



LAYANA MARY FROTA MENEZES

**APROVEITAMENTO DE CASCA DE LIMÃO TAHITI, COM
ANTIOXIDANTE E ELABORAÇÃO DE EMPANAMENTO DE
TILÁPIA**

**LAVRAS – MG
2023**

LAYANA MARY FROTA MENEZES

**APROVEITAMENTO DE CASCA DE LIMÃO TAHITI, COM ANTIOXIDANTE E
ELABORAÇÃO DE EMPANAMENTO DE TILÁPIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração de Tecnologia em Carnes, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos
Orientadora

Profa. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2023**

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

Menezes, Layana Mary Frota.

Aproveitamento de casca de limão tahiti, com antioxidante e
elaboração de empanamento de tilápia / Layana Mary Frota
Menezes. - 2023.

90 p. : il.

Orientador(a): Alcinéia de Lemos Souza Ramos.

Coorientador(a): Maria Emília de Sousa Gomes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Antioxidante natural. 2. Carne mecanicamente separada. 3.
Oxidação lipídica. I. Ramos, Alcinéia de Lemos Souza. II. Gomes,
Maria Emília de Sousa. III. Título.

LAYANA MARY FROTA MENEZES

**APROVEITAMENTO DE CASCA DE LIMÃO TAHITI, COM ANTIOXIDANTE E
ELABORAÇÃO DE EMPANAMENTO DE TILÁPIA**

**USE OF TAHITI LEMON PEEL, WITH ANTIOXIDANT AND PREPARATION OF
TILAPIA BREATHING**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração de Tecnologia em Carnes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 3 de fevereiro de 2023.

Dra. Maria Emília de Sousa Gomes	UFLA
Dra. Maria das Graças Cardoso	UFLA
Dra. Daniele Maria Alves Teixeira	IFCE

Profa. Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos
Orientadora

**LAVRAS – MG
2023**

Dedico este trabalho aos meus pais Rosângela Cileide e Evilázio Menezes, às minhas irmãs Isabel Cileide, Lúcia Nayara e Eveline Kévia, pelo apoio, amor incondicional e compreensão em todas as etapas da minha vida, fazendo-me seguir adiante e a buscar, cada vez mais, tornar-me uma pessoa e uma profissional melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me proporcionar saúde e entusiasmo para superar todas as dificuldades e buscar cada vez mais novos conhecimentos.

Aos meus pais Rosângela e Evilázio, pela paciência, cumplicidade e torcida, que revigoraram as minhas forças para concluir mais essa jornada acadêmica.

Às minhas irmãs Isabel Cileide, Lúcia Nayara e Eveline Kévia, que sempre se fizeram presentes em todas as conquistas alcançadas por mim, agradeço por terem me ajudado a realizar mais esse sonho.

À minha orientadora professora Dra. Alcinéia Ramos, por aceitar o desafio de me acompanhar sob condições tão adversas, confiar no meu compromisso acadêmico e transmitir seus conhecimentos com simplicidade e empenho.

Às professoras Dra. Maria Emília e Dra. Maria das Graças, pelas orientações durante o planejamento e execução da análise instrumental e sensorial.

À professora Daniele Teixeira, pelas explicações e orientações desde o meu ingresso no IFCE. Obrigada pela confiança, amizade e oportunidades.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar o mestrado em Ciência dos Alimentos.

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

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização do meu sonho, muito obrigada.

RESUMO

Os produtos de pescados são alimentos com alto valor nutritivo, como forma de diversificar e agregar valor por meio do aproveitamento da carne agregada ou também chamada de carne mecanicamente separada (CMS), visando a elaboração de empanados de tilápia. Em contrapartida, sabe-se que um produto altamente perecível o qual sofre processos de degradação por gerar sabores e odores desagradáveis. Como forma de prevenir ou retardar a oxidação, são estudados alimentos com substâncias antioxidantes presentes na natureza. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi elaborar empanado de tilápia utilizando diferentes antioxidantes controle, ácido ascórbico, *Tahiti*, óleo essencial da casca do limão *Tahiti* e limoneno. Foram realizadas análises centesimal, microbiológica e tempo de prateleira durante o tempo de 150 dias de estocagem congelada a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, por meio de análises de cor, textura, cocção, atividade de água e grupo de foco. Os extratos obtidos do limão apresentaram pequena atividade antioxidante perante a metodologia que avalia a redução do radical estável DPPH, em que se demonstrou uma atividade antioxidante de β -caroteno de aproximadamente 30% na concentração de 100 a $200\text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$, 50% na concentração de $250\text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ e 90% na concentração de $500\text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$. Os empanados produzidos apresentaram resultados de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), notando-se atividade antioxidante nos extratos adicionados, ao longo do tempo. Nas análises de cocção o produto apresentou alto rendimento, baixo encolhimento e alta retenção de água e aumento no decorrer do tempo, entretanto, amostra com presença do farelo apresentou menor valores. No grupo de foco, as médias foram classificadas em gostei ligeiramente, com exceção do aroma que se classificou em gostei moderadamente, evidenciado na discussão teórica que ocorreu pela adição dos extratos da casca de limão. Na textura, verificou-se um aumento em relação à coesão, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade ao longo do tempo em todas as amostras, indicando maior força necessária para rompê-lo ao ser mordido. Notou-se que o extrato da casca do limão e da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos constitui uma alternativa viável, favorecendo o máximo aproveitamento de subprodutos da indústria alimentícia.

Palavras-chave: Antioxidante natural. Carne mecanicamente separada. Oxidação lipídica.

ABSTRACT

Fish products are foods with high nutritional value, as a way to diversify and add value through the use of the aggregated meat or also called mechanically separated meat (MSM), aiming the elaboration of tilapia breaded products. On the other hand, it is known that it is a highly perishable product that suffers degradation processes, generating unpleasant tastes and odors. As a way to prevent or delay oxidation, foods with antioxidant substances present in nature are studied. In view of the above, the objective of this study was to prepare tilapia empanado using different control antioxidants, ascorbic acid, Tahiti, essential oil from Tahiti lemon peel and limonene. Centesimal, microbiological and shelf life analyses were performed during 150 days of frozen storage at -18 °C, by means of color, texture, cooking, water activity and focus group analyses. The lemon extracts showed little antioxidant activity by the methodology that evaluates the reduction of the stable radical DPPH, in which it was demonstrated an antioxidant activity of β -carotene of approximately 30% in the concentration of 100 to 200 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 50% in the concentration of 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and 90% in the concentration of 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$. The empanadas produced presented results of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), noting antioxidant activity in the added extracts, over time. In the cooking analysis, the product presented high yield, low shrinkage and high water retention and increase in the course of time, however, the sample with the presence of bran presented lower values. In the focus group, the averages were classified as I liked it slightly, except for the aroma that was classified as I liked it moderately, evidenced in the theoretical discussion that occurred by the addition of the lemon peel extracts. In the texture, there was an increase in relation to cohesion, elasticity, gumminess, and chewiness over time in all samples, indicating more force needed to break it when bitten. It was noted that the extract of lemon peel and mechanically separated meat (MSM) of tilapia as raw material in the development of new products is a viable alternative, favoring the maximum use of by-products of the food industry.

Keywords: Natural antioxidant. Mechanically separated meat. Lipid presentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química do butil-hidroxitolueno (BHT).....	23
Figura 2 - Estrutura química do butil-hidroxi-anisol (BHA).....	23
Figura 3 - Estrutura química do tercbutil-hidroquinona (TBHQ).	23
Figura 4 - Morfologia do limão Tahiti.	25
Figura 5 - Estrutura química do limoneno.....	28
Figura 6 - Estruturas enantioméricas do Limoneno.	29
Figura 7 - Cascas do limão Tahiti para extração.	30
Figura 8 - Extração pelo método hidrodestilação.....	31
Figura 9 - Processo para a produção da farinha do limão.	33
Figura 10 - Empanado preparado.	37
Figura 11 - Componentes majoritários.	44
Figura 12 - Cromatografia dos componentes presentes na farinha obtida da casca do limão Tahiti.....	45
Figura 13 - Atividade antioxidante do sistema β -caroteno/ácido linoleico da farinha da casca do limão <i>Tahiti</i>	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição das médias dos valores de TBARS (mg de MDA/kg de amostra) das formulações de empanados de tilápia, durante 150 dias de estocagem, sob congelamento (-12 °C).	51
Gráfico 2 - Média dos aspectos sensoriais das amostras obtidas.	67

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Principais comentários das percepções dos provadores no grupo de foco durante os 150 dias.....	68
---	----

LISTA DA TABELAS

Tabela 1 - Formulação para a elaboração do empanado.	36
Tabela 2 - Médias da massa das extrações de óleo do <i>Citrus Latifolia</i> - Tanaka.....	43
Tabela 3 - Cromatografia dos constituintes presentes na farinha obtida da casca do limão Tahiti.....	45
Tabela 4 - Resultados físico-químicos dos empanados.....	47
Tabela 5 - Resultados das medidas de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) para as formulações de empanados de tilápia em mg de MDA/kg.....	50
Tabela 6 - Resultados das medidas da atividade de água.....	52
Tabela 7 - Resultados das medidas do rendimento das formulações de empanados de tilápia.....	54
Tabela 8 - Resultados das medidas do encolhimento das formulações de empanados de tilápia.....	54
Tabela 9 - Resultados das medidas da capacidade de retenção de água das formulações de empanados de tilápia.....	55
Tabela 10 - Resultados das medidas das coordenadas L* das formulações de empanados de tilápia.....	57
Tabela 11 - Resultados das medidas das coordenadas a* das formulações de empanados de tilápia.....	58
Tabela 12 - Resultados das medidas das coordenadas b* das formulações de empanados de tilápia.....	59
Tabela 13 - Resultados das médias de cisalhamento das formulações de empanados de tilápia.....	61
Tabela 14 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de coesividade.	61
Tabela 15 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de elasticidade.	62
Tabela 16 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de gomosidade.	62
Tabela 17 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de mastigabilidade.....	63
Tabela 18 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de resistência.	63

Tabela 19 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de adesividade.

..... 64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Tilápia	16
2.1.1	Produção e consumo no Brasil e no mundo	17
2.1.2	Beneficiamento da tilápia.....	17
2.1.3	Aproveitamento de subprodutos da tilápia	18
2.1.4	Desenvolvimento de produtos derivados da tilápia	19
2.2	Oxidação lipídica em produtos derivados de peixes e utilização de antioxidantes	21
2.2.1	Oxidação lipídica em produtos derivados de peixes.....	21
2.2.2	Utilização de antioxidantes em produtos derivados de peixes.....	22
2.3	Limão <i>Tahiti</i> e aproveitamento de seus resíduos	24
2.3.1	Limão <i>Tahiti</i>	24
2.3.2	Produção e consumo do limão <i>Tahiti</i>	25
2.3.3	Resíduos do limão <i>Tahiti</i> e seus usos.....	26
2.3.3.1	Farinha da casca do limão	27
2.3.3.2	Óleo essencial da casca do limão	27
2.3.3.3	Limoneno	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1	Obtenção do limão <i>Tahiti</i>	30
3.1.1	Rendimento da casca em relação ao fruto.....	30
3.2	Óleo essencial da casca de limão <i>Tahiti</i> (<i>Citrus Latifolia</i> - Tanaka).....	31
3.2.1	Rendimento (R) do óleo essencial.....	31
3.2.2	Caracterização do óleo essencial	31
3.3	Farinha da casca de limão <i>Tahiti</i> (<i>Citrus Latifolia</i> - Tanaka).....	33
3.3.1	D-Limoneno.....	33
3.4	Análise da atividade antioxidante	33
3.4.1	Oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico	33
3.4.2	Método de estabilização do radical DPPH • (2,2-difenil-1-picrilhidrazila). ..	34
3.5	Elaboração de empanados de tilápia	35
3.5.1	Delineamento experimental	37
3.5.2	Análise centesimal do empanado.....	37

3.5.2.1	Análise de umidade.....	37
3.5.2.2	Determinação de cinzas.....	38
3.5.2.3	Análise de proteína.....	38
3.5.2.4	Análise de lipídios.....	39
3.5.2.5	Carboidratos totais.....	39
3.5.2.6	Análise de pH.....	39
3.5.3	Análises microbiológicas.....	40
3.5.4	Características de cor.....	40
3.5.5	Textura instrumental.....	40
3.5.5	Características de cocção dos empanados.....	41
3.5.5.1	Rendimento da cocção.....	41
3.5.5.2	Porcentagem de encolhimento (retração).....	41
3.5.6	Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA).....	41
3.5.7	Atividade de água.....	42
3.5.8	Grupo de foco.....	42
3.5.9	Análise estatística.....	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1	Rendimento da casca em relação ao fruto.....	43
4.2	Rendimento do óleo essencial.....	43
4.3	Caracterização fitoquímica.....	44
4.4	Análises antioxidantes.....	46
4.5	Análise centesimal do empanado.....	47
4.6	Avaliação dos empanados durante o tempo de armazenamento.....	49
4.6.1	Análise de TBARS das formulações.....	49
4.6.2	Análise de atividade de água das formulações.....	52
4.6.3	Análises de cocção.....	53
4.6.4	Características de cor.....	56
4.6.5	Análise de textura.....	60
4.6.6	Grupo de foco.....	66
5	CONCLUSÃO.....	70
	REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

Os conservantes têm o intuito de evitar a deterioração natural do produto durante processamentos, armazenamentos, comercialização e período de consumo, garantindo ao produto um maior tempo de vida útil de forma segura ao consumidor, livre de quaisquer microrganismos maléficos. Os conservantes podem ser classificados em artificiais, os quais alguns deles podem acarretar danos à saúde quando consumidos, como processos inflamatórios ou respiratórios, e naturais, que se faz cada vez mais comum a sua procura, devido à sua origem.

Em alguns frutos, principalmente frutas cítricas, podemos encontrar propriedades antioxidantes mais facilmente, entre eles podemos ressaltar o limão *Tahiti*, que possui um potencial de crescimento, porém seu consumo ainda é muito baixo. São fontes de compostos fenólicos, que incluem ácidos fenólicos e flavonoides.

Com a busca de um mercado cada vez mais sustentável, inúmeros pesquisadores vêm estudando o aproveitamento de resíduos, como uso do flavedo e albedo de frutos, gerados pelas agroindústrias para a produção de alimentos ou ingredientes. A partir das cascas é possível extrair óleo essencial, o qual é uma mistura complexa de componentes voláteis, ou até mesmo farinha, que se constitui uma matéria-prima de baixo custo com características tecnológicas diferenciadas, com alto teor de fibra.

As utilizações para esses produtos são inúmeras, visando a funcionalidade antioxidante, como é o caso de aplicação em produtos pesqueiros, já que são altamente perecíveis, nos quais ocorre em curto tempo deteriorações físicas, químicas e microbiológicas. A tilápia é um peixe que possui uma grande importância comercial na piscicultura pelo seu grande desempenho, capacidade de adaptação e boa qualidade, com um mercado crescente, entretanto, ainda pouco explorado os produtos à base desse pescado. Para solucionar essa questão de produção de resíduos visou elaborar empanados com a utilização de carne mecanicamente separada como matéria-prima.

O trabalho em questão visou a extração do óleo essencial e elaboração da farinha com a finalidade de avaliar suas propriedades antioxidantes para uma aplicação nos empanados de peixe produzidos a partir de carne mecanicamente separadas (CMS).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tilápia

De acordo com Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020, do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, entende-se por pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (BRASIL, 2017a).

A tilápia pertence à família *Cichlidae*, sendo nativa do continente africano, Jordânia e Israel, e é encontrada nas bacias dos rios Nilo, Níger, Tchade e lagos do Centro-Oeste africano (AUGUSTSSON *et al.*, 2003). Apresentam como principal hábito alimentar o onívoro e, apesar de já terem sido identificadas aproximadamente 112 espécies existentes e subespécies dos três gêneros existentes (*Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilapia*) (DAMSGAARD *et al.*, 2007; TAEPAVARAPRUK; SONG, 2010), apenas algumas dessas possuem importância comercial, como é o caso da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da tilápia azul ou áurea (*O. aureus*) e vários híbridos desses com a tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*), espécies consideradas adequadas para diferentes sistemas de produção (VIANA; DANTAS; MENEZES, 2016).

A tilápia do Nilo é reconhecida pelo seu desempenho e capacidade de adaptação, rusticidade, elevada resistência a doenças e estresse, carne branca de boa qualidade, refletindo elevada aceitação no mercado consumidor (WHELAN, 2012) e baixos custos de produção, podendo ser cultivada em áreas de alta salinidade e baixas temperaturas (VLIEG; BODY, 1988). Somando-se a estas características, as tilápias apresentam um rápido crescimento atingindo o peso comercial em pequeno intervalo de tempo, sendo especialmente adequadas para a cultura em países em desenvolvimento, de clima tropical e subtropical.

Em relação à qualidade da carne, a tilápia possui a musculatura branca, de excelente paladar e textura, características que levam à forte aceitação pelo mercado consumidor (BOSCOLO *et al.*, 2001). A ausência de espinhos em forma de Y facilita o processo de filetagem, tornando a industrialização da carne rentável (KUBITZA, 2000).

Todas essas qualidades, e mais o fato da tilápia se adaptar ao fornecimento de dietas artificiais desde o estágio larval, tornam-na uma espécie de grande potencial aquícola (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004). Para a exportação, a filetagem também é a principal forma de comercialização, além do peixe congelado inteiro (SUSSEL, 2013).

A fase de engorda de tilápias inicia-se a partir dos juvenis pesando em média de 30 g a 50 g até que atinjam o peso para o abate de acordo com as exigências do mercado, situando-se

geralmente na faixa de 450 a 800 g, alcançados em um período de engorda entre 120 a 180 dias (DUARTE, 2017). Esse tempo, para que atinjam o tamanho e peso comercial, dependerá de inúmeros fatores como tipo de alimentação, temperatura, qualidade e renovação da água, densidade de estocagem, sistema de produção utilizado, entre outros (GRAEFF; PRUNER, 2006; LEONARDO; BACCARIN, 2014).

2.1.1 Produção e consumo no Brasil e no mundo

A produção de tilápia, peixes nativos e outras espécies no Brasil foi de 841.005 toneladas em 2021, o que representou um aumento de 4,7% sobre a produção de 2020 (PEIXE BR, 2022).

Destaca-se a produção da tilápia, uma vez que ela representou 63,5% da produção total em 2021 com 534.005 toneladas, comprovando sua viabilidade (PEIXE BR, 2022). O consumo de carne de pescado vem crescendo anualmente, principalmente devido ao apelo saudável quando comparado com outras proteínas de origem animal. A projeção para 2022 é de mais de 520.000 toneladas, o que representa aproximadamente 10% em relação ao mesmo período do ano anterior. O consumo médio de carne de tilápia está entre 3,0-4,0 kg ao ano no Brasil (PEIXE BR, 2022).

Os resíduos do processamento de produtos de origem animal representaram em 2021 mais de 13 milhões de toneladas, demonstrando expressivo volume em sua geração devido à crescente demanda de proteína animal. Esses, uma vez aproveitados de forma adequada, desempenham significativa importância para o desenvolvimento sustentável, sendo classificada como uma atividade de interesse público e de grande relevância ambiental, uma vez que sem uma destinação adequada causam grande impacto ambiental (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM ANIMAL - ABRA, 2022; MOREJON; MOREJON, 2018; WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2002).

2.1.2 Beneficiamento da tilápia

A tilápia é considerada uma das espécies de peixe em que a comercialização na forma de filé é mais abrangente, apresentando um rendimento de aproximadamente 33%. No entanto, a maioria das unidades de beneficiamento de tilápia visa somente o aproveitamento do filé, descartando subprodutos comestíveis como o músculo abdominal ventral, o músculo hipaxial profundo e as aparas da toaleta final do filé.

Um exemplo de beneficiamento do pescado é a salga, sendo a mais antiga conhecida pelo homem. Esse método é baseado na penetração do sal no interior dos tecidos, fenômeno esse controlado por vários fatores físico-químicos, desidratando o pescado por diferença de pressão osmótica, diminuindo a atividade de água (A_w) e retardando a decomposição do pescado por ação de microrganismos. A escolha pelo método de salga é feita pelos produtores/indústrias de peixe salgado que levam em consideração fatores de ordem econômica, cultural e o tipo de pescado (BASTOS, 1987).

O enlatamento de pescado proporciona um maior tempo de prateleira, que normalmente teria seu prazo de validade comprometido quando exposto para comercialização *in natura* (EVANGELISTA, 2001). Segundo Vieira *et al.* (2004), o enlatamento proporciona ao pescado um período de até quatro anos de prateleira, além de não necessitar de refrigeração permite transporte seguro sem afetar a qualidade e resultando em um produto final com maior valor agregado e qualidade nutricional conservada. A composição química geralmente não se altera durante o processo, sendo possível observar que, após o cozimento e a esterilização comercial, significativas alterações incidem sobre as características sensoriais da matéria-prima.

A elaboração dos embutidos como de linguças com aparas de tilápia permite um aproveitamento maior dos recursos alimentares disponíveis, bem como a utilização de partes ou cortes considerados de baixo valor comercial (MONTEIRO *et al.*, 2018), agregando valor à cadeia produtiva do pescado, assim como auxilia na redução do impacto ambiental dos resíduos gerados e na indução do consumidor em consumir um produto derivado do peixe (SOUSA *et al.*, 2021).

