodologia FRAP, os resultados obtidos mostraram que a erva mate antes de passar pelo processo de micronização apresenta 20,16 mmol/100 g de amostra e após ser micronizada aumenta para 23,13 mmol/100 g de amostra. O aumento na capacidade antioxidante pode ser explicado pela quebra das ligações dos polifenóis associados à fibra alimentar, o que eleva a bioacessibilidade dos compostos bioativos (Morales et al., 2015). Apesar do aumento observado após a micronização não ser significativo, este resultado ainda é considerado positivo, levando em conta que o processo para incrementar tanto a capacidade antioxidante como o conteúdo de fenólicos totais é exclusivamente físico, isso não onera a técnica e não gera resíduos, sendo apontada como uma tecnologia limpa e promissora. Conforme Bender et al. (2019) o processo de micronização, o qual reduz o tamanho da partícula para uma determinada escala (tamanho de 1 nm a 100 µm), é uma ótima alternativa para alterar as propriedades físico-químicas de ingredientes sem gerar resíduos e prejudicar o meio ambiente. Além disso, os autores destacam que com a redução do tamanho das partículas, ocorre um aumento na área de superfície, fazendo com que os constituintes das partículas ultrafinas sejam facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal, e com isso melhor aproveitados.

**TABELA 1** - Conteúdo de fenólicos totais e capacidade antioxidante da erva mate antes e após a micronização.

Amostra	Fenólicos totais <sup>1</sup>	
	Antes micronização	Após micronização
Erva-mate	1576,12	1610,25
	Capacidade antioxidante – FRAP <sup>2</sup>	
	Antes micronização	Após micronização
	20,16	23,23

<sup>1</sup>Resultados estão expressos em mg equivalentes de ácido gálico/100 g de amostra.<sup>2</sup> Resultados estão expressos em mmol/100 g amostra.

Quanto à composição centesimal, a concentração de proteína bruta e cinzas não foi alterada entre as formulações de *fishburguers* contendo diferentes níveis de extrato de erva-mate micronizada (EMM) (Tabela 2). Foram observados teores de matéria seca mais baixos nas formulações contendo 1,0 e 1,5% de EMM, e mais elevado na formulação 2,0%EMM. A menor concentração de gordura foi encontrada nos *fishburguers* que não receberam o extrato de erva-mate, e o valor mais elevado naqueles do tratamento 1,5%EMM. As demais formulações não variaram em relação a esses dois tratamentos (Tabela 2).

O teor de proteína bruta e gordura dos *fishburguers* atende ao estabelecido pela legislação brasileira, que preconiza o mínimo de 15% de proteína e o máximo de 23% de gordura (Brasil, 2000). A concentração de proteína bruta é semelhante ao observado em filés de panga (15,20% PB), uma vez que a base da formulação é composta por filé (Ferrigolo et al., 2021). Já o teor de gordura, umidade foram mais baixos nos *fishburguers* em relação aos valores encontrados no filé (4,99% de lipídios), e a concentração de minerais mais elevada, o que está relacionado à formulação empregada. Os *fishburguers* elaborados com filé de panga apresentaram teor de umidade e proteína bruta semelhante ao observado em formulações à base de carne de tilápia, mas com teor de gordura 2-3 vezes menor (Cristofel et al., 2020). Um teor de gordura mais elevado também foi encontrado em hambúrgueres elaborados com filé e polpa

de grumatã (Pretto et al., 2020). No estudo de Tonet et al. (2019), a inclusão de 0,5 ou 1,0% de extrato de erva-mate não modificou a concentração de gordura em *fishburguers* elaborado com filé de tilápia.

**TABELA - 2** Composição centesimal de *fishburguers* enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada

Variáveis <sup>1</sup>	Formulações <sup>2</sup>				
	0%EMM	0,5%EMM	1,0%EMM	1,5%EMM	2,0%EMM
PB (%)	15,03±0,69 <sup>a</sup>	15,25±0,58 <sup>a</sup>	15,68±0,99 <sup>a</sup>	15,48±0,85 <sup>a</sup>	15,00±0,18 <sup>a</sup>
MS (%)	31,76±0,64 <sup>ab</sup>	31,74±0,75 <sup>ab</sup>	30,89±0,54 <sup>a</sup>	30,88±0,55 <sup>a</sup>	32,55±1,75 <sup>b</sup>
Umidade	68,24	68,26	69,11	69,12	67,45
Cinzas (%)	2,39±0,37 <sup>a</sup>	2,48±0,51 <sup>a</sup>	2,34±0,47 <sup>a</sup>	2,27±0,49 <sup>a</sup>	2,34±0,14 <sup>a</sup>
Gordura (%)	0,87±0,12 <sup>a</sup>	1,31±0,40 <sup>ab</sup>	1,35±0,47 <sup>ab</sup>	2,15±1,27 <sup>b</sup>	1,17±0,31 <sup>ab</sup>

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3). <sup>1</sup>PB = proteína bruta. <sup>2</sup>0%EMM = adição de 0% de erva mate micronizada; 0,5%EMM = adição de 0,5% de erva mate micronizada; 1,0%EMM = adição de 1% de erva mate micronizada; 1,5%EMM = adição de 1,5% de erva mate micronizada; 2,0%EMM = adição de 2,0% de erva mate micronizada. Letras indicam diferença estatística entre as formulações pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quanto às características de cozimento, o rendimento de cocção variou de 92,7% a 95,4% e não diferiu entre as formulações avaliadas. A mesma resposta foi observada em relação à retenção de umidade nos *fishburguers* (Tabela 3). O percentual de encolhimento foi maior para as formulações contendo 1,0 e 2,0% de EMM, e o menor percentual foi observado nos *fishburguers* em que foi aplicado 0,5% de EMM (Tabela 3).

