



ANA LUIZA DE SOUZA MIRANDA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA FILETAGEM DE
TILÁPIA E SALMÃO PARA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE
PEIXE COM APLICAÇÃO EM SORVETES**

**LAVRAS-MG
2022**

ANA LUIZA DE SOUZA MIRANDA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA FILETAGEM DE TILÁPIA E SALMÃO
PARA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE COM APLICAÇÃO EM SORVETES**

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

Prof. Dr. Carlos José Pimenta
Orientador

**LAVRAS-MG
2022**

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

Miranda, Ana Luiza de Souza.

Aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia e salmão
para produção de óleo de peixe com aplicação em sorvetes / Ana
Luiza de Souza Miranda. - 2022.

95 p.

Orientador(a): Carlos José Pimenta.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Ômega 3. 2. Ácidos graxos poli-insaturados. 3. Subprodutos.
I. Pimenta, Carlos José. II. Título.

ANA LUIZA DE SOUZA MIRANDA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA FILETAGEM DE TILÁPIA E SALMÃO
PARA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE COM APLICAÇÃO EM SORVETES**

**USE OF FILLETING WASTE OF TILAPIA AND SALMON FOR THE
PRODUCTION OF FISH OIL WITH APPLICATION IN ICE CREAM**

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

APROVADA em 11 de fevereiro de 2022.

Dra. Maria Emília de Sousa Gomes	UFLA
Dr. Diecykson Osvani Freire	UFLA
Dr. André Luiz Medeiros de Souza	FIPERJ

Prof. Dr. Carlos José Pimenta
Orientador

**LAVRAS-MG
2022**

Aos meus pais, Adão e Ana Maria, ao meu irmão, Renato, e aos meus amigos, que são os maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos.

Sem vocês eu nada alcançaria.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me guiar e fortalecer.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realizar o mestrado e pela contribuição para a minha vida profissional.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Obrigada pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador Carlos, pela confiança depositada em mim.

À minha coorientadora Maria Emília, pelo constante auxílio, dedicação, conhecimentos compartilhados, acolhimento em sua equipe, disposição em ajudar e por ter contribuído para o meu amadurecimento profissional. Obrigada por guiar, ensinar e inspirar. A admiração, pela pessoa e profissional que é, cresce a cada dia.

Ao professor Cleiton Nunes, pela disposição em ajudar e todo conhecimento repassado.

À professora Ana Carla, pelos ensinamentos e disposição em ajudar nas formulações dos sorvetes.

Ao Dieyckson Freire, por toda ajuda na formulação e produção dos sorvetes. Obrigada por todo conhecimento compartilhado, pela calma e tempo disponibilizado para que o trabalho fosse realizado, pois a sua ajuda foi essencial.

À Luísa Araújo, que não mediu esforços para me ajudar durante todo o experimento e, além disso, por tornar os dias no laboratório muito mais leves e divertidos, tornando-se uma grande amiga.

A todos os colegas da Planta Piloto de Processamento de Pescados da UFLA, em especial à Fran e ao Anderson, que me ajudaram na realização de algumas análises e que, além disso, sempre me ouviam e aconselhavam.

À Cia do Peixe, Peixaria Santa Efigênia, Clube do Sushi e Arte Sushi Express Ltda. pelo fornecimento dos resíduos de tilápia e salmão.

Aos meus pais, Adão e Ana Maria, por me permitirem seguir meus sonhos. A confiança, amor, proteção e amparo de vocês são essenciais para que eu siga meu caminho. Vocês são minha inspiração e os grandes amores da minha vida.

Ao meu irmão Renato, pela amizade, apoio, amor incondicional e por vibrar junto comigo em todos os momentos de minha vida.

À minha cunhada Camila, que acredita e torce por mim.

A toda minha família, pelas orações, apoio e por vibrarem com todas as minhas pequenas conquistas junto comigo.

À minha grande amiga Louise, que sempre me incentiva, acredita em mim e que não mede esforços para me ajudar e me ver bem. Obrigada por seguir lado a lado comigo e por tudo que faz por mim sempre. Com você a caminhada é muito mais leve, divertida e cheia de amor.

Ao meu amigo Oriáton, que me ouve, aconselha e torce por mim.

Às minhas amigas de apartamento, Jéssica e Ariane, que dividiram a vida comigo nesse tempo. Vocês foram essenciais.

A todos, muito obrigada!

RESUMO

Os resíduos gerados nas indústrias do setor pesqueiro, se descartados de forma incorreta, geram enormes prejuízos para o meio ambiente. Esses subprodutos podem se tornar matérias-primas para a geração de novos produtos. O objetivo do trabalho foi produzir óleo de peixe, visando o aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia e salmão, diminuindo, assim, o descarte dos resíduos gerados na industrialização do pescado e a posterior utilização na alimentação humana, com aplicação em sorvetes em substituição à gordura deste produto. As extrações dos óleos foram realizadas pelas etapas de moagem, cozimento e centrifugação. Posteriormente, os óleos brutos foram refinados, para que as impurezas fossem removidas. Para a caracterização dos óleos, foram realizadas as análises de índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, índice de refração e estabilidade oxidativa. Os óleos de tilápia e salmão foram aplicados em sorvetes em diferentes porcentagens (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%) em substituição ao creme de leite. Os sorvetes produzidos foram caracterizados microbiologicamente por análises de mesófilos; *Staphylococcus* coagulase positiva; coliformes a 35 °C e 45 °C; e *E. coli*. Além disso, foram realizadas análises químicas de lipídeos, umidade, cinzas, proteínas, carboidratos e sólidos solúveis; análises físico-químicas de acidez e pH; e análises físicas de taxa de derretimento, *overrun*, textura e cor. Os resultados encontrados na caracterização dos óleos mostraram que tanto o óleo de tilápia quanto o óleo de salmão apresentaram boa qualidade para todos os parâmetros analisados, estando de acordo para aplicação em sorvetes, sendo essa a etapa seguinte. Os sorvetes apresentaram padrões favoráveis em relação às qualidades microbiológica, física, química e físico-química. Portanto, a utilização de resíduos da filetagem de tilápia e salmão é alternativa viável para a produção de óleo de peixe e pode ser aplicada em alimentos como substitutos da gordura láctea.

Palavras-chave: Ômega 3. Ácidos graxos poli-insaturados. Subprodutos. Desenvolvimento de novos produtos.

ABSTRACT

The waste generated in the fishing industry, if disposed of incorrectly, generate enormous damage to the environment. These by-products can become raw material for the generation of new products. The objective of the work was to produce fish oil, aiming at the use of waste from the filleting of tilapia and salmon, thus reducing the disposal of waste generated in the industrialization of fish and the subsequent use in human food, with application in ice cream, to replace the fat in this product. Oil extractions were carried out through the steps of grinding, cooking and centrifugation. Subsequently, the crude oils were refined, so that the impurities were removed. For the characterization of the oils, analyzes of acidity index, peroxide value, saponification index, refractive index and oxidative stability were performed. Tilapia and salmon oils were applied to ice cream in different percentages (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%) in place of sour cream. The produced ice creams were microbiologically characterized by mesophilic analysis; *Staphylococcus* coagulase positive; coliforms at 35 °C and 45 °C; and *E. coli*. In addition, chemical analyzes of lipids, moisture, ash, proteins, carbohydrates and soluble solids were performed; physicochemical analysis of acidity and pH; and physical analysis of melt rate, overrun, texture and color. The results found in the characterization of the oils showed that both tilapia oil and salmon oil showed good quality for all parameters analyzed, being in agreement for application in ice cream, which is the next step. The ice creams showed favorable patterns in relation to microbiological, physical, chemical and physicochemical qualities. Therefore, the use of tilapia and salmon filleting residues is a viable alternative for the production of fish oil and can be applied in foods as a substitute for dairy fat.

Keywords: Omega 3. Polyunsaturated fatty acids. By-products. Development of new products.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL	13
1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Produção de peixe	17
3.2	Tilápia	18
3.3	Salmão.....	19
3.4	Filetagem	19
3.5	Resíduos gerados na industrialização do pescado	20
3.6	Alternativas de utilização de resíduos pesqueiros	21
3.6.1	Óleo de peixe	21
3.6.1.1	Processos de extração para obtenção de óleo de peixe	22
3.6.1.2	Refino	23
3.7	Desenvolvimento de novos produtos	24
3.8	Sorvetes.....	24
	REFERÊNCIAS.....	26
	CAPÍTULO 2 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NA FILETAGEM DE TILÁPIA E SALMÃO PARA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE – OBTENÇÃO, REFINO E CARACTERIZAÇÃO.....	34
1	INTRODUÇÃO	36
2	MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1	Matérias-primas.....	38
2.2	Extração dos óleos brutos de tilápia e salmão.....	38
2.3	Refino dos óleos.....	39
2.3.1	Degomagem	39
2.3.2	Etapa de lavagem.....	39
2.3.3	Clarificação	40
2.3.4	Secagem	40
2.4	Caracterização dos óleos produzidos.....	41

2.4.1	Rendimento	41
2.4.2	Índice de acidez	41
2.4.3	Índice de peróxido	41
2.4.4	Índice de saponificação	42
2.4.5	Índice de refração	42
2.4.6	Estabilidade oxidativa (Rancimat).....	42
2.4.7	Composição centesimal dos óleos	43
2.4.7.1	Umidade.....	43
2.4.7.2	Proteínas	43
2.4.7.3	Cinzas.....	43
2.4.7.4	Lipídeos.....	43
2.5	Análise estatística.....	44
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.1	Composição centesimal	45
3.2	Caracterização dos óleos produzidos	46
3.2.1	Rendimento	46
3.2.2	Caracterização química.....	46
3.2.3	Estabilidade oxidativa (Rancimat).....	48
4	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51
	CAPÍTULO 3 APLICAÇÃO DE ÓLEOS DE TILÁPIA E SALMÃO COMO SUBSTITUTOS DA GORDURA EM SORVETES - IMPACTOS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, QUÍMICAS, FÍSICAS E FÍSICO- QUÍMICAS DO PRODUTO	55
1	INTRODUÇÃO	57
2	MATERIAL E MÉTODOS	58
2.1	Aplicação dos óleos de tilápia e salmão em sorvetes.....	58
2.1.1	Ingredientes	58
2.1.2	Formulação dos sorvetes e detalhamento dos diferentes tratamentos	58
2.1.3	Processamento dos sorvetes	60
2.2	Caracterização dos sorvetes.....	63
2.2.1	Análises microbiológicas	63
2.2.1.1	Preparo e diluição das amostras.....	63

2.2.1.2	Contagem de mesófilos	63
2.2.1.3	Contagem de coliformes a 35 °C (totais) e 45 °C (termotolerantes)...	63
2.2.1.4	Teste do indol	64
2.2.1.5	Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	64
2.2.2	Caracterização química.....	64
2.2.2.1	Lipídeos.....	64
2.2.2.2	Umidade.....	65
2.2.2.3	Cinzas.....	65
2.2.2.4	Proteínas	65
2.2.2.5	Carboidratos	65
2.2.2.6	Sólidos solúveis.....	65
2.2.3	Caracterização físico-química	66
2.2.3.1	Acidez.....	66
2.2.3.2	pH.....	66
2.2.4	Caracterização física	66
2.2.4.1	Taxa de derretimento	66
2.2.4.2	<i>Overrun</i>	67
2.2.4.3	Textura.....	67
2.2.4.4	Cor.....	67
2.3	Delineamento experimental e análise estatística	68
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
3.1	Caracterização dos sorvetes.....	69
3.1.1	Análises microbiológicas	69
3.1.2	Caracterização química.....	71
3.1.2.1	Lipídeos.....	72
3.1.2.2	Umidade.....	73
3.1.2.3	Cinzas.....	74
3.1.2.4	Proteínas	75
3.1.2.5	Carboidratos	75
3.1.2.6	Sólidos solúveis.....	76
3.1.3	Caracterização físico-química	77
3.1.3.1	Acidez e pH.....	77
3.1.4	Caracterização física	79
3.1.4.1	Taxa de derretimento	79

3.1.4.2	<i>Overrun</i>	81
3.1.4.3	Textura.....	83
3.1.4.4	Cor.....	84
4	CONCLUSÃO.....	87
	REFERÊNCIAS.....	88
	APÊNDICE – ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)	93

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Peixes são considerados fontes de alto valor nutricional por possuírem elevado teor de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais. O consumo regular de peixe é uma das principais estratégias sugeridas para diminuir o risco de aumento mundial da obesidade e de outras doenças crônicas não transmissíveis (CHAKRABORTY *et al.*, 2019).

Ao longo dos anos, a produção pesqueira global e o consumo *per capita* de peixes vêm apresentando um crescimento expressivo. Com isso, o setor de processamento de pescado passou a desenvolver produtos mais diversificados que resultaram na produção de uma grande quantidade de resíduos. O descarte desses materiais de forma adequada e/ou de forma que reduza o impacto ambiental causado é um grande desafio (NAWAZ *et al.*, 2020).

Muitos dos subprodutos vêm sendo utilizados em rações, embalagens de alimentos, silagem de peixes, fertilizantes, biocombustíveis, entre outros. Além disso, esses subprodutos também podem ser utilizados para a produção de alimentos destinados à alimentação humana, como carne mecanicamente separada, óleo, farinha, embutidos, empanados, entre outros (ARVANITTOYANNIS; KASSAVETI, 2008; GOVINDHARAJ; ROOPAVATH; RATH, 2019; HERPANDI; ROSMA; WAN NADIAH, 2011; KIM; MENDIS, 2006; LAGO *et al.*, 2018; MAHBOOB, 2015; NAWAZ *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2016; RADZIEMSKA *et al.*, 2019; YUVARAJ *et al.*, 2019). A conversão desses resíduos gerados nas indústrias do setor pesqueiro em produtos de consumo é de extrema importância, pois são uma fonte de contaminação ambiental enorme, visto que são toneladas de resíduos descartados (ARVANITTOYANNIS; KASSAVETI, 2008).

Na atualidade, muitos indivíduos procuram por produtos com perfil altamente nutritivo. Por isso, muitas estratégias são criadas para melhorar esse perfil de alimentos, por exemplo, através da substituição da gordura por óleos ricos em EPA e DHA como o óleo de peixe (POURASHOURI *et al.*, 2020).

Os óleos de peixe normalmente são extraídos de peixes inteiros ou de subprodutos do pescado (HETTA; ATTALLAH; MAMDOUH, 2020). O óleo bruto possui compostos que afetam a estabilidade do produto como impurezas, ácidos graxos livres, pigmentos, fosfatídeos, entre outros, e, para melhorar a qualidade, é preciso passar pelo processo de refino (SATHIVEL; PRINYAWIWATKUL, 2004; YOUNG, 1986).

Quando se utilizam ingredientes derivados da pesca para fortificar alimentos, os mais adequados para essa aplicação são o leite e os produtos à base de leite, que são armazenados e

consumidos em curto período de tempo à baixa temperatura e em embalagens sem permeabilidade ao ar e à luz (SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018).

O sorvete é uma sobremesa popular no mundo todo e bastante apreciada pelos mais diversos consumidores. A adição de óleo de peixe a esse produto alimentício pode ser uma alternativa àquelas pessoas que não gostam e/ou não consomem peixe, podendo aumentar o consumo de ingredientes derivados de peixe através de alimentos fortificados e bem aceitos como esse (SHAVIKLO *et al.*, 2011), além de proporcionar benefícios nutricionais aos consumidores gerais de sorvete.

Portanto, criar estratégias para a utilização dos resíduos pesqueiros na alimentação humana é de grande utilidade, aumentando assim o consumo de peixe atrelado a todos os benefícios nutricionais proporcionados e ao não desperdício de alimentos, com a consequente diminuição de poluição ambiental. O presente estudo, enfim, tratou do aproveitamento de resíduos do pescado para produção de óleo de peixe, com aplicação em sorvete.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho foi a produzir o óleo de tilápia e óleo de salmão a partir de resíduos gerados na filetagem, contribuindo, dessa forma, com a diminuição da poluição ambiental e com o não desperdício de alimentos, com posterior aplicação em sorvetes, gerando um novo produto para o mercado destinado à alimentação humana.

2.2 Objetivos específicos

- Criar estratégias para destinação de subprodutos do pescado;
- Extrair óleo dos resíduos de tilápia e salmão;
- Avaliar o rendimento dos óleos extraídos;
- Refinar os óleos brutos;
- Caracterizar a qualidade dos óleos produzidos;
- Utilização do óleo de peixe na produção de sorvetes;
- Caracterizar microbiologicamente a qualidade dos sorvetes produzidos;
- Caracterizar as qualidades química, físico-química e física dos sorvetes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Produção de peixe

A produção global de peixes, em 2018, foi de cerca de 179 milhões de toneladas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA - FAO, 2020). De acordo com a Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR), em 2020, o Brasil produziu 802.930 toneladas de peixes de cultivo, obtendo um crescimento de 5,93% com relação à produção do ano anterior. Além disso, o país destaca-se como um dos 15 maiores produtores de peixe do mundo.

A produção pesqueira e aquícola é bastante diversificada em relação às espécies, processamentos e produtos destinados à alimentação e outros. O peixe é um alimento altamente perecível, por isso muitos cuidados devem ser tomados na colheita e ao longo da cadeia de abastecimento, para que a qualidade do peixe e os atributos nutricionais sejam preservados, assim como para evitar a contaminação, perda e desperdício (FAO, 2020).

Os métodos como os peixes são utilizados e o processamento a que são submetidos diferem entre os continentes, regiões e países (FAO, 2020). De forma geral, a comercialização de peixes pode ser feita *in natura* ou industrializado.

No processo de industrialização, os peixes são obtidos, conservados, processados, embalados, transportados e comercializados (FELTES *et al.*, 2010). Durante a cadeia produtiva, que envolve as etapas de produção até a comercialização, uma grande quantidade de resíduo pode ser gerada dependendo da espécie e do tipo de processamento aplicado (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

De acordo com a NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004), os resíduos de pescado são considerados de classe II-A. Esses resíduos da segunda classe são os que exibem maior potencial para inserção de tecnologias de reaproveitamento nas agroindústrias, podendo denotar de alta valorização desde que empregados em processos adequados de reutilização (LIMA, 2013), ou seja, podem ser reutilizados após o tratamento.