O patê é um produto curado e de massa fina, é considerado um embutido cozido, havendo dois tipos: o cremoso (uma parte crua e outra cozida) e o pastoso (matéria-prima cozida), podendo ser feito a partir de carnes, miúdos comestíveis, sendo que uma diversa variedade de espécies animais pode ser usada, e uma delas é o uso do peixe (MINOZZO, 2005).

2.1.3 Aproveitamento de subprodutos da tilápia

O principal produto da tilapicultura são os filés, que têm sido considerados uma das carnes de pescado com maior aceitação no mercado consumidor, por apresentar características atrativas, tais como carne branca, de textura firme, sabor suave e ausência de espinhos em forma de “y”, o que a torna uma ótima espécie para o processo de filetagem (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

No entanto, a tilápia apresenta um baixo rendimento de filé, que fica em torno de 32% a 35%, gerando grandes quantidades de resíduos nas indústrias pesqueiras (BARROSO; PINCINATO; MUNOZ, 2017).

Os resíduos são sobras que, na maior parte das vezes, deixam de ter utilidade para a fonte geradora. Na indústria de beneficiamento de pescado os resíduos referem-se aos subprodutos e sobras com valor relativamente baixo, como por exemplo peixes fora do tamanho comercial, cabeças, carcaças, peles, escamas e vísceras obtidas nos processos de filetagem (VIDAL-CAMPELLO *et al.*, 2021).

Esses resíduos da indústria pesqueira podem vir a representar 75% do peso total da matéria-prima original, e a elaboração de subprodutos originados a partir dos resíduos de pescado pode servir como uma forma sustentável de aproveitamento, diminuindo os impactos ambientais (DECKER *et al.*, 2016). A transformação de resíduos em subprodutos é a base do conceito de sustentabilidade, produzindo mais por menos.

2.1.4 Desenvolvimento de produtos derivados da tilápia

Em geral, durante o beneficiamento de pescados, gera-se uma quantidade expressiva de resíduos que podem ser encaminhados para várias modalidades de aproveitamento. O desenvolvimento de novos produtos industrializados de maior valor agregado evita desperdícios (GONÇALVES, 2011).

Com o uso de máquinas tecnológicas, é possível a aplicação do processo de extração de carne mecanicamente separada (KIRSCHNIK, 2007). Tal processo é capaz de recuperar grande parte da carne ainda aderida na carcaça (OLIVEIRA; CRUZ; ALMEIDA, 2012).

Segundo Olsen, Toppe e Karunasagar (2014), o aproveitamento dos subprodutos do processamento do pescado tem se intensificado nas últimas décadas como forma de mitigar os negativos impactos ambientais ocasionados pelo descarte direto, propiciar aumentos econômicos e ampliar a produção de alimentos.

Várias são as estratégias que vêm sendo utilizadas como forma de aproveitar os resíduos do processamento de pescado. Segundo Bernadino Filho e Xavier (2019), uma forma de aproveitamento dos resíduos sólidos da filetagem de tilápia que vem ganhando espaço no mercado é a obtenção da carne mecanicamente separada (CMS), com intuito de valorização e agregação de valor a esses resíduos.

De acordo com Freitas *et al.* (2012), a CMS constitui a fração comestível do pescado separada mecanicamente e seu rendimento em carne é superior ao da filetagem. Alguns autores

relatam que a recuperação da carne aderida à carcaça pode chegar a 60% do material que passa através da máquina despolpadora.

De acordo com a legislação brasileira, a CMS de pescado é o produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, evisceração, limpeza e a separação mecânica da carne das demais estruturas pertencentes à espécie, como espinhas, ossos e pele (BRASIL, 2017b). A CMS serve de base na elaboração de diversos produtos alcançando um significativo interesse em todo o mundo. A utilização desse material constitui-se em uma alternativa na elaboração de produtos alimentícios, que pode contribuir para a diminuição de problemas de má nutrição, atribuídos à carência ou deficiência de proteínas, além de reduzir os impactos negativos da atividade industrial ao meio ambiente (PIRES *et al.*, 2014).

Segundo a Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000 (BRASIL, 2000), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, entende-se por carne mecanicamente separada (CMS) a carne retirada a partir dos ossos, carcaças ou partes de carcaças, através de processo mecânico. É um subproduto que pode ser utilizado no processamento de reestruturados, como empanados e hambúrguer. É preciso levar em consideração que a quantidade da carne obtida da separação depende da espécie e de seu tamanho, entre outros fatores.

A partir da carne mecanicamente separada (CMS) de peixe é possível desenvolver variedades de produtos e outras preparações que forneçam energia e que favoreçam a boa aceitação do produto pelo público em geral (BOSCOLO *et al.*, 2009; FREITAS *et al.*, 2012).

A CMS pode ser utilizada como base em diferentes formulações, de forma a agregar valor ao produto final, como “fishburgers” (MARENGONI *et al.*, 2009), quibe (VITORASSE, 2012), embutidos (MÉLO *et al.*, 2011), emulsões (VENÂNCIO, 2021) empanados (SIGNOR *et al.*, 2020), salsicha (LAGO, 2016), almôndegas (LUSTOSA-NETO *et al.*, 2018; OLIVEIRA; CRUZ; ALMEIDA, 2012), patês (FREITAS *et al.*, 2012), croquete (BORDIGNON *et al.*, 2010), biscoito (NEIVA; GONÇALVES, 2011), *quenelle* (ANGELINI *et al.*, 2013) e também na produção de farinha através da secagem em um secador de circulação forçada (OLIVEIRA *et al.*, 2015). A carne mecanicamente separada pode ser utilizada inclusive para a produção de farinha (DE MELO *et al.*, 2018).

2.2 Oxidação lipídica em produtos derivados de peixes e utilização de antioxidantes

2.2.1 Oxidação lipídica em produtos derivados de peixes

Os ácidos graxos de cadeia longa formam os lipídeos encontrados nos peixes que, ao relacionar com o oxigênio do ar, origina-se na oxidação dos lipídeos, ou comumente conhecida como rancificação do pescado, ocorrendo mudança no odor e sabor do peixe. A oxidação lipídica acontece pela perda de elétrons de um átomo e/ou grupos de átomos durante a transferência de uma substância para outra, por pares ou apenas de um em um (SANTOS *et al.*, 2018).

No músculo, a oxidação é ocasionada por compostos químicos e/ou espécies que reagem ao oxigênio, ocorrendo a quebra das ligações duplas nas porções fosfolipídicas das membranas celulares, que nos peixes são mais vulneráveis por conta do grau de insaturação (RUFF *et al.*, 2004).

Segundo Marchesi *et al.* (2006), a oxidação lipídica está entre os principais influenciadores na perda de qualidade da carne. A oxidação acontece por fatores como a composição de fosfolipídios, o teor de ácidos graxos poli-insaturados, presença de íons de metais leves, ação do oxigênio, concentração de pigmentos heme, processos mecânicos (moagem, mistura, corte e desossa) e adição de sal, além das várias formas de energia (luz e calor). A produção de radicais livres a partir desses fatores contribui para redução da vida de prateleiras da carne e de seus derivados.

A rancidez oxidativa baseia-se no surgimento de radicais livres (espécies químicas que apresentam um ou mais elétrons desemparelhados), podendo ser oriunda do metabolismo das células ou de fatores externos como a luz ou íons metálicos (GRAY; GOMAA; BUCKLEY, 1996). Como resultado dessa oxidação, são obtidos compostos que trazem características indesejáveis aos produtos (cor, sabor, odor e consistência), assim como substâncias tóxicas podem ser desenvolvidas, como por exemplo: acroleína, malonaldeído (MDA) e os óxidos de colesterol (GARCIA *et al.*, 2002).

Além de depreciar o produto monetariamente, há a redução do valor nutricional ocasionado pela oxidação de proteínas e vitaminas por ação dos peróxidos formados (EPAMINONDAS, 2013).

Para Garcia *et al.* (2003), há a necessidade de que esses processos oxidativos sejam inibidos através do uso de embalagens, vácuo ou atmosfera modificada, e até mesmo o uso de substâncias antioxidantes.

2.2.2 Utilização de antioxidantes em produtos derivados de peixes

Dentre os aditivos alimentares, estão os antioxidantes, os quais possuem uma importância muito grande para a preservação da qualidade de alimentos, especialmente os que contêm lipídios.

Uma das principais causas de deterioração nos alimentos graxos é a peroxidação lipídica, responsável pela alteração de sabor e odor e perda de nutrientes, que resultam na sua rejeição e/ou depreciação pelos consumidores (DE OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A oxidação de decomposição pode ser estabelecida por processos térmicos, radiação química, absorção de raios gama e/ou por iniciação química com íons metálicos e metalproteínas (MENDONÇAS, 2009).

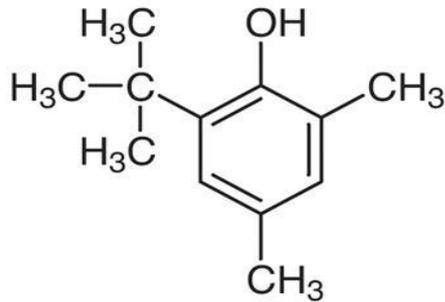
A adição de antioxidantes vem sendo utilizada com sucesso pela indústria, sendo mais recomendada para combater a oxidação lipídica (ALVES *et al.*, 2010; MIRANDA, 2010).

Os antioxidantes são estruturalmente compostos aromáticos que possuem, pelo menos, uma hidroxila. De acordo com Ramalho e Jorge (2006), podem ser sintéticos (muito utilizados pela indústria alimentícia) ou naturais (como os organossulfurados, fenólicos e terpenos). Ademais, podem ser classificados também de acordo com seu mecanismo de ação em primários, em que ocorre a atuação interrompendo a cadeia de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, e secundários, os quais atuam na complexação com metais, decomposição de hidroperóxidos, sequestro de oxigênio, absorção da radiação ultravioleta ou desativação do oxigênio singlete (ADEGOKE *et al.*, 1998; DECKER, 2002).

A Resolução - RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007 estabelece limites para o uso de antioxidantes sintéticos devido aos efeitos tóxicos à saúde humana. Os mais utilizados são: butil-hidroxitolueno (BHT), butil-hidroxi-anisol (BHA), tercbutil-hidroquinona (TBHQ) (TAKEMOTO; TEIXEIRA FILHO; GODOY, 2009).

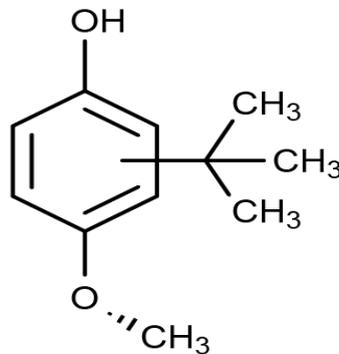
As Figuras 1, 2 e 3, a seguir, são as estruturas químicas dos antioxidantes BHT, BHA e TBHQ, respectivamente.

Figura 1 - Estrutura química do butil-hidroxitolueno (BHT).



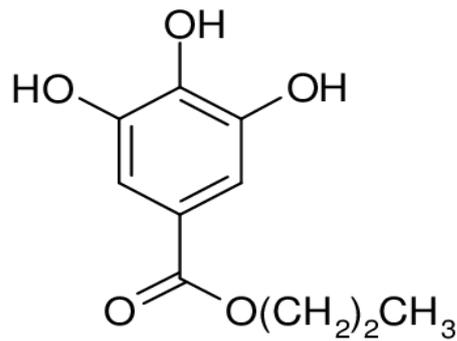
Fonte: Da autora (2023).

Figura 2 - Estrutura química do butil-hidroxi-anisol (BHA).



Fonte: Da autora (2023).

Figura 3 - Estrutura química do tercbutil-hidroquinona (TBHQ).



Fonte: Da autora (2023).

O Ministério da Saúde estabelece o limite de 200 mg/kg para o BHA e o TBHQ, e 100 mg/g para o BHT, como concentrações máximas permitidas (BRASIL, 2005).

As plantas apresentam um alto potencial de níveis antioxidantes para ser aplicado na indústria alimentícia de forma natural com eficácia, e em sua maioria não tóxicas, no entanto, apesar dos benefícios, o uso tem que ter cautela, pois o acréscimo desse tipo de substância pode

trazer características sensoriais não desejáveis ao alimento influenciando negativamente no processo de aceitação do produto (ALMEIDA *et al.*, 2011; BREW, 2011; GUIMARÃES SOBRINHO *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Na busca por antioxidantes, alguns critérios como características organolépticas, como apresentar compatibilidade com o alimento, não apresentar toxicidade mesmo em doses muito acima de sua eficácia, apresentar eficiência e estabilidade em baixas concentrações (entre 0,001% e 0,02%) a altas e baixas temperaturas e estabilidade nas condições de processo e armazenamento do alimento, são levados em considerações. Os antioxidantes são geralmente adicionados ao alimento diretamente como aditivos ou indiretamente na difusão ao produto sendo embalado (MIRANDA, 2010; SHAHIDI; ZHONG, 2010).

2.3 Limão *Tahiti* e aproveitamento de seus resíduos

2.3.1 Limão *Tahiti*

O limão é um fruto rico em sais minerais como cálcio, ferro, fósforo, potássio e zinco. Possui flavonoides com grande potencial antioxidante, além de atividade anti-inflamatória, antialérgica, antiviral e anticarcinogênica (BEHLING *et al.*, 2008; KUMMER *et al.*, 2013; RANGEL, 2008). O sabor característico do limão advém do ácido cítrico presente em concentrações de aproximadamente 6% nas limas e limões, enquanto na laranja e tangerina sua concentração é de apenas 1%. O ácido cítrico é muito utilizado como conservante natural e ainda auxilia na digestão. Também é rico em ácido ascórbico e flavonoides, excelentes antioxidantes que atuam como neutralizante dos radicais livres no organismo, além de fortalecer o sistema imunológico, reduzindo a incidência de infecções (DEL RÍO *et al.*, 2004; MILLEZI *et al.*, 2013; SILVA; SOARES; COSTA, 2001).

Da família *Rutaceae*, o limão apresenta atividade anticancerígena e um potencial antibacteriano dos extratos de diversas partes (folhas, raízes, flores e hastes). O ponto ótimo de maturação de limão para a colheita é caracterizado sensorialmente pelas mudanças de cor da casca, formato, sabor, aroma e textura, que proporcionam condições adequadas para o consumo de um fruto de qualidade (ALMEIDA, 2014).

De origem tropical, o limão *Tahiti* [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] é cultivado desde o século passado na Califórnia, EUA, com sua introdução realizada por meio de sementes importadas da região do *Tahiti* (GUIDO, 2019).

Tem como origem o cruzamento do limão Siciliano (*Citrus limon*) com o limão da Pérsia (*Citrus Limettioides Tanaka*), portanto, um híbrido (PREVIDELI; ALMEIDA, 2020).

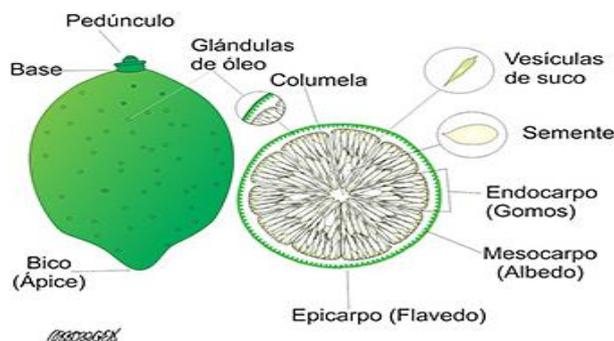
O fruto do limão *Tahiti* apresenta peso médio de 70 a 100 g (MATTOS JÚNIOR; DE NEGRI; FIGUEIREDO, 2003), composto por partes distintas: o flavedo, região com carotenoides, vitaminas e óleo essencial, sendo a parte mais externa do fruto; o albedo, parte branca e aderente à casca, com bons teores de hemicelulose, celulose, lignina, glicídeos e compostos fenólicos; e, por fim, a polpa (MENDONÇA *et al.*, 2006).

Além disso, o suco da fruta é rico em vitaminas, principalmente a vitamina C, variável de 20 a 50 mg/100 ml de suco (BRITO *et al.*, 2017), e seu rendimento de suco corresponde a cerca de 50% do fruto (MENDONÇA *et al.*, 2006), com valores mínimos exigidos para tal, segundo Bassan (2012), de 42 a 50%. Fruto de tamanho médio, com diâmetro de 47 a 65 mm e altura de 55 a 70 mm (MIRANDA, 2010), sendo, portanto, ovalado.

O limão *Tahiti* é um produto que apresenta diversas finalidades no mercado brasileiro, sendo consumido “in natura”, como condimento, aromatizante e saladas. É utilizado também como componente em produtos farmacêuticos, cosméticos e bebidas, como caipirinhas, refrigerantes e sucos concentrados. Como suco concentrado apresenta valor agregado maior, com altos investimentos tecnológicos exercidos pela indústria e com foco no processamento (SILVA, 2019).

A seguir, a Figura 4 demonstra a morfologia do limão *Tahiti*.

Figura 4 - Morfologia do limão *Tahiti*.



Fonte: Araújo e Salibe (2002).

2.3.2 Produção e consumo do limão *Tahiti*

De acordo com levantamento feito pela FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS), em 2019, o volume de lima e limões

produzido pelo Brasil foi de aproximadamente 1,5 milhão de toneladas, posicionando-o como o quinto maior produtor. No entanto, considerando-se apenas a produção de limão *Tahiti*, o Brasil é o segundo maior produtor mundial (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2018). No período de 2009 a 2019, o Brasil aumentou em 59,5% o volume produzido de limas e limões, tendo sido o país que, entre os cinco maiores produtores, teve o aumento mais significativo. A China (que em 2009 liderava o *ranking*), em contrapartida, teve uma queda de 36% em seu volume de produção (FAO, 2019).

A produção mundial aponta o Brasil, em 2020, como o quinto maior produtor de limas e limões, totalizando 1,5 milhões de toneladas produzidas, atrás somente da Índia, maior produtora, México, China e Argentina (FAO, 2022). E, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o estado de São Paulo é o maior produtor do país, com 1,1 milhões de toneladas produzidas em uma área de 31,8 hectares.

Na última década, houve um crescimento expressivo no volume das exportações brasileiras de limões, principalmente para a União Europeia (ROSSI; PANDOLFI, 2019). De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021), o Brasil, em 2010, exportou pouco mais de 63 mil toneladas de limas e limões, e exportou cerca de 119 mil toneladas dessas frutas em 2020. Ainda de acordo com dados do MAPA, o valor das exportações brasileiras de limas e limões praticamente dobrou de 2010 a 2020, saltando de cerca de 50 para pouco mais de 102 milhões de dólares.

2.3.3 Resíduos do limão *Tahiti* e seus usos

Após o processamento de sucos, são gerados, em maior quantidade, os resíduos sólidos, que correspondem a aproximadamente 50% do fruto. Esses resíduos contêm cerca de 60-65% de casca, 30-35% de tecidos internos e até 10% de sementes, sendo, portanto, um resíduo caracterizado por altos níveis de fibras de celulose, pectina, proteínas e hemiceluloses (AWAN; TSUKAMOTO; TASIC, 2013).

Os resíduos são um problema durante o processo industrial já que podem causar entupimento de tanques, além de ser necessário um tratamento de efluentes ou uso de aterros sanitários que representam um processo dispendioso para a indústria (RODRIGUES, 2017).

Como forma de minimizar esses problemas, as indústrias têm utilizado os resíduos principalmente na produção de ração animal, extração de pectina ou em alguns casos são descartados no meio ambiente sem o devido processamento (GARCIA-CASTELLO *et al.*, 2015; TRIPODO *et al.*, 2004; WIDMER; ZHOU; GROHMANN, 2010).

Diversos compostos importantes de valor comercial podem ser extraídos das cascas, potencializando a reutilização sustentável dos resíduos cítricos. Dentre os compostos encontrados nas cascas de frutas cítricas estão aqueles que são biologicamente ativos, como os polifenóis, incluindo ácidos fenólicos e flavonoides. Estes apresentam ação antioxidante, anti-inflamatória, antiproliferativa, antialérgica, antiviral, anticarcinogênica, neuroprotetora e antimicrobiana. Sendo assim, a reutilização das cascas de frutas cítricas se caracteriza como uma fonte importante de compostos bioativos promotores de saúde, podendo ser extraídos e destinados à indústria de alimentos como ingrediente para suplementação, ou ainda cosméticos naturais, produtos farmacêuticos e nutracêuticos (RAFIQ *et al.*, 2018; SHARMA *et al.*, 2017).

2.3.3.1 Farinha da casca do limão

A casca do limão é uma fonte importante de compostos fenólicos, com significativa atividade antioxidante. Uma aplicação potencial para as cascas do limão *Tahiti* seria utilizá-las na fabricação de farinhas que podem ser consideradas uma alternativa viabilizadora e propulsora do ponto de vista ambiental, comercial e nutricional, devido à praticidade de uso, redução da perecibilidade, além de múltiplas atividades biológicas. Segundo López-Vargas *et al.* (2013), a elaboração e a caracterização de farinhas, a partir de coprodutos de frutas, têm sido objeto de inúmeros estudos, que apontam boas características nutricionais e potencial para sua aplicação como ingredientes em alimentos.