**TABELA 3** - Características de cozimento de *fishburguers* enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada

Variáveis <sup>1</sup>	Formulações <sup>2</sup>				
	0%EMM	0,5%EMM	1,0%EMM	1,5%EMM	2,0%EMM
RC (%)	92,77±1,92	95,46±0,55	93,88±1,22	93,30±2,00	92,98±2,09
EN (%)	5,39±1,96 <sup>ab</sup>	1,01±1,16 <sup>a</sup>	6,11±1,34 <sup>b</sup>	5,89±3,71 <sup>ab</sup>	6,59±2,22 <sup>b</sup>
RU (%)	88,92±1,84	91,18±0,52	88,23±1,14	87,91±1,89	88,50±1,99

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3). <sup>1</sup>RC = rendimento de cocção; EN = encolhimento; RU = retenção de umidade. <sup>2</sup>0%EMM = adição de 0% de erva mate micronizada; 0,5%EMM = adição de 0,5% de erva mate micronizada; 1,0%EMM = adição de 1% de erva mate micronizada; 1,5%EMM = adição de 1,5% de erva mate micronizada; 2,0%EMM = adição de 2,0% de erva mate micronizada. Letras indicam diferença estatística entre as formulações pelo teste de Tukey (p<0,05).

A qualidade do pescado pode ser estimada através de métodos sensoriais, microbiológicos ou físico químicos, porém, em função da subjetividade dos métodos sensoriais e ao custo elevado e tempo requerido para a execução de testes microbiológicos (Galvão & Oetterer, 2014), a avaliação físico química foi priorizada para avaliar o frescor dos *fishburguers* ao longo do tempo. Neste sentido, a quantificação de peróxidos e hidroperóxidos se faz importante, já que esses são os produtos primários formados durante os processos de autoxidação de lipídios, que são iniciados com a formação de radicais livres (Bertolin et al., 2011; Silva et al., 1999). O uso de compostos com atividade antioxidante permite limitar os processos oxidativos durante as etapas de processamento e armazenagem de pescados e produtos derivados, mas esses processos não cessam, pois são espontâneos e inevitáveis e representam a principal causa de deterioração, principalmente dos ácidos graxos insaturados (Bertolin et al., 2011).

A concentração de peróxidos mostrou-se elevada nas formulações de hambúrguer adicionadas de 1,5% ou 2,0% EMM, em relação às formulações sem adição de EMM ou contendo 0,5% ou 1,0% EMM aos 0, 30, 60 e 120 dias de congelamento (Tabela 4). Após 180 dias de congelamento não foi observada diferença significativa para o teor de peróxidos entre as diferentes formulações de hambúrguer. Ao longo do tempo de armazenagem a concentração de peróxidos aumenta independente do percentual de inclusão de EMM, especialmente até os 120 dias de congelamento (Tabela 4). Assim, pode ser

observado que a formação de peróxidos não foi minimizada pela adição de erva mate micronizada, pois os níveis destes compostos mostraram-se iguais ou maiores em relação à formulação de *fishburguers* que não recebeu a EMM. Resultado semelhante foi observado por Rampelotto et al. (2021), onde a utilização de óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon flexuosus*) não preveniu a formação de peróxidos, dienos conjugados e hexanal em filés de *Rhamdia quelen* armazenados congelados por até 12 meses. Os autores apontam que as alterações oxidativas em lipídios e proteínas ocorreram de forma diferenciada em relação à concentração de óleo essencial utilizada na dieta dos peixes (1,0 mL/Kg causou leve aumento na oxidação lipídica e 3,0 mL/Kg levemente aumentou a oxidação de proteínas).

**TABELA 4** - Valores de peróxidos em *fishburguers* enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados

Formulações <sup>1</sup>	Dias de congelamento				
	0	30	60	120	180
0% EMM	0,65±0,20 <sup>aA</sup>	0,77±0,07 <sup>aA</sup>	1,27±0,14 <sup>aC</sup>	6,09±1,35 <sup>abcC</sup>	3,35±0,77 <sup>aB</sup>
0,5% EMM	1,09±0,09 <sup>abA</sup>	1,57±0,31 <sup>abA</sup>	1,27±0,12 <sup>aA</sup>	3,75±0,43 <sup>aB</sup>	2,49±0,21 <sup>aAB</sup>
1,0% EMM	1,10±0,28 <sup>abcA</sup>	1,68±0,07 <sup>abA</sup>	1,42±0,59 <sup>abAB</sup>	4,80±0,99 <sup>abC</sup>	2,73±0,62 <sup>aB</sup>
1,5% EMM	1,85±0,28 <sup>cA</sup>	3,29±1,09 <sup>cA</sup>	2,47±0,37 <sup>cA</sup>	6,62±0,49 <sup>bcC</sup>	3,72±0,70 <sup>aB</sup>
2,0% EMM	1,82±0,63 <sup>bcAB</sup>	2,37±0,39 <sup>bcA</sup>	3,37±0,63 <sup>cbB</sup>	7,86±1,04 <sup>cbB</sup>	3,30±0,61 <sup>aA</sup>

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3, mEq/Kg de lipídio). <sup>1</sup>0%EMM = adição de 0% de erva mate micronizada; 0,5%EMM = adição de 0,5% de erva mate micronizada;

Na segunda etapa do processo de oxidação das gorduras, os peróxidos que são intermediários instáveis, são decompostos em uma série de moléculas de natureza diversa como aldeídos, cetonas, hidroxiácidos, entre outros. O malondialdeído é um dos principais produtos formados nesta etapa e pode ser detectado através de reação com o ácido tiobarbitúrico (Silva et al., 1999). O conjunto de produtos oriundos desta etapa de peroxidação lipídica provoca

alterações organolépticas indesejáveis nos alimentos (cor, sabor e odor de ranço) e reduz sua vida útil (Bertolin et al., 2011).