O engajamento dos setores pesqueiros para a redução da geração de resíduos ou a emissão zero destes deve ser uma de suas propostas. Alternativas sustentáveis para gerenciar os resíduos tornam-se um diferencial dessas empresas e, com isso, garantem uma diversificação de produtos, o crescimento sustentável e a responsabilidade socioambiental (FELTES *et al.*, 2010).

3.2 Tilápia

No Brasil, a tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*) foi a primeira a ser introduzida, em 1953, na região de São Paulo. Em 1971, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), originária da bacia do rio Nilo no Leste da África, foi introduzida, juntamente com a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis hornorum*), pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). A intenção foi proporcionar a produção de alevinos para o repovoamento dos reservatórios públicos do Nordeste e também para o fomento do cultivo, que rapidamente se difundiu para todo o país (CASTAGNOLLI, 1996; PROENÇA; BITTENCOURT, 1994; SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017; VERANI, 1980; ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

A tilápia é uma espécie de peixe que vem apresentando um grande crescimento de produção. Atualmente, o Brasil é o quarto maior produtor do mundo dessa espécie, sendo que, em 2020, atingiu 486.155 toneladas, consolidando-se ainda mais no cenário nacional. Dentre os cinco estados líderes na produção de tilápia, Minas Gerais encontra-se na 3ª colocação, com uma produção de 42.100 toneladas (PEIXE BR, 2020).

A espécie possui grande potencial para a aquicultura por apresentar diversas características favoráveis, tais como: ser precoce; de rápido crescimento; sua alimentação é baseada em itens básicos da cadeia trófica e aceita uma ampla variedade de alimentos; responde com a mesma eficiência a ingestão de proteínas vegetais e animais; possui capacidade fisiológica de adaptação a diferentes ambientes e sistemas de produção; e é resistente a doenças, superpovoamentos e baixos teores de oxigênio dissolvido. Além disso, sua carne é considerada saborosa, com baixo teor de gordura e de calorias e ausência de espinhos em forma de “Y”, o que a torna propícia para a industrialização (CASTAGNOLLI, 1992; CYRINO; CONTE, 2006; ONO; KUBITZA, 2003; SCHMITTOU, 1995; ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

A industrialização de peixes é bastante realizada no Brasil e isso se deve bastante ao fato de que, atualmente, os consumidores buscam por produtos de fácil preparo e que sejam nutricionalmente adequados. Os principais produtos obtidos a partir da industrialização da tilápia são filés, empanados e embutidos (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017), sendo que o filé é considerado o principal produto do processamento dessa espécie. O rendimento médio da filetagem pode variar de 32% a 40% e, dessa forma, uma grande quantidade de resíduos são gerados a partir desse processamento (SOUZA; MARANHÃO, 2001).

3.3 Salmão

O salmão é pertencente à família *Salmonidae* e é conhecido como o “rei dos peixes”, sendo originário das águas frias do Atlântico Norte e do Pacífico Sul. Essa espécie possui carne firme e farta, apresentando coloração avermelhada devido aos pigmentos presentes em sua dieta (BEHS, 2011; SOUZA, 2019). Além disso, é uma espécie rica em vitaminas A e do complexo B. Possui também vários minerais como cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, selênio e zinco, todos essenciais para uma dieta saudável e balanceada. Sobretudo, é fonte de ácidos graxos ômega-3 (ARAÚJO, 2004).

O aumento do consumo desse peixe se deu pela popularização da culinária japonesa no Brasil, a partir de 1980 (DAMASCENO, 2009). Atualmente, o salmão é a espécie de peixe mais importada no país, sendo que, em 2020, o Brasil importou 100.029 toneladas, o que representou 32,94% das importações brasileiras de pescado. Os países que dominam o mercado global de produção de salmão são Noruega e Chile (PEIXE BR, 2021).

Com o aumento da importação desses peixes, conseqüentemente ocorreu um aumento na geração de resíduos da espécie no país. A filetagem do salmão gera subprodutos que possuem alto valor nutricional e que não são usados no cardápio dos restaurantes japoneses, fazendo com que sejam desperdiçados em uma grande quantidade (HARIMA, 2019).

3.4 Filetagem

O processo de filetagem de peixes abrange uma série de operações unitárias, tendo como objetivo a produção de filés. O filé de peixe é um pedaço de carne composto pelo músculo dorsal e abdominal do animal e é um dos produtos mais procurados no mercado pelo consumidor. Esse processamento envolve o pré-tratamento, filetagem, remoção das aparas do filé, embalagem e estocagem (COTRIM, 2011; LINS, 2011).

No pré-tratamento, o peixe é eviscerado e a cabeça e a cauda são removidas. Dependendo da técnica utilizada, as nadadeiras também são retiradas. Para minimizar a contaminação da carne processada, a carcaça do animal passa por um processo de lavagem. Posteriormente, realiza-se a filetagem, quando é realizada a remoção do filé propriamente dito. Geralmente, faz-se um corte no sentido dorsal-ventral, começando no sentido cabeça-cauda. Em seguida, é feita a remoção de aparas de filé, em que, os filés passam por etapa de remoção de pele, acompanhada da retirada das nadadeiras que, por ventura, ainda permaneceram no filé. Além disso, também são removidas as espinhas que possam ter permanecido no pescado, sendo

essa etapa considerada muito crítica na determinação do rendimento final. Posteriormente, os filés seguem para a etapa de embalagem. Durante a embalagem, atenção especial deve ser dada ao processo de congelamento, a fim de evitar que, na etapa seguinte, os filés não sofram com a queima pelo frio, desidratação superficial e rancificação oxidativa. Portanto, geralmente, após o congelamento realiza-se o glaciamento, formando fina película de gelo no entorno do produto, mediante tratamento do pescado com gelo fundente. Ademais, os filés são estocados, devendo ser realizada em câmara de congelamento em temperatura de $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (COTRIM, 2011).

3.5 Resíduos gerados na industrialização do pescado

Nos últimos 10 anos, a atividade pesqueira vem se desenvolvendo e seu crescimento no país tem ficado evidente (PEIXE BR, 2020). No entanto, o aumento na produção de peixes vem acompanhado pelo aumento na geração de resíduos sólidos orgânicos. Quando esses resíduos não são adequadamente descartados podem trazer uma série de problemas ambientais, pois embora se caracterizem como um material degradável, o lançamento em grande quantidade nos rios causa danos ao meio ambiente e desequilibra o ecossistema (MARTINS, 2012; VIDOTTI; LOPES, 2016).

Os resíduos orgânicos gerados podem ser classificados em dois grupos distintos. O primeiro grupo constitui-se de partes que não são utilizadas para a produção de produtos com alto valor agregado, como por exemplo peixes de mortalidade natural, vísceras, nadadeiras, carcaças e cabeça. O segundo grupo abrange as partes que, quando pré-processadas, tornam-se matérias-primas de produtos industrializados de alto valor agregado, como, por exemplo, a carne aderida às carcaças (VIDOTTI; LOPES, 2016).

O descarte feito de forma inadequada traz uma série de problemas que podem ser evitados através do manejo adequado dos resíduos. O destino correto permite, além de evitar impactos negativos ao meio ambiente, que novos produtos sejam gerados e introduzidos no mercado, evitando desperdícios (ARRUDA, 2004). Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas a fim de avaliar as possibilidades de aproveitamento desses resíduos. Nesse contexto, através das partes descartadas dos peixes, surgem as farinhas, óleos, silagens, hidrolisados proteicos, formatados, reestruturados, empanados, colágeno, gelatina, produtos de couro, utilização na compostagem orgânica, alternativa para obtenção de biodiesel e em sistemas de filtragem para tratamento de águas (MARTINS, 2012; VIDOTTI; LOPES, 2016).

Após o beneficiamento de peixes, os resíduos são utilizados, principalmente, para alimentação animal, porém, podem ser aproveitados para produzir fertilizantes ou produtos

químicos, iscas e artesanatos. Visto que esses resíduos são ricos em fontes de proteínas e ácidos graxos poli-insaturados, desperta um incentivo de destiná-los à produção de produtos para a alimentação humana, tendo em vista, no final, um subproduto com valor agregado (FELTES *et al.*, 2010).

3.6 Alternativas de utilização de resíduos pesqueiros

Após o beneficiamento do peixe, a quantidade de resíduos gerados pode chegar até 70%, dependendo da espécie e do processamento, tornando-se uma fonte de poluição ambiental, principalmente em caso de não tratamento. Com isso, a utilização desses resíduos como fonte de matéria-prima para novos produtos gera enormes benefícios ambientais e também econômicos (FELTES *et al.*, 2010; NGUYEN; PHAM; ANH, 2020).

Os subprodutos são considerados boas fontes de nutrientes de alto valor. Porém, por possuírem grandes quantidades de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), pró-oxidantes, pigmentos, enzimas, tornam-se muito suscetíveis à oxidação lipídica, o que acarreta facilmente à perda de qualidade (ABDOLLAHI *et al.*, 2020).

3.6.1 Óleo de peixe

O óleo de peixe é um produto que pode ser obtido através de diversas matérias-primas, como peixes inteiros, de espécies de peixes que não possuem valor comercial, das ovas, de subprodutos da produção de conservas e surimi e do processamento do pescado (ADEOTI; HAWBOLDT, 2014).

Os óleos de peixe possuem grande quantidade de ácidos graxos (saturados, mono e poli-insaturados) com destaque para o ácido eicosapentaenoico (EPA – C20:5) e o ácido docosahexaenoico (DHA – C22:6), além de alto valor de vitaminas, com ênfase para vitamina A e D (FELTES *et al.*, 2010; RODRIGUES *et al.*, 2017; SKULAS-RAY *et al.*, 2019). Indivíduos que consomem regularmente óleo de peixe, ou seja, uma dosagem de 0,5 g de EPA e DHA, apresentam baixo colesterol no soro sanguíneo (SKULAS-RAY *et al.*, 2019), e como consequência tem-se a diminuição do risco de doenças cardiovasculares (PARLETTA *et al.*, 2019). Além desse benefício, os ácidos graxos da série ômega-3 também atuam benéficamente nos distúrbios cerebrais, câncer, inflamações e depressão (FELTES *et al.*, 2010; SONG *et al.*, 2018). Ademais, nas vísceras e nos restos da filetagem, ou seja, nas partes que normalmente

não são aproveitadas dos peixes, são onde que são encontradas as maiores quantidades de EPA e DHA (PITTIGLIANI, 2014).

Para a obtenção de óleos comestíveis, os resíduos de peixe podem ser uma ótima fonte, atrelados com a redução da contaminação ambiental, com os lucros que esses produtos podem gerar para a indústria, além de evitar gastos adicionais para as empresas com o manuseio e tratamento de resíduos (AL-HILPHY *et al.*, 2020).

A qualidade da matéria-prima utilizada para a obtenção do produto final é crucial, pois somente através de matérias-primas de boa qualidade é que se obtêm produtos também de boa qualidade, mas, no caso de óleos, também é necessário que o processo de extração seja adequado (PERINA *et al.*, 2018).

3.6.1.1 Processos de extração para obtenção de óleo de peixe

Um dos métodos mais comuns utilizados para produção de óleo de peixe é a extração por solventes, em que o rendimento de lipídeo total é alto. Porém, esse método apresenta desvantagens, pois utiliza de produto químico tóxico e que traz preocupações ambientais e de segurança. Além disso, pode extrair compostos não lipídicos, impactando negativamente a qualidade do óleo (ADEOTI; HAWBOLDT, 2014; BONILLA-MENDEZ; HOYOS-CONCHA, 2018).

A extração de óleos por fluido supercrítico é uma opção para a substituição de métodos convencionais. É uma técnica que utiliza de temperaturas moderadas, além de estar relacionada com o conceito de química verde, pois no final do processo de extração do óleo, o solvente é removido completamente por despressurização e pode ser recuperado. O dióxido de carbono (CO₂) é o fluido mais utilizado por apresentar temperatura crítica moderada de 31,3 °C, pressão de 7,4 MPa e por ser um solvente não tóxico, não inflamável, de baixo custo e ambientalmente seguro (DÍAZ-REINOSO *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2015). Porém, a principal desvantagem desse método é a de apresentar alto custo para as indústrias (RUBIO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2008).

A extração mecânica também é um método bastante utilizado e tradicional. A fácil operação e a não utilização de solventes orgânicos são algumas das razões desse método ser tão popularmente conhecido e aplicado (PERINA *et al.*, 2018; SINGH; BARLGALE, 2000). Assim como é feito na extração do azeite extravirgem, no processo de extração mecânica, a recuperação do óleo é feita em temperatura ambiente, o que preserva a sua qualidade (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

Industrialmente, o óleo de peixe é obtido a partir das etapas de cozimento, prensagem e/ou filtração e centrifugação (FELTES *et al.*, 2010).

3.6.1.2 Refino

Os óleos brutos ou crus possuem compostos indesejáveis, tais como umidade, pigmentos, ácidos graxos livres, fosfolipídeos, minerais, sabores estranhos, entre outros, que afetam a qualidade, a estabilidade e a aceitabilidade do óleo produzido pelos consumidores. Por essa razão, é necessário que seja aplicado o processo de refino (SOLDO *et al.*, 2019).

Os aldeídos e cetonas, que são compostos voláteis, geralmente são formados pela deterioração microbiana e autoxidação de proteínas, aminoácidos e lipídeos, sendo essas substâncias não desejáveis para o consumo humano. Os ácidos graxos da série ômega-3 dos óleos de peixe são muito susceptíveis à oxidação e esse processo causa perdas nutricional e sensorial indesejáveis, pois tem como resultado o ranço, além de causar a remoção dos ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs). Por isso, as condições do processo de refino devem ser otimizadas a fim de não remover compostos desejáveis (SONG *et al.*, 2017).

O processo de refino tem como objetivo melhorar a qualidade do óleo (YIN *et al.*, 2020). Geralmente, esse processo envolve quatro etapas: degomagem, neutralização, branqueamento e desodorização, cada uma possuindo um objetivo como, separar os fosfolipídeos, diminuir a acidez, remover materiais coloridos e remover compostos de odor indesejáveis, respectivamente. Quando o processo de refino é bem-sucedido, sem perda de PUFAs, permite que ele seja aplicado em alimentos e assim sua utilização na alimentação humana, sendo um suplemento para aqueles que não consomem quantidades adequadas de peixe (SOLDO *et al.*, 2019), ou seja, o óleo de pescado deve ser purificado para que assim possa ser utilizado na alimentação humana (MORAIS *et al.*, 2001).

O refino químico ou alcalino, que envolve as quatro etapas já citadas, ainda se mostra o mais adequado devido ao fato de que outras técnicas como, por exemplo, o tratamento enzimático ainda não é tão utilizado pelas indústrias, pois as enzimas são caras (VAISALI *et al.*, 2015). Um dos grandes problemas de utilização do óleo de peixe na alimentação humana consiste no seu forte odor. O processo de desodorização é utilizado para solucionar essa adversidade, que atua removendo os aldeídos e cetonas que são os compostos responsáveis pelo odor característico desse produto (OLIVEIRA, 2015). Sendo assim, o óleo obtido pode ser inodoro, mas esse processo de desodorização é considerado um passo crítico do refino de óleos,

pois utiliza de altas temperaturas que pode provocar reações de degradação (CMOLIK; POKORNY, 2000).

3.7 Desenvolvimento de novos produtos

Novos produtos são considerados símbolos importantes para o crescimento econômico, a melhoria dos padrões de vida e o progresso tecnológico. De modo geral, os novos produtos mais bem-sucedidos são aqueles que oferecem um ou mais benefícios nutricionais, menos trabalho e tempo na preparação ou ainda aqueles que proporcionam uma experiência alimentar prazerosa (MAYO; DENISON-PENDER, 1988).

A indústria de alimentos está continuamente inovando para que consiga se manter competitiva e lucrativa. A busca por lucratividade acaba criando um conflito entre a indústria alimentícia e a saúde pública, tendo em vista que os alimentos que trazem um maior retorno financeiro são aqueles altamente processados, com alta densidade energética e pobres em nutrientes, estando muito associados à obesidade e outras doenças crônicas (SPITERI; OLSAD; WOODS, 2018). Porém, entender como o consumidor faz a escolha de seus alimentos é muito complexo, pois é preciso explorar diversos fatores como, por exemplo, personalidade, atitude, estilo de vida e classe social (FOXALL; GOLDSMITH, 1994).

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios a partir de uma matéria-prima que é um subproduto gerado no processamento industrial é uma alternativa econômica e nutritiva, tendo em vista que esses são descartados mesmo em boas condições de consumo e utilização (CORADO *et al.*, 2017). Além disso, a sustentabilidade do planeta é um dos assuntos que atualmente é muito discutido em nível mundial (SILVA *et al.*, 2021).

3.8 Sorvetes

O sorvete é um alimento popular, geralmente consumido como lanche ou sobremesa, e possui boa aceitação sensorial (ANDAJANI, 2016). O Brasil possui uma perspectiva de crescimento comercial desse produto. Além disso, o sorvete é um produto versátil e que apresenta muitas opções no mercado, conseguindo atingir muitos consumidores (SOUZA *et al.*, 2010). De acordo com a Associação Brasileira de Indústrias de Sorvetes (ABIS, 2020), cada brasileiro consome em média 5,29 litros por ano, um valor considerado ainda pequeno quando comparado com outros países, mas que vem crescendo com o passar dos anos.

Atualmente, os consumidores buscam por alimentos que promovem benefícios à sua saúde, ou seja, estão cada vez mais conscientes da relação entre alimentação e saúde (SIRÓ *et al.*, 2008).

O teor de gordura é importante nesse produto, pois esse componente proporciona cremosidade e sabor, contribuindo com a suavidade (MOSQUIM, 1999). Sorvetes fortificados com ácidos graxos poli-insaturados são ainda raros. Esses ácidos graxos são considerados essenciais, pois não são sintetizados pelo organismo, sendo assim, devem ser consumidos através da dieta, tendo em vista que sua deficiência pode afetar algumas condições de saúde. Uma fonte de ácidos graxos poli-insaturados, especialmente EPA e DHA, é o óleo de peixe (ANDAJANI, 2016).