A farinha de limão constitui-se uma matéria-prima de baixo custo, com características tecnológicas diferenciadas, podendo ser considerada um ingrediente alternativo na produção de produtos de panificação, como bolos, pães, biscoitos e massas alimentícias, ampliando assim a oferta de novos produtos com alto teor de fibra, tanto para os consumidores saudáveis, quanto para aqueles que apresentam algumas patologias, tais como a constipação intestinal, alto nível de colesterol, obesidade, dentre outras (PEREZ; GERMANI, 2007).

2.3.3.2 Óleo essencial da casca do limão

Outra alternativa para o uso da casca do limão *Tahiti* é a extração dos óleos, uma prática antiga que se perpetua até os dias atuais. Tal prática milenar tem diversas finalidades e os óleos são utilizados para a produção de uma ampla variedade de produtos devido às suas atividades antimicrobianas, antioxidantes, produção de biodiesel, na área alimentícia, farmacêutica, dentre outras.

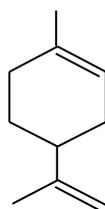
Os óleos essenciais são produtos voláteis de origem vegetal obtidos por processos físicos, como destilação por arraste com vapor de água ou outro método adequado, como a prensagem a frio. Segundo a Resolução RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007, são misturas complexas geralmente odoríferas e líquidas (SILVA, 2011).

Os citros possuem mais de 200 substâncias e, de acordo com Mehl *et al.* (2014), os compostos majoritários (85 a 99% do óleo) são terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos), derivados oxigenados, ésteres, álcoois, aldeídos, que são a fração volátil do óleo. Os compostos minoritários são os denominados fração não volátil, como as cumarinas, ceras, ácidos flavonoides e carotenoides, que representam de 1 a 10% da massa total do óleo (MASSON *et al.*, 2016; RUSSO *et al.*, 2015).

2.3.3.3 Limoneno

Nos óleos essenciais dos cítricos em geral, o limoneno (IUPAC: 1-metil-4-isopropenilciclohex-1-eno), é o mais expressivo componente majoritário, atingindo concentrações de 90 a 96% (GROSSER, 2015). Na Figura 5 encontra-se representada a sua estrutura química.

Figura 5 - Estrutura química do limoneno.



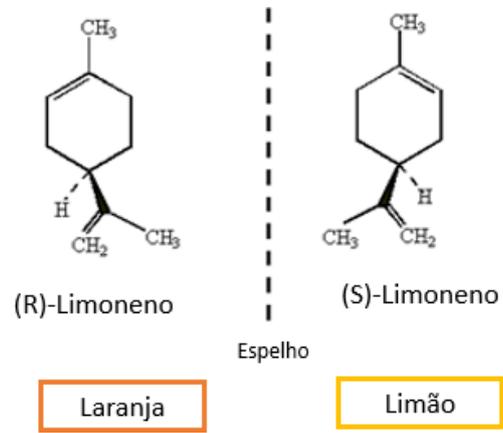
Fonte: Maróstica Júnior e Pastore (2007).

Os dois enantiômeros do limoneno são os monoterpenos predominantes na natureza. O S-(-)-limoneno é principalmente encontrado numa variedade de plantas e ervas como *Mentha* spp, enquanto R-(+)-limoneno é o componente majoritário dos óleos das cascas de limão e laranja. Esse último pode ser utilizado contra a desidratação e crescimento microbiano, suas funções naturais nos vegetais (DEMYTTENAERE; VANOVERSCHELDE; DE KIMPE, 2004).

Os enantiômeros podem ser facilmente diferenciados através do odor. O d-Limoneno possui odor de laranja e o l-Limoneno de limão (SCHLISCHTING, 2008).

Na Figura 6 encontra-se representada a estrutura dos enantiômeros presentes no limoneno, d-Limoneno e o l-Limoneno.

Figura 6 - Estruturas enantioméricas do Limoneno.



Fonte: Jorge (2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Obtenção do limão *Tahiti*

Os limões utilizados foram adquiridos no comércio local de Lavras – MG. Os frutos apresentavam boa aparência e estavam maduros. Antes de sua utilização, foram lavados e higienizados em solução de hipoclorito. As cascas dos limões foram removidas manualmente, evitando a presença do mesocarpo do fruto, e separadas (FIGURA 7) para a extração do óleo essencial e produção de farinha.

Figura 7 - Cascas do limão Tahiti para extração.



Fonte: Da autora (2022).

3.1.1 Rendimento da casca em relação ao fruto

Os frutos utilizados na elaboração do óleo essencial e farinha foram pesados em uma balança, com o objetivo de verificar o rendimento.

Os cálculos dos rendimentos são relações simples entre o peso correspondente da casca em relação ao fruto, feitos na etapa da produção. Para esse método foi utilizada a equação abaixo (Equação 1):

$$R \text{ casca } (\%) = \frac{\text{Massa da casca}}{\text{Massa do fruto}} \times 100 \quad (1)$$

3.2 Óleo essencial da casca de limão *Tahiti* (*Citrus Latifolia* - Tanaka)

A extração do óleo essencial foi realizada pela técnica de hidrodestilação em aparelho graduado *Clevenger* modificado (FIGURA 8), usando-se 100 g das cascas, em 1000 mL de água destilada, em temperatura máxima de 100 °C até atingir a fervura, reduzindo-se posteriormente para 75 °C, por um período de aproximadamente 2 horas (BRITO, 2010).

Figura 8 - Extração pelo método hidrodestilação.



Fonte: Da autora (2022).

3.2.1 Rendimento (R) do óleo essencial

Foram retirados 5 g da casca no balão de 250 ml e adicionados 80 mL de ciclohexano e completado com o *dean stark*, posteriormente acoplado ao destilador, o qual foi ligado na água e aguardou-se aquecimento até iniciar a fervura, e após duas horas desligado com a retirada das bolhas foi efetuada a leitura. O rendimento foi expresso em volume/massa, ou seja, mL de óleo essencial por gramas (g) de material vegetal seco (BRASIL, 1988; FABROWSKI, 2002).

A secagem das amostras de 100 g de massa verde foi feita em triplicata em estufa com circulação de ar à temperatura de 65 °C até massa constante (BRASIL, 2010).

3.2.2 Caracterização do óleo essencial

O óleo essencial obtido foi analisado por cromatografia gasosa acoplada ao Espectômetro de Massas (CG-EM) em equipamento Shimadzu 17A - Shimadzu QP 2010 Plus, usando coluna capilar de gel de sílica fundida Rtx- 5MS, da marca Restek (30 m x 0,32 mm i.d.

x 0,25 µm, tamanho de partícula). A programação de temperatura usada foi: injetor 260 °C, detector 290 °C e forno variando de 50 °C até 290 °C (3 °C/min). O óleo essencial foi solubilizado em diclorometano na concentração de 1 mg/ml, sendo injetado 1 µl da solução preparada. O hélio foi usado como gás de arraste, com fluxo constante de 1,0 ml/min.

A identificação dos componentes do óleo essencial foi realizada pela comparação dos seus índices de retenção e espectros de massas (EM) com dados da literatura publicados e com a biblioteca WILEY 275 e NIST 3.0, fornecidos pelo sistema GC-EM (Shimadzu 17A-Shimadzu QP 2010Plus). Os resultados também foram confirmados comparando a ordem de eluição das substâncias com seus índices de retenção relativos, relatados na literatura especializada (ADAMS, 2007). Os índices de retenção foram calculados para todos os componentes voláteis utilizando os dados de retenção de n-alcenos lineares com C9-C30, conforme descrito por Holler, Skoog e Crouch (2009).

O óleo essencial também foi submetido a testes fitoquímicos para alcaloides, catequinas, fenóis e taninos, cumarinas, flavonoides e saponinas. A prospecção química seguiu a metodologia descrita no Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais (BARBOSA *et al.*, 2004).

Para os alcaloides dissolveram 50 mg da farinha em 5 ml de solução de HCl a 5%, e seguiu-se com a filtração para quatro tubos de ensaio com cerca de 1 ml em cada tubo. Adicionaram-se gotas dos seguintes reativos: Bouchard (iodeto de potássio e iodo em solução aquosa 2:1:100 g), Dragendorff (subnitrito de bismuto, iodeto de potássio, ácido nítrico concentrado e água destilada, nas quantidades de 8 g, 27 g, 20 ml e 100 g, respectivamente) e Mayer (cloreto de mercúrio, iodeto de potássio e água destilada, na proporção de 1,35:5:100 g). Para as catequinas, dissolveram-se 30 mg do EE seco em 3 ml de metanol. Em seguida foi realizada a filtração. Adicionou-se 1 ml de solução aquosa de vanilina a 1% e 1 ml de HCl concentrado.

Para fenóis e taninos foram dissolvidos 50 mg do EE seco em 5 ml de água destilada, filtraram-se e adicionaram-se de uma a duas gotas de solução alcoólica de FeCl₃ a 1%. Para cumarinas foram dissolvidos 30 mg do EE seco em 5 ml de éter etílico. Concentrou-se em banho-maria até 0,5 ml. Aplicaram-se gotas da solução etérea em papel de filtro, de modo a formar duas manchas de aproximadamente 1 cm cada. A uma dessas manchas juntou-se uma gota de solução de NaOH a 1 N. Cobriu-se metade da mancha com papel escuro e a outra metade foi exposta à luz ultravioleta. Para os flavonoides dissolveram-se 100 mg do EE seco em 10 ml de metanol. Filtrou-se. Foram adicionadas cinco gotas de HCl concentrado e raspas de magnésio. Para saponinas espumílicas foram dissolvidos 50 mg do EE seco em 5 ml de água

destilada. Em seguida, diluiu-se para 15 ml e agitou-se vigorosamente durante 2 minutos em tubo fechado.

3.3 Farinha da casca de limão *Tahiti* (*Citrus Latifolia* - Tanaka)

A farinha da casca de limão *Tahiti* foi obtida pela secagem das cascas em estufa com circulação de ar a $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, por aproximadamente 72 horas, até a completa secagem. As cascas secas foram trituradas em liquidificador até a obtenção de uma farinha homogênea. A farinha obtida foi embalada a vácuo e armazenada em temperatura ambiente até o momento das análises. A Figura 9 a seguir ilustra o processo de preparo da farinha da casca de limões *Tahiti*.

Figura 9 - Processo para a produção da farinha do limão.



Fonte: Da autora (2022).

3.3.1 D-Limoneno

Para fins de comparação, foi utilizada a substância química, orgânica, pertencente à família dos terpenos, classe dos monoterpenos, de fórmula molecular $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$. Foi utilizado o dl-limonene da marca Merck para a realização do estudo em questão.

3.4 Análise da atividade antioxidante

3.4.1 Oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico

Essa análise foi realizada com óleo essencial do limão *Tahiti* e limoneno constituinte em majoritário do limão *Tahiti*. A avaliação antioxidante pelo método de oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico foi realizada seguindo a metodologia descrita por Ferreira *et al.*

(2019), com modificações. Em um balão de fundo redondo, foram adicionados 200 mg de ácido linoleico, 1000 mg de Tween 20, 3 mg de β -caroteno e 15 mL de clorofórmio. Após homogeneização, o clorofórmio foi totalmente evaporado utilizando evaporador rotatório a 50 °C e o resíduo foi dissolvido em 500 mL de água destilada saturada de oxigênio. Alíquotas de 2,7 mL da mistura produzidas foram transferidas para tubos de ensaio e, em seguida, foram adicionados 300 μ L das diluições do extrato em etanol, nas concentrações de 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250 e 500 μ g mL⁻¹. A reação-controle foi preparada com 2,7 mL da emulsão A e 300 μ L da diluição mais concentrada do extrato. A leitura da absorbância foi realizada imediatamente em espectrofotômetro a 470 nm e em seguida os tubos foram incubados a 50 °C para a reação de oxidação. Após 60 minutos, a absorbância foi aferida novamente. Para fins de comparação, foi utilizado o BHT como controle positivo nas mesmas concentrações utilizadas para os óleos essenciais.

A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) para esse método foi expressa utilizando-se a equação abaixo (Equação 2):

$$\%AA = 100 \times \left[1 - \left(\frac{A_0 - A_t}{A_{00} - A_{0t}} \right) \right] \quad (2)$$

Em que:

A₀: absorbância no início da incubação, com a amostra;

A_t: absorbância depois de 60 minutos, com a amostra;

A₀₀: absorbância no início da incubação, sem a amostra;

A_{0t}: absorbância depois de 60 minutos, sem a amostra.

3.4.2 Método de estabilização do radical DPPH • (2,2-difenil-1-picrilhidrazila)

Essa análise foi realizada na farinha da casca do limão *Tahiti*. A solução etanólica de DPPH foi preparada na concentração de 40 μ g/mL⁻¹. Os óleos essenciais foram diluídos em etanol nas seguintes concentrações: 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250 e 500 μ g mL⁻¹. Em tubos de ensaio foram adicionados 2700 μ L da solução estoque de DPPH, seguidos de 300 μ L das diluições dos óleos essenciais. Uma reação controle foi preparada contendo 2700 μ L de etanol e 300 μ L da diluição mais concentrada dos óleos essenciais. Foi preparado também um controle negativo, contendo 2700 μ L da solução estoque de DPPH e 300 μ L de etanol. Os tubos de ensaio foram acondicionados na ausência de luz durante 60 minutos e, em seguida, foram

realizadas leituras de absorvância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm (LOPES-LUTZ *et al.*, 2008). Para fins de comparação, foi testado um controle positivo BHT, nas mesmas concentrações utilizadas para os óleos essenciais.

A porcentagem de atividade antioxidante obtida pelo método de estabilização do radical DPPH foi calculada empregando-se a Equação 3:

$$\%AA = 100 - \left(\frac{A_{am}}{A_{cont}} \times 100 \right) \quad (3)$$

Em que:

A_{am} : absorvância da amostra analisada;

A_{cont} : absorvância do controle negativo.

3.5 Elaboração de empanados de tilápia

Para realização deste estudo foram utilizados filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*), adquiridos no comércio da cidade de Lavras (MG).

A carne mecanicamente separada de tilápia foi obtida a partir do espinhaço resultante do processo de filetagem, no Laboratório de Tecnologia do Pescado do Centro de Pesquisas em Aquicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sob condições higiênicas. Para a recuperação da carne foi utilizada uma máquina despoldadora de pescado, marca High Tech, modelo HT 250. Aproximadamente 15 kg de CMS foram separados em porções de 1 kg e embaladas em sacos de polietileno, vedadas e congeladas em câmara frigorífica a -20 °C. A CMS congelada foi transportada em caixas térmicas para o Laboratório de Carnes e Derivados do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

Os antioxidantes estudados foram a farinha da casca de limão *Tahiti* e o óleo essencial de limão *Tahiti*, extraídos no Laboratório de Química Orgânica – Óleos Essenciais do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, nos quais foram adicionados 1% e 0,1%, respectivamente, nas formulações. Também foram avaliados o limoneno (Merck) com adição de 0,05% e ácido ascórbico (Synth) com adição de 0,5%. As quantidades dos extratos foram definidas de acordo com os testes preliminares.

Os produtos foram elaborados de acordo com a formulação descrita na Tabela 1, em bateladas de 1 kg para cada tratamento (tipo de antioxidante), que correspondem a uma repetição. Os ingredientes foram pesados em balança semianalítica e misturados até a obtenção

de uma massa homogênea, acondicionada sob refrigeração por 15 minutos para sua devida moldagem.

Tabela 1 - Formulação para a elaboração do empanado.

Ingredientes	%	Quantidade (g)
Filé de tilápia	42	420
CMS	40	400
Grão-de-bico	4,4	44
Amido de milho	4,0	40
Creme de cebola	3,0	30
Óleo de milho	3,0	30
Sal	1,5	15
Alho desidratado	1,0	10
Água	0,5	5
Salsinha desidratada	0,3	3
Cebolinha desidratada	0,2	2
Pimenta do reino branca	0,1	1

Fonte: Da autora (2022).

Após a moldagem os produtos foram empanados. Inicialmente as porções de produtos moldados passaram pelo pré-enfarinhamento, que consiste em envolver as porções com uma fina camada de farinha de rosca. Em seguida, as porções passaram pelo líquido de empanamento, que é um líquido viscoso formado por uma mistura de farinha de trigo, amido de milho, leite em pó, sal e água. É importante que o líquido de empanamento cubra uniformemente as porções para promover a adesão da farinha de cobertura (farinha de milho triturada) que é aplicada em seguida, na etapa de empanamento.

Após o empanamento, os produtos passam pelo processo de pré-fritura, com imersão do produto em óleos e gorduras sob altas temperaturas (180-200 °C), por um curto período (20 a 35 segundos) para assegurar estabilidade ao produto frito e conferir características importantes e desejáveis aos alimentos, como: aroma, sabor, cor e a dissolução na boca (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009; SOORGI *et al.*, 2012). Após a pré-fritura, as porções foram congeladas (-18°C) e mantidas nessa condição até o momento de uso, sendo submetidas às análises após sua devida cocção.

A Figura 10 exemplifica os produtos obtidos.

Figura 10 - Empanado preparado.



Fonte: Da autora (2022).

3.5.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 tratamentos (T1 - controle, T2 – farinha da casca de limão, T3 – óleo essencial de limão, T4 - limoneno, T5 - ácido ascórbico), em três repetições. Imediatamente após a produção dos empanados, os produtos foram analisados quanto a sua composição centesimal, pH e qualidade microbiológica.

O restante do produto foi estocado a -18°C e analisado nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias, quanto à cor, textura, cocção, estabilidade oxidativa (TBARS), atividade de água e perfil sensorial por meio de grupo de foco.

3.5.2 Análise centesimal do empanado

3.5.2.1 Análise de umidade

Os teores de umidade das amostras foram determinados utilizando-se 2 gramas da amostra, aquecida em estufa a 105°C , em cadinhos previamente calcinados, até a obtenção do peso constante das amostras. A umidade foi determinada segundo a Equação 4:

$$\% \text{ umidade} = 100 - (((m' - t) / (m - t)) \times 100) \quad (4)$$

Em que:

m = massa total do sistema (vidraria mais alíquota da amostra) no início do processo;

m' = massa total do sistema (vidraria mais alíquota da amostra) no final do processo;

t = massa da vidraria utilizada;

100 = fator percentual de cálculo.

3.5.2.2 Determinação de cinzas

As amostras utilizadas para calcular o teor de umidade no cadinho foram encaminhadas para a mufla a 550 °C até o peso constante da amostra. O teor de cinzas foi determinado segundo a Equação 5:

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{\text{Resíduo do cadinho (g)}}{\text{Peso amostra(g)}} \times 100 \quad (5)$$

3.5.2.3 Análise de proteína

A análise de proteína foi realizada por destilação pelo método analítico de Kjeldahl no aparelho de destilação de nitrogênio. Foi pesada aproximadamente 0,2 g de amostra e 0,5 g de mistura catalítica (tartarato duplo de Na e K + CuSO₄), e acresceu-se juntamente com as amostras e 3 mL de H₂SO₄(ácido sulfúrico) p.A. no tubo de Kjeldahl, levando essa mistura para a digestão ácida a 400 °C em bloco digestor por aproximadamente 30 minutos, para que ocorra a digestão total da solução em NH₃ (amônia), com o tubo de Kjeldahl acoplado ao aparelho de destilação de nitrogênio, adicionando-se quantidade suficiente de NaOH a 60% para neutralização da solução, saturando-a até a mudança de coloração. Ocorreu o desprendimento de NH₃ (amônia), que foi recolhida em um *erlenmeyer* contendo 20 mL de H₃BO₃ (ácido bórico) e 2 gotas do indicador vermelho de metila, processo esse chamado de destilação, que por diferenças de temperatura a amônia presente no tubo foi desprendida pelo aparelho até o *erlenmeyer*, podendo-se visualizar a mudança de coloração. Após esse processo de destilação, a solução presente no *erlenmeyer* foi titulada com HCl (ácido clorídrico) para então quantificar o N₂ (nitrogênio) e calcular a porcentagem total de proteínas presentes nas amostras. Os valores gastos de HCl foram utilizados para calcular o teor de nitrogênio em proteína através do fator de correção de 5,75. O teor de proteína foi determinado segundo a Equação 6:

$$\% \text{ de protídeos (m/m)} = \frac{V \times Fc \times 0,14 \times f}{P (g)} \quad (6)$$

Em que:

V: Volume gasto na titulação (mL);

Fc: Fator de correção do ácido sulfúrico 0,02N;

F: Fator de conversão (5,83);

P: Peso da amostra (g).

3.5.2.4 Análise de lipídios

Foram obtidos através da extração de Soxhlet com éter de petróleo utilizando-se aproximadamente 2 g de amostra sem umidade, durante seis horas até completa extração. Através da amostra obtida da análise de lipídio, estando essa desengordurada e sem umidade, retirou-se 0,2 g para a determinação das fibras, através de digestão ácida e básica a 150 °C, seguida de filtração em papel filtro de peso conhecido, com posterior condução da amostra para estufa e mufla para a obtenção de fibras. O teor de lipídio foi determinado segundo a Equação 7:

$$\% \text{ Lipídios} = \frac{P3 - P1}{P2} \times 100 \quad (7)$$

Em que:

P3: Peso do frasco com óleo;

P2: Peso da amostra;

P1: Peso do frasco vazio.