No período inicial de análise, a concentração de TBARS mostrou-se levemente aumentada nos *fishburguers* com 0,5%, 1,0% e 1,5% EMM e reduzida na formulação com 2,0% EMM, em relação ao tratamento 0% EMM (Tabela 5). Após 30 e 60 dias de armazenamento, esta redução continuou sendo observada nos *fishburguers* adicionados de 1,0% EMM. A análise realizada aos 120 dias de congelamento revelou redução na concentração de TBARS a partir da inclusão de 1,0% EMM. Apesar de não apresentar diferença significativa em relação ao tratamento com 0% EMM, os valores de TBARS mostraram redução que variou de 42,6% a 24,9% nas formulações com inclusão de 1,0% até 2,0%, após 180 dias de congelamento (Tabela 5). As análises ao longo do tempo de congelamento revelam reduções significativas na formação dessas moléculas nas formulações de hambúrguer com inclusão da EMM. Logo, pode-se apontar que a adição de EMM mostrou maior eficiência em prevenir a formação dos produtos secundários de oxidação lipídica.

Em filés de panga armazenados refrigerados, o uso de extrato aquoso da alga marinha *Padina tetrastromatica* (0,5% até 2,0%) foi efetiva em reduzir o conteúdo de TBARS (Deephita et al., 2021). Os autores enfatizam que a presença de compostos fenólicos no extrato da alga retardou o desenvolvimento de produtos voláteis da oxidação lipídica. De forma semelhante é atribuído aos compostos fenólicos (90 mg ácido gálico/100 g amostra) e vitamina C (2.920 mg ácido ascórbico/100 g amostra) o efeito antioxidante da casca de guabiroba em hambúrguer produzido com carne de tilápia do Nilo (Cristofel et al., 2020). Na erva mate a presença de compostos fenólicos, flavonóides, e de moléculas como cafeína, rutina e ácido clorogênico (Tonet et al., 2019) demonstram a atividade antioxidante deste produto e o incremento para proteção de oxidações a partir do processo de micronização. De acordo com Machado et al. (2020), o extrato de erva mate apresentou maior capacidade antioxidante se comparado aos condimentos orégano, tomilho e alecrim extraídos em solução de etanol:água (20:80, v/v). A mistura desses compostos com a erva mate reduziu significativamente os níveis de TBARS em filés de tilápia nas várias formas de preparo avaliadas (*in natura*, assado, frito).

**TABELA 5** - Valores de TBARS em *fishburguers* enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados

Formulações <sup>1</sup>	Dias de congelamento				
	0	30	60	120	180
0% EMM	2,47±0,31 <sup>bA</sup>	1,26±0,16 <sup>bA</sup>	4,57±0,91 <sup>bB</sup>	2,61±0,37 <sup>bA</sup>	2,37±0,86 <sup>aA</sup>
0,5% EMM	3,09±0,14 <sup>cC</sup>	1,21±0,14 <sup>bA</sup>	2,23±0,30 <sup>abB</sup>	2,30±0,35 <sup>bB</sup>	1,55±0,13 <sup>aA</sup>
1,0% EMM	3,04±0,19 <sup>cC</sup>	0,70±0,74 <sup>aA</sup>	1,42±0,17 <sup>aB</sup>	1,62±0,11 <sup>aB</sup>	1,36±0,08 <sup>aB</sup>
1,5% EMM	2,99±0,15 <sup>cC</sup>	1,56±0,25 <sup>bA</sup>	2,35±0,37 <sup>abBC</sup>	1,53±0,16 <sup>aA</sup>	1,78±0,34 <sup>aAB</sup>
2,0% EMM	1,80±0,70 <sup>aAB</sup>	1,37±0,52 <sup>ab</sup> A	2,35±0,29 <sup>abB</sup>	1,51±0,11 <sup>aA</sup>	1,65±0,15 <sup>aA</sup>

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3, mg MDA/Kg de amostra). <sup>1</sup>0%EMM = adição de 0% de erva mate micronizada; 0,5%EMM = adição de 0,5% de erva mate micronizada; 1,0%EMM = adição de 1% de erva mate micronizada; 1,5%EMM = adição de 1,5% de erva mate micronizada; 2,0%EMM = adição de 2,0% de erva mate micronizada. \*Letras minúsculas na coluna indicam diferença estatística entre as formulações dentro do mesmo período de armazenagem, através do teste de Tukey (P < 0,05). \*Letras maiúsculas na linha indicam diferença estatística para cada formulação no decorrer do tempo de armazenagem, através do teste de Tukey (P < 0,05).

Além do bem documentado conteúdo de moléculas fenólicas com caráter antioxidante, a erva mate também apresenta atividade antimicrobiana. Extrato de erva mate preparado em solução hidroalcoólica mostrou atividade antibacteriana contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella enterica*, respectivamente nas concentrações inibitórias mínimas de 10, 5 e 10 mg/mL (Tonet et al., 2019). Logo, a presença de moléculas de caráter antimicrobiano pode auxiliar na preservação do frescor e da qualidade nutricional de pescados e produtos derivados. As análises de pH e bases nitrogenadas voláteis totais (amônia, trimetilamina, dimetilamina, aminas biogênicas) são os principais parâmetros utilizados para avaliar o grau de frescor (Abbas et al., 2008).

No presente estudo, o pH das formulações de *fishburguers* não foi alterado no primeiro período de avaliação (0 dias de armazenamento). Após 30 dias, nas formulações contendo 1,0 e 1,5%EMM, os valores encontrados foram inferiores aqueles observados na formulação controle (0%EMM) (Tabela 6). Aos 60 dias de congelamento, *fishburguers* com 1,5%EMM seguiram apresentando

menor valor de pH, ao passo que a formulação sem adição de EMM e contendo 0,5% do extrato apresentaram os valores mais elevados neste período. Após 120 dias congelados, o pH foi superior na formulação com inclusão de 2,0%EMM em relação aos demais tratamentos. E depois de 180 dias armazenados congelados, os fishburguers contendo 1,0 e 1,5%EMM apresentaram valores reduzidos de pH, comparados aos valores mostrados para as formulações com 0 e 0,5%EMM (Tabela 6). Ao longo do tempo, o que pode ser observado é o aumento de pH nas formulações, com exceção do tratamento contendo 1,5%EMM, cujos valores mantiveram-se abaixo de 6,0 até o final das avaliações. Entre as causas de aumento do pH em pescados armazenados refrigerados ou congelados, estão os processos de deterioração endógena, bacteriana e oxidativa de proteínas, gorduras, vitaminas e minerais, que geram moléculas alcalinas e alteram as características nutricionais do alimento (Karami et al., 2013; Deephita et al., 2021). A inclusão de 1,0 a 1,5% de EMM foi mais efetiva para minimizar aumentos no pH das formulações de fishburger ao longo do congelamento, possivelmente pela ação de compostos com ação antimicrobiana presente na erva mate. Ao ser mantidos refrigerados, os filés de panga apresentaram valores de pH reduzidos após exposição a concentrações de extrato aquoso de *Padina tetrastromatica* (0,5% até 2,0%) em relação às amostras controle (sem uso do extrato) (Deephita et al., 2021). Os autores reforçam que a presença de compostos fenólicos que atuam para inibir o desenvolvimento de microorganismos nessa alga marinha podem ter retardado a formação de compostos alcalinos e com isso prevenir o aumento de pH nas amostras tratadas.