O sorvete, por ser muito apreciado e consumido, é um ótimo produto para a incorporação de ingredientes que irão o enriquecer nutricionalmente, pois atenderá uma ampla gama de consumidores, conjuntamente suprimindo o desejo da busca de alimentos mais saudáveis, com alto padrão sensorial (LAMOUNIER *et al.*, 2015) e, no caso desse trabalho, associado ao reaproveitamento de resíduos do pescado, beneficiando o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M. *et al.* Minimizing lipid oxidation during pH-shift processing of fish by-products by cross-processing with lingonberry press cake, shrimp shells or brown seaweed. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 327, Oct. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32454272/>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- ADEOTI, I. A.; HAWBOLDT, K. A review of lipid extraction from fish processing byproduct for use as a biofuel. **Biomass and Bioenergy**, [Oxford], v. 63, p. 330-340, Apr. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953414000749>. Acesso em: 02 set. 2021.
- AL-HILPHY, A. R. *et al.* Infrared-assisted oil extraction for valorization of carp viscera: Effects of process parameters, mathematical modeling, and process optimization. **LWT – Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 129, July 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820305302>. Acesso em: 16 out. 2021.
- ANDAJANI, P. T. Microencapsulated mixture of fish oil and fortified in ice cream. **Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak**, [Indonesia], v. 11, n. 2, p. 1-10, Oct. 2016. Disponível em: <https://jitek.ub.ac.id/index.php/jitek/article/view/226/0>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- ARAÚJO, E. B. **Salmão**. São Paulo: Manole, 2004. 144 p.
- ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- ARVANITTOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. **International Journal of Food Science & Technology**, [Malden], v. 43, n. 4, p. 726-745, Jan. 2008. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETES - ABIS. **Sorvete**. 2020. Disponível em: <http://www.abis.com.br>. Acesso em: 11 mar. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma NBR-10004: Resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.
- BEHS, G. **Efeito do processamento na composição centesimal e na análise sensorial de salmão selvagem e de cativo**. 2011. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BONILLA-MENDEZ, J. R.; HOYOS-CONCHA, J. L. Methods of extraction, refining and concentration of fish oil as a source of omega-3 fatty acids. **Corpoica Ciencia y Tecnologia Agropecuaria**, [Mosquera], v. 19, n. 3, p. 645–668, Sept./Dec. 2018. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062018000300645. Acesso em: 12 fev. 2021.

CASTAGNOLLI, N. **Aquicultura para o ano 2000**. Brasília: CNPq, 1996. 95 p.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.

CHAKRABORTY, P. *et al.* Marine lizardfish (*Harpadon nehereus*) meal concentrate in preparation of ready-to-eat protein and calcium rich extruded snacks. **Journal of Food Science and Technology**, [New Delhi], v. 57, n. 1, p. 338-349, Sept. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31975737/>. Acesso em: 02 ago. 2020.

CMOLIK, J.; POKORNY, J. Physical refining of edible oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, [Weinheim], v. 102, n. 7, p. 472-486, Sept. 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1438-9312%28200008%29102%3A7%3C472%3A%3AAID-EJLT472%3E3.0.CO%3B2-Z>. Acesso em: 05 out. 2020.

CORADO, A. *et al.* Physical and chemical characteristics of cheese bread, using fermented broken rice. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 142-147, Dec. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/GJGGTR7ksrG8GDcW7zw9zxv/?lang=en>. Acesso em: 21 jan. 2021.

COTRIM, W. **Filetagem de pescado**. 2011. Disponível em: <https://comidatecnologica.wordpress.com/2011/01/21/filetagem-de-pescado/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

CYRINO, J. E.; CONTE, L. Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. *In*: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C. (eds.). **AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2006. cap. 12, p. 151-171.

DAMASCENO, A. **Qualidade (sensorial, microbiológica, físico-química e parasitológica) de salmão (*Salmo salar*, Linnaeus, 1778) resfriado, comercializado em Belo Horizonte – MG**. 2009. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

DÍAZ-REINOSO, B. *et al.* Supercritical CO₂ extraction and purification of compounds with antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [Washington], v. 54, n. 7, p. 2441–2469, Mar. 2006. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf052858j>. Acesso em: 25 nov. 2021.

FELTES, M. M. C. *et al.* Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 669-677, jan. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/fCnfwcVFbVZFnpTRWtkMM3z/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action.** Rome, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 05 ago. 2021.

FOXALL, G. R.; GOLDSMITH, R. E. **Consumer psychology for marketing.** New York: Routledge, 1994.

GOVINDHARAJ, M.; ROOPAVATH, U. K.; RATH, S. N. Valorization of discarded Marine Eel fish skin for collagen extraction as a 3D printable blue biomaterial for tissue engineering. **Journal of Cleaner Production**, [Oxford], v. 230, p. 412-419, Sept. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619316026>. Acesso em: 02 ago. 2020.

HARIMA, A. K. **Avaliação sensorial de bolinhos elaborados utilizando aparas da filetagem de salmão tratado com salga úmida.** 2019. 34 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

HERPANDI, N. H.; ROSMA, A.; WAN NADIAH, W. A. The tuna fishing industry: a new outlook on fish protein hydrolysates. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [Malden], v. 10, n. 4, p. 195-207, June 2011. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2011.00155.x>. Acesso em: 16 fev. 2021.

HETTA, A. A. F.; ATTALLAH, O. A.; MAMDOUH, W. Quality evaluation of oil recovered from *Euthynnus affinis* (Kawakawa) fish using ecofriendly chotisan/oil-non-centrifuged sequential purification technique. **Journal of Food Processing and Preservation**, [Malden], v. 45, n. 1, p. e15099, Nov. 2020. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.15099>. Acesso em: 30 set. 2021.

KIM, S. K.; MENDIS, E. Bioactive compounds from marine processing byproducts—a review. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 39, n. 4, p. 383-393, May 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996905002218>. Acesso em: 12 out. 2020.

LAGO, A. M. T. *et al.* Fish sausages prepared with inclusion of Nile tilapia minced: Correlation between nutritional, chemical, and physical properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, [Malden], v. 42, n. 10, p. 1-11, Oct. 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfpp.13716>. Acesso em: 02 jan. 2022.

LAMOUNIER, M. L. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, mar./abr. 2015. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/400>. Acesso em: 09 dez. 2021.

LIMA, L. K. F. **Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado.** 2013. Disponível em: <http://www.ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 17 fev. 2022.

LINS, P. M. de O. **Beneficiamento do pescado.** Técnico em Pesca e Aquicultura. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA. Pará, 2011. 100 p.

MAHBOOB, S. Isolation and characterization of collagen from fish waste material-skin, scales and fins of *Catla catla* and *Cirrhinus mrigala*. **Journal of Food Science and Technology**, [New Delh], v. 52, n. 7, p. 4296-4305, July 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26139894/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

MARTINS, G. I. **Potencial de extração de óleo de peixe para produção de biodiesel**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

MAYO, N.; DENISON-PENDER, M. Development of and demand for new food and drink products. **British Food Journal**, [England], v. 90, n. 5, p. 205-210, May 1988. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/eb011828/full/html>. Acesso em: 17 dez. 2020.

MORAIS, M. M. *et al.* Estudo do processo de refino do óleo de pescado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [São Paulo], v. 60, n. 1, p. 23-33, jan. 2001. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial60_1_completa/887.pdf. Acesso em: 21 set. 2020.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora Ltda., 1999.

NAWAZ, A. *et al.* Valorization of fisheries by-products: Challenges and technical concerns to food industry. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 99, p. 34-43, May 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224419307125>. Acesso em: 20 mar. 2021.

NGUYEN, T.; PHAM, M.; ANH, T. L. Spray, combustion, performance and emission characteristics of a common rail diesel engine fueled by fish-oil biodiesel blends. **Fuel**, [Oxford], v. 269, June 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236120301034>. Acesso em: 23 set. 2020.

OLIVEIRA, D. A. S. B. **Extração, refino e caracterização de óleo de coproduto de atum-galha-amarela (*Thunnus albacares*) rico em ácidos graxos poli-insaturados**. 2015. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

OLIVEIRA, R. M. E. *et al.* Breaded from nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): effect of addition from different concentrations of mechanically separated meat and cooking methods on its quality. **International Journal of Current Research**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 26484-26493, Feb. 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/29425>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3. ed. Jundiaí: Esalq-USP, 2003. 112 p.

PARLETTA, N. *et al.* A Mediterranean-style dietary intervention supplemented with fish oil improves diet quality and mental health in people with depression: A randomized controlled trial (HELFIMED). **Nutritional Neuroscience**, [Leeds], v. 22, n. 7, p. 474-487, July 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29215971/>. Acesso em: 09 jan. 2021.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2020**. 2020. Disponível em: <http://www.peixebr.com.br>. Acesso em: 22 mar. 2021.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2021**. 2021. Disponível em: <http://www.peixebr.com.br>. Acesso em: 22 dez. 2021.

PERINA, H. *et al.* Oil extraction from *Rana catesbeiana* by Supercritical Carbon Dioxide and Mechanical Pressing. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, [New York], v. 95, n. 12, p. 1575-1585, Oct. 2018. Disponível em: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aocs.12140>. Acesso em: 22 nov. 2021.

PITTIGLIANI, A. H. **Resíduos de pescado: produção de biodiesel e extração de colágeno**. 2014. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

POURASHOURI, P. *et al.* Characteristic and shelf life of fish sausage: fortification with fish oil through emulsion and gelled emulsion incorporated with green tea extract. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [Chichester], v. 100, n. 12, p. 4474-4482, Sept. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32399983/>. Acesso em: 08 set. 2021.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994. 196 p.

RADZIEMSKA, M. *et al.* Valorization of fish waste compost as a fertilizer for agricultural use. **Waste and Biomass Valorization**, [Dordrecht], v. 10, n. 9, p. 2537-2545, Sept. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-018-0288-8>. Acesso em: 19 mar. 2021.

RAMALHO, H. F., SUAREZ, P. A. Z. A Química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Revista Virtual de Química**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 2–15, jan./fev. 2013. Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/360>. Acesso em: 13 out. 2020.

RODRIGUES, B. L. *et al.* Fatty acid profiles of five farmed Brazilian freshwater fish species from different families. **Plos One**, [San Francisco], v. 12, n. 6, p. e0178898, June 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0178898>. Acesso em: 06 nov. 2020.

RUBIO-RODRÍGUEZ, N. *et al.* Supercritical fluid extraction of the omega-3 rich oil contained in hake (*Merluccius capensis*-*Merluccius paradoxus*) by-products: Study of the influence of process parameters on the extraction yield and oil quality. **The Journal of Supercritical Fluids**, [Amsterdam], v. 47, n. 2, p. 215–226, Dec. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S089684460800199X>. Acesso em: 12 out. 2021.

SANTOS, K. A. *et al.* Extraction of crambe seed oil using subcritical propane: Kinetics, characterization and modeling. **The Journal of Supercritical Fluids**, [Amsterdam], v. 104, p. 54–61, Sept. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0896844615300206>. Acesso em: 02 jun. 2020.

SATHIVEL, S.; PRINYAWIWATKUL, W. Adsorption of FFA in crude catfish oil onto chitosan, activated carbon, and activated earth: A kinetics study. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, [New York], v. 81, n. 5, p. 493–496, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-004-0929-0>. Acesso em: 05 jul. 2020.

SCHMITTOU, H. R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. ONO, E. (trad.). ASA – Associação Americana de Soja. Mogiana Alimentos S.A., 1995. 78 p.

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

SHAVIKLO, A. R.; SEYED-NEJAD, S. R.; MAHDAVI, A. H. R. Determination of optimum level of omega-3 fish oil plus vitamin E and their effects on oxidative and sensory shelf stability in a traditional Persian ice cream formulation using a computer-aided statistical programme. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, [Tehran], v. 19, n. 1, p. 151-166, Jan. 2018. Disponível em: <https://jifro.ir/article-1-2885-en.html>. Acesso em: 13 jul. 2020.

SHAVIKLO, G. R. *et al.* Chemical properties and sensory quality of ice cream fortified with fish protein. **Journal of Science of Food and Agriculture**, [United Kingdom], v. 91, n. 7, p. 1199-1204, May 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21337575/>. Acesso em: 19 out. 2020.

SILVA, F. *et al.* Adding Value to Bycatch Fish species captured in the Portuguese Coast – development of new food products. **Foods**, [Basel], v. 10, n. 1, p. 68, Jan. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/1/68>. Acesso em: 18 jan. 2022.

SINGH, J.; BARGALE, P. C. Development of a small capacity double stage compression screw press for oil expression. **Journal of Food Engineering**, [Oxford], v. 43, n. 2, p. 75–82, Feb. 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087749900134X>. Acesso em: 12 nov. 2020.

SIRÓ, I. *et al.* Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review. **Appetite**, [London], v. 51, n. 3, p. 456-467, Nov. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666308004923>. Acesso em: 15 nov. 2020.

SKULAS-RAY, A. C. *et al.* Omega-3 fatty acids for the management of hypertriglyceridemia: A science advisory from the American Heart Association. **Circulation**, [Philadelphia], v. 140, n. 12, p. e673-e691, Sept. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31422671/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

SOLDO, B. *et al.* High quality oil extracted from sardine by-products as an alternative to whole sardines: Production and refining. **European Journal of Lipid Science and Technology**, [Weinheim], v. 121, n. 7, May 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.201800513>. Acesso em: 19 mar. 2021.

SONG, G. *et al.* Analysis of the changes in volatile compound and fatty acid profiles of fish oil in chemical refining process. **European Journal of Lipid Science and Technology**, [Weinheim], v. 120, n. 2, Sept. 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.201700219>. Acesso em: 22 mar. 2021.

SONG, J. *et al.* Dose-dependent effects of fish oil on cardio-metabolic biomarkers in healthy middle-aged and elderly Chinese people: a double-blind randomized controlled trial. **Food & Function**, [Cambridge], v. 9, n. 6, p. 3235-3243, June 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29781483/>. Acesso em: 26 out. 2020.

SOUZA, E. C. **Avaliação do aproveitamento e desperdício de salmão utilizado em restaurante japonês**. 2019. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019.

SOUZA, J. C. B. de *et al.* Sorvete: Composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 155-165, jan./mar. 2010. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/1401>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SOUZA, M. L.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Animal Sciences**, Maringá, v. 23, n. 1, p. 897-901, July 2001. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2643/2163>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SPITERI, S. A.; OLSTAD, D. L.; WOODS, J. L. Nutritional quality of new food products released into the Australian retail food market in 2015 – is the food industry part of the solution?. **BMC Public Health**, [London], v. 18, n. 1, p. 222, Feb. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29415698/>. Acesso em: 27 out. 2020.

VAISALI, C. *et al.* Refining of edible oils: a critical appraisal of current and potential Technologies. **International Journal of Food Science and Technology**, [Malden], v. 50, n. 1, p. 13–23, Sept. 2015. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.12657>. Acesso em: 05 jan. 2022.

VERANI, J. R. **Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (SCHNEIDER, 1801) – aspectos quantitativos**. 1980. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1980.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. 2006. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 30 mar. 2020.

VIDOTTI, R. M.; LOPES, I. G. Resíduos orgânicos gerados na piscicultura. **Pesquisa & Tecnologia**, [Campinas], v. 13, n. 2, p. 1-6, jul./dez. 2016. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/1696-residuos-organicos-gerados-na-piscicultura/file.html>. Acesso em: 29 abr. 2021.

YIN, F. *et al.* Improving the quality of microalgae DHA-rich oil in the deodorization process using deoxygenated steam. **Journal of Food Processing and Preservation**, [Malden], v. 44, n. 8, p. e14602, June 2020. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14602>. Acesso em: 06 maio 2021.

YOUNG, F. V. K. The chemical and physical properties of crude fish oils for refiners and hydrogenators. **Fish Oil Bulletin**, [United Kingdom], v. 18, p. 1–18, June 1986. Disponível em: https://ptabdata.blob.core.windows.net/files/2017/PGR2017-00033/v24_Ex.%201024%20-%20Young,%20FVK-Chemical%20and%20Physical%20Properties%20of%20Crude%20Fish%20Oils.PDF. Acesso em: 22 maio 2021.

YUVARAJ, D. *et al.* Production of biofuels from fish wastes: an overview. **Biofuels**, [England], v. 10, n. 3, p. 301-307, Sept. 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17597269.2016.1231951?journalCode=tfu20>. Acesso em: 30 jan. 2021.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. *In*: CYRINO, J. E. P. *et al.* (eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. cap. 9, p. 239-266.

**CAPÍTULO 2 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NA FILETAGEM DE
TILÁPIA E SALMÃO PARA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE –
OBTENÇÃO, REFINO E CARACTERIZAÇÃO**

RESUMO

O consumo de peixes vem crescendo com o passar dos anos. Na atualidade, os indivíduos buscam por alimentos de fácil preparo e consumo e, com isso, os filés de peixe são uma ótima opção. A filetagem de peixes gera considerável quantidade de resíduos, que resulta em aumento da poluição ambiental. Como alternativa, esses resíduos podem ser utilizados para a fabricação de produtos secundários como, por exemplo, o óleo de peixe. Sendo assim, objetivou-se com este estudo obter, refinar e caracterizar os óleos de tilápia e salmão a partir de resíduos gerados na filetagem dessas espécies de peixe. Os resíduos utilizados foram cabeça e carcaça. Os óleos foram produzidos a partir da moagem dos resíduos, com posterior cozimento (60 °C/60 min) e centrifugação (3500 rpm/20 min). Em seguida, foram refinados e caracterizados por análises de rendimento, índice de acidez, índice de peróxido, índice de iodo, índice de saponificação, índice de refração, perfil de ácidos graxos, estabilidade oxidativa (Rancimat) e quanto à composição centesimal. Os óleos de tilápia e salmão eram compostos, em maior quantidade, por lipídeos. O salmão por ser um peixe mais gordo, apresenta maiores quantidades de óleo, mostrando seu maior potencial quando se considera somente essa variável. Os óleos apresentaram boa qualidade para todos os parâmetros analisados. Por essa razão, o método de extração e o refino aplicados foram adequados e a utilização de resíduos provenientes da filetagem desses peixes são uma boa alternativa para a produção de óleos de peixe.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduos. Produtos secundários. Qualidade.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção e do consumo de peixes no Brasil incentiva conseqüentemente muitas indústrias de processamento a promoverem a diversificação de seus produtos (SOUZA *et al.*, 2018).