3.5.2.5 Carboidratos totais

Calculado como a diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, gorduras, fibra alimentar, umidade e cinzas, através do método por cálculo (por diferença). No entanto, existem alguns pontos negativos nesse método, pois todas as determinações devem estar corretas, caso contrário o valor de carboidratos encontrado não foi verdadeiro. O teor de carboidratos totais foi determinado segundo a Equação 8:

$$\text{Carboidratos} = 100 - (\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{lipídios} + \text{proteínas}) \quad (8)$$

3.5.2.6 Análise de pH

A determinação de pH foi realizada após pesagem de 2 g da amostra seguida por homogeneização em água destilada (50 mL), mantida em agitação constante em agitador

magnético por aproximadamente 2 minutos, e realizada a leitura da amostra. O pH foi determinado segundo a Equação 9:

$$pH = -\log [H^+] \quad (9)$$

3.5.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas foram: coliformes a 45 °C, estafilococos coagulase positiva/g, de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação brasileira, Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), da ANVISA/Ministério da Saúde, Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos - ANEXO I, Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos, com a metodologia estabelecida pela legislação vigente do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Após a conformidade dessa análise foi realizado o grupo de foco.

3.5.4 Características de cor

Foi utilizado o aparelho colorímetro Minolta CR 410, para obtenção dos parâmetros de L (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela). Também foi obtido o croma, que corresponde à relação entre os valores de a* e b*, obtendo-se a cor real do objeto analisado (HARDER; CANNIATTI-BRAZACA; ARTHUR, 2007). O parâmetro L (luminosidade) quantifica a variação do branco (100) ao preto (zero), e o parâmetro “a*” quantifica a variação das cores do verde (- 60) para o vermelho (+60), enquanto o parâmetro “b*” quantifica a variação de azul (- 60) ao amarelo (+ 60) (KONICA MINOLTA, 2003).

3.5.5 Textura instrumental

A análise de textura foi realizada em texturômetro TA.XT/Plus/50 (Stable Micro Systems, Inglaterra) e programa Texture Exponent 32 (Stable Micro Systems, Inglaterra), nas amostras de empanado que passaram pelo processo de cocção.

A avaliação da textura foi realizada pelo método de análise de perfil de textura (TPA), equipado com um probe P/2 (2 mm de diâmetro) e uma célula de carga 10 kg. Foram avaliadas

em triplicatas amostras com 6 cm de diâmetro a cada tratamento.

A força de cisalhamento foi realizada utilizando um texturômetro universal TA.XT plus Texture Analyser (STABLE MICRO SYSTEM®). O teste foi realizado com uma velocidade de 0,005 m s⁻¹, 0,002 m s⁻¹ e 0,010 m s⁻¹ para pré-teste, teste e pós-teste, respectivamente, usando a distância de 0,022 m. Empregou-se a probe Warner-Bratzler (HDP/WBV), utilizando célula de carga de 25 kg. A força máxima de cisalhamento, em kg, foi automaticamente determinada pelo programa Texture Expert for Windows, versão 1.19. A seguinte análise foi realizada em triplicata com amostras de 5 cm por 5 cm.

3.5.5 Características de cocção dos empanados

3.5.5.1 Rendimento da cocção

Após descongelamento das amostras, os empanados foram assados em forno elétrico a 200 °C por cerca de 15 minutos, sendo virados de 5 em 5 minutos, até alcançarem a temperatura interna de 74 °C. Os percentuais de rendimento dos empanados foram calculados pela diferença entre o peso da amostra crua e da cozida, de acordo com Berry (1992) e Seabra *et al.* (2002), como demonstra a Equação 10:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{peso da amostra cozida}}{\text{peso da amostra crua}} \times 100 \quad (10)$$

3.5.5.2 Porcentagem de encolhimento (retração)

A porcentagem de encolhimento foi calculada segundo Berry (1992) e Seabra *et al.* (2002), através da Equação 11:

$$\% \text{ encolhimento} = (\text{diâmetro da amostra crua} - \text{diâmetro da amostra cozida}) \times 100 \quad (11)$$

3.5.6 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA)

Foi transferido aproximadamente 1,0 g da amostra previamente triturada para um tubo de polipropileno de 15 mL e adicionados 5,0 mL de cloreto de potássio 1%. A mistura foi homogeneizada em vórtex por 2 min e posteriormente centrifugada por 10 min a 5000 rpm. Uma alíquota de 1,0 mL do sobrenadante foi transferida para outro tubo de polipropileno e

adicionados 250 μ L de ácido tricloroacético 30% (m/v), 500 μ L de ácido tiobarbitúrico 0,8% (m/v) e água destilada suficiente para completar o volume final de 2,0 mL. Após a adição de cada componente, a mistura foi novamente homogeneizada em vórtex seguindo a sequência supracitada. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 30 min e decorrido esse tempo foram adicionados sobre a mistura 5,0 mL de 1-butanol, e a mistura foi homogeneizada em vórtex durante 2 min e centrifugada a 4000 rpm durante 10 min. A absorbância da fase orgânica foi medida em espectrofotômetro em comprimento de onda de 535 nm (BIASSI, 2016).

3.5.7 Atividade de água

O ensaio de atividade de água foi realizado no aparelho AquaLab Series 4TE, em triplicata. Amostras de aproximadamente 5 g de cada um dos empanados foram colocadas em recipiente próprio, introduzidas no leitor de atividade de água, à temperatura média de $25,0 \pm 0,30$ °C.

3.5.8 Grupo de foco

A análise foi realizada nos tempos 0, 30, 60, 90 e 120 dias para a avaliação dos diversos atributos: aparência, aroma, textura, sabor e gosto, seguida de uma impressão global. Os empanados foram fornecidos aleatoriamente a um grupo de 15 provadores não treinados, com idades variando entre 20 e 50 anos. Os provadores foram previamente selecionados, tomando-se o devido cuidado para se evitar fumantes, alérgicos, com ausência de gripes e instruídos quanto ao uso de bebidas alcoólicas, medicamentos e o consumo de alimentos picantes no dia da prova. Foi fornecido aos provadores, entre uma amostra e outra, um copo com água, visando à lavagem da cavidade bucal, a fim de se evitar a influência de uma sobre a outra.

3.5.9 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para obtenção da média e desvio padrão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, pelo programa estatístico Statistic 7.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento da casca em relação ao fruto

O rendimento em casca correspondeu a uma média de 10,26% do fruto. O estudo realizado por Brito (2013) verificou 10,37% o rendimento obtido por meio do estudo de congelamento, e caracterização termo físico-químico e sensorial da polpa aproveitamento do albedo na síntese de pectinase. Já Mendonça *et al.* (2006) verificou 10,6% do flavedo em relação ao fruto.

As cascas, na maioria das vezes descartadas como resíduos, podem ser reaproveitadas para obtenção do óleo essencial ou farinhas usadas no enriquecimento de alimentos usados na indústria de alimentos. O rendimento obtido da farinha de limão foi de 22,6% em relação à casca. Já Santos, Storck e Fogaça (2014) verificou 28,5% da farinha em relação à casca e albedo úmidos.

4.2 Rendimento do óleo essencial

Após a realização da extração em triplicata, foram feitas as médias da massa de cada extração. A Tabela 2 apresenta os dados do rendimento obtido.

Tabela 2 - Médias da massa das extrações de óleo do *Citrus Latifolia* - Tanaka.

Extração	Frasco com planta fresca (g)	Amostra utilizada na umidade (g)	Volume de H ₂ O medido (g)	Óleo extraído (%)
1	728,1	5	3,6264	1,245
2	700	5	3,7729	1,283
3	728,1	5	3,4731	1,1925

Fonte: Da autora (2022).

No presente trabalho observou-se uma média de rendimento do óleo extraído da casca do limão *Tahiti* de 1,24%. Nos estudos conduzidos por Simas *et al.* (2015) foi relatado o rendimento de 1,06% para os óleos das cascas do limão *Tahiti*, já no trabalho de Borges *et al.*

(2021), em que se realizou uma extração, caracterização e avaliação microbiológica de óleos essenciais de rejeitos de frutas cítricas comerciais, *Tahiti* apresentou $1,43 \pm 0,22$ de rendimento.

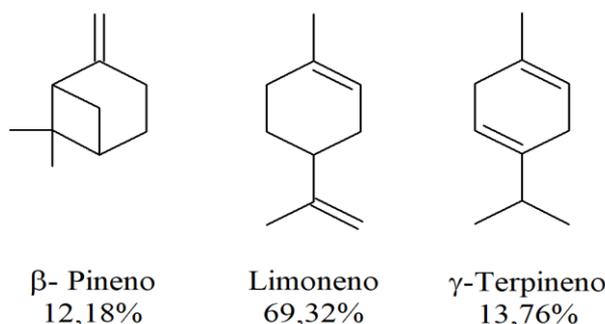
O rendimento do OE tem interferência direta da fase de crescimento em que estava o vegetal no momento da colheita, períodos do dia em que foi obtido, nutrição da planta, forma de cultivo, fatores ambientais, origem geográfica, além de época de colheita, entre outros fatores (ANDRADE, 2013; BAKKALI *et al.*, 2008; SIMÕES; SPITZER, 2000). Vale ressaltar que independente da metodologia adotada para extração do OE, a quantidade de óleo obtida para qualquer espécie de planta é relativamente baixa, sendo geralmente inferior a 1% (BORGES *et al.*, 2021).

4.3 Caracterização fitoquímica

O limoneno é o componente principal das frutas cítricas (30% a 97% dependendo da espécie). Outros componentes também contribuem para a composição do perfil químico, como: α - e β -pineno (0,3% até 15%), γ -terpineno (aproximadamente 10%), mirceno (aproximadamente 3%), entre outros (SIMAS *et al.*, 2015).

No óleo essencial das cascas de limão *Tahiti* não foi diferente. Como se observa na Figura 11 a seguir, os componentes majoritários são limoneno, γ -Terpineno, β - Pineno.

Figura 11 - Componentes majoritários.

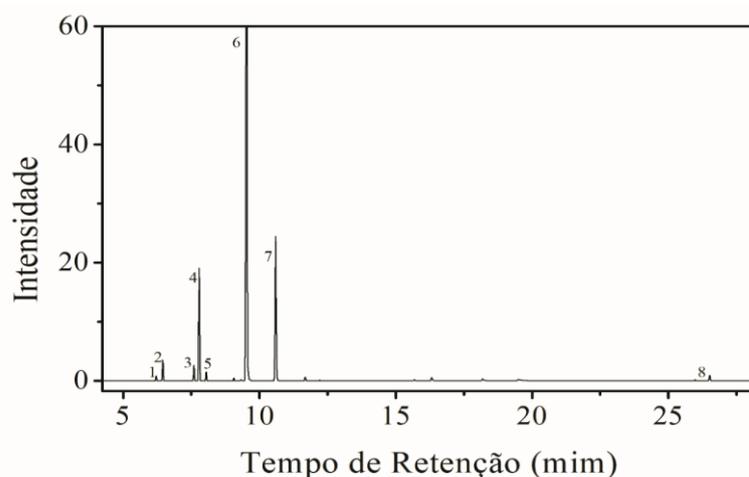


Fonte: Da autora (2022).

O limoneno é um monoterpene presente em frutas cítricas e é usado como agente aromatizante em alimentos como refrigerantes, sucos de fruta, pudins, sorvetes, etc. Esse composto tem atividade no sequestro do radical DPPH e inibição da lipoperoxidação encontradas na literatura (ROBERTO *et al.*, 2010).

Na Figura 12 da cromatografia a seguir, estão demonstrados todos os componentes presentes na farinha do limão *Tahiti*.

Figura 12 - Cromatografia dos componentes presentes na farinha obtida da casca do limão *Tahiti*.



Legenda: ¹ α -Tujona, ² α -Pinoeno, ³ Sabineno, ⁴ β - Pinoeno, ⁵ Mirceno, ⁶ Limoneno, ⁷ γ -Terpineno e ⁸ α -*trans*-Bergamoteno.

Fonte: Da autora (2022).

Seguida pela Tabela 3, em que consta a quantidade em porcentagem dos constituintes presentes.

Tabela 3 - Cromatografia dos constituintes presentes na farinha obtida da casca do limão Tahiti.

IR calc	IR tab	Constituintes	% área
925	924	α -Tujona	0,35
933	932	α -Pinoeno	2,12
972	969	Sabineno	1,13
978	974	β - Pinoeno	12,18
987	988	Mirceno	0,004
1029	1024	Limoneno	69,32
1057	1,054	γ -Terpineno	13,76
1432	1,432	α - <i>trans</i> -Bergamoteno	1,14
Total			100%
Monoterpenos			87,5%
Sesquiterpenos			12,5%

Fonte: Da autora (2022).

De acordo com Oliveira *et al.* (2012), que buscou avaliar o óleo essencial de *Citrus limon* Linneo (limão), o constituinte majoritário do óleo essencial foi o limoneno com 58,81%, seguido em ordem decrescente de teor por γ -terpineno com 9,01%, sabineno com 5,08%, β -pinoeno com 4,91%, β -citral com 1,61% e α -citral com 1,11%, semelhante ao presente trabalho.

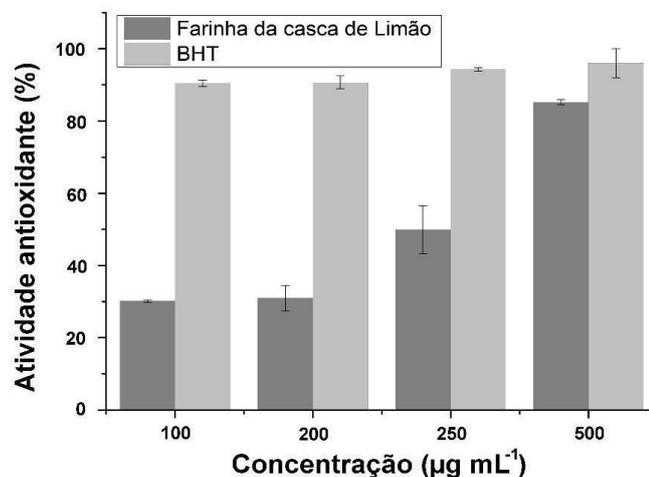
4.4 Análises antioxidantes

Os produtos obtidos apresentaram pequena atividade antioxidante perante a metodologia que avalia a redução do radical estável DPPH. Esse fato pode ser justificado devido a não facilidade de doação de um hidrogênio por parte desses compostos, para neutralizar o radical DPPH, uma vez que essa metodologia se baseia no descoramento de uma solução composta por radicais estáveis DPPH de cor violeta quando na presença de substâncias que podem ceder um átomo de hidrogênio, neutralizando assim o radical (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSSET, 1995).

O método β -caroteno/ácido linoleico pode ser especialmente útil para as investigações de antioxidantes lipofílicos, e é apropriado para a investigação da atividade antioxidante de óleos essenciais. Por outro lado, compostos polares, como o ácido ascórbico, sendo testados apenas por ele, seriam considerados como antioxidantes fracos (KULISIC *et al.*, 2004). Notou-se atividade antioxidante presente na farinha obtida. Esse fato explica a menor eficiência do ácido ascórbico quando comparado com o timol.

Os resultados da atividade antioxidante, obtidos por meio da análise do extrato da farinha da casca do limão e das substâncias de referência (BHT), estão apresentados na Figura 13. Para tornar possível a comparação dos resultados entre os valores da atividade antioxidante obtidos da farinha, todos foram diluídos nas concentrações 5, 10, 25, 50, 100, 200, 250 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Figura 13 - Atividade antioxidante do sistema β -caroteno/ácido linoleico da farinha da casca do limão *Tahiti*.



Fonte: Da autora (2022).

Demonstrou-se uma atividade antioxidante de aproximadamente 30% na concentração de 100 a 200 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 50% na concentração de 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e 90% na concentração de 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

4.5 Análise centesimal do empanado

Quanto aos regulamentos técnicos de identidade e qualidade de empanados do presente estudo, estão dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em Instrução Normativa nº 6 (BRASIL, 2001). Os valores referentes à composição físico-química das matérias-primas estão presentes na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados físico-químicos dos empanados.

Amostras	Umidade	Cinza	pH	Lipídio	Proteína	Carboidratos totais
Controle	57,42±1,09 ^a	1,11±0,12 ^a	6,85±0,02 ^a	27,73±0,09 ^c	12,33±0,04 ^b	1,41±1,02 ^d
AA	52,30±0,63 ^c	0,94±0,03 ^{ab}	6,6±0,02 ^b	27,80±0,09 ^c	11,86±0,04 ^d	7,07±0,55 ^b
F	49,44±0,69 ^d	0,85±0,11 ^b	6,85±0,02 ^a	26,34±0,10 ^d	13,13±0,03 ^a	10,22±0,64 ^a
OE	52,13±0,9 ^c	0,74±0,06 ^b	6,44±0,00 ^c	30,52±0,07 ^a	12,07±0,05 ^c	4,53±0,87 ^c
L	54,65±0,11 ^b	0,93±0,03 ^{ab}	6,42±0,01 ^c	29,96±0,05 ^b	12,07±0,04 ^c	2,37±0,11 ^d

As siglas são referentes C (empanados controle); AA (empanados com adição de ácido ascórbico); F (empanados com adição de farinha de casca do limão); OE (empanados com adição de óleo essencial de casca do limão); L (empanados com adição de limoneno, propriedade majoritária da casca do limão). As letras minúsculas representam a diferença significativa entre as amostras, médias seguidas do desvio padrão com letras diferentes diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2022).

De modo geral, não era esperado que houvesse diferença na composição centesimal dos produtos, pois eles diferiram apenas em relação ao antioxidante que foi adicionado em baixas concentrações.

Segundo Cunha (2020), o teor de umidade está mais associado ao rendimento e qualidade sensorial do alimento, como crocância e textura. As cinzas e umidade não possuem valores padrões estabelecidos pela CMS na legislação vigente. Dentro da literatura, alguns estudos demonstraram os teores de umidade de diferentes formulações, como encontrado por Uchida, Ferroli e Gonçalves (2007), que ao elaborarem empanados a partir de resíduos da

filetagem de tilápia, encontraram um valor para umidade de 50,48%, devido à adição de ingredientes secos em sua formulação, demonstrando semelhança no presente estudo com o empanado com adição da farinha, que apresentou menor teor de umidade em comparação aos demais. Ademais, o processo de pré-fritura colabora com a redução da umidade no empanado (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

Os valores de cinzas diferiram entre as formulações controle e com farinha e óleo essencial. Vale ressaltar que o teor de cinzas em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico, ou resíduo mineral fixo (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) remanescente da queima da matéria orgânica (ZAMBLAZI, 2010). Os resultados apresentaram valores inferiores aos encontrados por Marengoni *et al.* (2009), que avaliaram *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada, variando sua concentração entre 1,12 a 2,44%. Kirschnik (2007) elaboraram empanado de tilápia a partir de sua carne mecanicamente separada (CMS) obtida da tilápia eviscerada e descabeçada (*nugget* I) e carcaças obtidas a partir de resíduo de filetagem de tilápia (*nugget* II), obtendo, respectivamente, os valores de 2,50% e 2,77% para cinzas. Outro fator que influenciou no teor de minerais foram os componentes da formulação como sal, aditivos (glutamato) e condimentos (pimenta do reino) (DA SILVA *et al.*, 2008).

Segundo Brasil (2017a), o pH em carne de peixe deve ser inferior a 7,00, considerando o peixe fresco, resfriado ou congelado, contudo, como se trata de um subproduto do pescado, com adição de outros ingredientes, pode haver alterações no pH, como no caso dos empanados. O pH variou uma média constante entre 6,5 a 6,8. Grande parte dos alimentos frescos é ligeiramente ácida (pH 5,0 a 6,5), como carne, pescados e certos produtos vegetais (OGAWA, 1999). Notou-se que as amostras mais ácidas foram com maior propriedade majoritária limoneno, que possui um pH mais ácido.

Os valores mais elevados de lipídio foram apresentados nas amostras com adição de óleo essencial e limoneno, que possuem maior teor de lipídio. De forma geral, as altas concentrações de lipídeos das formulações podem ser devido ao fato de a CMS ter sido utilizada como matéria-prima, não apenas composta por filé, em que a CMS possui maior concentração de lipídio do que o filé, por ser extraída do músculo abdominal aderido à carcaça (GODOY *et al.*, 2010). Os resultados obtidos por Hosda, Nandi e Grasselli (2013) apresentaram uma média de 14,0% com a elaboração de empanados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com diferentes concentrações de CMS. Ainda colaborou para esse aumento a não realização do processo de lavagem da CMS e da etapa de pré-fritura. Entretanto, a maior parte das gorduras

presentes na tilápia são mono e poli-insaturadas, e seu consumo pode trazer benefícios à saúde (GODOY *et al.*, 2010), além de favorecer os atributos sensoriais do produto final.