**TABELA 6** Valores de pH em *fishburguers* enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados

Formulações <sup>1</sup>	Dias de congelamento				
	0	30	60	120	180
0% EMM	5,85±0,06 <sup>aA</sup>	5,88±0,03 <sup>bA</sup>	6,03±0,01 <sup>bB</sup>	5,92±0,06 <sup>aAB</sup>	6,00±0,02 <sup>bcB</sup>
0,5% EMM	5,91±0,00 <sup>aB</sup>	5,82±0,05 <sup>abA</sup>	6,03±0,02 <sup>bcC</sup>	5,85±0,00 <sup>aAB</sup>	6,02±0,00 <sup>cC</sup>

1,0% EMM	5,87±0,03 <sup>aB</sup>	5,75±0,04 <sup>aA</sup>	6,01±0,04 <sup>abD</sup>	5,88±0,01 <sup>aBC</sup>	5,96±0,02 <sup>aCD</sup>
1,5% EMM	5,89±0,02 <sup>aB</sup>	5,76±0,02 <sup>aA</sup>	5,92±0,05 <sup>aB</sup>	5,91±0,00 <sup>aB</sup>	5,94±0,00 <sup>aB</sup>
2,0% EMM	5,92±0,02 <sup>aB</sup>	5,79±0,02 <sup>abA</sup>	6,00±0,01 <sup>abC</sup>	6,02±0,02 <sup>bC</sup>	5,97±0,01 <sup>abBC</sup>

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3). <sup>1</sup>0%EMM = adição de 0% de erva mate micronizada; 0,5%EMM = adição de 0,5% de erva mate micronizada; 1,0%EMM = adição de 1% de erva mate micronizada; 1,5%EMM = adição de 1,5% de erva mate micronizada; 2,0%EMM = adição de 2,0% de erva mate micronizada. \*Letras minúsculas na coluna indicam diferença estatística entre as formulações dentro do mesmo período de armazenagem, através do teste de Tukey (P < 0,05). \*Letras maiúsculas na linha indicam diferença estatística para cada formulação no decorrer do tempo de armazenagem, através do teste de Tukey (P < 0,05).

Em vários estudos há correlação entre o aumento nos valores de pH e BNVT, uma vez que os fatores que causam incremento nesses parâmetros estão relacionados (Altinelataman et al., 2015; Deepitha et al., 2021; Kuroda et al., 2020). Nos fishburguers elaborados com carne de panga e acrescidos de EMM, observou-se efeito positivo do aditivo após 30 dias de congelamento no tratamento 2,0% EMM (Tabela 7). Nos demais períodos avaliados (120 e 180 dias) não foram observadas diferenças entre as formulações. De modo geral, ao longo do tempo, a concentração de BNVT aumentou nas formulações de fishburger (Tabela 7). Filés de *Dicentrarchus labrax* expostos a extrato aquoso de alecrim e armazenados refrigerados apresentaram aumento na concentração de BNVT em comparação aos filés não tratados. Já o extrato de sálvia mostrou maior eficiência em manter a qualidade química do pescado (menor pH e BNVT) (Altinelataman et al., 2015).

**TABELA 7** - Valores de BNVT em *fishburguers* enriquecidos com diferentes níveis de erva mate micronizada e armazenados congelados

Formulações <sup>1</sup>	Dias de congelamento		
	30 dias	120 dias	180 dias
0% EMM	8,46±0,34 <sup>ba</sup>	14,74±2,17 <sup>aB</sup>	11,39±0,00 <sup>aA</sup>
0,5% EMM	7,40±0,32 <sup>abA</sup>	13,82±1,04 <sup>aC</sup>	10,80±0,00 <sup>aB</sup>
1,0% EMM	7,56±0,67 <sup>abA</sup>	13,12±0,77 <sup>aB</sup>	12,41±1,03 <sup>aB</sup>

1,5% EMM	7,29±0,34 <sup>abA</sup>	12,58±0,84 <sup>aB</sup>	12,56±0,00 <sup>aB</sup>
2,0% EMM	6,56±1,11 <sup>aA</sup>	13,81±0,39 <sup>aB</sup>	13,43±1,65 <sup>aB</sup>

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3, mg N/100 g amostra). 10%EMM = adição de 0% de erva mate micronizada; 0,5%EMM = adição de 0,5% de erva mate micronizada; 1,0%EMM = adição de 1% de erva mate micronizada; 1,5%EMM = adição de 1,5% de erva mate micronizada; 2,0%EMM = adição de 2,0% de erva mate micronizada. \*Letras minúsculas na coluna indicam diferença estatística entre as formulações dentro do mesmo período de armazenagem, através do teste de Tukey (P < 0,05). \*Letras maiúsculas na linha indicam diferença estatística para cada formulação no decorrer do tempo de armazenagem, através do teste de Tukey (P < 0,05).

#### 4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a erva mate micronizada demonstrou efeito positivo sobre o grau de encolhimento e estabilidade oxidativa em fishburguers de panga, porém mais estudos são necessários para elucidar o melhor nível de inclusão de EMM, que promova melhorias, tanto nos aspectos físico químicos, como também em parâmetros microbiológicos e sensoriais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimento ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa PIBIC concedida ao primeiro autor.