Nota-se tal aumento com diferentes espécies no país. Por exemplo, o Brasil é um dos maiores produtores de tilápia do mundo, sendo que Minas Gerais é o 4º estado que mais produz essa espécie de peixe no país. Tal espécie é uma das mais indicadas para a piscicultura intensiva, pois apresenta exigências típicas dos peixes preferidos do mercado consumidor, como carne branca com textura firme, sabor delicado e ausência de espinha intercalada, além de características produtivas, como alta taxa de crescimento e adaptabilidade sob diversas condições climáticas (MARTINS *et al.*, 2015; PEIXE BR, 2021).

Já o salmão é a espécie de peixe mais importada pelo Brasil, sendo que a maioria do salmão consumido no país tem a sua origem do Chile, pois esse é um peixe de águas frias. A culinária japonesa no país está em alta, sendo bastante comum e apreciada, estando presente nos mais diversos espaços gastronômicos como nos *fast foods*, *food trucks*, churrascarias, entre outros (HINO; OKANO; YAMADA, 2017; PEIXE BR, 2021).

As indústrias de alimentos geram enormes fontes de contaminação ambiental, pois milhões de toneladas de resíduos podem ser produzidos. Por essa razão, é importante a realização de pesquisas que vão desenvolver métodos de conversão desses subprodutos em produtos de consumo (ARVANITTOYANNIS; KASSAVETI, 2008).

Na comercialização e industrialização de pescado para o consumo humano são utilizadas em torno de 25 a 70% da matéria-prima. Dessa forma, as partes que não são utilizadas são descartadas e chegam a uma quantidade de milhões de toneladas (VASCONCELOS; MESQUITA; ALBUQUERQUE, 2011). Esses resíduos são destinados, normalmente, para as indústrias de rações, aterros municipais e/ou despejados diretamente nos rios, o que acarreta um grave impacto ambiental (STORI; BONILHA; PESSATTI, 2003).

A partir dos resíduos de peixes pode ser produzido o óleo de peixe, sendo uma alternativa econômica e ambiental, proporcionando renda adicional às unidades de beneficiamento, pois novos produtos serão inseridos no mercado, além de evitar perdas e impactos ambientais (MARTINS *et al.*, 2015).

Os óleos de peixe podem ser obtidos a partir de vários métodos, como redução úmida, processos enzimáticos ou autolíticos, a seco, extração com solvente e extração com fluido supercrítico. São caracterizados pelos altos teores de ácidos graxos poli-insaturados, com

destaque para o ácido eicosapentaenoico (EPA – 20:5 n-3) e o ácido docosahexaenoico (DHA – 22:6 n-3) que são de extrema importância para a saúde, pois reduzem os níveis de triglicérides, de colesterol, além de possuírem propriedades anti-inflamatórias, antitrombóticas, antiarrítmicas e vasodilatadoras (BASTÍAS *et al.*, 2017; HĂDĂRUGĂ *et al.*, 2016).

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi produzir os óleos brutos de tilápia e de salmão a partir de resíduos gerados na filetagem, assim como refiná-los e caracterizá-los a fim de estimar sua qualidade e viabilidade de aplicação em alimentos para o consumo humano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção e refino dos óleos ocorreram na Planta Piloto de Processamento de Pescados e a caracterização (análises químicas e físico-químicas) no Laboratório de Análises Avançadas e Multiusuários, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras/MG – Brasil.

2.1 Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas no presente estudo foram resíduos (carcaça e cabeça) de tilápia e salmão (FIGURA 1). Após os resíduos de tilápia e salmão serem retirados dos locais em que foram obtidos, foram armazenados em caixa térmica com gelo e transportados para a Planta Piloto de Processamento de Pescado da UFLA.

Figura 1 – Resíduos de tilápia e salmão: (a) carcaça e cabeça de salmão; (b) carcaça e cabeça de tilápia.



(a)

(b)

Fonte: Da autora (2021).

Seguidamente ao processo de obtenção e deslocamento, os resíduos foram limpos em água tratada. Posteriormente, foram moídos em moedor elétrico de carne (modelo Caf10, CAF Máquinas, Rio Claro, SP, Brasil). A essa massa obtida, foi adicionado 0,01% p/p de BHT/kg. Ademais, foram acondicionadas em sacos de polipropileno e armazenadas em *freezer* vertical (GPC-57, Gelopar, Chapada Araucária, PR, Brasil) até o momento da produção do óleo.

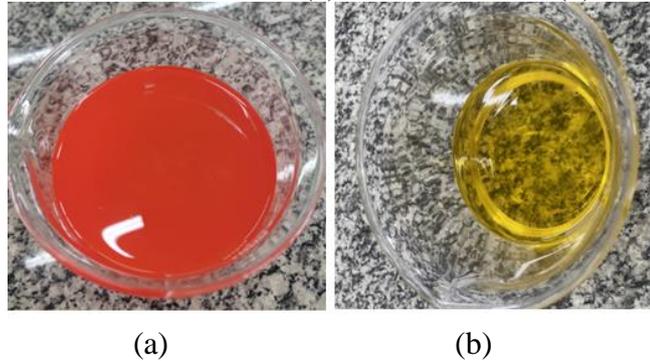
2.2 Extração dos óleos brutos de tilápia e salmão

Para a extração, as massas obtidas foram descongeladas, sob refrigeração e, em seguida, levadas ao banho-maria (MA 127 model, Marconi, Piracicaba, Brasil) a 60 °C durante 60 minutos (OLIVEIRA, 2015). Após o cozimento, as massas foram transferidas para tubos Falcon e centrifugadas (NT 815 model, Novatécnica, Piracicaba, Brasil) por 20 minutos a 3.500 rpm.

O sobrenadante (óleo) foi pipetado e acondicionado em vidro de cor âmbar sob refrigeração para, posteriormente, ser submetido às próximas etapas (TEIXEIRA, 2018).

Os óleos obtidos após o processo de extração estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Óleos antes do refino: (a) óleo de salmão; (b) óleo de tilápia.



Fonte: Da autora (2021).

2.3 Refino dos óleos

O processo de refino dos óleos brutos foi realizado de acordo com Morais *et al.* (2001) com modificações, como apresentado a seguir.

2.3.1 Degomagem

Esse processo visa a remoção, eliminação e inativação de fosfolipídeos, proteínas e substâncias coloidais do óleo bruto, além da eliminação de outras impurezas como sabões e íons metálicos. A remoção desses componentes é necessária para evitar precipitação durante a estocagem do óleo.

Dessa forma, o óleo foi colocado em um béquer e levado para o agitador magnético (modelo 114, Nova Ética, Vargem Grande Paulista, SP, Brasil). Com o auxílio de uma bailarina, permaneceu sob agitação constante até atingir a temperatura de 70 °C por 30 minutos.

2.3.2 Etapa de lavagem

Quando a temperatura da etapa de degomagem estabilizou, foram adicionados 3% de água destilada a 70 °C continuando sob agitação por 30 minutos. Ao final desse período e após a mistura atingir a temperatura ambiente, foi transferida para tubos Falcon e centrifugada a

3.500 rpm/5 min para que ocorresse a separação da fase aquosa. O sobrenadante (óleo) foi pipetado e transferido para um béquer para que fosse realizada a próxima fase.

Ao final dessa etapa, o índice de acidez foi mensurado. A partir desse resultado, foi analisada a necessidade ou não da etapa de neutralização. Como o índice de acidez mensurado foi mínimo (<3%), a etapa de neutralização não foi realizada.

2.3.3 Clarificação

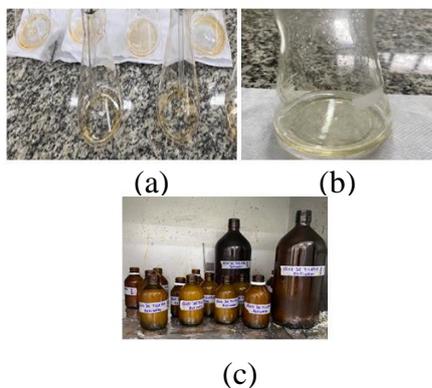
O óleo obtido na etapa anterior foi submetido ao aquecimento, em banho-maria (MA 127 model, Marconi, Piracicaba, Brasil), até que se atingisse a temperatura de 80 °C. Em seguida, foram adicionados 2 g de argila e 0,2 g de carvão ativado para cada 100 g de óleo. Com o auxílio de uma bailarina, a mistura permaneceu em agitação por 30 minutos. Após esse período foi realizada a centrifugação dos óleos a 3.500 rpm/1 h e, posteriormente, os óleos passaram pelo processo de filtração com o uso de papel filtro quantitativo.

2.3.4 Secagem

Após a clarificação, o óleo permaneceu em estufa (modelo 04, Icamo, RJ, Brasil) a 40 °C por 12 horas para secagem de possíveis partículas aquosas que poderiam não ter sido eliminadas anteriormente.

Os óleos obtidos após todas as etapas do refino estão demonstrados na Figura 3.

Figura 3 – Óleos obtidos após o refino: (a) óleo de salmão; (b) óleo de tilápia; (c) óleos de tilápia e salmão em vidros de cor âmbar.



Fonte: Da autora (2021).

2.4 Caracterização dos óleos produzidos

2.4.1 Rendimento

Após o processo de extração dos óleos de tilápia e salmão, foi determinado o rendimento dos óleos brutos, feito por diferença de massa entre o peso da amostra inicial e o peso do óleo após a extração, fornecendo, dessa forma, a quantidade de óleo obtida para cada resíduo utilizado. Para calcular o rendimento dos óleos refinados, baseou-se no volume total de óleo bruto em relação ao volume do óleo refinado obtido. Os resultados foram expressos pelas médias.

2.4.2 Índice de acidez

Para a determinação do índice de acidez dos óleos produzidos, foi pesado aproximadamente 2 g de amostra em erlenmeyer de 125 mL. Posteriormente foram adicionados 25 mL de solução éter-álcool (2:1) e duas gotas de indicador fenolftaleína. Em seguida, foi titulado com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M até o aparecimento de coloração rósea persistente por 30 segundos. Para o cálculo do índice de acidez, utilizou-se a equação a seguir (1) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL, 1985).

$$\text{Índice de acidez (mg KOH / g)} = \frac{V \times M \times f \times 56,11}{m} \quad (1)$$

Sendo V o volume gasto de NaOH 0,1 M na titulação da amostra, M é a molaridade de NaOH 0,1 M, f é o fator de correção da solução de NaOH 0,1 M e m é massa (g) da amostra.

2.4.3 Índice de peróxido

Para a análise, foram pesadas 1,5 g de amostra, adicionados 6 mL de ácido acético e 4 mL de clorofórmio, permanecendo sob agitação até a dissolução da amostra. Em seguida, adicionou-se 0,5 mL de solução saturada de iodeto de potássio (KI) recém-preparada. Agitou-se rapidamente e a mistura permaneceu em repouso por 1 minuto ao abrigo da luz. Foi adicionado 10 mL de água e 0,5 mL de solução de amido 1%. A titulação foi realizada com tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) até o completo desaparecimento da coloração escura. Um ensaio

em branco foi preparado nas mesmas condições. Para os cálculos, foi utilizada a equação abaixo (2):

$$IP (meq O_2 / kg) = \frac{M_{Na_2S_2O_3} \times (volume_{amostra} - volume_{branco}) \times 100^n}{massa_{amostra}} \quad (2)$$

2.4.4 Índice de saponificação

Foi pesado 0,8 g de amostra em balão de fundo redondo, às quais foram adicionados 10 mL de solução alcoólica de hidróxido de potássio 0,5 M. O balão foi adaptado ao condensador e deixado ferver suavemente até a completa saponificação da amostra (em torno de 1 hora). Ao final desse período, foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína. A titulação foi realizada com ácido clorídrico 0,5 M até que a cor rosada desaparecesse. Foi efetuado um branco nas mesmas condições. Para o cálculo foi utilizada a seguinte fórmula (3):

$$IS (mg KOH / g) = \frac{56,1 * M_{HCl} * (volume_{branco} - volume_{amostra})}{massa_{amostra}} \quad (3)$$

2.4.5 Índice de refração

A amostra que não estava líquida foi fundida e filtrada para a remoção de impurezas e traços de umidade. Foi utilizado um refratômetro de Abbé com prismas previamente limpos e secos e algumas gotas de amostra foram colocadas no prisma inferior. A seguir, os prismas foram fechados e a amostra deixada por 1 a 2 minutos para atingir a temperatura do aparelho. Em seguida foi realizada a leitura. Ao final da análise os prismas foram limpos com algodão umedecido e deixado secar (IAL, 1985).

2.4.6 Estabilidade oxidativa (Rancimat)

A estabilidade oxidativa dos óleos de tilápia e salmão foi estimada por medição do tempo de indução oxidativa em aparelho Rancimat (873 – Biodiesel Rancimat) a 110 °C usando uma amostra de 3 g de óleo, fluxo do ar de 20 L/h e 50 mL de água destilada, de acordo com metodologia da AOCS (AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY, 1998) Cd 12b-92 .

2.4.7 Composição centesimal dos óleos

2.4.7.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado pesando-se aproximadamente 2 g de amostra em recipiente previamente tarado e levado para a estufa (modelo 4, Icamo, RJ, Brasil), onde permaneceu durante 3 horas. Posteriormente, foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. Foi realizada a pesagem e a operação foi repetida até a obtenção de peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem (IAL, 2008).

2.4.7.2 Proteínas

O teor de proteínas foi determinado utilizando-se o método de Kjeldahl. O fator de conversão do teor de nitrogênio para proteína bruta foi de 6,25 (IAL, 2008).

2.4.7.3 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração. Aproximadamente 5 g de amostra foram pesados em cápsula, previamente aquecida em mufla a 550 °C, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada (IAL, 2008).

2.4.7.4 Lipídeos

Foi realizado de acordo com o protocolo adaptado de Folk, em que 100 mg de amostra foi pesado em tubos e adicionados 2 mL de clorofórmio:metanol (2:1). Posteriormente, o conteúdo foi vertido para um tubo de centrífuga, levado ao vortex por 2 minutos e centrifugado a 4000 rpm por 15 minutos. O líquido sobrenadante foi coletado e transferido para outro tubo de centrífuga e acrescentado de 1 mL de água destilada. Posteriormente, foi levado ao vortex por 40 segundos e centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos. Após esse procedimento, duas fases apareceram e foi realizada a coleta da água na parte superior. Os tubos foram então levados para o banho-maria a 70 °C, até que ocorresse a evaporação de todos os reagentes e secasse toda ou boa parte da água (40 minutos a uma hora). As amostras foram levadas à estufa a 105 °C por 8 horas e, após esse período, retiradas e colocadas em dessecador, onde foram resfriadas por 40 minutos e, posteriormente, pesadas.

2.5 Análise estatística

Foi realizada uma análise estatística descritiva, em que foram aplicadas 3 repetições. Os dados foram expressos como média.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

Os resultados encontrados para a composição centesimal dos óleos de tilápia e salmão estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal dos óleos de tilápia e salmão.

Óleos	Umidade (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)
Tilápia	0,46	0,10	0,0	97,10
Salmão	0,00	0,05	0,0	98,61

Fonte: Da autora (2021).

Neste trabalho, a amostra de óleo de tilápia apresentou um teor de umidade de 0,46%, enquanto o óleo de salmão não continha umidade. Como a quantidade de umidade do óleo de tilápia foi <2%, não acarretou em interferências nos resultados dos índices estudados.

Os teores de proteínas encontrados nos óleos foram baixos, 0,10% para o óleo de tilápia e 0,05% para o óleo de salmão. Durante o processo de refino, que visa à melhora da qualidade do óleo, na etapa de degomagem, tem-se como objetivo a remoção de proteínas, entre outros compostos (MANDARINO; ROESSING, 2001), o que pode explicar o baixo teor encontrado no presente estudo, pois os óleos passaram pela refinação.

Os óleos não apresentaram teor de cinzas (0%), o que é característico para óleos e gorduras puros (MENEZES; PURGATTO, 2016).

A determinação do teor de umidade presente nos óleos é um dos parâmetros para avaliar qualidade, estabilidade e composição. A eliminação da umidade durante o processo de refino é uma das preocupações para que sejam preservadas as características do produto final por longos períodos, pois a presença de umidade no óleo e o calor favorecem a ativação de enzimas capazes de hidrolisarem rapidamente o óleo, o que acarreta aumento da acidez, gerando sabor e odor desagradável (ranço) (TOFANINI, 2004). Além disso, a existência de água no produto pode interferir em análises que caracterizam a qualidade, tais como índice de refração, de saponificação e iodo (ZENEON; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Sendo assim, os óleos de tilápia e salmão produzidos eram, majoritariamente, compostos por lipídeos, indicando que o refino foi bem-sucedido.

3.2 Caracterização dos óleos produzidos

3.2.1 Rendimento

Os resultados obtidos para a análise de rendimento dos óleos bruto e refinado de tilápia e salmão encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Rendimento dos óleos bruto e refinado de tilápia e salmão.

Óleos	Rendimento (%)	
	Ob	Or
Tilápia	9,52	69,90
Salmão	11,27	81,39

Ob=óleo bruto; Or=óleo refinado.

Fonte: Da autora (2021).

Partindo de uma mesma quantidade de matéria-prima, é possível afirmar que os rendimentos em óleo bruto e óleo refinado foram de 9,52 e 69,90% para tilápia e de 11,27 e 81,39% para salmão. Isso mostra um maior potencial dos resíduos de salmão para produção de maiores quantidades de óleo.