No teor de proteína, amostra com adição de farinha da casca do limão sobressaiu sobre as demais. No trabalho de Moura (2012) observou-se a influência da adição da fibra de maracujá em reestruturado empanado a partir de resíduo de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), verificando-se valores em torno de 12%. Em estudos similares, Kirschnik (2007), ao avaliar a estabilidade de empanados com tilápia a partir de sua carne mecanicamente separada (CMS), obteve um resultado para proteínas de 8,93%, encontrando-se abaixo do proposto pela legislação vigente, ressaltando o autor que, como os empanados analisados foram provenientes de carne mecanicamente separada e passaram pelo processo de lavagem, ocorreram perdas nos seus teores proteicos. Conforme a Instrução Normativa nº6, de 15 de fevereiro de 2001, em seu Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados, a porcentagem de proteínas deve ser no mínimo 10%, ou seja, o presente trabalho ficou numa média favorável para empanado produzido com CMS.

Os valores de carboidratos atenderam a exigência da legislação vigente, pois Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados (BRASIL, 2001) destaca que empanados e produtos cárneos não devem ultrapassar a quantidade máxima de 30% de carboidratos totais. O nível de carboidratos deve ser respeitado, evitando um empanamento excessivo, que eleva os níveis de carboidratos e reduz os níveis proteicos. Os níveis de carboidratos estão relacionados à farinha de empanamento, o que aumenta os níveis de rendimento do produto, e como o empanamento foi realizado de forma manual isso explica o resultado com diferença significativa (SIGNOR *et al.*, 2020).

4.6 Avaliação dos empanados durante o tempo de armazenamento

4.6.1 Análise de TBARS das formulações

O TBARS é um ensaio de quantificação do monodialdeído (MDA), formado pela decomposição de hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados durante a oxidação. Dessa forma, os valores de MDA são usados para indicar o grau de oxidação lipídica do pescado (LANZARIN *et al.*, 2016). Nesse sentido, o conhecimento dos valores de TBARS é relevante, pois é considerado um dos principais parâmetros físico-químicos de qualidade de carnes (TERRA, 2006). A seguir a Tabela 5 com a média, desvio padrão e as diferenças significativas de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) das amostras.

Tabela 5 - Resultados das medidas de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) para as formulações de empanados de tilápia em mg de MDA/kg.

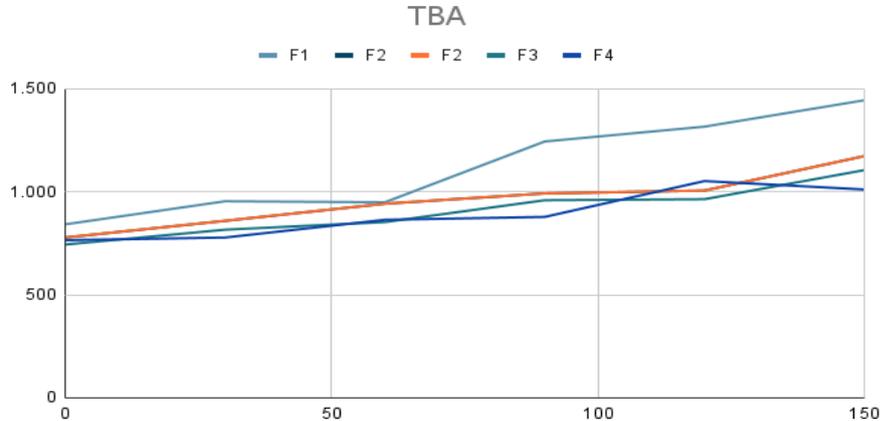
Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	0,842±0,065 ^b	0,778±0,024 ^c	0,744±0,021 ^d	0,765±0,019 ^b	0,695±0,136 ^d
30	0,954±0,176 ^b	0,859±0,006 ^{bc}	0,816±0,00 ^{cd}	0,778±0,018 ^b	0,76±0,009 ^{cd}
60	0,949±0,007 ^b	0,942±0,024 ^b	0,853±0,853 ^c	0,864±0,864 ^b	0,871±0,023 ^{bc}
90	1,244±0,026 ^a	0,992±0,004 ^b	0,959±0,028 ^b	0,878±±0,169 ^b	0,943±0,15 ^{ab}
120	1,316±0,012 ^a	1,006±0,003 ^b	0,964±0,022 ^b	1,052±0,168 ^a	1,076±0,15 ^a
150	1,444±0,183 ^a	1,173±0,133 ^a	1,105±0,157 ^a	1,011±0,169 ^a	1,069±0,15 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

De acordo com a Tabela 5, os teores de substâncias reativas ao TBA variaram entre 0,695 e 1,444. Foram observadas diferenças significativas em todas as amostras no decorrer do tempo, ressaltando os maiores valores na amostra controle. Esse comportamento indica que os extratos adicionados apresentaram atividade antioxidante nos empanados de tilápia, visto que foram eficientes contra a formação de compostos resultantes do processo de oxidação lipídica em comparação à amostra controle, tanto os extratos obtidos da casca do limão *Tahiti* como do antioxidante usual das indústrias ácido ascórbico, evidenciado no Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 - Distribuição das médias dos valores de TBARS (mg de MDA/kg de amostra) das formulações de empanados de tilápia, durante 150 dias de estocagem, sob congelamento (-12 °C).



*C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Para essa análise, foram avaliadas durante o tempo de estocagem todas as formulações, nas quais os valores médios de TBARS foram expressos em mg de MDA/kg de amostra. No Gráfico 1 foi possível perceber o comportamento ascendente da oxidação lipídica em todas as formulações avaliadas, durante todo o tempo experimental.

Castro (2019), estudando “fishburger” de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) adicionado de ácido láurico, verificou valores entre 0,9 e 2,1 mg de MDA/kg de amostra. O ácido láurico nas formulações desenvolvidas não gerou alterações significativas nos valores de TBARS, pelo menos até o período de 120 dias de estocagem, durante a qual em todas as formulações ocorreu um aumento nos valores ao decorrer do tempo.

No pescado, grande parte dos lipídios é formada por ácidos graxos altamente insaturados, que são muito susceptíveis à oxidação, originando compostos com sabor característico que causam alterações na cor e na textura e são muito reativos com outros compostos, como proteínas, causando-lhe a desnaturação (BURT; HARDY, 1992), diminuindo direta ou indiretamente a qualidade sensorial do pescado e de seus produtos (RICHARDS; HULTIN, 2002). Segundo Ogawa e Maia (1999), a desnaturação das proteínas pode ocorrer por meio da reação dos ácidos graxos livres, formados pela hidrólise dos lipídios com as proteínas (actomiosina), ou compostos da oxidação dos lipídios que podem reagir com as proteínas de forma que danifique. Assim, podemos correlacionar os valores de pH e N-BVT

obtidos em nosso trabalho com os valores de TBARS, para corroborar a possível ocorrência de desnaturação proteica e oxidação das linguças durante o período de estocagem.

Os limites máximos de MDA nos peixes não são estabelecidos, porém, esse parâmetro está diretamente relacionado com a deterioração dos peixes, alimento que possui grande quantidade de ácidos graxos insaturados (LANZARIN *et al.*, 2016). Os mesmos autores afirmam que os valores acima de 1-2 mg já podem fazer com que a carne apresente sabor característico de ranço, como demonstrado na amostra controle no tempo 90, e em todas as amostras no tempo 150.

4.6.2 Análise de atividade de água das formulações

Na Tabela 6 estão descritos os valores das médias e desvio padrão da atividade de água.

Tabela 6 - Resultados das medidas da atividade de água.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	0,922±0,002 ^c	0,920±0,007 ^a	0,922±0,006 ^a	0,924±0,001 ^a	0,926±0,00 ^a
30	0,919±0,00 ^c	0,924±0,00 ^a	0,924±0,006 ^a	0,925±0,00 ^a	0,925±0,007 ^a
60	0,928±0,00 ^b	0,925±0,006 ^a	0,925±0,004 ^a	0,924±0,008 ^a	0,926±0,004 ^a
90	0,929±0,00 ^b	0,931±0,00 ^a	0,92±0,351 ^a	0,928±7,071 ^a	0,921±0,00 ^a
120	0,93±0,00 ^b	0,932±0,00 ^a	0,924±0,328 ^a	0,926±0,004 ^a	0,931±0,01 ^a
150	0,94±0,00 ^a	0,939±0,019 ^a	0,928±0,00 ^a	0,923±0,06a ^a	0,931±0,00 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

A atividade de água é um dos fatores intrínsecos em alimentos, considerada uma medida qualitativa, que possibilita avaliar a disponibilidade de água livre. Essa água está disponível para as reações físicas, químicas e biológicas.

A contaminação e deterioração de pescados ocorrem com muito mais facilidade do que na carne de aves e mamíferos, pela sua composição química específica e estrutura frágil, por sua menor quantidade de tecido conjuntivo. Evangelista (2000) enfatiza ainda que, por suas

condições teciduais e maior teor de água, os pescados são mais susceptíveis às alterações enzimáticas, oxidativas e microorgânicas, tornando-se, por isso, a carne mais perecível, pois a autólise ocorre mais rapidamente na carne de pescado.

A atividade de água obtida neste trabalho para o *fishburger* variou entre 0,896 e 0,94, sendo um produto considerado de alta atividade. Pode-se verificar que esse valor encontrado é muito semelhante ao encontrado para as matérias-primas, embora tenha sido adicionado de outros ingredientes na formulação. Na literatura (BAINY, 2014; OLIVEIRA FILHO, 2009), os valores encontrados nesse produto se assemelham.

No estudo de Muzzolon (2015) de *fishburger* à base de polpa de tilápia em *freezer* convencional com função de congelamento rápido, verificou-se 0,98 para polpa e CMS de tilápia, e 0,97 para o *fishburger*. Oliveira Filho (2009) obteve um valor de 0,97 também para atividade de água do *fishburger*. Os valores menores no presente trabalho podem se dar no processo de pré-fritura realizado. Notou-se, também, que a formulação controle foi a única que apresentou diferenças significativas ao decorrer do tempo, logo, verificou-se que possivelmente os extratos convencionais de ácido ascórbico como os extratos obtidos da casca do limão foram eficientes para manter a atividade de água.

4.6.3 Análises de cocção

Na Tabela 7 estão descritos os valores das médias e desvio padrão do rendimento.

Tabela 7 - Resultados das medidas do rendimento das formulações de empanados de tilápia.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	97,036±0,214 ^a	95,23±0,447 ^a	96,15±0,325 ^a	97,296±0,585 ^a	98,556±0,53 ^a
30	96,966±0,8 ^a	93,7±0,296 ^b	96,19±0,495 ^a	97,246±0,794 ^a	98,336±0,484 ^a
60	94,083±0,326 ^b	93,966±0,117 ^b	96,473±0,179 ^a	96,973±0,231 ^a	98,64±0,075 ^a
90	93,695±0,601 ^b	93,99±0,155 ^b	96,495±0,247 ^a	96,52±0,231 ^a	96,85±0,08 ^b
120	93,56±0,60 ^b	93,876±0,131 ^b	95,956±0,14 ^a	96,556±0,152 ^a	96,546±0,105 ^b
150	93,435±0,286 ^b	93,663±0,3 ^b	95,106±0,09 ^b	96,76±0,225 ^a	96,423±0,077 ^b

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Na Tabela 8 estão descritos os valores das médias e desvio padrão do encolhimento.

Tabela 8 - Resultados das medidas do encolhimento das formulações de empanados de tilápia.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	4,237±0,285 ^c	5,266±0,611 ^a	4,076±0,055 ^b	4,207±0,24785 ^c	4,48±0,596 ^b
30	4,353±0,155 ^{bc}	5,5±0,325 ^a	4,343±0,025 ^b	4,833±0,091 ^b	4,78±0,219 ^b
60	4,8±0,481 ^c	5,693±0,394 ^a	5,236±0,116 ^a	5,123±0,085 ^{ab}	4,65±0,0818 ^b
90	4,886±0,098 ^{bc}	5,11±0,173 ^a	4,933±0,058 ^a	5,053±0,049 ^{ab}	4,637±0,03 ^b
120	5,32±0,155 ^{ab}	5,83±0,1053 ^a	5,45±0,42 ^a	5,366±0,050 ^a	4,783±0,0551 ^b
150	5,7±0,098 ^a	5,99±0,053 ^a	5,137±0,15 ^a	5,206±0,085 ^a	5,775±0,07 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Na Tabela 9 estão descritos os valores das médias e desvio padrão do encolhimento.

Tabela 9 - Resultados das medidas da capacidade de retenção de água das formulações de empanados de tilápia.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	94,23±0,28 ^d	95,21±0,17 ^c	94,2±0,24 ^f	94,48±0,59 ^d	94,08±0,05 ^f
30	94,35±0,15 ^d	95,26±0,21 ^c	94,83±0,09 ^e	94,64±0,03 ^c	94,34±0,02 ^e
60	94,8±0,28 ^c	95,5±0,32 ^b	95,05±0,04 ^d	94,65±0,08 ^c	94,93±0,05 ^d
90	94,73967±0,09 ^c	95,42±0,39 ^b	95,12±0,08 ^c	94,78±0,21 ^b	95,14±0,15 ^c
120	95,43±0,22 ^b	95,83±0,1 ^a	95,2±0,08 ^b	94,78±0,05 ^b	95,23±0,11 ^b
150	95,6±0,09 ^a	95,99±0,05 ^a	95,36±0,05 ^a	96,79±0,05 ^a	95,45±0,42 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Os valores encontrados para o rendimento foram favoráveis, agregando valor e qualidade do produto. O alto rendimento do produto elaborado pode estar relacionado ao sistema de cobertura que atua como uma barreira no produto (SÁ VIEIRA *et al.*, 2015). Entretanto, ao longo do tempo ocorreu uma diminuição em todas as formulações, o que pode ser justificado pelo armazenamento, processo de descongelamento e a cocção, em que ocorrem perdas de líquido (“drip”) que contém vitaminas e minerais, resultando em uma perda no valor nutritivo e de qualidade sensorial, tornando os produtos secos e rígidos (GONÇALVES, 2004).

No que se diz respeito à porcentagem de encolhimento, sabe-se que esse é causado pela desnaturação de proteínas durante o processo de cozimento e parcialmente pela evaporação e fusão das gorduras da carne (ULU, 2006; YILDIZ-TURP; SERDAROGLU, 2010). Notou-se que amostras com adição de farinha do extrato encontraram menor encolhimento. Corroborando o presente estudo, Seabra *et al.* (2002) encontraram menor encolhimento em hambúrguer ovino contendo maiores quantidades de fécula de mandioca e farinha de aveia em substituição da gordura. Somado à capacidade da fibra da farinha da casca do limão de reduzir a porcentagem de encolhimento dos produtos, a quantidade de lipídeos nos produtos pode afetar esse parâmetro (BERTOLINI *et al.*, 2011). Verificou-se ainda que amostra com ácido ascórbico não apresentou diferença significativa em nenhum dos tempos, sendo eficaz para a retenção da sua própria água durante a aplicação de forças externas, tais como cortes, aquecimento,

trituração e prensagem (ABERLE *et al.*, 2001). A porcentagem de encolhimento observado por Bainy (2014) no trabalho com *fishburger* de tilápia foi maior, de 6,08 a 6,29%, sendo a possível causa dada à perda de peso no preparo ou na cocção.

A capacidade de retenção de água é um parâmetro utilizado pelas indústrias de carnes, pois está relacionada com a perda de peso, com a qualidade e rendimento da carne e dos produtos cárneos. Ela atua diretamente na qualidade sensorial da carne, pois a perda de água no cozimento pode prejudicar sua suculência e maciez (OLIVO, 2004). Conforme Salgado (2015), a composição proteica de pescados, formada principalmente pelas proteínas miofibrilares, sendo cerca de 50% miosinas, favorece a capacidade de retenção durante o processamento térmico.

Todas as amostras apresentaram alta retenção de água e aumento no decorrer do tempo, entretanto, amostra com presença da farinha apresentou menores valores. Muzzolon (2015) observou que a adição de fibra de trigo e óleo de milho em *fishburgers* elaborados com carne mecanicamente separadas de tilápias aumentou a capacidade de retenção de água do produto, passando de 79% para 87%, demonstrando efeitos benéficos (ALMEIDA *et al.*, 2011).

4.6.4 Características de cor

Na Tabela 10 estão descritos os valores das médias e desvio padrão das coordenadas L*.

Tabela 10 - Resultados das medidas das coordenadas L* das formulações de empanados de tilápia.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	55,22±0,01 ^c	60,01±0,01 ^b	57,11±0,01 ^d	61,09±0,01 ^d	62,5±0,01 ^c
30	56,51±0,35 ^b	62,61±0,43 ^a	57,61±0,51 ^d	61,74±0,42 ^d	62,93±0,22 ^c
60	56,61±0,35 ^b	62,63±0,38 ^a	57,91±0,49 ^d	61,83±0,46 ^{cd}	62,91±0,46 ^c
90	57,18±0,06 ^{ab}	62,97±0,17 ^a	64,12±0,67 ^c	63,38±0,58 ^{bc}	64,57±0,23 ^b
120	57,77±0,03 ^a	62,08±0,7ab	66,31±0,27 ^b	64,13±0,16 ^b	65,07±0,16 ^{ab}
150	58,18±0,79 ^a	63,28±0,73 ^a	69,37±0,13 ^a	66,63±0,08 ^a	65,55±0,07 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Na Tabela 11 estão descritos os valores das médias e desvio padrão das coordenadas a*.

Tabela 11 - Resultados das medidas das coordenadas a* das formulações de empanados de tilápia.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	5,79±0,01 ^a	4,33±0,01 ^c	3,04±0,01 ^b	3,886±0,01 ^b	4,32±0,01 ^b
30	6,08±0,1 ^a	5,196±0,06 ^b	3,423±0,08 ^b	3,886±0,01 ^b	4,75±0,1 ^b
60	5,973±0,19 ^a	5,196±0,06 ^b	3,503±0,09 ^b	3,92±0,26 ^b	4,763±0,26 ^{ab}
90	4,886±0,46 ^b	6,863±0,44 ^a	4,53±0,18 ^a	4,463±0,44 ^b	5,986±0,21 ^a
120	4,39±0,44 ^{bc}	6,863±0,44 ^a	4,826±0,16 ^a	5,246±0,05 ^a	5,13±0,09 ^{ab}
150	4,073±0,21 ^c	6,863±0,44 ^a	4,943±0,43 ^a	5,063±0,26 ^a	5,38±0,01 ^{ab}

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Na Tabela 12 estão descritos os valores das médias e desvio padrão das coordenadas b*.

Tabela 12 - Resultados das medidas das coordenadas b* das formulações de empanados de tilápia.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	18,756±0,01 ^c	22,44±0,01 ^c	18,55±0,01 ^c	19,68±0,01 ^d	22,426±0,01 ^d
30	19,116±0,16 ^c	22,873±0,04 ^c	18,83±0,07 ^c	19,933±0,07 ^d	22,583±0,01 ^d
60	18,93±0,06 ^c	23,853±0,14 ^{bc}	18,97±0,21 ^c	19,763±0,15 ^d	22,636±0,15 ^d
90	18,93±0,06 ^c	26,416±0,44 ^b	27,406±1,29 ^b	31,366±0,14 ^c	27,7±0,25 ^c
120	24,553±0,39 ^b	26,416±1,62 ^b	29,583±0,37 ^b	36,63±0,31 ^b	36,91±1,52 ^b
150	34,553±0,39 ^a	36,416±1,62 ^a	37,416±1,78 ^a	40,34±0,49 ^a	40,33±2,04 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Parâmetro de cor *L remete-se à luminosidade e brilho de uma amostra, portanto, pode-se observar que ao longo do tempo todas as amostras apresentaram diferença significativa com uma diminuição dos valores obtidos. Nota-se que a amostra com farinha da casca do limão obteve maior brilho no tempo 0, isso pode ser atribuído a retenção de água (CRA) devido à presença da farinha.

No trabalho de Biassi (2016), a tirinha forneável de tilápia elaborada teve maior brilho (L* de 53,8 ± 1,0), comparada à amostra comercial (45,4 ± 0,8). Nos resultados obtidos por Fogaça (2009) em seu estudo, o autor encontrou valores de L* de 65,06 para carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-Nilo. Já Larosa (2011) observou valores de L* de 64,72 em CMS de tilápia-do-Nilo com 120 dias de armazenamento.

Uyhara *et al.* (2008) observaram que o uso de CMS provoca o escurecimento em salsichas de peixe, e justificaram tal fato devido à incorporação de pigmentos das nadadeiras e restos de pele presentes nas carcaças durante a passagem dos resíduos pela máquina separadora de carne e ossos. Isso pode ter ocorrido na presente pesquisa, pois na elaboração da CMS continha esses resíduos.

No parâmetro a* as amostras apresentaram o tom avermelhado em todos os tempos, com a amostra controle (Nc) sobressaindo nessa tonalidade no tempo 0. Verificou-se ainda que

as amostras com presença do antioxidante apresentaram valores crescentes. Segundo Hunterlab (2008), a intensidade de vermelho (a^*) tende a perder os tons vermelhos, sendo que essa tendência de perda da cor vermelha poderá estar relacionada à oxidação parcial da hemoglobina na amostra controle.