## **CONFLITO DE INTERESSE**

Os autores declaram não haver conflito de interesse para este artigo.

## REFERÊNCIAS

Abbas, K.A., Mohamed, A., Jamilah, B., Ebrahimian, M. (2008). A review on correlations between fish freshness and pH during cold storage. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 4(4), 416-421.

Alesson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J.A. & Kuri, V. (2005). Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.01.002>

Altinelataman, C., Kislá, D., Kiliñç, B., Yilmaz, E.B.S., Yünlü, A.C., Dinçer, T., Çelik, U. (2015). Antioxidant, antimicrobial and sensorial effects of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Sage (*Salvia officinalis* L.) on sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) fillets. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 32(3), 121-126. DOI: 10.12714/egejfas.2015.32.3.01

Anjos, N.F., Tomita, R.Y. Estudo do valor nutricional do pescado visando agregação de valor e estímulo ao seu consumo. SIMCOPE, VII Simpósio de controle de qualidade do pescado, 2016.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the AOAC International (16 th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Brasil. (2000). Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de almôndega, de apresuntado, de fiambre, de hamburguer, de kibe, de presunto cozido e de presunto. Anexo IV (pp. 7-9). <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2020/09/IN-MAPA-n%C2%BA-20-de-31-de-julho-de-2000.pdf>.

Bender, A.B.B., Goulart, F.R., Silva, L.P., Penna, N.G. (2019). Micronization and extrusion processing on the physicochemical properties of dietary fiber. *Ciência Rural*, 49, 1-9. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190154>

Bender, A.B.B., Speroni, C.S., Moro, K.I.B., Morisso, F.D.P., Santos, D.R., Silva, L.P., Penna, N.G. (2020). Effects of micronization on dietary fiber composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of grape pomace and its dietary fiber concentrate. *LWT - Food Science and Technology*, 117, 108652, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108652>

Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Bertolin, T.E., Guarienti, C., Farias, D., Souza, F.T., Gutkoski, L.C., Colla, L.M. (2011). Efeito antioxidante da ficocianina em pescado salgado-seco. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(4), 751-757.

Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.

Buege, J.A., AUST, S.D. (1978). Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52, 302-310.

Camel, M., Becegatto, M.G., Valduga, A.T., Cichoski, A.J., Toniazzo, G., Valduga, E., Cansian, R.L., Oliveira, D. (2012). Influência do potencial antioxidante de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) em frango assado, armazenado e reaquecido. *Alimentos e Nutrição*, 23(2), 297-305.

Carocho, M.; et al. Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*, v. 71, p. 107- 120, 2018.

Chapman, R.A., Mackay, K. (1949). The estimation of peroxides in fats and oils by the ferric thiocyanate method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 26, 360–363.

Cili, L.P. et al. Effects of grape pomace flour on quality parameters of salmon burger. *J Food Process Preserv.*, 2019.

Cristofel, C.J., Grandó, R.C., Tormen, L., Francisco, C.T.P., Bertan, L.C. (2021). Effect of the use of guabiroba bark and functional ingredients on the

characteristics of Nile Tilapia burger. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45:e15040. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15040>

Deepitha, R.P., Xavier, K.A.M., Layana, P., Nayak, B.B., Balange, A.K. (2021). Quality improvement of pangasius fillets using aqueous seaweed (*Padina tetrastromatica*) extract. *LWT - Food Science and Technology*, 137, 114118, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110418>

FAO – Organizações das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Consumo de pescado na América Latina e no Caribe crescerá 33% até 2030. O Estado Mundial da Pesca e da Aquicultura 2018.

Ferrigolo, F.R.G., Rosa, G.M., Aguiar, R.S., Dias, K.C., Villanova, J.c.V., Martins, G.B., Pretto, A. (2021). Qualidade físico química e sensorial de peixes de água doce. Cordeiro, C.A.M., Bordignon, A.C., Afonso, A.M. (Eds.). In: *Ciência e Tecnologia do Pescado - Uma Análise Pluralista*. Vol. 3. Guarujá, SP: Editora Científica Digital. pp.166-176.

Galvão, J.A.; Oetterer, M. *Qualidade e processamento de pescado*. [S.l.: s.n.], 2014.

Gonçalves, A.A. *Tecnologia do Pescado. Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação*. 1 Ed., São Paulo, SP: Editora Atheneu, 2011. 624 p.

Karami, B., Moradi, Y., Motallebi, A.A., Hosseini, E., Soltani, M. (2013). Effects of frozen storage on fatty acids profile, chemical quality indices and sensory properties of red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Tilapia mosambicus*) fillets. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(2), 378-388.

Kuroda, C.N., Pretto, A., Camargo, A.C.S., Stefanello, C.M., Rosa, G.M., Ferrigolo, F.R.G., Gollino, G.P., Ribeiro, V.B., Bender, A.B.B. (2020). Conservação e qualidade de filés de grumatã (*Prochilodus lineatus*) após diferentes períodos de depuração e congelamento. *Ciência Animal Brasileira*, 21, e-62701. DOI: 10.1590/1809-6891v21e-62701

Machado, A.A.R., Peixoto, N.C., Hautrive, T.P., Uczai, J., Bezerra, A.S. (2020). Efeito Antioxidante da *Ilex paraguariensis* e Condimentos na Oxidação Lipídica

de Filés de *Oreochromis niloticus*. *Revista Contexto & Saúde*, 20(39), 35-40.  
<http://dx.doi.org/10.21527/2176-7114.2020.29.35-40>

Mattje, L.G.B., Tormen, L., Bombardelli, M.C.M., Corazza, M.L., Bainy, E.M. (2019). Ginger essential oil and supercritical extract as natural antioxidants in tilapia fish burger. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43:e13942.  
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13942>

Morales, P., Cebadera-Miranda, L., Cámara, R.M., Reis, F.S., Barros, L., Berrios, J.D.J., Ferreira, I.C.F.R., Cámara, M. (2015). Lentil flour formulations to develop new snack-type products by extrusion processing: Phytochemicals and antioxidant capacity. *Journal of Functional Foods*, 19, 537-544, 2015.  
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.044>

PEIXES BR. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixes BR 2018. Associação Brasileira da Piscicultura, 2018.