O teor de lipídeos é muito influenciado pela dieta do peixe, ou seja, o tipo de alimentação com que o peixe foi criado. O salmão é considerado um peixe mais gordo, enquanto que a tilápia um peixe mais magro, apresentando, em média, 14% e 4,42% de lipídeos, respectivamente (TACO, 2011; USDA, 2018).

3.2.2 Caracterização química

Os resultados encontrados para índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação e índice de refração dos óleos de tilápia e salmão estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização química dos óleos de tilápia e salmão.

Óleos	IA	IP (meq	IS	IR
	(mg KOH/g)	O ₂ /kg)	(mg KOH/g)	
Tilápia	1,37	2,56	185,98	1,4602
Salmão	1,89	4,33	183,32	1,4671

IA=índice de acidez; IP=índice de peróxido; IS=índice de saponificação; IR=índice de refração.

Fonte: Da autora (2021).

O índice de acidez (IA) avalia o estado de conservação do óleo, pois, com o passar do tempo, pode haver hidrólise, tendo como resultado o aparecimento de ácidos graxos livres.

Em estudo realizado por Teixeira *et al.* (2020), que avaliou o aproveitamento de cabeça de tilápia para a produção de óleo de peixe, utilizando as mesmas condições de extração que neste presente estudo, obteve-se um resultado de índice de acidez de 0,41 mg KOH/g. Estrada *et al.* (2011) obtiveram valor de índice de acidez para óleo de salmão de 0,59 mg KOH/g. Resultados esses inferiores ao encontrado no presente estudo, porém considerados aceitáveis e comestíveis, pois estão dentro do limite máximo considerado que deve ser baixo (<3%) (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 1999).

Com relação ao índice de peróxido (IP), os valores encontrados para os óleos de tilápia e salmão foram de 2,56 e 4,33 meq O₂/kg, respectivamente. Esse índice mede o estado inicial da oxidação, pois os peróxidos são os primeiros compostos a serem formados nesse processo. O óleo de salmão é mais insaturado e isso o faz mais susceptível a reações de oxidação. Os valores encontrados para esse índice foram menores que o estabelecido como máximo aceitável (10 meq/kg) (CAMPESTRE, 2007), mostrando que os óleos apresentavam boa qualidade.

Estrada *et al.* (2011), analisando óleo de salmão extraído de cabeças frescas, encontraram valores de peróxido para o óleo de salmão de 5,16 mEq/kg. Menegazzo (2012), caracterizando óleo refinado de tilápia do Nilo, obteve valor de índice de peróxido de 5,60 meq/kg. De acordo com Gracey, Collins e Huey (1999), quando o óleo apresenta um valor de peróxido <5 meq/kg pode ser considerado fresco.

O índice de saponificação (IS) indica o comprimento da cadeia do ácido graxo. De acordo com Ribeiro e Seravalli (2004), esse parâmetro pode estipular o grau de estabilidade do óleo, sendo que valores elevados apontam redução da massa molar, como consequência da quebra das cadeias de triacilglicerídeos conforme o óleo se deteriora. De acordo com Campestre (2007), valores desse índice para o óleo de peixe devem ser entre 179-194 mg KOH/g e para o óleo de salmão, especificamente, entre 183-186 mg KOH/g. Para esse parâmetro, foi encontrado, neste estudo, valores de 185,98 e 183,32 mg KOH/g para os óleos de tilápia e salmão, respectivamente.

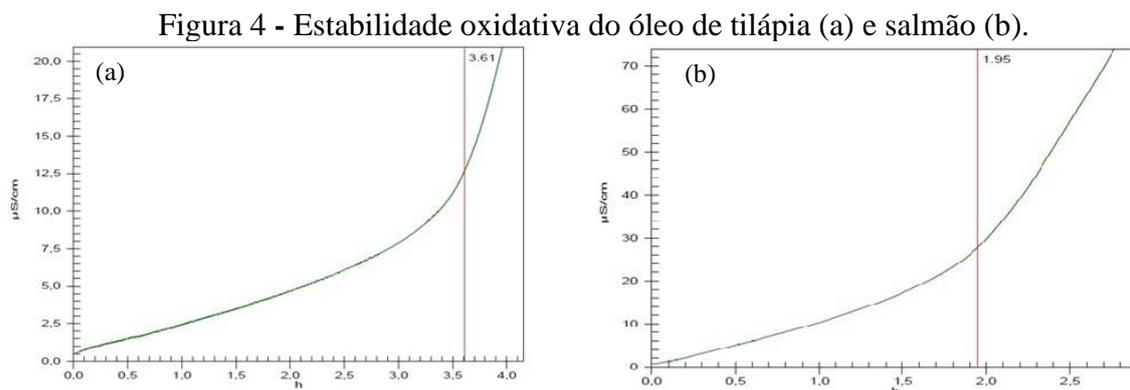
Bery *et al.* (2012), estudando óleos marinhos, obtiveram índice de saponificação de 180 mg KOH/g, valor próximo ao encontrado neste estudo.

O índice refração é característico para cada óleo e está diretamente relacionado com o grau de insaturação, compostos de oxidação e tratamento térmico (MORETTO; FETT, 1998). Neste estudo, os IR encontrados foram 1,4602 e 1,4671 para os óleos de tilápia e salmão, respectivamente. Em estudo de Menegazzo (2012), obtiveram-se valores de índice de refração de 1,4633 para óleo de tilápia e 1,4672 para óleo de pintado híbrido. Esse parâmetro é considerado um bom indicativo do estágio de oxidação dos óleos, como foi demonstrado no

estudo de Jorge *et al.* (2005) com óleos de soja antes e depois da fritura, observando que esse índice aumentou de 1,4673 para 1,4685 após serem submetidos ao tratamento térmico. Esses mesmos autores estudaram óleos de milho e girassol, sendo relatado esse mesmo aumento após a fritura.

3.2.3 Estabilidade oxidativa (Rancimat)

Óleos e gorduras são susceptíveis ao processo de oxidação e a resistência aos processos oxidativos indica sua estabilidade oxidativa (MARTINS, 2012). Por isso, esse é um parâmetro importante de ser determinado, pois indica o tempo em que a amostra não sofre oxidação, ou seja, que mantém as propriedades físico-químicas. A medida do período de indução (PI) oxidativa foi feita através do equipamento Rancimat e o resultado foi expresso em horas (FIGURA 4).



Fonte: Da autora (2021).

Para a estabilidade oxidativa dos óleos, foram encontrados valores para o óleo de salmão e tilápia de PI de 1,95 e 3,61 horas, respectivamente.

O óleo de salmão, por possuir alto grau de insaturação e, conseqüentemente, ser mais susceptível à oxidação, acarreta em PI menores, ou seja, apresenta menor estabilidade oxidativa. Além do nível de insaturação dos ácidos graxos influenciarem tal parâmetro, já foi relatado que a estabilidade também é dependente da distribuição desses ácidos graxos na estrutura dos TAGs e da presença de antioxidantes (MAGALHÃES, 2019). Wada e Koizumi (1983) e Wijesundera *et al.* (2008), relataram que TAGs que contém ácidos graxos insaturados na posição sn2 são mais estáveis à oxidação do que os ácidos graxos insaturados na posição sn1 ou sn3.

Sabino *et al.* (2016), avaliando a estabilidade oxidativa de óleo de peixe (tilápia), obtiveram um resultado de PI de 1,05 h, valor menor do que os encontrados nesta pesquisa.

A baixa estabilidade oxidativa indica que o óleo está mais susceptível à degradação, tanto térmica quanto oxidativa (VISENTAINER; SANTOS JUNIOR, 2013). Isso acarreta em interferência no sabor e odor dos óleos, o que, conseqüentemente, restringe muito a sua aplicação.

4 CONCLUSÃO

A utilização de resíduos da filetagem de tilápia e salmão para produzir óleo de peixe é uma alternativa viável, assim como o método de extração e refino utilizado no estudo foi adequado, pois os óleos produzidos possuíam boa qualidade, apresentando-se em concordância com os valores recomendados na literatura para todas as análises. Assim, obter óleo de peixe a partir dessas matérias-primas pode contribuir para empregar os resíduos gerados em peixarias e restaurantes, proporcionando uma solução conveniente para o problema ambiental causado.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução RDC n.º 482, de 23 de setembro de 1999. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais**. Disponível em: <http://legis.bvs.br/leisref/public>. Acesso em: 05 fev. 2022.
- AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY - AOCS. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society**. 5th ed. Champaign, 1998.
- ARVANITOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. **International Journal of Food Science and Technology**, [Malden], v. 43, n. 4, p. 726-745, Jan. 2008. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- BASTÍAS, J. M. *et al.* Determining the effect of different cooking methods on the nutritional composition of salmon (*Salmo salar*) and chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) filets. **Plos One**, [San Francisco], v. 12, n. 7, July 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28686742/>. Acesso em: 04 jan. 2022.
- BERY, C. C. de S. *et al.* Estudo da viabilidade do óleo de vísceras de peixes marinhos (Seriola Dumerlii (Arabaiana), *Thunnus ssp* (Atum), *Scomberomorus cavala* (Cavala) e *Carcharrhinus spp* (Cação)) Comercializados em aracaju-se para a produção de biodiesel. **Revista Geintec**, São Cristóvão, v. 2, n. 3, p.297-306, 2012. Disponível em: <https://sumarios.org/artigo/estudo-da-viabilidade-do-%C3%B3leo-de-v%C3%ADsceras-de-peixes-marinhos-seriola-dumerlii-arabaiana>. Acesso em: 03 fev. 2022.
- CAMPESTRE. Indústria e comércio de óleos vegetais Ltda. **Óleos de Peixes**. São Bernardo do Campo, 2007. Disponível em: <http://www.campestre.com.br>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- ESTRADA, J. D. *et al.* Developing a strawberry yogurt fortified with marine fish oil. **Journal of Dairy Science**, [Champaign], v. 94, n. 12, p. 5760-5769, Dec. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030211006114>. Acesso em: 17 jan. 2022.
- GRACEY, J. F.; COLLINS, D. S.; HUEY, R. Fat rancidity. *In*: **Meat hygiene**. 10th ed. London: Harcourt Brace and Co. Ltd., 1999.
- HĂDĂRUGĂ, D. I. *et al.* Thermal and oxidative stability of Atlantic salmon oil (*Salmo salar* L.) and complexation with β -ciclodextrin. **Beilstein Journal of Organic Chemistry**, [Frankfurt am Main], v. 12, p. 179-191, Feb. 2016. Disponível em: <https://www.beilstein-journals.org/bjoc/articles/12/20>. Acesso em: 08 jan. 2022.
- HINO, A. S.; OKANO, N. I.; YAMADA, K. N. **A influência da culinária japonesa no Brasil – ontem, hoje e amanhã**. 2017. Disponível em: <http://www.discovernikkei.org/en/journal/2017/6/26/culinaria-japonesa-brasil/>. Acesso em: 29 dez. 2021.

INSTITUTO ADOLF LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 245-246.

JORGE, N. *et al.* Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, [São Paulo], v. 28, n. 6, p. 947-951, dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/sMMxv4Qt6v5M3ytrCQRdJCS/?lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MAGALHÃES, K. T. **Extração aquosa e fracionamento do óleo da amêndoa da macaúba**. 2019. 75 f. Tese (Doutorado em Agroquímica e Ciências) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

MANDARINO, J. M. G.; ROESSING, A. C. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Londrina: Embrapa, 2001. 40 p.

MARTINS, G. I. *et al.* Potential of tilapia oil and waste in biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [Oxford], v. 42, p. 234-239, Feb. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032114008375>. Acesso em: 08 dez. 2021.

MARTINS, G. I. **Potencial de extração de óleo de peixe para produção de biodiesel**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

MENEGAZZO, M. L. **Produção e caracterização de biodiesel obtido via rota etílica a partir de óleo bruto de resíduos de pescado**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012.

MENEZES, E. W.; PURGATTO, E. **Determinação de cinzas em alimentos**. 2016. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1682933/mod_folder/content/0/Aula%20de%20CINZAS%202016.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 05 jan. 2022.

MORAIS, M. M. *et al.* Estudo do processo de refino do óleo de pescado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [São Paulo], v. 60, n. 1, p. 23-33, jan. 2001. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial60_1_completa/887.pdf. Acesso em: 02 dez. 2021.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos vegetais e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998. 150 p.

OLIVEIRA, D. A. S. B. **Extração, refino e caracterização de óleo de coproduto de atum-galha-amarela (*Thunnus albacares*) rico em ácidos graxos poli-insaturados**. 2015. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2021**. 2021. Disponível em: <http://www.peixebr.com.br>. Acesso em: 22 dez. 2021.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.

SABINO, L. R. F. *et al.* Energias renováveis: produção de biodiesel a partir de óleo de peixe: avaliação da matéria-prima e estabilidade oxidativa. *In: XIV ENEEAMB, II FÓRUM LATINO E I SBEA – CENTRO-OESTE*, 2016, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Soac, 2016. 7 p.

SOUZA, A. L. M. *et al.* Water management applied to the processing of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in a fish cold storage warehouse in Rio de Janeiro, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 70, n. 4, p. 1240-1248, July/Aug. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/rd5RtCygCCpWskxC6nKswYs/?lang=en>. Acesso em: 02 dez. 2021.

STORI, F. T.; BONILHA, L. E. C.; PESSATTI, M. L. Proposta de aproveitamento dos resíduos das indústrias de beneficiamento de pescado de Santa Catarina com base num sistema gerencial de bolsa de resíduos. *In: GARCIA, B. G. (ed). Responsabilidade social das empresas: uma contribuição das Universidades*. São Paulo: Peirópolis, 2003. p. 373-406.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. São Paulo: Unicamp, 2011.

TEIXEIRA, J. T. **Aproveitamento de cabeça de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) para produção de óleo de peixe – obtenção, refino e avaliação da qualidade**. 2018. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

TEIXEIRA, J. T. *et al.* Produção e caracterização de óleo bruto e refinado obtido de cabeças de tilápia sob diferentes temperaturas. **Research, Society and Development**, [Vargem Grande Paulista], v. 9, n. 11, Nov. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346984680_Producao_e_caracterizacao_de_oleo_bruto_e_refinado_obtido_de_cabecas_de_tilapia_sob_diferentes_temperaturas. Acesso em: 07 jan. 2022.

TOFANINI, A. J. **Controle de qualidade de óleos comestíveis**. 2004. 40 f. Monografia (Graduação em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**. United States Department of Agriculture. 2018. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/>. Acesso em: 30 dez. 2021.

VASCONCELOS, M. M. M.; MESQUITA, M. do S. C. de; ALBUQUERQUE, S. P. Padrões físico-químicos e rendimentos de silagem ácida de tilápia. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, [Maranhão], v. 6, n. 1, p. 27-37, jan./abr. 2011. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/315>. Acesso em: 02 jan. 2021.

VISENTAINER, J. V.; SANTOS JÚNIOR, O. O. **Aspectos analíticos e reacionais na produção e controle de qualidade do biodiesel de óleos e gorduras**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá – Eduem, 2013. p. 94.

WADA, S.; KOIZUMI, C. Influence of the position of unsaturated fatty acid esterified glycerol on the oxidation rate of triglyceride. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, [New York], v. 60, n. 6, p. 1105-1109, June 1983. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19850029100>. Acesso em: 18 jan. 2022.

WIJESUNDERA, C. *et al.* Docosahexanoic acid is more stable to oxidation when located at the sn-2 position of triacylglycerol compared to sn-1(3). **Journal of the American Oil Chemists' Society**, [New York], v. 85, n. 6, p. 543-548, Mar. 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-008-1224-z>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

**CAPÍTULO 3 APLICAÇÃO DE ÓLEOS DE TILÁPIA E SALMÃO COMO
SUBSTITUTOS DA GORDURA EM SORVETES - IMPACTOS
SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS,
QUÍMICAS, FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO PRODUTO**

RESUMO

Na atualidade, os consumidores têm se interessado por adotar um estilo de vida mais saudável. Por essa razão, muitos estudos têm sido desenvolvidos para incorporar ingredientes mais saudáveis aos alimentos. O óleo de peixe pode ser utilizado como substituto da gordura em produtos alimentícios. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a possibilidade de substituição da gordura do sorvete por óleo de peixe extraído de resíduos da filetagem de tilápia e salmão. Foram preparadas misturas de sorvetes: M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; e M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Os sorvetes produzidos foram submetidos a análises microbiológicas (mesófilos, coliformes a 35 °C e 45 °C, *Escherichia coli* e *Staphylococcus coagulase positiva*), químicas (umidade, lipídeos, cinzas, proteínas, carboidratos e sólidos solúveis), físico-químicas (acidez e pH) e físicas (taxa de derretimento, *overrun*, textura e cor). De acordo com as análises microbiológicas, os sorvetes apresentaram boa qualidade, sem risco à saúde do consumidor. Para as análises químicas, físico-químicas e físicas, as diferentes misturas produzidas apresentaram diferenças quanto a alguns parâmetros, tais como umidade, cinzas, acidez, pH, tempo para primeira gota de sorvete derreter, *overrun* e cor. Para as análises de lipídeos, proteínas, carboidratos, sólidos solúveis, taxa de derretimento e textura, não houve diferença significativa. Para algumas características tecnológicas dos sorvetes, a adição do óleo de tilápia apresentou-se melhor do que o óleo de salmão.

Palavras-chave: Pescado. Aproveitamento integral. Substitutos de gordura. Saúde. Valor agregado.

1 INTRODUÇÃO

O sorvete é um produto lácteo, que contém leite, açúcares, estabilizantes, emulsificantes e aromatizantes. Sua produção é feita a partir da mistura desses ingredientes, seguida de pasteurização e congelamento. Esse é um produto muito popular e consumido, principalmente como lanche (sobremesa), mas é considerado pobre em compostos que proporcionam benefícios à saúde que, atualmente, é uma das maiores buscas dos consumidores (ANDAJANI, 2016; CRUXEN *et al.*, 2016).