Quanto a variável b^* , esta mede o teor de amarelo, e no presente estudo houve diferença estatística ao longo do tempo em todas as formulações de forma decrescente. Em estudo de salsichas de tilápia, os valores de b^* apresentaram uma média geral de 15,01 (OLIVEIRA FILHO, 2009). Diferentemente, em *fishburgers* de tilápias com média de 17,5 (BAINY *et al.*, 2015) a intensidade de amarelo foi maior. Essas variações são decorrentes das variações naturais da coloração das carnes utilizadas para a elaboração desses produtos.

Aparência e a cor do pescado estão relacionadas com as ligações da carne e da água, e a pigmentação na superfície da carne. O músculo do pescado é classificado como músculo claro e escuro, os pigmentos musculares como a mioglobina e hemoglobina são responsáveis pela cor. Dependendo das espécies de peixes, a pigmentação pode ser oxidada, resultando em escurecimento ou desbotamento (DAWSON *et al.*, 2018; MANCINI *et al.*, 2009; OGAWA, 1999).

4.6.5 Análise de textura

A textura de peixes é uma propriedade complexa, que depende de uma série de fatores, como conteúdo de gordura e colágeno, pH, atividade microbiana e processos autolíticos, que causam uma degradação das proteínas miofibrilares e conseqüente amolecimento muscular (LI *et al.*, 2012). Alguns pesquisadores associam a queda do pH muscular com textura firme e uma significativa perda de água no descongelamento, enquanto outros sugerem a participação de várias enzimas na deterioração da textura da carne durante a estocagem (MATTIO; PAREDI; CRUPKIN, 2001; SATO *et al.*, 1991). Nota-se que, de maneira geral, os consumidores tendem a avaliar de forma negativa os filés que apresentam textura suave (ASHTON; MICHIE; JOHNSTON, 2010).

Nas Tabelas 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19, a seguir, demonstram-se os parâmetros das análises de textura.

Tabela 13 - Resultados das médias de cisalhamento das formulações de empanados de tilápia.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	8,68±0,05 ^a	7,46 ±0,33 ^a	11,43±0,33 ^a	9,75±0,1 ^a	8,4±0,4 ^a
30	6,12±0,09 ^b	5,74 ±0,61 ^b	7,72±0,56 ^b	7,07±1 ^b	5,43±0,54 ^b
60	4,46 ±0,01 ^c	4,35±0,08 ^c	4,32±0,06 ^c	4,55±0,58 ^c	4,31 ±0,03 ^c
90	4,23±0,00 ^c	4,22±0,02 ^c	4,23±0,03 ^c	4,24±0,023 ^c	4,65±0,08 ^c
120	4,1±0,05 ^c	4,1±0,09 ^c	4,05±0,02 ^c	4,07±0,00 ^c	4,09±0,07 ^c
150	4,41±0,21 ^c	4,34±0,23 ^c	4,24±0,00 ^c	4,39±0,07 ^c	4,43±0,04 ^c

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 14 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de coesividade.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	0,36±0,06 ^{ab}	0,26±0,005 ^c	0,26±0,027 ^b	0,33±0,0159 ^b	0,27±0,001 ^c
30	0,35±0,0039 ^b	0,34±0,024 ^{bc}	0,38± 0,07 ^{ab}	0,37±0,024 ^b	0,369± 0,023 ^b
60	0,34 ±0,255 ^b	0,34±0,0304 ^{bc}	0,36±0,0385 ^{ab}	0,34±0,024 ^b	0,34±0,0144 ^{bc}
90	0,34±39,98 ^b	0,36±11,41 ^{bc}	0,46± 0,017 ^a	0,35±0,016 ^b	0,41±0,038 ^{ab}
120	0,35±0,007 ^b	0,44±0,007 ^{ab}	0,464±0,017 ^a	0,39±0,016 ^b	0,47±0,038 ^a
150	0,46±0,043 ^a	0,55±0,018 ^a	0,39± 0,01 ^{ab}	0,48±0,016 ^a	0,49±0,00 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 15 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de elasticidade.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	0,36±0,03 ^{ab}	0,26±0,01 ^c	0,26± 0,07 ^b	0,32±0,055 ^b	0,27±0,437 ^c
30	0,34±0,154 ^b	0,34± 0,134 ^{bc}	0,35±0,051 ^{ab}	0,36±0,034 ^b	0,36±0,117 ^b
60	0,355±0,096 ^b	0,347±0,007 ^{bc}	0,368±0,035 ^{ab}	0,34±0,0179 ^b	0,34±0,591 ^{bc}
90	0,34±9,98 ^b	0,36±11,41 ^{bc}	0,46±0,064 ^a	0,35± 0,016 ^b	0,41±0,13 ^{ab}
120	0,35±0,026 ^b	0,44±0,039 ^{ab}	0,46±0,064 ^a	0,38±0,0167 ^b	0,46±0,154 ^a
150	0,46±0,063 ^a	0,54±0,055 ^a	0,39±0,015 ^{ab}	0,48 ± 0,019 ^a	0,49±0,009 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 16 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de gomosidade.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	303,78±89,16 ^a	270,2±24,756 ^{ab}	476,01±15,507 ^{bc}	230,02±40,33 ^d	254,54 ±69,96 ^d
30	369,46±268,82 ^a	195,8±21,58 ^b	404,76±36,203 ^{ab}	391,47±83,89 ^c	293,98 ±24,94 ^{cd}
60	357,4±82,88 ^a	237,26±24,62 ^{ab}	660,35±55,45 ^a	367,63±94,34 ^c	406,71±39,419 ^{bc}
90	395,28±139,96 ^a	318,580±11,41 ^{ab}	560,19±87,387 ^a	260,5±67,044 ^{bc}	417,11±43,22 ^b
120	421,17±78,85 ^a	411,41±58,3 ^{ab}	566,12±33,384 ^a	373,67±39,04 ^{ab}	483,77±65,639 ^{ab}
150	481,62±80,75 ^a	569,65±61,74 ^a	480,86±47,896 ^a	358,7±107,7 ^{cd}	400,83±19,876 ^{ab}

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 17 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de mastigabilidade.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	1110,67±41,485 ^b	1194,42±7,394 ^c	1191,057±64,3 ^{bc}	1121,83±32,01 ^a	1134,67±56,00 ^{ab}
30	11129,15±181,46 ^b	1150,8±114,4 ^{bc}	1137,83±182,2 ^c	1157,11±46,18 ^a	1122,93±455,3 ^b
60	1112,4±37,6595 ^b	1119,52±5,67 ^c	1121,77±64,2928 ^c	1137,83±47,21 ^a	1177,22±46,103 ^{ab}
90	1135,69±139,9 ^b	1149,68±111,41 ^c	1183,84±0,005 ^c	1162,73±0,007 ^a	1147,77±0,003 ^{ab}
120	1151,95±6,648 ^b	1295,88±23,389 ^{ab}	1289,4±19,87 ^{ab}	1177,22±33,384 ^a	1206,41±43,221 ^{ab}
150	1410,86±50,43 ^a	1434,78± 25,3 ^a	1355,49±15,55 ^a	1506,53±41,929 ^a	1233,94±147,77 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 18 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de resistência.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	4,06 ±0,111 ^a	4,05 ±0,004 ^a	4,06±0,014 ^a	4,06±0,061 ^a	4,05 ±0,007 ^a
30	4,07±0,01 ^a	4,05 ±0,01 ^a	4,07± 0,22 ^a	4,07 ±0,004 ^a	4,07 ±0,083 ^a
60	4,05 ±0,111 ^a	4,6± 0,005 ^a	4,05±0,022 ^a	4,06±0,007 ^a	4,08 ±0,003 ^a
90	4,06±0,004 ^a	4,06± 0,005 ^a	4,07±0,011 ^a	4,07±0,043 ^a	4,09±0,028 ^a
120	4,07±0,003 ^a	4,07±0,004 ^a	4,1±0,005 ^a	4,07±0,007 ^a	4,07±0,003 ^a
150	4,13±0,096 ^a	4,08±0,006 ^a	4,09± 0,005 ^a	4,09±0,002 ^a	4,09±0,006 ^a

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 19 - Resultados das médias do perfil de textura (TPA) no parâmetro de adesividade.

Tempo de estabilidade das amostras	C	AA	F	OE	L
0	-10,88±9,63 ^a	-3,17±0,6 ^a	-2,54±58,69 ^a	-2,67±121,25 ^a	-1,03±1,319 ^b
30	-5,02±9,477 ^a	-2,59±71,18 ^a	-3,3±48,068 ^a	-12,09±20,749 ^{ab}	-4,38±3,966 ^b
60	-53,12±10,54 ^a	-1,92± 0,91 ^a	-2,27±0,751 ^a	-5,28±8,521 ^a	-0,93±0,771 ^{ab}
90	-34,14±9,98 ^a	-2,97±10,1 ^a	-5,77±6,1 ^a	-8,3±22,78 ^a	-8,91±26,47 ^a
120	-26,405±3,09 ^a	-4,66±18,722 ^a	-32,89±61,1 ^a	-31,14±22,78 ^{ab}	-11,26±26,4 ^{ab}
150	-40,32±6,92 ^a	-56,37±18,41 ^b	-36,01±1,58 ^a	-51,59±2,2 ^b	-51,99±3,44 ^{ab}

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. a-b Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. *C (Empanado Controle), AA (Empanado com adição de ácido ascórbico), F (Empanado com adição de farinha da casca do limão *Tahiti*), OE (Empanado com adição de óleo essencial da casca do limão *Tahiti*) e L (Empanado com adição do limoneno da casca do limão *Tahiti*).

Fonte: Da autora (2022).

A força de cisalhamento, além de medir diretamente a maciez da carne, pode indicar alterações na estrutura química do alimento. Valores menores de força de cisalhamento indicam a menor resistência do alimento ao cisalhamento. Isso pode ter ocorrido neste estudo, o que é reforçado pelo correspondente aumento do índice de fragmentação miofibrilar na medida em que a força de cisalhamento diminuiu a partir de 30 dias de armazenamento em -18 °C. Os resultados mostrados neste estudo das amostras de empanamento de tilápia sob os tratamentos 30 para os demais tempos apresentaram diferença significativa, variando entre 4,06 e 11,43 N, em que uma tendência de redução foi observada (TABELA 11). Os resultados encontrados foram menores que do trabalho realizado por Albert *et al.* (2009) com empanados de merluza, que observaram valores entre 10 e 30 N para força de cisalhamento.

Verifica-se um aumento em relação à coesão, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade ao longo do tempo em todas as amostras, indicando maior força necessária para rompê-las ao serem mordidas. Entende-se que o líquido liberado durante o armazenamento sob congelamento e descongelamento para cocção pode conter substâncias diferentes de gordura que podem ser proteínas de fibras, tais como elastina ou fibronectina, que possuem funções estruturais e adesivas, e o colágeno solubilizado pode atuar como uma cola orgânica, aumentando os resultados das amostras (KOOLMAN; RÖHM, 2005).

Quanto ao parâmetro coesividade, Civille e Szczesniak (1973) definem que fisicamente a coesão é a força medida em que um material pode ser deformado antes da ruptura.

Sensorialmente, é o grau até o qual se comprime uma substância antes de rompê-la (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). A coesividade é uma propriedade textural que depende da força da ligação das proteínas da carne, o que indica a existência de ligações cruzadas entre as moléculas de colágeno (CHRISTENSEN *et al.*, 2011). No parâmetro de coesão demonstrou-se que os resultados para influência dos extratos adicionados não obtiveram diferença significativa, já que podemos notar que todas as formulações tiveram oscilações nas médias obtidas. Coelho *et al.* (2007) não encontraram diferença estatística na coesividade de *fishburgers* de *surimi* de pescada, elaborados com diferentes fontes de amido. Do mesmo modo, Damian *et al.* (2005) não relataram diferença significativa na coesividade de salsichas com diferentes níveis de quitosana.

O parâmetro elasticidade é considerado o grau em que a amostra de um alimento retorna à sua forma original, quando comprimido parcialmente com os dentes molares, conforme lecionam Queiroz e Treptow (2006). Fisicamente demonstra a velocidade na qual o material deformado volta à condição não deformada após remoção da força (ANZALDÚA-MORALES, 1994; AUSSANASUWANNAKUL *et al.*, 2011; TURP; ICIER; KOR, 2016). Já a gomosidade pode ser entendida como a força necessária para desintegrar uma amostra ao ponto de ser engolida. Notou-se que, com exceção da amostra controle, todas obtiveram diferença significativa.

A mastigabilidade é uma propriedade sensorial que pode ser definida como o tempo (segundos) requerido para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante da aplicação de força, para reduzi-la à consistência para deglutição (QUEIROZ; TREPTOW, 2006), sendo considerada a energia necessária para mastigar um produto alimentar sólido até um estado em que esteja pronto para ser engolido (CHENG; SUN; ZHU, 2016; CIVILLE; SZCZESNIAK, 1973, SZCZESNIAK; BRANDT; FRIEDMAN, 1963). Lago (2015) elaborou salsicha com diferentes proporções de CMS de tilápia (0 a 80%) usando 2% de fécula de mandioca. Nas proporções 0%, 20%, 40%, 60% e 80% de CMS foram obtidos valores de mastigabilidade de 1961,2 g.mm; 1744,0 g.mm; 1412,2 g.mm; 1369,4 g.mm e 865,4 g.mm, respectivamente. Esses valores foram semelhantes aos resultados de mastigabilidade do presente estudo. A adição de gorduras em produtos cárneos reduz as forças de mastigabilidade, por proporcionar maior maciez e suculência (PIETRASIK, 1999), uma vez que a porcentagem de gordura na CMS utilizada na formulação foi de 40%.

Os valores de resistência 4,05 a 4,12 N, de acordo com Bainy *et al.* (2015), que verificaram o perfil de textura em hambúrgues de tilápia durante o armazenamento e congelamento em um período de seis meses e encontraram valores entre 5,5 e 5,8 N, sendo que

verificaram que durante o armazenamento a dureza aumentou, uma vez que a água proporcionou menor resistência à compressão, não havendo diferença significativa no presente trabalho, que demonstrou uma menor resistência.

4.6.6 Grupo de foco

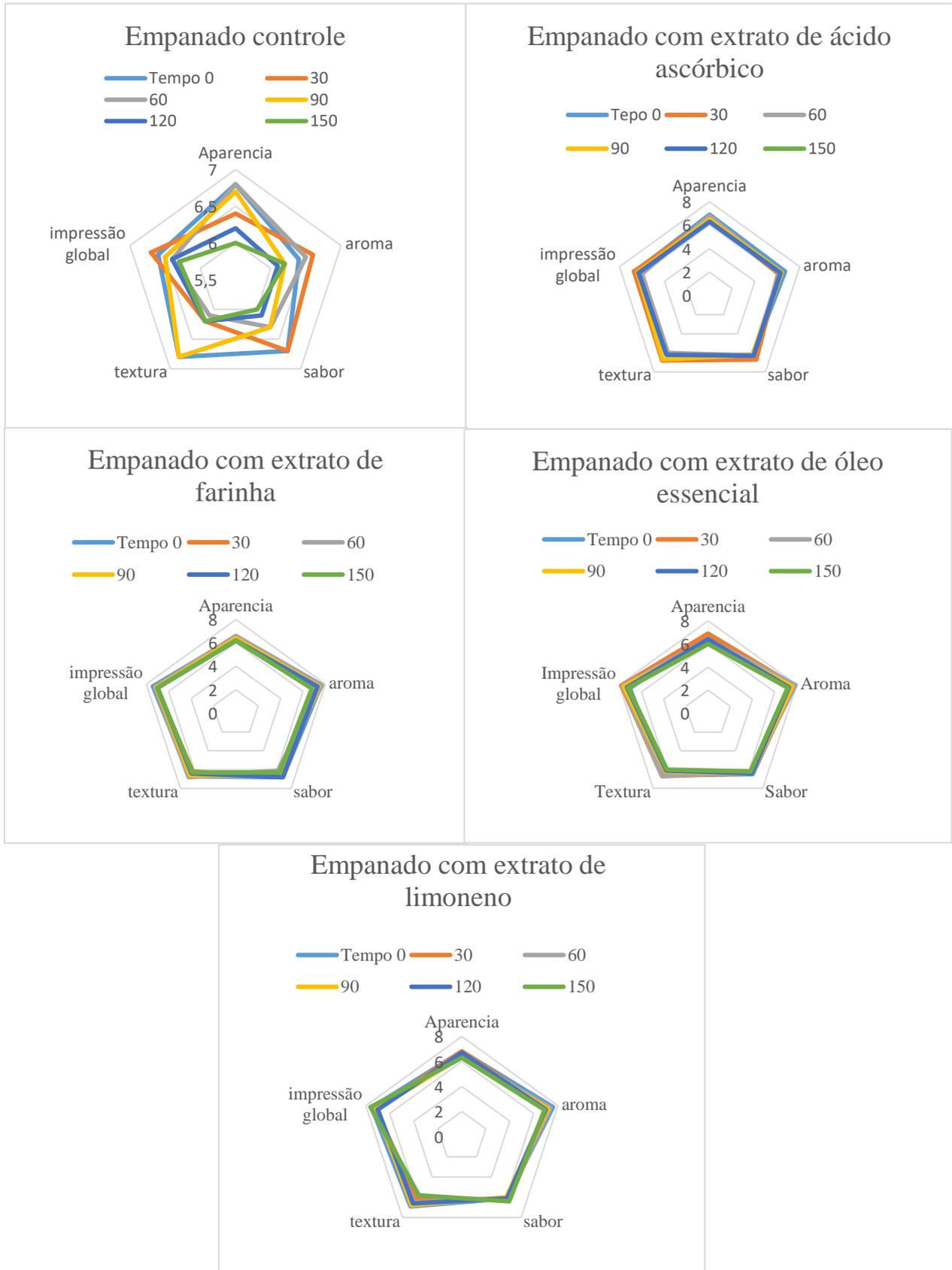
O resultado obtido foi realizado de forma quantitativa e qualitativa. Os provadores classificaram as diferentes amostras nos parâmetros de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global com a utilização da escala hedônica de nove pontos proposta por Dutcosky (1996), e de maneira recursiva e empírica, apoiada na discussão teórica realizada sobre os aspectos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global.

Por meio das médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, pelo programa estatístico *Statistic 7.0*, ficou demonstrado que ao longo do período de 150 dias os dez provadores sentiram diferenças significativas apenas no aspecto de sabor, em que a controle obteve $6,3 \pm 0,72$ e com óleo essencial com casca de limão *Tahiti* obteve $8,4 \pm 1,49$ no tempo 150°.

A semelhança entre os dados, tanto no tempo, quanto nas amostras, decorreu pelo desvio padrão entre os provadores, e a pequena concentração da adição dos extratos foi pouco evidente. Ademais, demonstrou que o armazenamento sob congelamento manteve os aspectos sensoriais e evitou a rancificação das amostras.

A seguir, o Gráfico 2 apresenta as médias dos atributos sensoriais nos diferentes tempos.

Gráfico 2 - Média dos aspectos sensoriais das amostras obtidas.



Fonte: Da autora (2022).

De acordo com a escala hedônica, as médias foram classificadas em gostei ligeiramente, com exceção do aroma e da impressão geral, que se classificaram em gostei moderadamente nas amostras adicionadas com extrato de limão. Ademais, a amostra controle demonstrou resultados menos lineares que as demais, possivelmente o grupo de foco tentou identificar alguma diferença na amostra em questão.

A seguir, no Quadro 1, têm-se os principais comentários obtidos no grupo de foco nas formulações e nos diferentes aspectos.

Quadro 1 - Principais comentários das percepções dos provadores no grupo de foco durante os 150 dias.

Formulações	Aparência	Aroma	Sabor	Textura
C	Crosta amarela e dourada. Interior acinzentado com aspecto de cru, com pontos do tempero.	Peixe, fritura, tempero.	Peixe, tempero (picante).	Crosta firme e seca, com interior macio.
AA	Crosta amarela. Interior com pontos do tempero.	Peixe, fritura, tempero.	Peixe, tempero (picante).	Crosta firme. Interior macio.
F	Crosta amarela. Interior com cor acinzentada com pontos amarelos.	Cítrico, peixe.	Farináceo, amargo, residual de peixe e limão.	Crosta crocante. Interior macio e quebradiço.
L	Crosta amarela, oleosa. Interior com cor acinzentada.	Peixe, fritura, cítrico, tempero.	Tempero, peixe e limão.	Crosta crocante, desuniforme, mole.
OL	Crosta amarela claro, oleosa, firme. Interior com pontos escuros do tempero, carne acinzentada.	Agradável, cítrico, peixe, empanado e fritura.	Peixe, limão, residual de casca do limão.	Crosta firme com crocância. Interior desuniforme e macio.

Fonte: Da autora (2022).

Na discussão verificou-se que a produção de forma manual resultou um empanado com baixa homogeneidade na massa devido à presença dos temperos observados no aspecto da aparência e textura.

5 CONCLUSÃO

A casca do limão *Tahiti* possui os componentes majoritários de limoneno, γ - Terpineno, β - Pineno. Os extratos obtidos apresentaram pequena atividade antioxidante perante a metodologia que avalia a redução do radical estável DPPH, e no sistema β - caroteno/ácido linoleico a farinha foi o único extrato que obteve atividade.