PEIXES BR. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixes BR 2021. Associação Brasileira da Piscicultura, 2021.

PEIXES BR. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixes BR 2022. Associação Brasileira da Piscicultura, 2022.

Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Taberner, M., Díaz-Rubio, M.E., Serrano, J., Goñi, I., Saura-Calixto, F. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oil and beverages: extraction, measurement and expression of results. *Food Research International*, 41(3), 274-285.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.12.004>

Pretto, A., Camargo, A.C.S., Stefanello, C.M., Kuroda, C.N., Rosa, G.M., Gollino, G.P., Ribeiro, V.B., Neis, A.S.K.T. (2020). Use of *Prochilodus lineatus* meat for burger making. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019230.  
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.23019>

Rampelotto, C., Speroni, C.S., Conte, L., Pianesso, D., Machado, I.S., Rodrigues, R.F., Minuzzi, N.M., Adorian, T.J., Klein, B., Wagner, R., Baldisserotto, B., Silva, L.P., Heinzmann, B.M., Menezes, C.R., Emanuelli, T. (2021). Microencapsulated Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) Essential Oil Supplementation on Quality and Stability of Silver Catfish Fillets during Frozen Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(9), 1124-1141. <https://doi.org/10.1080/10498850.2021.1974137>

Savay da Silva, L.K., Riggo, R., Martins, P.E., Galvão, J.A., Oetterer, M. (2008). Otimização e padronização do uso da metodologia para determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarões *Xyphopenaeus kroyeri*. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.20, p.138-144, 2008.

Silva, F.A.M.; Borges, M.F.M.; Ferreira, M. (1999). Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química Nova*, 22(1), 94-103.

Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

Tonet, A., Zara, R.F., Tiuman, T.S. (2019). Atividade biológica e quantificação de compostos bioativos em extrato de erva-mate e sua aplicação em hambúrguer de peixe. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2018054. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.05418>

Yamada, T.T., Ribeiro, L. (2015). Avaliação sensorial do pescado pelo método do índice de qualidade. *Revista Científica de Medicina Veterinária*, 25, 1-16.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da análise de vida de prateleira realizado no presente estudo, observou-se que a erva-mate micronizada apresenta potencial de ação antioxidante, porém mais estudos são necessários para elucidar os melhores níveis de inclusão. Além disso, sugere-se que outros produtos que venham a ser obtidos a partir do pescado semi gordo e gordo, podem ser beneficiados com adição da erva-mate micronizada, obtendo dessa forma maior estabilidade oxidativa.

## REFERÊNCIA

ARAÚJO, Remy Lima de *et. al.* **PEIXE Panga (*Pangasius hypophthalmus*) no Brasil - Um levantamento BIBLIOGRÁFICO. Estudos em Zootecnia e Ciência Animal**, [S. L] v. 82, n. 4, p. 153-159, 31 jan. 2020. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.04720310121>. BUEGE, J.A.; AUST, S.D. Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*, v.52, p.302–309, 1978.

BOMBARDELLI R.A.; Syperreck, M.A.; Sanches, E.A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama*, v.8, n.2, p. 181-195, jul./dez., 2005.

Boscolo, W. R.; Hayashi, C.; Meurer, F., Apparent digestibility of the energy and nutrients of conventional and alternative foods for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, 31 (2): 539-545. 2002.

CORREIA, R.T.P et al. Avaliação química e sensorial de lingüiças de pescado tipo frescal. *B.CEPPA*, v. 19, n. 2, p. 183-192, 2001.

CYRINO, J.E.P. Regulação nutricional do alimento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXE E CRUSTÁCEOS, 1, 1995, Campos do Jordão. *Anais...Campos do Jordão: CBNA*, 1995, p.69-91.

FAO – Organizações das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Consumo de pescado na América Latina e no Caribe crescerá 33% até 2030. *O Estado Mundial da Pesca e da Aquicultura 2018*.

FAO. 2020. *A Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura. Em resumo. Sustentabilidade em ação*. Roma. 2020.

GRIS, Cintia Cassia Tonteio. Proteção antioxidante do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) veiculado em partículas lipídicas sólidas. 2018. 126 f. ; il.color.; 30 cm.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2020.

Lima, J.S. et al. Análise microbiológica e sensorial de “fishburger” elaborado com tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) com adição de conservantes naturais. Revista GEINTEC, v. 4, n.1, p.560-567, 2014.

LUZ, M. Da. Carijos e barbaquás no Rio Grande do Sul: resistência camponesa e conservação ambiental no âmbito da fabricação artesanal de erva-mate, 2011.

MACHADO, A.A.R., et al. Efeito Antioxidante da *Ilex paraguariensis* e Condimentos na Oxidação Lipídica de Filés de *Oreochromis niloticus*. Revista Contexto & Saúde – vol. 20, n. 39, 2020.

MAIA, M.O. et al. Elaboração e Intenção de Compra de Nuggets de Pescado com Aplicação de Galactomananas. VII CONNEPI Congresso Norte Nordeste de pesquisa e inovação, 2012.

MARCHI, J. F. Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus*. 1997b. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MEURER, F. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v.33, n.02, p.566-573, 2002.

MORALES, P. Lentil flour formulations to develop new snack-type products by extrusion processing: Phytochemicals and antioxidant capacity. Journal of Functional Foods, v.19, p.537-544, 2015. doi: 10.1016/j. jff.2015.09.044.

OETTERER, Marília; REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara; SPOTO, Marta Helena Fillet. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. [S.l: s.n.], 2006.

ORDÓÑEZ J.A. Tecnologia de alimentos de origem animal, v. 2. São Paulo: Artmed; 2005.

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

PRESENZA, L. S. Desenvolvimento de fishburger utilizando salmão do atlântico (*salmo salar* - linnaeus, 1758): caracterização microbiológica, físico-química e sensorial. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia de Pesca. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2019.