O óleo de peixe é uma fonte alimentar predominantemente composta por PUFA's de cadeia longa, principalmente ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA), da série ômega-3, considerados benéficos para a saúde (ANDAJANI, 2016). Em alguns estudos disponíveis já foi demonstrado que consumir alimentos fortificados com ácidos graxos poli-insaturados (PUFA's) pode afetar benéficamente a saúde humana (METCALF *et al.*, 2003; ROCHE; GIBNEY, 1994).

Na atualidade, existem estudos sobre a fortificação de alimentos com óleo de peixe, porém ainda são poucos. Entretanto, os benefícios dessa adição devem ser considerados juntamente com o impacto nas características tecnológicas e sensoriais do produto. Sabe-se, por exemplo, que a adição de óleo de peixe pode impactar significativamente no odor, sabor e em características peculiares do alimento em que está sendo inserido (ANDAJANI, 2016).

Tendo em vista que a sustentabilidade é um dos assuntos mais importantes e discutidos nos tempos atuais e o desenvolvimento de novos produtos é extremamente relevante para as indústrias de alimentos, utilizar resíduos gerados na filetagem de peixes para produzir óleo e aplicá-lo em um produto alimentício que apresenta boa aceitação no mercado, como o sorvete, é uma alternativa importante de ser estudada para tentar atender o que os consumidores buscam: propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais através de um novo produto.

A fim de contribuir com as pesquisas nessa área tão importante, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a aplicação de óleos de tilápia e salmão como substitutos da gordura láctea em sorvetes, verificando os impactos dessa aplicação sobre as características microbiológicas, químicas, físicas e físico-químicas do produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento e a produção dos sorvetes foram realizados na Planta Piloto de Processamento de Pescados e Planta Piloto de Laticínios da UFLA. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos. Já as análises químicas, físico-químicas e físicas foram feitas nos Laboratório de Análises Avançadas e Laboratório Central de Análises do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras/MG - Brasil.

2.1 Aplicação dos óleos de tilápia e salmão em sorvetes

O trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de óleos de tilápia e salmão como substitutos da gordura láctea (creme de leite) em sorvetes, verificando os impactos dessa aplicação sobre as características microbiológicas, químicas, físicas e físico-químicas do produto.

2.1.1 Ingredientes

As misturas base dos sorvetes foram preparadas utilizando os seguintes ingredientes:

- a) Sacarose (Camil Alimentos, Barra Bonita, SP, Brasil);
- b) Estabilizante – Liga Neutra (Selecta, Jaraguá do Sul, SC, Brasil);
- c) Emulsificante (Selecta, Jaraguá do Sul, SC, Brasil);
- d) Creme de leite (Itambé Alimentos LTDA, Pará de Minas, MG, Brasil);
- e) Leite em pó desnatado (Itambé Alimentos LTDA, Uberlândia, MG, Brasil);
- f) Óleo de peixe (Lavras, MG, Brasil);
- g) Água.

2.1.2 Formulação dos sorvetes e detalhamento dos diferentes tratamentos

Visando verificar a aplicação dos óleos produzidos, foram elaboradas formulações de sorvetes com óleos de tilápia e salmão. Os ingredientes e proporções utilizadas estão descritas na Tabela 1 e foram calculadas através do *software* Cálculos para Padronização de Sorvete (CPS).

Tabela 1 - Formulações (%) dos sorvetes sem e com adição de óleo de peixe.

Ingredientes	Formulações (%)				
	0%	2,5%	5%	7,5%	10%
Sacarose	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
Estabilizante	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Emulsificante	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Creme de leite	57,30	42,84	28,38	13,92	0
Óleo de peixe	0	2,5	5,0	7,5	10,0
Leite em pó desnatado	8,8	9,51	10,23	10,94	11,63
Água	16,65	27,90	39,14	50,39	61,10

Fonte: Da autora (2021).

Os diferentes sorvetes formulados e suas respectivas composições estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2 - Fontes de óleo e ingredientes contidos nas misturas de sorvetes produzidas (Continua).

Fonte de óleo	Misturas	Ingredientes (em 100 g de sorvetes)
Nenhuma	M1	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 0 g de óleo de peixe, 57,30 g de creme de leite, 8,8 g de leite em pó desnatado, 16,65 g de água.
Tilápia	M2	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 2,5 g de óleo de tilápia, 42,84 g de creme de leite, 9,51 g de leite em pó desnatado, 27,90 g de água.
Tilápia	M3	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 5,0 g de óleo de tilápia, 28,38 g de creme de leite, 10,23 g de leite em pó desnatado, 39,14 g de água.
Tilápia	M4	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 7,5 g de óleo de tilápia, 13,92 g de creme de leite, 10,94 g de leite em pó desnatado, 50,39 g de água.

Tabela 2 - Fontes de óleo e ingredientes contidos nas misturas de sorvetes produzidas (Conclusão).

Fonte de óleo	Misturas	Ingredientes (em 100 g de sorvetes)
Tilápia	M5	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 10 g de óleo de tilápia, 0 g de creme de leite, 11,63 g de leite em pó desnatado, 61,10 g de água.
Salmão	M2	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 2,5 g de óleo de salmão, 42,84 g de creme de leite, 9,51 g de leite em pó desnatado, 27,90 g de água.
Salmão	M3	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 5,0 g de óleo de salmão, 28,38 g de creme de leite, 10,23 g de leite em pó desnatado, 39,14 g de água.
Salmão	M4	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 7,5 g de óleo de salmão, 13,92 g de creme de leite, 10,94 g de leite em pó desnatado, 50,39 g de água.
Salmão	M5	17,25 de mistura base (sacarose + estabilizante + emulsificante), 10 g de óleo de salmão, 0 g de creme de leite, 11,63 g de leite em pó desnatado, 61,10 g de água.

Fonte: Da autora (2022).

2.1.3 Processamento dos sorvetes

O processamento dos sorvetes foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Clarke (2004) (FIGURA 1).

Figura 1 - Fluxograma de processamento dos sorvetes.



Fonte: Adaptado de Clarke (2004).

As etapas do processamento dos sorvetes estão descritas a seguir:

A) Mistura:

Os ingredientes líquidos foram misturados e, posteriormente, acrescidos dos sólidos, sendo agitados em um recipiente de aço inoxidável com a utilização de um *mixer* (Philips Walita 400W) até que a mistura se tornasse homogênea.

B) Aquecimento

A mistura seguiu para a etapa de aquecimento que foi realizada em banho-maria até que atingisse a temperatura de 85 °C, com contínua homogeneização.

C) Resfriamento

A mistura foi resfriada em banho de gelo com contínua agitação com o auxílio de uma batedeira (Mondial, 400W Prática – 3 velocidades) para que, conjuntamente ao resfriamento, houvesse maior incorporação de ar, até atingir a temperatura de 10 °C.

D) Maturação

A mistura foi submetida à refrigeração a 4 °C/24 h. Assim, obteve-se a mistura base do sorvete (calda).

E) Congelamento e batimento

A mistura foi colocada em sorveteira (Refrigás Máquinas para Sorvetes) por 4 minutos.

F) Acondicionamento em embalagens

Os sorvetes foram acondicionados em embalagens adequadas para serem armazenados.

G) Congelamento (endurecimento)

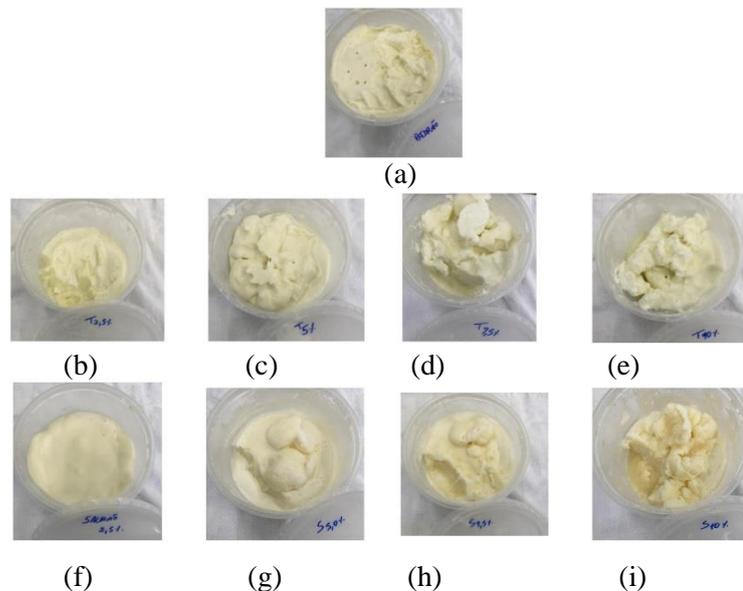
Os sorvetes foram colocados em freezer a -25 °C/24 h.

H) Armazenamento

Os sorvetes foram armazenados em *freezer* convencional a -20 °C.

Os sorvetes produzidos estão demonstrados na Figura 2.

Figura 2 – Sorvetes produzidos com e sem adição de óleos de tilápia e salmão armazenados em *freezer*.



(a) M1: sorvete padrão; (b) M2: 2,5% de óleo de tilápia; (c) M3: 5% de óleo de tilápia; (d) M4: 7,5% de óleo de tilápia; (e) M5: 10% de óleo de tilápia; (f) M2: 2,5% de óleo de salmão; (g) M3: 5% de óleo de salmão; (h) M4: 7,5% de óleo de salmão; (i) M5: 10% de óleo de salmão.

Fonte: Da autora (2021).

2.2 Caracterização dos sorvetes

2.2.1 Análises microbiológicas

Para garantir a qualidade do produto final, foram realizadas análises microbiológicas de mesófilos, coliformes a 35 °C e 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Escherichia coli*. As análises foram realizadas de acordo com Da Silva *et al.* (2017).

2.2.1.1 Preparo e diluição das amostras

Amostras de 25 g de sorvete foram pesadas e homogeneizadas durante 3 minutos com 225 mL de solução salina peptonada 0,1% esterilizada em Stomacher (Seward Stomacher 400 Lab), para obtenção da diluição 1:10 (10^{-1}). As demais diluições foram preparadas a partir da diluição 10^{-1} , transferindo 1 mL da dissolução anterior em tubos contendo 9 mL de água peptonada 0,1% esterilizada, sendo realizadas até a diluição 10^{-3} .

2.2.1.2 Contagem de mesófilos

Diluições da amostra foram preparadas e identificadas previamente. A inoculação foi realizada pela técnica de semeadura por profundidade. Foi retirado 1 mL de cada diluição e transferido para placas de Petri esterilizadas e identificadas, em triplicata. Em seguida, foi vertido cerca de 16 mL de ágar TSA (Ágar Triptona de Soja) em cada placa. Logo após, as placas foram submetidas a movimentos rotatórios para perfeita mistura do ágar e inóculo. Após a solidificação do ágar, as placas foram incubadas por 48 ± 2 horas a 36 °C em estufa bacteriológica.

2.2.1.3 Contagem de coliformes a 35 °C (totais) e 45 °C (termotolerantes)

Foi feita a inoculação das diluições em tubos de ensaio contendo tubos de Durham com 9 mL de caldo lactosado estéril. Os tubos foram incubados a 36 ± 1 °C por 24 a 48 horas em estufa bacteriológica.

A presença de coliformes é confirmada pela formação de gás no tubo de Durham (mínimo 1/10 do volume total do tubo) ou efervescência do caldo de cultivo quando agitado gentilmente.

As culturas suspeitas de conter coliformes termotolerantes foram incubadas em tubos contendo caldo EC. Esses tubos foram incubados a $45 \pm 0,2$ °C por 24 a 48 horas.

Os tubos que apresentaram EC positivo (presença de gás) foram confirmados estriando-se uma alçada do meio em placas com Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB) e incubadas a 35 °C por 24 horas. As colônias típicas apresentam-se nucleadas com centro preto, com ou sem brilho verde metálico.

2.2.1.4 Teste do indol

O teste de indol consistiu em inocular as culturas em tubos contendo 5 mL de caldo triptona 1% e, posteriormente, adicionar 1 mL do reagente de Kovacs. A formação de um anel avermelhado indica teste positivo para *E. coli*.

2.2.1.5 Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*

Foi inoculado 0,1 mL de cada diluição em placas de Petri previamente identificadas e com ágar Baird-Parker, suplementado com emulsão de gema de ovo e telurito de potássio estéril. Com o auxílio da alça de Drigalski, o inóculo foi espalhado cuidadosamente por toda a superfície do meio até a completa absorção. As placas foram incubadas invertidas em estufa bacteriológica a 36 ± 1 °C por 48 horas.

2.2.2 Caracterização química

As análises químicas foram realizadas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.2.2.1 Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado por extração direta em Soxhlet. Pesou-se, em papel de filtro, 2 g de amostra previamente seca em estufa, sendo transferida para o aparelho extrator. O solvente utilizado foi o éter etílico.

2.2.2.2 Umidade

O teor de umidade foi determinado pesando-se aproximadamente 5 g de amostra em recipiente previamente tarado e levado para estufa, onde permaneceu durante 3 horas. Posteriormente, foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. Em seguida, realizou-se a pesagem e a operação foi repetida até a obtenção de peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.2.2.3 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração. Aproximadamente 5 g de amostra foram pesadas em cápsula, previamente aquecida em mufla a 550 °C, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada.

2.2.2.4 Proteínas

O teor de proteínas foi determinado utilizando-se o método de Kjeldahl. O fator de conversão do teor de nitrogênio para proteína bruta foi de 6,25.

2.2.2.5 Carboidratos

Os carboidratos foram determinados por diferença, conforme equação 1:

$$\text{Carboidratos} = 100 - (U + C + L + P) \quad (1)$$

Em que:

U = umidade;

C = cinzas;

L = lipídeos;

P = proteínas.

2.2.2.6 Sólidos solúveis

Os valores de sólidos solúveis (°Brix) foram obtidos a partir de um refratômetro.

2.2.3 Caracterização físico-química

2.2.3.1 Acidez

O teor de acidez das formulações de sorvetes foi determinado pesando-se 10 g de amostra em um erlenmeyer de 125 mL, onde posteriormente foi adicionado 10 mL de água destilada e 3 gotas de indicador fenolftaleína. Realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1 N até o ponto de viragem do indicador (coloração rósea). Os resultados foram expressos em % de ácido láctico, de acordo com a equação abaixo (2):

$$Acidez (m/v) = \frac{V \times f \times 0,9}{A} \quad (2)$$

Em que:

V = número de mL da solução de NaOH 0,1 N gasto na titulação;

f = fator de correção da solução de NaOH 0,1 N;

A = número de mL da amostra;

0,9 = fator de conversão para ácido láctico.

2.2.3.2 pH

O pH dos sorvetes foi obtido utilizando-se aparelho pHmetro previamente calibrado diretamente no produto (IAL, 2008).

2.2.4 Caracterização física

2.2.4.1 Taxa de derretimento

Para a obtenção da taxa de derretimento utilizou-se a metodologia proposta por Granger *et al.* (2005), com modificações, em que aproximadamente 100 g de amostra de sorvete foi pesada e colocada sobre uma peneira apoiada em um funil sobre um béquer por meio de um suporte. A massa de sorvete derretida foi registrada a cada 5 minutos ao longo de 60 minutos. Além disso, também foi observado o tempo da primeira gota de sorvete derretido.

2.2.4.2 *Overrun*

O *overrun* é a medida da incorporação de ar no sorvete e foi avaliada pelo método descrito por Whelan *et al.* (2008), conforme detalhado a seguir.

Primeiro a embalagem padronizada foi pesada, posteriormente completada com a mistura para sorvete (antes do batimento) e o peso anotado, descontando o peso da embalagem. Após o batimento, a embalagem foi preenchida com o sorvete pronto. A massa do sorvete, descontando o peso da embalagem, foi anotada.

A porcentagem de *overrun* foi calculada através da equação abaixo (3):

$$\% \textit{overrun} = \frac{m_{\textit{mistura}} - m_{\textit{sorvete}}}{m_{\textit{sorvete}}} \times 100 \quad (3)$$

2.2.4.3 *Textura*

Para a análise de textura, foi utilizada, como parâmetro, a firmeza, a qual foi mensurada em texturômetro (modelo TA.XT Plus/50, *Stable Micro Systems*), previamente calibrado. A dimensão do probe foi de 0,3 cm de espessura. Adotaram-se as seguintes condições de análise: distância de penetração de 60 mm; velocidade da probe durante a penetração de 2 mm s⁻¹; velocidade da probe antes da penetração de 2 mm s⁻¹; e velocidade da probe após penetração de 10 mm s⁻¹. A firmeza foi medida como a força de compressão máxima (N), durante a penetração da probe, na amostra (AIME *et al.*, 2001).

2.2.4.4 *Cor*

As amostras de sorvete foram submetidas à análise de cor instrumental, através de colorímetro (modelo CM5, *Konica Minolta Spectrophotometer*), que foi previamente calibrado e ajustado para ser operado com iluminante D65 e ângulo de 10°. O método utilizado foi o proposto pela CIELab, que se baseia na representação tridimensional, em que cada cor pode ser representada por um único ponto, sendo definidas pelas coordenadas: L* (luminosidade), que varia de 0 a 100 (do preto ao branco); a*, que varia de cor vermelha (+) à verde (-) e b*, que representa a variação da tonalidade do amarelo (+) ou azul (-).

2.3 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em um fatorial 2 x 4 (fontes de óleo x misturas contendo diferentes porcentagens de óleo) com 1 tratamento adicional (controle = sem os óleos estudados na formulação), com 4 repetições.

Os resultados obtidos para os sorvetes foram avaliados por análise de variância (ANOVA), teste de F ($p < 0,01$) para as diferentes fontes de óleo e teste de média (*Tukey*, $p < 0,05$) para as diferentes misturas contendo os óleos, utilizando o *software* SPEED Stat versão 2.5.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos sorvetes

3.1.1 Análises microbiológicas

A contaminação microbiológica de sorvetes é um problema e para evitar ou controlá-la faz-se necessário utilizar matérias-primas de qualidade, aplicar a pasteurização ou tratamento térmico para redução da população microbiana, acondicionar o produto em temperatura baixa ininterruptamente e ter higiene em todas as etapas de produção e comercialização (SILVA; MARTINS, 2019). Dessa forma, obtém-se um produto final com boa qualidade microbiológica e, conseqüentemente, sem riscos à saúde do consumidor.