O empanado com adição do extrato do limão pode ser uma alternativa para a incrementação das matérias-primas utilizadas no desenvolvimento de novos produtos alimentícios com elevado valor nutricional, uma vez que apresentou na revisão bibliográfica concentrações consideráveis de compostos com características funcionais, como proteínas e compostos fenólicos. Ademais, é uma proposta plausível e concreta, que trará benefícios de grande valia a todos os segmentos da cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

- ABERLE, Elton D. *et al.* **Principles of meat science**. 4th ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 2001. 353 p.
- ADAMS, Robert P. **Identification of essential oils components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4th ed. Carol Stream: Allured Pub Corp, 2007. 804 p.
- ADEGOKE, G. O. *et al.* Antioxidants and lipid oxidation in food - a critical appraisal. **Journal of Food Science & Technology**, [New Delhi], v. 35, n. 4, p. 283-298, July 1998. Disponível em: <https://pennstate.pure.elsevier.com/en/publications/antioxidants-and-lipid-oxidation-in-foods-a-critical-appraisal>. Acesso em: 18 jun. 2022.
- ALBERT, A. *et al.* Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. **Food Hydrocolloids**, [Valencia], v. 23, n. 5, p. 1443-1448, July 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X08002713>. Acesso em: 23 abr. 2022.
- ALMEIDA, Mariana Benigno de. **Determinação do estágio ótimo de maturação a colheita do limão ‘Siciliano’, produzidos no estado do Ceará**. 2014. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- ALMEIDA, Maria Mozarina Beserra, *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, [Barking], v. 44, n. 7, p. 2155–2159, Aug. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911002109>. Acesso em: 2 maio 2022.
- ALVES, Clayton Q. *et al.* Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2202–2210, ago. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/XS9CsdV86YbjrxfMjLGmXVL/?lang=pt>. Acesso em: 16 maio 2022.
- ANDRADE, Milene Aparecida. **Óleos essenciais de *Cinnamodendrom dinisii* Schwacke e *Siparuna guianensis* Aublet: composição química, caracterização das estruturas secretoras e avaliação do potencial biológico**. 2013. 226 p. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- ANGELINI, Maria Fernanda Calil *et al.* Shelf life and sensory assessment of tilapia quenelle during frozen storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 8, p. 1080-1087, Aug. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/T756TxchJTz5dpMpGXfS7wH/?lang=en>. Acesso em: 24 out. 2022.
- ANZALDÚA-MORALES, Antonio. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994. 198 p.

ARAÚJO, José Ribamar Gusmão; SALIBE, Ary Aparecido. Caracterização físico-morfológica de frutos de microtangerinas (*Citrus spp.*) de potencial utilização como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 618-621, dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/8v7WNdwkCFG9JhB4R55zQv/?lang=pt>. Acesso em: 6 jul. 2022.

ASHTON, Thomas J.; MICHIE, Ian; JOHNSTON, Ian A. A novel tensile test method to assess texture and gaping in salmon fillets. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 75, n. 4, p. 182-190, May 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20546420/>. Acesso em: 26 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM ANIMAL. **Anuário ABRA**. Setor de reciclagem animal. Versão 01, out. 2022. Disponível em: <https://abra.ind.br/anuario2021/>. Acesso em: 1 dez. 2022.

AUGUSTSSON Katarina *et al.* A prospective study of intake of fish and marine fatty acids and prostate cancer. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 64–67, Jan. 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12540506/>. Acesso em: 18 abr. 2022.

AUSSANASUWANNAKUL, Aunchalee *et al.* Effect of sexual maturation on growth, fillet composition, and texture of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on a high nutritional plane. **Aquaculture**, [Amsterdam], v. 317, n. 1-4, p. 79-88, July 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848611003139>. Acesso em: 7 jul. 2022.

AWAN, Almas Taj; TSUKAMOTO, Junko; TASIC, Ljubica. Orange waste as a biomass for 2G-ethanol production using low cost enzymes and co-culture fermentation. **RSC Advances**, [Cambridge], v. 3, p. 25071-25078, Oct. 2013. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/ra/c3ra43722a>. Acesso em: 18 maio 2022.

BAINY, Eduarda Molardi *et al.* Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fishburger. **Journal of Food Science and Technology**, [New Delhi], v. 52, n. 8, p. 5111-5119, Aug. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26243932/>. Acesso em: 4 jan. 2022.

BAINY, Eduarda Molardi. **Processamento de fishburger**: Estudo teórico e experimental do congelamento e cocção. 2014. 117 p. Tese (Doutorado em Engenharia de alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, [Oxford], v. 46, n. 2, p. 446-475, Feb. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691507004541>. Acesso em: 8 fev. 2022.

BARBOSA, W. L. R. *et al.* Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais. **Revista Científica da UFPA**, Pará, v. 4, n. 9, p. 1-19, 2004. Disponível em: <http://www.ufpa.br/rcientifica>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BARROSO, Renata Melon; PINCINATO, Ruth Beatriz Mezzalira; MUNOZ, Andrea E. Pizarro. **Informativo de mercado da tilápia: O mercado da tilápia – 2º trimestre de 2017.** Palmas: Embrapa Pesca Aquicultura, 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1072746>. Acesso em: 24 abr. 2022.

BASSAN, Meire Menezes. **Qualidade e conservação de lima ácida 'Tahiti' em função dos métodos de colheita e das etapas de beneficiamento pós-colheita.** 2012. 111 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BASTOS, J. R. Processamento e conservação do pescado. *In*: CHACON, J. de O. *et al.* (eds.). **Manual sobre manejo de reservatórios para a produção de peixes.** 1. ed. Ceará: FAO, 1987.

BEHLING, Estela Beatriz *et al.* Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, Sept. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/49599688_Flavonoide_quercetina_aspectos_gerais_e_acoes_biologicas. Acesso em: 14 jan. 2022.

BERNADINO FILHO, Raimundo; XAVIER, Layra Catarina Almeida. Obtenção, rendimento e caracterização de CMS produzida com resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 1-4, dez. 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/7534>. Acesso em: 14 jan. 2022.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 57, n. 3, p. 537-540, May 1992. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1992.tb08037.x>. Acesso em: 17 out. 2022.

BERTOLINI, Telma Elita *et al.* Antioxidantes naturais na prevenção da oxidação lipídica em charque de carne ovina. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 83-90, jan. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240845031_Antioxidantes_naturais_na_prevencao_da_oxidacao_lipidica_em_charque_de_carne_ovina. Acesso em: 8 fev. 2022.

BIASSI, Deise Caroline. **Aplicação de extratos de gengibre e de alecrim em tirinhas empanadas de tilápia como agente antioxidante e antibacteriano.** 2016. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2016.

BORDIGNON, Adriana Cristina *et al.* Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em “V” do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, jan./mar. 2010. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta/resource/pt/vti-4191>. Acesso em: 16 out. 2022.

BORGES, Gabriela Borba Vilela *et al.* Extraction, characterization and microbiological evaluation of essential oils from commercial citrus waste. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 7, p. 1-15, June 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16126/15272>. Acesso em: 21 jan. 2022.

BOSCOLO, Wilson Rogério *et al.* Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, out. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/nkNQVtxvHygFFqW3MVtLFLx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 6 jan. 2022.

BOSCOLO, Wilson Rogério *et al.* **Peixe na merenda escolar**: Educar e formar novos consumidores. Toledo: GFM Gráfica e Editora Ltda Editoração, 2009.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 28, n. 1, p. 25-30, Jan. 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085>. Acesso em: 3 fev. 2022.

BRASIL. **Farmacopéia Brasileira**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 1988.

BRASIL. **Farmacopéia Brasileira**. 5. ed. Brasília: Anvisa, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 set. 2003. Seção 1, p. 14-55.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Limitações da técnica de isolamento e enumeração de *Staphylococcus aureus***. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001. 4 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a lei no 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a lei no 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 62, p. 03, 30 mar. 2017b. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 - Anexo I - Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Aves, Bovinos e Suínos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 abr. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº. 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. 2017a. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698. Acesso: 18 fev. 2022.

BREW, M. S. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [Malden], v. 10, n. 4, p. 221-247, July 2011. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2011.00156.x>. Acesso em: 14 abr. 2022.

BRITO, Helio Rodrigues de *et al.* **Caracterização química de óleos essenciais de *Spondias mombin L.*, *Spondias purpurea L.* e *Spondias sp* (cajarana do sertão)**. 2010. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

BRITO, Kátia Davi *et al.* Estudo experimental do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): composição físico-química e de minerais da polpa in natura e do resíduo albedo. **Revista Principia - Divulgação científica tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 37, p. 64-70, ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1298>. Acesso em: 7 mar. 2022.

BRITO, Kátia Davi *et al.* **Estudo experimental do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): congelamento e caracterização termo-físico-química e sensorial da polpa e aproveitamento do albedo na síntese de pectinase**. 2013. 131 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

BUENO, Leticia Olimpio *et al.* Technological performance of different rabbit meat cuts in processing cured cooked ready-to-eat meat products. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 24, p. 1-9, Feb. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/Ct6ftwdSJLnG5tvCrjyHgJD/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

BURT, J. R.; HARDY, R. Composition and deterioration of pelagic fish. *In*: BURT, J. R.; HARDY, R.; WHITTLE, K. J. (eds.). **Pelagic fish: the resource and its exploitation**. Oxford: Fishing News Books, 1992. p. 115-141.

CASTRO, Janevane Silva de. **Elaboração de "fishburger" de filé de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) adicionado de ácido láurico**. 2019. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Valor Bruto da Produção Agropecuária**. CEPEA, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-da-producao-50-agropecuaria-de-2020-soma-mais-de-r-871-bilhoes-e-e-o-maior-dos-ultimos-32-anos/202012VBPRESUMOUFs.pdf>. Acesso em: 3 out. 2022.

CHENG, Jun-Hu; SUN, Da-Wen; ZHU, Zhiwei. Effects of frozen storage condition abuse on the textural and chemical properties of grass carp (*Ctenopharyngodon Idella*) fillets. **Journal of Food Processing and Preservation**, [Malden], v. 41, n. 1, July 2016. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.13002>. Acesso em: 7 jul. 2022.

CHRISTENSEN, Mette *et al.* Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. **Meat Science**, [Oxford], v. 87, n. 1, p. 61-65, Jan. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20870360/>. Acesso em: 3 jan. 2022

CIVILLE, Gail Vance; SZCZESNIAK, Alina Surmacka. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, [Malden], v. 4, n. 2, p. 204-223, Jan. 1973. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229702012_Guidelines_to_Training_a_Texture_Profile_Panel. Acesso em: 29 abr. 2022.

COELHO, Geraldine Maria *et al.* Effescts o starch properties on textural characteristics of fish burgers: sensory and instrumental approaches. **B. Ceppa**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 37-50, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/8393>. Acesso em: 17 mar. 2022.

CUNHA, H. V. F. **A diferença entre atividade de água (Aw) e o teor de umidade nos alimentos**. Food Safety Brasil, 2020. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/diferenca-entre-atividade-de-agua-aw-e-o-teor-de-umidade-nos-alimentos/>. Acesso: 7 fev. 2022.

DA SILVA, Elen Vanessa Costa *et al.* Elaboração e caracterização do fiambre de peixe a partir da gurijuba (*Arius parkeri*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p. 15-24, jan. 2008. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/279/247>. Acesso em: 8 jun. 2022.

DAMIAN, César Beirão *et al.* Avaliação físico-química e da textura (instrumental e sensorial) de salsichas elaboradas com diferentes níveis de Quitosana-Poli-(â-1'14) N-Acetil-D-Glucosamina. **Acta Científica**, Canoas, v. 56, n. 1, p. 16-23, abr. 2005. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/handle/1/1779>. Acesso em: 13 jun. 2022.

DAMSGAARD Camilla T. *et al.* Fish oil supplementation modulates immune function in healthy infants. **The Journal of Nutrition**, [Bethesda], v. 137, n. 4, p. 1031–1036, Apr. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17374672/>. Acesso em: 4 mar. 2022.

DAWSON, Paul; AL-JEDDAWI, Wesam; REMINGTON, Nanne. Effect os freezing on the shelf life of salmon. **International Journal of Food Science**, [United Kingdom], v. 2018, p. 1-12, Aug. 2018. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ijfs/2018/1686121/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

DE MELO, Maria Paula Fernandes *et al.* Desenvolvimento tecnológico e caracterização nutricional de massa alimentícia enriquecido com farinha de peixe. *In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO*, 7., São Paulo, 2018. **Anais eletrônicos [...]**. São Paulo: Instituto de Pesca, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094121/desenvolvimento-tecnologico-e-caracterizacao-nutricional-de-massa-alimenticia-enriquecido-com-farinha-de-peixe>. Acesso em: 4 set. 2022.

DE OLIVEIRA, Elenise Gonçalves *et al.* **Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria.** Teresina: Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

DECKER, Anderson Tiago *et al.* Avaliação dos possíveis impactos ambientais dos resíduos de pescado na localidade de Pelotas/RS. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, [Pelotas], v. 2, n. 1, p. 1-10, jul. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/rbes/article/view/353>. Acesso em: 27 out. 2022.

DECKER, Eric A. Antioxidant mechanisms. *In*: AKOH, Casimir C.; MIN, David B. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology.** 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2002. p. 517-542.

DEL RÍO, J. A. *et al.* *Citrus limon*: a source of flavonoids of pharmaceutical interest. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 84, n. 3, p. 457-461, Feb. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814603002723>. Acesso em: 1 abr. 2022.

DEMYTTENAERE, Jan C. R.; VANOVERSCHELDE, Jan; DE KIMPE, Norbert. Biotransformation of (R)-(+)- and (S)-(-)-citronellol by *Aspergillus sp.* and *Penicillium sp.* and the use of solid phase microextraction for screening. **Journal of Chromatography**, [Amsterdam], v. 1027, n. 1-2, p. 137-146, Feb. 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14971495/>. Acesso em: 4 jun. 2022.

DILL, Daniele Domingues; SILVA, Andréia Pinheiro da; LUVIELMO, Márcia de Mello. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 33-49, jan./abr. 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5385208/mod_resource/content/1/Suporte%20Empa-nados%202020.pdf. Acesso em: 13 jun. 2022.

DUARTE, Francine Oliveira Souza. **Caracterização da carne de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida a dietas suplementadas com óleo de peixe.** 2017. 195 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba: Universitaria Champagnat, 1996. 123 p.

EPAMINONDAS, Poliana Sousa. **Avaliação do potencial antioxidante de extratos vegetais, isolados ou associados sinergicamente a antioxidantes sintéticos, aplicados ao óleo de linhaça.** 2013. 155 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos.** São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos.** São Paulo: Editora Atheneu, 2001.

FABROWSKI, Fernando José. ***Eucalyptus smithii* R. T. BAKER (Myrtaceae) como espécie produtora de óleo essencial no sul do Brasil.** 2002. 248 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FERREIRA, Vanuzia Rodrigues Fernandes *et al.* Colorimetric, electroanalytical and theoretical evaluation of the antioxidant activity of *Syzygium aromaticum* L., *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L. and *Eremanthus erythropappus* M. essential oils, and their major constituents. **New Journal of Chemistry**, [Cambridge], v. 43, n. 20, p. 7653-7662, Apr. 2019. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/nj/c8nj05893h/unauth>. Acesso em: 27 jun. 2022.

FOGAÇA, Fabíola Helena dos Santos. **Caracterização do surimi de tilápia (*Oreochromis niloticus*): morfologia e propriedades físicas, químicas e sensoriais**. 2009. 75 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Crops and livestock products**. FAO, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 13 abr. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Produtividade por país**. FAO, 2022. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 4 jan. 2023.

FREITAS, D. G. C. *et al.* The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 166-173, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/TG57PTjYZk6sRp6dZKFdRzv/?lang=en>. Acesso em: 26 abr. 2022.

GARCIA-CASTELLO, E. M. *et al.* Optimization of conventional and ultrasound assisted extraction of flavonoids from grapefruit (*Citrus paradisi* L.) solid wastes. **LWT – Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 64, n. 2, p. 1114–1122, Dec. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643815300402>. Acesso em: 17 jan. 2022.

GARCIA, C. E. Rocha *et al.* Antioxidantes utilizados na indústria cárnea: quais são os aditivos inibidores da rancidez nos produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, [s.l.], v. 26, n. 299, p. 36-51, 2002.

GARCIA, C. E. Rocha *et al.* Preservation of spent leghorn hen meat by a drying and salting process. **Journal of Applied Poultry Research**, [Savoy], v. 12, n. 3, p. 335-340, Oct. 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119313972>. Acesso em: 12 mar. 2022.

GODOY, Leandro Cesar de *et al.* Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 86-89, maio 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/PjFm3k38m63MKmbF4fMYQRL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 maio 2022.

GONÇALVES, Alex Augusto. Los fosfatos en el pescado: ¿fraude o mejora de la calidad? **Revista INFOPECA**, [Montevideo], n. 20, p. 19-28, out./dez. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267450557_Los_fosfatos_en_el_pescado_fraude_economica_o_mejora_de_la_calidad. Acesso em: 18 jun. 2022.

GONÇALVES, Alex Augusto. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608 p.

GRAEFF, A.; PRUNER, E. N. Variáveis que podem interferir na sobrevivência e desenvolvimento da Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) na região fria do Estado de Santa Catarina. In: CONGRESO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA, 4., 2006. **Anais [...]**. Comunicación Científica – CIVA, 2006. p. 70-79.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, [Oxford], v. 43, n. 1, p. 111-123, 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0309174096000599>. Acesso em: 16 maio 2022.

GROSSER, Fabiana Nogueira. **Inibidores orgânicos de corrosão: estudos com compostos naturais obtidos de diversas espécies de mentas**. 2015. 114 p. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

GUIDO, Renata Imperato. **Diversidade de aleirodídeos, cochonilhas (Hemiptera: Aleyrodoidea, Coccoidea) e de parasitoides (Hymenoptera) da mosca-negra-dos-citros (Aleurocanthus woglumi Ashby) (Hemiptera: Aleyrodoidea) e efeitos das etapas de beneficiamento pós-colheita em lima ácida ‘Tahiti’ (Citrus latifolia Tanaka) no Estado de São Paulo**. 2019. 88 p. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, São Paulo, 2019.

GUIMARÃES SOBRINHO, Alessandra Carla *et al.* Determinação de compostos bioativos e capacidade sequestradora de radicais livres em extratos de folhas de *Byrsonima crassifolia* e *Inga edulis*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 34954-34969, jun. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11225>. Acesso em: 6 mar. 2022.

HARDER, Marcia Nalesso Costa; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin; ARTHUR, Valter. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, [Lisboa], v. 102, n. 563-564, p. 339-342, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285866333_Avaliacao_quantitativa_por_colorimetro_digital_da_cor_do_ovo_de_galinhas_poedeiras_alimentadas_com_urucum_Bixa_Orellana. Acesso em: 13 fev. 2022.

HOLLER, F. James; SKOOG, Douglas A.; CROUCH, Stanley R. **Princípios de análise instrumental**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009.

HOSDA, Carine Schmidt; NANDI, Fernanda; GRASSELLI, Sidineia Lopes de Souza. **Elaboração de nuggets de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) com diferentes concentrações de CMS adicionado de sálvia e alecrim e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial.** 2013. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

HUNTERLAB. **Applications note.** 2008. Disponível em: http://www.hunterlab.com/appnotes/an08_96a.pdf. Acesso em: 18 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** IBGE, 2020. Disponível em: <https://ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html>. Acesso em: 23 fev 2022.

JORGE, Nathália Athan. **Estudo químico e avaliação da atividade moluscicida do óleo essencial de *Citrus limon* L. (limão) frente ao caramujo transmissor da esquistossomose (*Biomphalaria glabrata*).** 2017. 68 p. Monografia (Bacharel em Química Industrial) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

KIRSCHNIK, Peter Gaberz. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*).** 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication - Color control from perception to instrumentation.** Ed. Konica Minolta Sensing, Inc., 2003. 49 p.

KOOLMAN, Jan; RÖHM, Klaus-Heinrich. **Bioquímica: texto e atlas.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KUBITZA, Fernando. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 98, p. 14-24, nov./dez., 2000. Disponível em: http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan98_Kubitza.pdf. Acesso em: 23 fev. 2022.

KULISIC, T. *et al.* Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 85, n. 4, p. 633-640, May 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814603003741>. Acesso em: 2 abr. 2022.

KUMMER, Raquel *et al.* Evaluation of anti-inflammatory activity of *Citrus latifolia* Tanaka essential oil and limonene in experimental mouse models. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [Oxford], v. 2013, p. 1-8, May 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23762165/>. Acesso em: 23 set. 2022.