Produção Agrícola Municipal – IBGE. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>

Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – IBGE. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2018>

RAHMAN, Mohammed Mokhlesur et al. Cage culture of sutchi catfish, *Pangasius sutchi* (Fowler 1937): effects of stocking density on growth, survival, yield and farm profitability. *Aquaculture Research*, v. 37, n. 1, p. 33-39, 2006.

REVISTA RURAL. *erva mate*. n° 103 – setembro de 2006. Disponível em: [http://www.revistarural.com.br/Edicoes/2006/Artigos/rev103\\_erva\\_mate.htm](http://www.revistarural.com.br/Edicoes/2006/Artigos/rev103_erva_mate.htm).

Data de acesso: 18 jan. 2022.

ROSSA, U. B. Produtividade e compostos foliares de erva-mate sob efeitos de luminosidade e fertilização. UFPR, 2013, 208f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SILVA RODRIGUES, JULIANO. Densidade de estocagem de *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) Criado em Sistema Raceway. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2020. xviii, 87 f.

SENAI-DR BA. **Tecnologia de Pescado**. Salvador, 2007.

VEIVERBERG, C.A.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T.; FERREIRA, C.C.;

MASCHKE, F.S.; SANTOS, A.M. Alimentação de juvenis de carpa capim com dietas à base de farelos vegetais e forragem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.3, p.247-253, 2010.

YAMADA, T.T.; RIBEIRO, L. Avaliação sensorial do pescado pelo método do índice de qualidade. *Roma revista científica de medicina veterinária*, N.25, 2015.

ZHANG, X.; WANG, J.; TANG, R.; HE, X.; LI, L.; TAKAGI, Y., LI, D. Improvement of muscle quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) with a bio-floating bed in culture ponds. **Frontiers in Physiology**, v.10, p.1-10, 2019.

## ANEXOS

### ANEXO A - Figuras

**FIGURA 4** Separação dos ingredientes para elaboração do *fishburguers*



Fonte: Autoria própria

**FIGURA 5.** Processo de moagem de filés panga



Fonte: Autoria própria

**FIGURA 6.** Processo de hidratação da proteína de soja texturizada



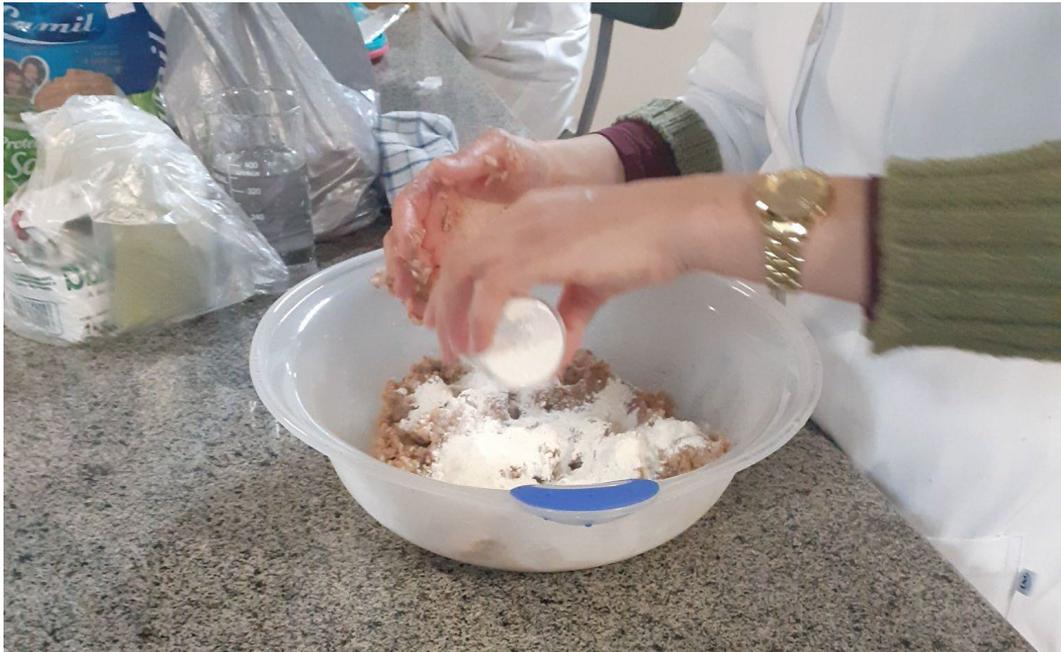
Fonte: Autoria própria

**FIGURA 7.** Formulação dos *fishburguers*



Fonte: Autoria própria

**FIGURA 8.** Processo de mistura dos ingredientes



Fonte: Autoria própria

**FIGURA 9.** Pré moldagem dos *Fishburguers*



Fonte: Autoria própria

**FIGURA 10.** *Fishburguers* embalados e identificados



Fonte: Autoria própria

**FIGURA 11.** Processo de cozimento para avaliação das características de cocção



Fonte: Autoria própria

## **ANEXO B - Normas de submissão de Journal of food processing and preservation**

### PREPARING THE SUBMISSION

#### Free Format Submission

The Journal of Food Processing and Preservation now offers Free Format submission for a simplified and streamlined submission process.

Before you submit, you will need:

Your manuscript: this can be a single file including text, figures, and tables, or separate files – whichever you prefer. All required sections should be contained in your manuscript, including abstract, introduction, methods, results, and conclusions. Figures and tables should have legends. References may be submitted in any style or format, as long as it is consistent throughout the manuscript. If the manuscript, figures or tables are difficult for you to read, they will also be difficult for the editors and reviewers. If your manuscript is difficult to read, the editorial office may send it back to you for revision. Double spaced text is much easier for editors and reviewers to read and make notes and can help to expedite peer review. As a consideration, please upload manuscripts with text double spaced.

The title page of the manuscript, including statements relating to our ethics and integrity policies:

data availability statement

funding statement

conflict of interest disclosure

ethics approval statement

patient consent statement

permission to reproduce material from other sources

Your co-author details, including affiliation and email address. (Why is this important? We need to keep all co-authors informed of the outcome of the peer review process.)