Na Tabela 3 estão dispostos os limites e os resultados encontrados para as análises microbiológicas dos sorvetes estudados, contendo as diferentes fontes de óleo e as diferentes misturas contendo os óleos avaliados.

Tabela 3 - Análises microbiológicas e limites aceitáveis pela legislação dos sorvetes produzidos.

Análises	Mesófilos (UFC/g)	Coliformes 35 °C (totais) (NMP/g)	Coliformes 45 °C (termotolerantes) (NMP/g)	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	<i>Escherichia</i> <i>coli</i> (UFC/g)
Limites	-	-	-	5×10^2	-
Sem adição de óleo					
M1	<10	$2,9 \times 10^1$	<3,0	Ausente	Negativo
Óleo de Tilápia					
M2	$1,3 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$	$3,8 \times 10^1$	Ausente	Negativo
M3	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$3,8 \times 10^1$	Ausente	Negativo
M4	<10	$2,3 \times 10^1$	<3,0	Ausente	Negativo
M5	<10	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	Ausente	Negativo
Óleo de Salmão					
M2	$1,2 \times 10^1$	$2,8 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	Ausente	Negativo
M3	<10	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	Ausente	Negativo
M4	<10	$2,7 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	Ausente	Negativo
M5	$2,4 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	Ausente	Negativo

M1 – controle; sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe.

Fonte: Da autora (2021).

A contagem de mesófilos é uma análise importante, pois esse grupo de microrganismos compreende a maior parte dos patógenos causadores de toxinfecções alimentares, podendo estar

presentes tanto em alimentos perecíveis mantidos à temperatura ambiente quanto sob refrigeração, sendo muito utilizada para a obtenção de informações gerais sobre qualidade, práticas de fabricação, matérias-primas, condições de processamento, manipulação e vida útil de produtos (MANTOVANI; GEROMEL; FAZIO, 2020; PAIVA *et al.*, 2016).

Sendo assim, avaliar os sorvetes quanto à presença de bactérias mesófilas é útil para a determinação da qualidade, pois altas contagens indicam deficiência na sanitização, falta de controle do processo, dos ingredientes ou manipulação. Além disso, traz respostas quanto à vida útil do produto e risco de transmissão de doenças, considerando que as bactérias patogênicas estão inseridas nesse grupo.

Na atual legislação brasileira não existe, especificamente para sorvetes, limite máximo para mesófilos. Porém, de acordo com Berbari, Paschoalino e Silveira (2001), contagens acima de 10^5 UFC/g indica necessidade de boas práticas de fabricação para a obtenção de produtos mais seguros do ponto de vista da saúde pública. No presente estudo, verificou-se que nenhuma das formulações obtiveram valores superiores ao limite máximo indicado por esses autores, sendo que variaram de <10 a $2,4 \times 10^1$ UFC/g, indicando não causar malefícios à saúde do consumidor.

Estimativas do grupo de coliformes totais não são exigidas pela legislação brasileira para sorvetes, mas são importantes de serem pesquisados, uma vez que, quando presentes em alimentos, podem ser prejudiciais à saúde. Sendo assim, esses microrganismos são utilizados como indicadores de qualidade microbiológica (CASTRO, 2018).

Em Hong Kong, a *Frozen Confections Regulation* estabelece que sorvetes comercializados não devem conter mais de $1,0 \times 10^2$ coliformes por grama (FROZEN CONFECTIONS REGULATION, 2014). Dessa forma, segundo esse regulamento, todas as formulações de sorvetes estudadas neste trabalho estão abaixo do limite que é exigido para esse grupo de microrganismos. Quando a contagem de coliformes totais é alta, indica a provável contaminação pós-processamento, limpeza e sanitização não adequadas ou todos esses fatores conjuntamente, ou seja, aponta erros na manipulação do produto (PAPADEMAS; BINTISIS, 2010), o que não foi observado no presente estudo.

Para coliformes termotolerantes foram observados valores mínimos de $<3,0$ NMP/g e máximos de $3,8 \times 10^1$ NMP/g. Essa análise não é exigida pela legislação no sorvete, no entanto, esse dado é importante, pois sugere a possibilidade de contaminação fecal nos produtos, que pode causar gastroenterites (FAÚLA, 2016).

No presente estudo, a contagem de coliformes termotolerantes foi baixa e os produtos estavam seguros para consumo. Silva e Martins (2019), analisando a qualidade microbiológica

de sorvetes comercializados em Frutal, Minas Gerais, mostraram que 27,5% do total de amostras analisadas de diferentes sorveterias estavam contaminadas com coliformes termotolerantes, evidenciando a necessidade de um maior controle higiênico-sanitário.

Com relação à *Staphylococcus* coagulase positiva, a principal espécie é a *Staphylococcus aureus*, que possui as fossas nasais e a cavidade orofaríngea como principais reservatórios no homem, podendo também estar presente na pele e em lesões instaladas nela (SANTANA *et al.*, 2010).

O levantamento dessa bactéria é reconhecido internacionalmente como padrão microbiológico de segurança de alimentos e retrata as condições higiênico-sanitárias da produção e conservação do alimento (RESTA; OLIVEIRA, 2013). A Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, estabelece que, para gelados comestíveis, o limite máximo permitido para *Staphylococcus* coagulase positiva é de 5×10^2 UFC/g (BRASIL, 2019).

Nas amostras de sorvetes deste estudo, não houve detecção de *Staphylococcus* coagulase positiva, indicando que a higiene durante a manipulação foi satisfatória. Paiva *et al.* (2016), analisando sorvetes do tipo italiano em Pombal/PB, verificaram que 21 amostras estavam fora do padrão para *Staphylococcus* coagulase positiva, o que evidencia que os pontos de venda não tinham condições apropriadas para comercializar o produto.

A espécie *E. coli* não foi encontrada em nenhum dos sorvetes produzidos. A existência dessa bactéria se deve à falha na higienização em alguma etapa antes do consumo, uma vez que está presente na microbiota intestinal de animais de sangue quente. Vale destacar que algumas linhagens de *E. coli* ocasionam enfermidades gastrointestinais muito graves (DAMER *et al.*, 2015). Em estudo de Schrijver *et al.* (2008) foi relatado que crianças que haviam consumido sorvete apresentaram diarreia e síndrome hemolítica urêmica por presença de cepas de *E. coli* produtoras de verotoxina no produto.

Dessa forma, os sorvetes produzidos apresentaram boa qualidade microbiológica, mostrando que os ingredientes utilizados eram de boa qualidade e que, em todas as etapas de produção, foram tomados cuidados quanto à higiene tanto dos manipuladores quanto dos recipientes e superfícies utilizados na fabricação e armazenamento, garantindo que não trariam riscos à saúde do consumidor e maior vida útil dos mesmos.

3.1.2 Caracterização química

Como os ingredientes e proporções utilizadas para a elaboração dos diferentes sorvetes (TABELA 1) foram calculadas através do *software* Cálculos para Padronização de Sorvete

(CPS), não foram observadas, para grande parte das características químicas, muitas diferenças significativas.

A caracterização química encontra-se detalhada a seguir.

3.1.2.1 Lipídeos

Os valores médios e os desvios padrão do teor de lipídeos dos sorvetes estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Teor de lipídeos (%) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Lipídeos (%) (média ± desvio padrão)			
Mistura	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	9,57 ± 0,55Aa	9,85 ± 2,05Aa	9,71a
M3	9,64 ± 1,76Aa	9,80 ± 0,82Aa	9,72a
M4	9,62 ± 1,92Aa	9,71 ± 1,36Aa	9,67a
M5	9,58 ± 0,65Aa	9,82 ± 2,31Aa	9,70a
Médias	9,60A	9,79A	
M1 (Controle)	9,99 ± 0,83		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2021).

Normalmente, os sorvetes produzidos contêm de 10 a 16% de gordura, que podem ser de fontes lácteas ou não lácteas (AKBARI; ESKANDARI; DAVOUDI, 2019).

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram que a presença do óleo de peixe (de tilápia ou de salmão) nas misturas (M2, M3, M4 e M5), não influenciou significativamente ($P > 0,05$) no teor de lipídeo dos sorvetes e também que todas as formulações apresentaram teores de lipídeo semelhantes ao tratamento adicional (controle = M1), fato que pode ser explicado pela padronização da gordura, de todos os sorvetes estudados, em 10%.

Essa padronização da gordura é essencial, pois não a padronizar poderia comprometer a obtenção do produto. Isso porque a porcentagem de gordura contribui significativamente nas propriedades estruturais e sensoriais dos sorvetes, ajudando no desenvolvimento de uma textura cremosa e suave, tornando seu corpo melhor, aumentando sua resistência e estimulando o paladar (AKBARI; ESKANDARI; DAVOUDI, 2019; CHEMIN; GRÄFF; HAUSCHILDT, 2016).

3.1.2.2 Umidade

O grau de umidade encontrado para os sorvetes está disposto na Tabela 5.

Tabela 5 - Grau de umidade (%) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Mistura	Umidade (%) (média ± desvio padrão)		Médias
	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	
M2	59,39 ± 0,38Aa	59,07 ± 0,17Aa	59,23a
M3	59,41 ± 0,34Aa	59,15 ± 0,29Aa	59,28a
M4	59,68 ± 0,46Aa	59,52 ± 0,99Aa	59,60a
M5	60,07 ± 0,54Aa*	59,74 ± 0,40Aa*	59,90a
Médias	59,64A	59,37A	
M1 (Controle)	58,72 ± 0,45		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2021).

Em relação ao grau de umidade, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as fontes de óleo adicionadas, nem entre as diferentes misturas contendo esses óleos.

Porém, foi observado que ao se utilizar a mistura contendo maior nível de adição de óleo de peixe (10%), ou seja, M5, tanto para óleo de tilápia quanto para óleo de salmão, houve diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparado ao sorvete controle (M1) que não continha óleo de peixe em sua composição, apresentando graus maiores, de 60,07 e 59,74%, respectivamente.

Provavelmente essa diferença se deve à maior quantidade de água adicionada a essas formulações de sorvete, ao se padronizar o teor de gordura. Além disso, o óleo de tilápia apresentou uma pequena quantidade de água em sua composição (0,46%), o que pode ter contribuído também com o maior grau de umidade.

Vale ressaltar que quanto maior a umidade, menor é a concentração de sólidos presentes e os sólidos são desejados, pois melhoram a textura e a cremosidade dos sorvetes (SOLER; VEIGA, 2001).

3.1.2.3 Cinzas

A presença de cinzas em alimentos é o resíduo inorgânico que se mantém após a queima da matéria orgânica, sendo, principalmente, constituída de sódio, potássio, cálcio e magnésio, mas também estão presentes pequenas quantidades de alumínio, ferro, cobre, manganês e zinco (CECCHI, 2003).

O efeito dos óleos adicionados nos sorvetes no teor de cinzas está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Teor de cinzas (%) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Mistura	Cinzas (%) (média ± desvio padrão)		Médias
	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	
M2	1,38 ± 0,51Aa	1,01 ± 0,06Aa	1,19a
M3	0,87 ± 0,09Aa	0,93 ± 0,32Aa	0,90a
M4	0,96 ± 0,08Aa	0,90 ± 0,13Aa	0,93a
M5	0,79 ± 0,03Aa*	0,84 ± 0,22Aa*	0,81a
Médias	1,00A	0,92A	
M1 (Controle)	1,96 ± 0,16		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1 (controle).

Fonte: Da autora (2021).

As fontes de óleos adicionadas (tilápia e salmão) e as diferentes misturas contendo esses óleos (M2, M3, M4 e M5) não influíram significativamente no teor de cinzas ($P > 0,05$) dos sorvetes.

Porém, os tratamentos adicionados de 10% de óleo de tilápia e de salmão (M5) diferiram significativamente do sorvete controle (M1), que não continha óleo de peixe (1,96%), ou seja, os sorvetes que foram feitos com as misturas contendo 10% de óleo de tilápia ou de salmão apresentaram menores ($P < 0,05$) porcentagens de cinzas (0,79 e 0,84%, respectivamente). Nesses sorvetes ocorreu a substituição total do creme de leite, rico em minerais, por óleos de peixe (10%), que não os possuem, acarretando em valores menores para o teor de cinzas desses sorvetes.

3.1.2.4 Proteínas

As médias e desvios padrões dos resultados de proteínas estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Teor de proteínas (%) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Mistura	Proteínas (%) (média ± desvio padrão)		Médias
	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	
M2	2,56 ± 0,57Aa	2,56 ± 0,23Aa	2,56a
M3	2,72 ± 0,60Aa	2,70 ± 0,64Aa	2,71a
M4	2,80 ± 0,71Aa	2,72 ± 0,21Aa	2,76a
M5	2,84 ± 0,28Aa	2,73 ± 0,21Aa	2,78a
Médias	2,73A	2,6A	
M1 (Controle)	2,53 ± 0,27		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1 (controle).

Fonte: Da autora (2021).

O teor de proteínas dos sorvetes estudados não apresentou diferença significativa para nenhuma das fontes de variação ($P > 0,05$). Também não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as formulações contendo óleo de peixe (M2, M3, M4 e M5) e o sorvete controle (M1). Vale ressaltar que, além de serem semelhantes em termos de porcentagem proteica, todos os sorvetes formulados obedecem ao Regulamento Técnico de gelados comestíveis para o teor de proteínas, que determina teor mínimo de 2,5% para sorvete de leite (ANVISA, 1999).

Em estudo de Correia *et al.* (2008), foram encontrados valores de proteínas para sorvetes a base de leite de vaca, em torno de 3%, valor próximo ao encontrado neste estudo. O teor de proteínas é importante para o sorvete, pois influencia no batimento, emulsificação e é capaz de melhorar a estrutura do produto. Além disso, também auxilia nas propriedades funcionais, tais como interação com outros estabilizantes, estabilização da emulsão depois da homogeneização, formação da estrutura e capacidade de retenção de água, que colabora com melhor viscosidade da mistura (FÉLIX; ALVES; OLIVEIRA, 2016).

3.1.2.5 Carboidratos

Com relação ao teor de carboidratos dos diferentes sorvetes, não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) ao se utilizar as diferentes fontes de óleos (de tilápia e de salmão) ou as

diferentes misturas contendo esses óleos (M2, M3, M4 e M5). Os valores encontrados foram também muito semelhantes ($P > 0,05$) ao sorvete controle (M1).

As médias e desvios padrões estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 - Teor de carboidratos (%) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Mistura	Carboidratos (%) (média \pm desvio padrão)		
	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	27,10 \pm 0,28Aa	27,51 \pm 0,01Aa	27,31a
M3	27,36 \pm 0,23Aa	27,42 \pm 0,18Aa	27,39a
M4	26,94 \pm 0,09Aa	27,15 \pm 0,06Aa	27,04a
M5	26,72 \pm 0,41Aa	26,88 \pm 0,08Aa	26,80a
Médias	27,03A	27,24A	
M1 (Controle)	26,80 \pm 0,28		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2021).

Carboidratos são fontes de energia, considerados importantes combustíveis do corpo. Geralmente os carboidratos dos sorvetes são derivados da sacarose, glicose ou xarope de glicose, sendo constituído de, no mínimo, 13% em sorvetes de creme ou leite (SOLER; VEIGA, 2001). Nas formulações elaboradas neste trabalho utilizou-se a sacarose.

Apesar de não existirem valores estabelecidos pela legislação nacional quanto ao teor de carboidratos em sorvetes, de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), sorvetes possuem em torno de 24% de carboidratos. No presente estudo, todos os sorvetes elaborados apresentaram valores superiores ao indicado acima.

3.1.2.6 Sólidos solúveis

Com relação ao teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), estes estão relacionados aos açúcares adicionados nas formulações, tais como sacarose, lactose e ao açúcar presente na liga neutra utilizada.

Os valores encontrados para esse parâmetro estão mostrados na Tabela 9.

O teor de sólidos solúveis não apresentou diferença significativa para nenhuma das fontes de variação ($P > 0,05$). Também não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as formulações contendo óleo de peixe (M2, M3, M4 e M5) e o sorvete controle (M1).

Tabela 9 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Sólidos solúveis (°Brix) (média ± desvio padrão)			
Mistura	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	35,75 ± 0,96Aa	35,75 ± 0,50Aa	35,75a
M3	35,00 ± 0,00Aa	35,75 ± 0,96Aa	35,38a
M4	35,75 ± 0,50Aa	35,75 ± 0,50Aa	35,75a
M5	35,00 ± 0,00Aa	35,25 ± 0,50Aa	35,13a
Médias	35,38A	35,63A	
M1 (Controle)	35,25 ± 0,50		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2021).

De acordo com Perrone *et al.* (2011), elevado teor desse parâmetro influencia a aceitação do produto, pois está relacionado ao sabor, diretamente aos açúcares presentes. Apesar de ser um produto doce, esse não deve se apresentar com doçura tão elevada, visto que produtos extremamente doces podem não ser tão bem aceitos pelos consumidores. Em trabalho de Ribeiro, Silva e Oliveira (2018), foi encontrado valor de 33°Brix nos sorvetes, valor próximo ao do presente estudo.

3.1.3 Caracterização físico-química

3.1.3.1 Acidez e pH

A acidez e o pH de sorvetes são parâmetros que podem ser influenciados pelos ingredientes adicionados (CORREIA *et al.*, 2008).

Até o momento, a legislação para gelados comestíveis não estabelece valores de referência para esses parâmetros. Normalmente, os sorvetes apresentam pH próximo da neutralidade e, quando muito diferente, pode acarretar sabor exagerado ácido ou amargo e, conseqüentemente, em menor aceitação do produto.

A acidez mede o teor de ácido láctico presente nas formulações.