LAGO, Amanda Maria Teixeira. **Embutido tipo salsicha utilizando carne mecanicamente separada de tilápia: uma alternativa para o aproveitamento de resíduo da filetagem.** 2015. 231 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

- LANZARIN, Marilu *et al.* Quality Index Method (QIM) for ice stored gutted Amazonian Pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) and estimation of shelf life. **LWT - Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 65, n. 1, p. 363-370, Jan. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281036190_Quality_Index_Method_QIM_for_ice_stored_gutted_Amazonian_Pintado_Pseudoplatystoma_fasciatum_Leiarius_marmoratus_and_estimation_of_shelf_life. Acesso em: 26 nov. 2022.
- LAROSA, Gisele. **Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais**. 2011. 92 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2011.
- LEONARDO, Antônio Fernando Gervásio; BACCARIN, Ana Eliza. Desempenho produtivo de tilápias do Nilo criadas em tanques rede em represa rural no vale da ribeira. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 256-261, jan. 2014. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-11278>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- LI, Tingting *et al.* Shelf-life extension of crucian carp (*Carassius auratus*) using natural preservatives during chilled storage. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 135, n. 1, p. 140-145, Nov. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814612007789>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- LOPES-LUTZ, Daíse *et al.* Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia essential oils. **Phytochemistry**, [Oxford], v. 69, n. 8, p. 1732-1738, May 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18417176/>. Acesso em: 1 maio 2022.
- LÓPEZ-VARGAS, Jairo H. *et al.* Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 756-763, May 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996913000823>. Acesso em: 2 fev. 2022.
- LUSTOSA-NETO, Antônio Diogo *et al.* Caracterização de almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica: caracterização e aplicação na merenda escolar. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, [Sergipe], v. 6, n. 2, p. 1-12, out. 2018. Disponível em: <https://www.seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/10727>. Acesso em: 3 mar. 2022.
- MANCINI, R. A. *et al.* **Meat color. Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat, food science, technology and nutrition**. Amsterdam: Elsevier, 2009. 680 p.
- MARCHESI, Cristiane Michele *et al.* Influência das condições de armazenamento sobre os pigmentos cárneos e a cor do salame italiano fatiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 697-704, set. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/wnD9ScNb3FVpd8VqSBZwm6j/?lang=pt>. Acesso em: 18 mar. 2022.

MARENGONI, Garcia Marengoni *et al.* Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 168-176, jan. 2009. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/10-\(2009\)-1/caracterizacao-microbiologica-sensorial-e-centesimal-de-fishburgers-de/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/10-(2009)-1/caracterizacao-microbiologica-sensorial-e-centesimal-de-fishburgers-de/). Acesso em: 29 abr. 2022.

MARÓSTICA JÚNIOR, Mário Roberto; PASTORE, Gláucia Maria. Biotransformação de limoneno: uma revisão das principais rotas metabólicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 382-387, abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/FTJm6BTLVBRXXJ8pLfTK9dq/?lang=pt>. Acesso em: 29 set. 2022.

MASSON, Jerome *et al.* Oxygenated heterocyclic compounds to differentiate Citrus spp. essential oils through metabolomic strategies. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 206, p. 223-233, Sept. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27041320/>. Acesso em: 14 mar. 2022.

MATTIO, Norma De Vidode; PAREDI, Maria Elida; CRUPKIN, Marcos. Postmortem changes in the adductor muscle of scallop (*Chlamys tehuelchus*) in chilled and frozen storage. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, [Binghamton], v. 10, n. 3, p. 49–59, Oct. 2001. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J030v10n03_05. Acesso em: 1 jun. 2022.

MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O. **Limão 'Tahiti'**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. 162 p.

MEHL, Florence *et al.* Differentiation of lemon essential oil based on volatile and non-volatile fractions with various analytical techniques: a metabolomic approach. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 143, p. 325-335, Jan. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24054247/>. Acesso em: 15 maio 2022.

MÉLO, H. M. G. *et al.* Viabilidade da utilização da carne mecanicamente separada (CMS) de Tilápia do Nilo na elaboração de um produto tipo “mortadela”. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 22-29, 2011. Disponível em: https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/view/367/1543&ved=2ahUKEwjlk9_htKf-AhWhArkGHXhzCcEQFnoECAkQAg&usg=AOvVaw1zeS6qBJNS6_Xo083SvV6v. Acesso em: 16 mar. 2022.

MENDONÇA, Luciana Maria Vieira Lopes *et al.* Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 870-874, dez. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/X3SdYWY7qPh6MNzBZfk9zjL/?lang=pt>. Acesso em: 9 mar. 2022.

MENDONÇA, Thais Accorsi. **Avaliação de metaloproteínas de matriz-2,-9 e timp-2 em polpas dentais humanas sadias e inflamadas**. 2009. 51 p. Tese (Doutorado em Odontologia) - Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2009.

MILLEZI, A. F. *et al.* Caracterização e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 373-379, maio 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/YrsHcqd4zpk7twLWjRNyXLv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 abr. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Aves**. MAPA, 2021. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>. Acesso em: 13 abr. 2022.

MINOZZO, Marcelo Giordani. **Elaboração de pate cremoso a partir de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 110 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MIRANDA, Marcelo Notti. **Desenvolvimento e qualidade de frutos de limão ‘Tahiti’ (*Citrus Latifolia* Tanaka) nas condições meteorológicas da Região de Colorado do Oeste – Rondônia**. 2010. 17 p. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

MONTEIRO, Maria Lúcia G. *et al.* Tilapia-waste flour as a natural nutritional replacer for bread: A consumer perspective. **Plos One**, [San Francisco], v. 13, n. 5, May 2018. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0196665>. Acesso em: 9 jun. 2022.

MOREJON, Nathalia Vitoria; MOREJON, Camilo Freddy Mendoza. Sustentabilidade ambiental nas indústrias de processamento de resíduos de origem animal. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 38., 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió, 2018.

MOURA, Elizabeth Silva. **Influência da adição da fibra de maracujá em reestruturado empanado a partir de resíduo de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*)**. 2012. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

MUZZOLON, Eloiza. **Elaboração, caracterização e estudo do congelamento de almôndega e fishburger à base de polpa de tilápia em freezer convencional com função de congelamento rápido**. 2015. 51 p. Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2015.

NEIVA, C. R. P.; GONÇALVES, A. A. Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Pescado e Surimi. *In*: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p. 197-207.

OGAWA, M. Carboidratos, vitaminas e minerais. *In*: OGAWA, M.; MAIA, E. L. (eds.). **Manual de Pesca**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. cap. 4, p. 56-71.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Química do pescado. *In*: OGAWA, M.; MAIA, E. L. (eds.). **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Varela, 1999. v. 1, cap. 4, p. 27-71.

OLIVEIRA, Isabelle Silva de *et al.* Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish flour. **Food Control**, [Oxford], v. 50, p. 38-44, Apr. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713514004678>. Acesso em: 21 fev. 2022.

OLIVEIRA, Maria Sonia *et al.* Evaluation of different methods for removing oral biofilm in patients admitted to the intensive care unit. **Journal of International Oral Health**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 61-64, June 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25083034/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

OLIVEIRA, Micheli Carla de; CRUZ, George Rodrigo Beltrão da; ALMEIDA, Neiva Maria de. Características microbiológicas, físicoquímicas e sensoriais de “almôndegas” à base de polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 37-44, jan. 2012. Disponível em: <https://journalhealthscience.pgsskroton.com.br/article/view/1050>. Acesso em: 9 jun. 2022.

OLIVEIRA FILHO, Paulo Roberto Campagnoli. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. 2009. 115 p. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

OLIVO, R. Carne bovina e saúde humana. **Revista Nacional da carne**. 332. ed. 2004.

OLSEN, Ragnar L.; TOPPE, Jogeir; KARUNASAGAR, Iddya. Challenges and realistic opportunities in the use of by-products from processing of fish and shellfish. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 36, n. 2, p. 144-151, Apr. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224414000235>. Acesso em: 14 fev. 2022.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário da piscicultura 2022: produção brasileira de peixes de cultivo sobe 4,7% e atinge 841.005 toneladas**. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2022.

PEREZ, Patrícia Maria Périco; GERMANI, Rogério. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 186-192, mar. 2007.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/PBNzjzFKf4MqDTGNrx9fYhr/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 jun. 2022.

PIETRASIK, Z. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and color of comminuted scalded sausages. **Meat Science**, [Oxford], v. 51, n. 1, p. 17-25, Jan. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22061532/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

PIRES, Danielle Regis *et al.* Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [Pombal], v. 9, n. 5, p. 34-46, mar. 2014. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2956>. Acesso em: 18 set. 2022.

PREVIDELI, Fernando Demetrio; ALMEIDA, Marcela Midori Yada de. O mercado “in natura” do limão tahiti the “in natura” market for tahiti lemon. **Interface**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 409-416, 2020. Disponível em:

https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/download/776/480/3440&ved=2ahUKEwiwzpLmoan-AhV9IbkGHVxwB34QFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw3Wqa1Fl_TNwAOTE6NbELsr. Acesso em: 30 nov. 2022.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: FURG, 2006. 268p.

RAFIQ, Shafiya *et al.* Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, [Saudi Arabia], v. 17, n. 4, p. 351–358, Oct. 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X16300960>. Acesso em: 17 nov. 2022.

RAMALHO, Valéria Cristina; JORGE, Neuza. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, [São Paulo], v. 29, n. 4, p. 755-760, jan. 2006.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/7QPFMBDGVjFgdBGNsCCvhpm/?lang=en&format=pdf>.

Acesso em: 19 mar. 2022.

RANGEL, Carolina Netto. **Limão (*Citrus latifolia* - Tanaka) cv Tahiti cultivada em lavouras convencional e biodinâmica: caracterização física e química do suco e otimização da hidrólise enzimática**. 2008. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

RICHARDS, Mark P.; HULTIN, Herbert O. Contributions of blood componets to lipid oxidation in fish muscle. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, [s.l.], v. 50, n. 3, p. 555-564, Jan. 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11804529/>. Acesso em: 17 nov. 2022.

ROBERTO, Davicino *et al.* Antioxidant activity of limonene on normal murine lymphocytes: Relation to H₂O₂ modulation and cell proliferation. **Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology**, [s.l.], v. 106, n. 1, p. 38–44, Jan. 2010. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19796276/>. Acesso em: 4 fev. 2022.

RODRIGUES, Evelin Ribeiro. **Aplicação integrada de ACV e MCDA para a tomada de decisão do sistema de tratamento do resíduo sólido orgânico dos restaurantes Universitários da UNICAMP**. 2017. 354 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

ROSA, Claudia Severo *et al.* Avaliação do efeito de extrato de farinha de alfarroba (*Ceratonia siliqua L.*) na estabilidade oxidativa e cor de hambúrgueres congelados.

Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 5, p. 93-98, set./out. 2013. Disponível em:

<https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/13727/13343&ved=2ahUKEwjN9L-Fq6n-AhVnBrkGHTLgD9MQFnoECAAQAQ&usg=AOvVaw2Ras50xnRMepsWLyT2yMKe>.

Acesso em: 19 nov. 2022.

ROSSI, Pedro Luis; PANDOLFI, Marcos Alberto Claudio. Análise de mercado da lima ácida Tahiti. **Revista Interface Tecnológica**, [Taquaritinga], v. 16, n. 2, p. 255-263, dez. 2019. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/647>. Acesso em: 19 abr. 2022.

RUFF, N. *et al.* Distribution of α -tocopherol in fillets of turbot (*Scophthalmus maximus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), following dietary α -tocopheryl acetate supplementation. **Aquaculture Nutrition**, v. 10, n. 2, p. 75-81, Apr. 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2095.2003.00280.x>. Acesso em: 9 abr. 2022.

RUSSO, Marina *et al.* Reduced time HPLC analyses for fast quality control of *citrus* essential oils. **Journal of Essential Oil Research**, [Carol Stream], v. 27, n. 4, p. 307-315, Apr. 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10412905.2015.1027419>. Acesso em: 7 maio 2022.

SÁ VIEIRA, Pedro Henrique *et al.* Produtos de valor agregado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes concentrações de amido. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, [Sergipe], v. 3, n. 1, p. 41-53, out. 2015. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/2956>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SALGADO, Rita Alexandra Fernandes. **Caracterização e recuperação de proteínas de subprodutos de pescado**. 2015. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

SANTOS, Denise Silveira Diniz dos; STORCK, Cátia Regina; FOGAÇA, Aline de Oliveira. Biscoito com adição de farinha de casca de limão. **Ciência da Saúde**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 123-135, jan. 2014. Disponível em: <https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/download/1071/1015&ved=2ahUKEwj0q8K36LD-AhVHqZUCHVlrDEkQFnoECAyQAg&usq=AOvVaw0RQLTCqPHZsPKot0f-NfxO>. Acesso em: 23 set. 2022.

SANTOS, Paula Ribeiro dos *et al.* Qualidade físico-química e microbiológica de pescado congelado consumido na merenda escolar do estado do Amazonas. **PUBVET**, [s.l.], v. 12, n. 5, p. 1-6, maio 2018. Disponível em: <http://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1133>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SATO, Kenji *et al.* Type V collagen in trout (*Salmo gairdneri*) muscle and its solubility change during chilled storage of muscle. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, [s.l.], v. 39, n. 7, p. 1222–1225, July 1991. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf00007a005>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SCHLISCHTING, Rodrigo. **Polimerização do estireno na presença de d-limoneno: avaliação das constantes da taxa de propagação e de transferência de cadeia**. 2008. 75 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SCHULTER, Eduardo Pickler; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_2328.pdf. Acesso em: 14 set. 2022.

SEABRA, Larissa Mont'Alverne Jucá *et al.* Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 244-248, dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/ZnTRWHKQwWFZYbkLjpf8XGf/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SHAHIDI, Fereidoon; ZHONG, Ying. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. **Chemical Society Reviews**, [Cambridge], v. 39, n. 11, p. 4067–4079, Nov. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20617249/>. Acesso em: 12 jul. 2022.

SHARMA, Kavita *et al.* Converting citrus wastes into valueadded products: Economic and environmently friendly approaches. **Nutrition**, [s.l.], v. 34, p. 29–46, Feb. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0899900716302131>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SIGNOR, Flávia Renata Potrich *et al.* Increase in the nutritional quality of tilapia mechanically separated meat and application in fish patties. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 6, n. 7, p. 47047-47061, July 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13233>. Acesso em: 28 abr. 2022.

SILVA, J. A.; SOARES, L. F.; COSTA, E. L. Sanitização de carcaças de frango com soluções de ácidos orgânicos comerciais e suco de limão. **Revista TeC Carnes**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2001. Disponível em: <http://www.comciencia.br/teccarnes/pdf/joao.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2022.

SILVA, Mayara Gobetti Fernandes da. **Atividade antioxidante e antimicrobiana in vitro de óleos essenciais e extratos hidroalcoólicos de manjerona (*Origanum majorana* L.) e manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2011. 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

SILVA, Suany Machado da. **Do consumo local ao mercado de alimentos saudáveis: como a crescente demanda por açaí (*Euterpe oleracea* mart.) afeta os meios de vida de comunidades ribeirinhas?** 2019. 153 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

SIMAS, Daniel L. R. *et al.* Caracterização dos óleos essenciais de frutas cítricas. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 36, n. 1, p. 15-26, maio 2015. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/host-article-assets/citrusrt/595d3ac00e8825a63480248e/fulltext.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER V. Óleos valáteis. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (eds.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da UFSC, 2000. p. 387-415.

SOORGI, Maryam *et al.* Effect of methylcellulose, temperature, and microwave pretreatment on kinetic of mass transfer during deep fat frying of chicken nuggets. **Food Bioprocess Technology**, [s.l.], v. 5, p. 1521-1530, July 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-011-0520-z>. Acesso em: 12 abr. 2022.

SOUSA, Átila Pereira Veras de. **Reaproveitamento de resíduos provenientes de pescados: uma revisão**. 2021. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SUSSEL, F. R. Burocracia atravanca a produção de tilápias. **Anualpec**, [s.l.], v. 20, p. 294, 2013.

SZCZESNIAK, Alina Surmacka; BRANDT, Margaret A.; FRIEDMAN, Herman H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 28, n. 4, p. 397-403, Aug. 1963. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229483202_Development_of_Standard_Rating_Scales_for_Mechanical_Parameters_of_Texture_and_Correlations_Between_Subjective_and_Sensory_Methods_of_Texture_Evaluation. Acesso em: 23 abr. 2022.

TAEPAVARAPRUK, Pornnarin; SONG, Cai. Reductions of acetylcholine release and nerve growth factor expression are correlated with memory impairment induced by interleukin-1beta administrations: effects of omega-3 fatty acid EPA treatment. **Journal of Neurochemistry**, [Malden], v. 112, n. 4, p. 1054–1064, Feb. 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1471-4159.2009.06524.x>. Acesso em: 18 jan. 2022.

TAKEMOTO, Emy; TEIXEIRA FILHO, José; GODOY, Helena Teixeira. Validação de metodologia para a determinação simultânea dos antioxidantes sintéticos em óleos vegetais, margarinas e gorduras hidrogenadas por CLAE/UV. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 5, p. 1.189-1.194, maio 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/ggcFGQYkDWFTWYRqDKhCYXx/?lang=pt>. Acesso em: 14 maio 2022.

TEIXEIRA, Bárbar *et al.* Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [Chichester], v. 93, n. 11, p. 2707-2714, Aug. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23553824/>. Acesso em: 14 jun. 2022.

TERRA, N. N. Particularidades na fabricação de salames. *In*: SHIMOKOMAKI, M. *et al.* **Atualidades em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 37-45.

TRIPODO, Maria Marcella *et al.* Citrus waste recovery: a new environmentally friendly procedure to obtain animal feed. **Bioresource Technology**, [Oxford], v. 91, n. 2, p. 111-115, Jan. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852403001834>. Acesso em: 17 abr. 2022.

TURP, Gulen Yildiz; ICIER, Filiz; KOR, Gamze. Influence of infrared final cooking on color, texture and cooking characteristics of ohmically pre-cooked meatball. **Meat Science**, [Oxford], v. 114, p. 46-53, Apr. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174015301455>. Acesso em: 4 mar. 2022.

UCHIDA, Eduardo Massami; FERROLI, Felipe; GONÇALVES, Ligia Uribe. Produção de nuggets a partir de resíduos da filetagem da tilápia (*Oreochromis spp*). In: SIICUSP: Resumos Agropecuária, 5., 2007, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2007.

ULU, Hasret. Effects of carrageenan and guar on the coking and textural properties of low fat meatballs. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 95, n. 4, p. 600-605, Apr. 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814605001275>. Acesso em: 18 set. 2022.

UYHARA, Cibele Norie Sakai *et al.* Adição de corantes em salsichas de tilápia do Nilo: efeito sobre a aceitação sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 271-278, out./dez. 2008. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Adi%C3%A7%C3%A3o-de-corantes-em-salsichas-de-til%C3%A1pia-do-Nilo%3A-Uyhara-Filho/86d64cede09a6a29e1ceb85fcb029e697808e2d9>. Acesso em: 11 jun. 2022.

VENÂNCIO, Camila da Silva. **Revestimento de mamão Havaí (*Carica papaya L.*) desenvolvido com filme de coproduto da indústria pesqueira adicionado de extrato de semente de pitomba (*Talisia esculenta radlk*)**. 2021. 107 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021.

VIANA Dayse Emanuelle de Lima; DANTAS Mikaeli Medeiros; MENEZES, Maria Emília da Silva. Ácidos graxos e sua utilização em doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista Saúde e Ciência**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 65-83, jul. 2016. Disponível em: <https://www.rsctemp.sti.ufcg.edu.br/index.php/RSC-UFCG/article/view/367>. Acesso em: 4 set. 2022.

VIDAL-CAMPELLO, Juliana Maria Aderaldo *et al.* Curtimento de pele de peixe utilizando tanino vegetal extraído de eucalipto Tanning fish skin using eucalyptus vegetable tannin. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 392-401, jan./mar. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/23788>. Acesso em: 13 set. 2022.

VIEIRA, Regine Helena Silva dos Fernandes. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado**. São Paulo: Ed. Varela, 2004.

VITORASSI, Daiany Cristina. **Desenvolvimento de quibe de carne mecanicamente separada de tilápia com adição de linhaça (*Linum usitatissimum L.*) para inserção na merenda escolar**. 2012. 107 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

VLIEG, Peter; BODY, Denis B. Lipid contents and fatty acid composition of some New Zealand freshwater finfish and marine finfish, shellfish and roes. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, [Wellington], v. 22, n. 2, p. 151-162, July 1988. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00288330.1988.9516287>. Acesso em: 17 mar. 2022.

WHELAN, K. Food Fact Sheet – Probiotics and Diet. **The British Dietetic Association**. 2012. Disponível em: <http://www.bda.uk.com/foodfacts/probiotics.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2022.

WIDMER, Wilbur; ZHOU, Weiyang; GROHMANN, Karel. Pretreatment effects on orange processing waste for making ethanol by simultaneous saccharification and fermentation. **Bioresource Technology**, [Oxford], v. 101, n. 14, p. 5242–5249, July 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852409017039>. Acesso em: 5 mar. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Emerging Public Health Risks including Drug Resistance Team**. Understanding the BSE threat. World Health Organization, 2002.

YILDIZ-TURP, Gülen; SERDAROGLU, Meltem. Effects of using plum puree on some properties of low fat beef. **Meat Science**, [Oxford], v. 86, n. 4, p. 896-900, Dec. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174010002883>. Acesso em: 7 out. 2018.

ZAMBIAZI, Rui Carlos. **Análise físico química de alimentos**. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2010. 202 p.

ZIMMERMANN, Sérgio E.; FITZSIMMONS, Kevin. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P. *et al.* (eds.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 239-266.