An ORCID ID, freely available at <https://orcid.org>. (Why is this important? Your article, if accepted and published, will be attached to your ORCID profile. Institutions and funders are increasingly requiring authors to have ORCID IDs.)

To submit, login at <https://mc.manuscriptcentral.com/jfpp> and create a new submission. Follow the submission steps as required and submit the manuscript.

If you are invited to revise your manuscript after peer review, the journal will also

request the revised manuscript to be formatted according to journal requirements as described below.

### Parts of the Manuscript

The manuscript should be submitted in separate files: title page; main text file; figures.

#### Title page

The text file should be presented in the following order:

- i. A short informative title that contains the major key words. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips);
- ii. A short running title of less than 40 characters;
- iii. The full names of the authors;
- iv. The author's institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;
- v. Abstract and keywords;
- vi. Main text;
- vii. Acknowledgments;
- viii. References;
- ix. Tables (each table complete with title and footnotes);
- x. Figure legends;
- xi. Appendices (if relevant).

Figures and supporting information should be supplied as separate files.

#### Authorship

Please refer to the journal's authorship policy the Editorial Policies and Ethical Considerations section for details on eligibility for author listing.

#### Acknowledgments

Contributions from anyone who does not meet the criteria for authorship should be listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgments section. Financial and material support should also be mentioned. Thanks to anonymous reviewers are not appropriate.

#### Conflict of Interest Statement

Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission process. For details on what to include in this section, see the section 'Conflict of Interest' in the Editorial Policies and Ethical Considerations section below. Submitting authors should ensure they liaise with all co-authors to confirm agreement with the final statement.

### Abstract

Please provide an abstract of 150 words containing the major keywords summarizing the article.

### Keywords

Please provide up to six keywords.

### Novelty Impact Statement

Please provide a short statement that highlights the new findings or insights your research provides. The statement should focus on the key finding of your research. It may include an important data point, description of an effect or a significant conclusion. The statement should be designed to attract the interest of potential readers. It should be brief and comprise no more than 3 sentences.

### Main Text

The main text should include the introduction, materials and methods, results, and discussion.

The journal uses US spelling; however, authors may submit using either option, as spelling of accepted papers is converted during the production process.

### Materials and Methods

If a method or tool is introduced in the study, including software, questionnaires, and scales, the author should state the license that is available under and any requirement for permission for use. If an existing method or tool is used in the research, the authors are responsible for checking the license and obtaining the permission. If permission was required, a statement confirming permission should be included in the Materials and Methods section.

### References

References should be prepared according to the Publication Manual of the American Psychological Association (6th edition). This means in text citations should follow the author-date method whereby the author's last name and the year of publication for the source should appear in the text, for example, (Jones, 1998). The complete reference list should appear alphabetically by name at the end of the paper.

A sample of the most common entries in reference lists appears below. For more information about APA referencing style, please refer to the APA FAQ. Note that for journal articles, issue numbers are not included unless each issue in the

volume begins with page one, and a DOI should be provided for all references where available.

#### Journal article

Beers, S. R. , & De Bellis, M. D. (2002). Neuropsychological function in children with maltreatment-related posttraumatic stress disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 159, 483–486. doi:10.1176/appi.ajp.159.3.483

#### Book

Bradley-Johnson, S. (1994). *Psychoeducational assessment of students who are visually impaired or blind: Infancy through high school* (2nd ed.). Austin, TX: Pro-ed.

#### Internet Document

Norton, R. (2006, November 4). How to train a cat to operate a light switch [Video file]. Retrieved from <http://www.youtube.com/watch?v=Vja83KLQXZs>

#### Footnotes

Footnotes should be placed as a list at the end of the paper only, not at the foot of each page. They should be kept to a minimum. Keep footnotes brief; they should contain only short comments tangential to the main argument of the paper and should not include references. They should be numbered in the list and referred to in the text with consecutive, superscript Arabic numerals.

#### Tables

Tables should be self-contained and complement, not duplicate, information contained in the text. They should be supplied as editable files, not pasted as images. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable without reference to the text. All abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and \*, \*\*, \*\*\* should be reserved for P-values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings.

#### Figure Legends

Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

#### Figures

Although authors are encouraged to send the highest-quality figures possible, for peer-review purposes, a wide variety of formats, sizes, and resolutions are accepted.

[Click here](#) for the basic figure requirements for figures submitted with manuscripts for initial peer review, as well as the more detailed post-acceptance

figure requirements.

### Color Figures

Figures submitted in color may be reproduced in colour online free of charge. Please note, however, that it is preferable that line figures (e.g. graphs and charts) are supplied in black and white so that they are legible if printed by a reader in black and white.

### Additional Files

### Appendices

Appendices will be published after the references. For submission they should be supplied as separate files but referred to in the text.

### Supporting Information

Supporting information is information that is not essential to the article, but provides greater depth and background. It is hosted online and appears without editing or typesetting. It may include tables, figures, videos, datasets, etc.

[Click here for Wiley's FAQs on supporting information.](#)

Note: if data, scripts, or other artefacts used to generate the analyses presented in the paper are available via a publicly available data repository, authors should include a reference to the location of the material within their paper.

### General Style Points

The following points provide general advice on formatting and style.

- **Abbreviations:** In general, terms should not be abbreviated unless they are used repeatedly and the abbreviation is helpful to the reader. Initially, use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only.
- **Units of measurement:** Measurements should be given in SI or SI-derived units. Visit the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) website for more information about SI units.
- **Numbers:** numbers under 10 are spelt out, except for: measurements with a unit (8mmol/l); age (6 weeks old), or lists with other numbers (11 dogs, 9 cats, 4 gerbils).
- **Trade Names:** Chemical substances should be referred to by the generic name only. Trade names should not be used. Drugs should be referred to by their generic names. If proprietary drugs have been used in the study, refer to these by their generic name, mentioning the proprietary name and the name and location of the manufacturer in parentheses.

### Wiley Author Resources

Manuscript Preparation Tips: Wiley has a range of resources for authors preparing manuscripts for submission available here. In particular, authors may benefit from referring to Wiley's best practice tips on Writing for Search Engine Optimization.