Em relação a esse parâmetro, as formulações adicionadas de óleo de peixe (M2, M3, M4 e M5) não diferiram entre si ($P > 0,05$), porém todos apresentaram diferença significativa do sorvete controle M1 ($P < 0,05$), ou seja, todos apresentaram menor acidez que o sorvete controle M1, conforme pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10 - Acidez (m/v) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Acidez (m/v) (média ± desvio padrão)			
Adição de óleo (%)	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	0,22 ± 0,00Aa*	0,23 ± 0,00Aa*	0,23a
M3	0,22 ± 0,00Aa*	0,21 ± 0,02Aa*	0,22ab
M4	0,21 ± 0,00Aa*	0,21 ± 0,00Aa*	0,21b
M5	0,21 ± 0,02Aa*	0,21 ± 0,00Aa*	0,21b
Médias	0,22A	0,22A	
M1	0,25 ± 0,00		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1 (controle).

Fonte: Da autora (2021).

Como a acidez do creme de leite é em torno de 0,20% e do leite desnatado 0,195% (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 1996), observou-se que se a substituição do creme de leite por óleo de peixe proporcionou uma acidez mais baixa. Isso pode ser explicado pelo fato de a substituição da gordura não ser por uma fonte láctea, o que acarretou em menor teor de ácido láctico nas formulações a partir do momento em que se adicionou óleo de peixe e retirou o creme de leite. Além disso, os sorvetes foram produzidos à base de leite desnatado. Por essa razão, o sorvete controle M1 apresentou-se com uma acidez em ácido láctico maior, pois tinha duas fontes lácteas que colaboraram com esse resultado, enquanto que os sorvetes adicionados de óleo de peixe apresentaram acidez menor, proporcionada pelo leite desnatado e por menores quantidades de creme de leite à medida em que se aumentou a quantidade de óleo de peixe nas misturas.

Em estudo de Lim, Norziah e Lu (2010), substituindo uma gordura láctea por óleo de linhaça, encontraram-se valores bem próximos de acidez aos encontrados no presente estudo (0,21 m/v).

O pH descreve o grau de acidez ou alcalinidade. Os valores encontrados para esse parâmetro nos sorvetes estudados podem ser visualizados na Tabela 11.

Tabela 11 - pH dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

pH (média ± desvio padrão)			
Mistura	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	5,73 ± 0,00Aa*	5,78 ± 0,00Aa*	5,75a
M3	5,82 ± 0,00Aa*	5,89 ± 0,02Aa*	5,85a
M4	5,88 ± 0,00Aa*	5,94 ± 0,00Aa*	5,91a
M5	5,80 ± 0,02Aa*	5,83 ± 0,00Aa*	5,81a
Médias	5,81A	5,86A	
M1	5,28 ± 0,00		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1 (controle).

Fonte: Da autora (2021).

As fontes de óleo adicionadas e as misturas contendo esses óleos não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) os valores de pH. Porém, todos os tratamentos adicionados de óleo de salmão ou de tilápia diferiram estatisticamente do controle (0%), apresentando valores mais altos, ou seja, menos ácidos, o que se correlaciona aos valores encontrados para acidez.

3.1.4 Caracterização física

3.1.4.1 Taxa de derretimento

O derretimento de sorvetes é uma propriedade importante a ser estudada, pois durante o consumo do produto o consumidor não quer que esse derreta tão rapidamente.

A gordura adicionada ao sorvete pode influenciar na cremosidade e resistência desse produto.

As taxas de derretimento (g/min) e o tempo gasto para primeira gota de sorvete pingar estão dispostos nas Tabelas 12 e 13 abaixo, respectivamente.

Tabela 12 - Taxa de derretimento (g/min) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Taxa de derretimento (g/min) (média ± desvio padrão)			
Mistura	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	1,16 ± 0,20Aa	1,11 ± 0,25Aa	1,14a
M3	1,01 ± 0,23Aa	1,08 ± 0,20Aa	1,05a
M4	0,91 ± 0,14Aa	1,00 ± 0,09Aa	0,95a
M5	0,88 ± 0,15Aa	1,04 ± 0,16Aa	0,96a
Médias	0,99A	1,06A	
M1 (Controle)	0,96 ± 0,13		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2022).

Tabela 13 - Tempo para primeira gota derreter (min) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Tempo para primeira gota pingar (min) (média ± desvio padrão)			
Mistura	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	11,76 ± 0,20Ab	11,93 ± 0,25Aa	11,85a
M3	14,06 ± 0,23Aab	13,58 ± 0,20Aa	13,82a
M4	16,94 ± 0,14Aa	11,14 ± 0,09Ba	14,04a
M5	18,25 ± 0,15Aa	10,53 ± 0,16Ba	14,39a
Médias	15,25A	11,80B	
M1 (Controle)	13,99 ± 0,13		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2022).

Não houve diferença significativa para a taxa de derretimento (g/min) dos sorvetes. No entanto, houve diferença significativa no tempo (min) para a primeira gota de sorvete pingar entre algumas formulações. As formulações adicionadas de 7,5% (M4) e 10% (M5) de óleo de tilápia e de salmão diferiram estatisticamente ($P < 0,05$), sendo que as formulações com óleo de salmão tiveram sua primeira gota derretida mais rapidamente que as adicionadas de óleo de tilápia. Entre as formulações de sorvetes adicionadas de óleo de tilápia, a formulação de 2,5% (M2) diferiu das formulações de 7,5 (M4) e 10% (M5), apresentando a primeira gota de derretimento em tempo menor (11,76 min), ou seja, começou a derreter mais rapidamente. Contudo, nenhuma das formulações diferiu da mistura M1, que não continha óleo de peixe.

Vários fatores podem influenciar a taxa de derretimento de sorvetes, tais como *overrun*, teor de proteínas, desestabilização da gordura, natureza dos cristais de gelo e coeficiente de consistência (SOFJAN; HARTEL, 2004).

Para o *overrun* dos sorvetes produzidos, foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$), conforme será visto mais adiante, o que pode ter interferido no tempo para a primeira gota de sorvete pingar. Isso porque quanto menor o percentual resultante do *overrun*, conseqüentemente menor é o rendimento, mais duro é o sorvete e menor é a sua resistência ao derretimento, pois as células de ar atuam como isolante (VIEIRA *et al.*, 2020; XINYI; PEI; SCHMIDT, 2010).

Além disso, as formulações foram adicionadas de fontes de gordura diferentes, o que também pode ter acarretado diferenças para o sorvete começar a derreter mais rapidamente, pois a composição de ácidos graxos pode influenciar essa variável.

O óleo de tilápia é mais rico em ácidos graxos saturados, que apresenta forma mais sólida em temperaturas baixas e o óleo de salmão apresenta mais ácidos graxos insaturados, sendo líquido mesmo em temperatura de refrigeração, apresentando um comportamento de matriz mais líquido.

Apesar dessas diferenças encontradas para o tempo em que a primeira gota de sorvete derreteu, isso não influenciou na taxa de derretimento (g/min) ao longo do tempo analisado ($P > 0,05$), conforme observado na Tabela 12.

Valores bem próximos aos encontrados nesse estudo para taxa de derretimento (g/min) ao longo do tempo foram relatados em estudo de Vargas-Bello-Pérez *et al.* (2019), em que, ao produzir sorvete com leite enriquecido com óleo de salmão, obteve-se valor para esse parâmetro de 0,94 g/min.

3.1.4.2 *Overrun*

A incorporação de ar nos sorvetes proporciona textura suave e influencia o derretimento e a dureza do produto (SOFJAN; HARTEL, 2004).

Os valores médios e os desvios padrões de *overrun* dos sorvetes estão dispostos na Tabela 14.

Tabela 14 - *Overrun* dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Mistura	<i>Overrun</i>		Médias
	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	
M2	39,85 ± 0,18Ad*	35,47 ± 0,35Bb*	37,66b
M3	42,83 ± 0,12Ac*	40,71 ± 0,20Ba*	41,77a
M4	44,56 ± 0,30Ab*	26,59 ± 0,27Bc*	35,57c
M5	53,70 ± 0,20Aa*	16,72 ± 0,21Bd*	35,21d
Médias	45,24A	29,87B	
M1 (Controle)	47,88 ± 0,14		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2021).

No presente estudo foi observado que as fontes de óleo adicionadas e as misturas que os continham exerceram efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o *overrun* dos sorvetes.

Na produção de sorvetes, o congelamento é uma etapa importante, pois influencia a qualidade, o sabor e o rendimento do produto. Quando a calda está sendo congelada, ocorre uma agitação com a intenção de incorporar ar e para limitar o tamanho dos cristais de gelo, com a finalidade de dar suavidade na consistência e textura, além de *overrun* satisfatório.

A incorporação de ar em sorvetes é essencial, pois o ar proporciona textura leve e interfere nas propriedades físicas, no derretimento e na textura (AGUIAR, 2016).

No presente estudo, houve diferença significativa ($P < 0,05$) para esse parâmetro analisado, que variou de 16,74% a 53,70%.

A formulação que apresentou maior *overrun* ($P < 0,05$) foi a adicionada de 10% de óleo de tilápia (M5, com óleo de tilápia), enquanto que a proporcionou menor *overrun* foi a adicionada de 10% de óleo de salmão (M5, com óleo de salmão). Sorvetes que possuem maiores teores de ácidos graxos saturados podem formar gordura solidificada em maiores temperaturas durante a produção do produto, o que leva a uma maior eficiência na retenção de ar na matriz, o que reflete maior *overrun* nos sorvetes com gorduras mais saturadas (VARGAS-BELLO-PÉREZ *et al.*, 2019).

Vargas-Bello-Pérez *et al.* (2019), estudando a aplicação de óleo de soja e óleo de peixe em dieta de vaca leiteira e a utilização do leite em sorvetes, observaram comportamento semelhante, mostrando que as amostras de sorvete controle, que utilizaram o leite da vaca sem enriquecimento, e as amostras adicionadas de óleo de soja apresentaram maior *overrun* que o sorvete produzido com adição de óleo de peixe (salmão), que é uma gordura mais rica em ácidos graxos poli-insaturados.

Outra observação a ser feita é que somente a formulação adicionada de 10% de óleo de tilápia (M5, com óleo de tilápia) obteve um valor maior desse parâmetro do que o encontrado no sorvete que não continha óleo de peixe (M1), reforçando a maior eficiência de maiores teores de ácidos graxos saturados na retenção de ar na matriz, refletindo no maior *overrun* dos sorvetes.

Todas as formulações adicionadas de óleo de tilápia nas diversas concentrações, quando comparadas às adicionadas de óleo de salmão, também nas diversas concentrações, apresentaram maiores valores ($P < 0,05$).

Entretanto, de forma geral, o *overrun* dos sorvetes analisados foram baixos. Geralmente, resultados semelhantes são encontrados em *sherbets*, pois estes apresentam menores valores para *overrun*, em torno de 25 a 50% (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

O valor máximo permitido para *overrun* em sorvetes, de acordo com a legislação brasileira, é de 110% (BRASIL, 1999).

3.1.4.3 Textura

Segundo as leis da física, a força máxima necessária para que ocorra a deformação de um material é definida como dureza. A textura se refere à consistência e dureza do sorvete, trazendo como consequência o derretimento (SANTOS, 2020). A textura dos sorvetes foi analisada através da realização de um teste de penetração usando um analisador de textura.

A Tabela 15 mostra a força máxima (N) necessária para penetrar as amostras.

Tabela 15 - Força máxima (N) para penetrar nos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Mistura	Textura (média ± desvio padrão)		Médias
	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	
M2	3,14 ± 0,51Aa	2,53 ± 0,15Aa	2,84a
M3	3,27 ± 0,57Aa	1,37 ± 0,17Aa	2,32a
M4	3,20 ± 0,19Aa	1,97 ± 0,55Aa	2,59a
M5	3,02 ± 0,38Aa	4,14 ± 0,88Aa	3,58a
Médias	3,16A	2,51A	
M1 (Controle)	1,79 ± 0,32		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2022).

Não houve diferença significativa para esse parâmetro entre as diferentes formulações de sorvetes produzidas ($P>0,05$).

Em resumo, as fontes de óleo e as diferentes misturas contendo essas fontes não influenciaram na textura final dos sorvetes analisados, apesar do *overrun* ter sido significativamente diferente entre os sorvetes, o que poderia acarretar sorvetes com textura mais dura, pois estudos já demonstraram que uma diminuição nesse parâmetro causa aumento na firmeza desse produto (SOFJAN; HARTEL, 2004).

Como diversos fatores podem influenciar a textura de sorvetes, tais como o teor e o tamanho de cristais de gelo, a extensão da desestabilização da gordura, o *overrun* e as propriedades reológicas da mistura (CADENA *et al.*, 2012), outros estudos serão necessários para elucidar melhor esse assunto.

3.1.4.4 Cor

A cor é um atributo importante que determina a aceitação de alimentos. Os valores obtidos para L^* (luminosidade), a^* (intensidade das cores vermelha e verde) e b^* (intensidade das cores amarela e azul) dos sorvetes estão dispostas na Tabela 16, 17 e 18, respectivamente.

Tabela 16 - Valores obtidos para L^* (luminosidade) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Cor L^* (média \pm desvio padrão)			
Mistura	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	90,21 \pm 0,39Aa	90,67 \pm 0,65Aa	90,44a
M3	90,11 \pm 0,70Aa	90,29 \pm 0,78Aa	90,20a
M4	89,54 \pm 0,88Aa	89,23 \pm 0,63Aa*	89,39a
M5	89,03 \pm 1,38Aa*	86,77 \pm 1,31Bb*	87,90b
Médias	89,72A	89,24A	
M1 (Controle)	91,09 \pm 0,82		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2022).

As formulações adicionadas de óleo de tilápia não diferiram entre si, mas a adição de 10% dessa fonte de óleo diferiu do tratamento controle (0%) (M1), apresentando menor luminosidade. Já a adição de 10% de óleo de salmão (M5, com óleo de salmão) acarretou em menor luminosidade dos sorvetes produzidos ($P<0,05$).

Além disso, os sorvetes adicionados de 7,5 e 10% de óleo de salmão (M4 e M5, com óleo de salmão) apresentaram valores menores de luminosidade (89,23 e 86,77, respectivamente) que o sorvete controle (M1), cujo valor médio foi igual a 91,09.

Quando foram comparadas as duas misturas M5, quanto à fonte de óleo, pôde-se observar que a adicionada de óleo de salmão apresentou menor luminosidade (86,77) que a adicionada de óleo de tilápia (89,03).

De maneira geral, as formulações que apresentaram menores valores para luminosidade tinham visualmente colorações mais escuras. Esse fato pode ser explicado devido a substituição ter sido feita de um ingrediente que apresenta coloração branca (creme de leite) por óleos de peixe que, apesar de terem passado pelo processo de refino, em que uma das etapas foi a clarificação, ou seja, a retirada dos pigmentos coloridos, ainda assim apresentaram-se com uma coloração característica de cada óleo.

Tabela 17 - Valores obtidos para a* (intensidade das cores vermelha e verde) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Cor a* (média ± desvio padrão)			
Mistura	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	Médias
M2	-0,87 ± 0,06Ba	-0,58 ± 0,28Ac	-0,72a
M3	-1,12 ± 0,04Ba*	-0,14 ± 0,18Ab*	-0,63a
M4	-1,60 ± 0,15Bb*	0,04 ± 0,03Aab*	-0,78a
M5	-1,90 ± 0,12Bb*	0,35 ± 0,31Aa*	-0,77a
Médias	-1,37B	-0,08A	
M1 (Controle)	-0,70 ± 0,05		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2022).

Quanto ao parâmetro a*, as formulações adicionadas de 2,5% de óleo de peixe não diferiram do sorvete controle (M1), porém as demais adições de óleo de peixe (5, 7,5 e 10%) diferiram estatisticamente da formulação M1 (P<0,05).

Em todas as concentrações de adição de óleo de peixe houve diferença significativa (P<0,05) entre as diferentes fontes de óleos adicionadas (tilápia e salmão).

Para adição de óleo de tilápia nos sorvetes, o que pôde ser notado é que maiores concentrações de óleo de peixe (M3=5, M4=7,5 e M5=10%) resultaram em maior intensidade de cor verde (-). Além disso, as formulações contendo os diferentes níveis de óleo de tilápia

também apresentaram coloração mais esverdeada quando comparadas com as formulações adicionadas de óleo de salmão.

Já para as formulações adicionadas de óleo de salmão, com o aumento de sua concentração, os sorvetes foram apresentando coloração mais próxima do vermelho (+).

Esses fatos podem ser explicados pela cor característica dos óleos utilizados. O óleo de salmão, ao ser obtido, apresentou coloração bem laranja, o que é característico dessa espécie de peixe, proporcionado pelo pigmento astaxantina que é absorvido pelo peixe por meio da alimentação (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Já o óleo de tilápia apresentou uma coloração mais amarela/verde, devido à utilização tanto da carcaça (que possuía carne aderida com coloração branca) quanto da cabeça do peixe (que também foi utilizada, sem retirar a pele, e que possui coloração verde-oliva prateada, característica da espécie, na obtenção do óleo).

Tabela 18 - Valores obtidos para b* (intensidade das cores amarela e azul) dos sorvetes produzidos com e sem adição dos diferentes óleos de peixe.

Mistura	Cor b* (média ± desvio padrão)		Médias
	Óleo de Tilápia	Óleo de Salmão	
M2	11,77 ± 0,21Aa	12,47 ± 0,48Aa	12,12a
M3	11,42 ± 0,77Aa	11,72 ± 0,22Aab	11,57ab
M4	10,36 ± 1,29Bab	11,54 ± 0,85Aab	10,95bc
M5	9,87 ± 0,83Ab*	10,69 ± 0,56Ab	10,28c
Médias	10,86B	11,60 ^a	
M1 (Controle)	11,72 ± 0,78		

M1 – sem adição de óleo de peixe; M2 – adição de 2,5% de óleo de peixe; M3 – adição de 5,0% de óleo de peixe; M4 – adição de 7,5% de óleo de peixe; M5 – adição de 10% de óleo de peixe. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (na linha) e pelo teste de Tukey (na coluna) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de asteriscos (*) diferem estatisticamente do tratamento adicional M1(controle).

Fonte: Da autora (2022).

Para o parâmetro b* de cor dos sorvetes, observou-se que quando foi adicionado 7,5% de óleo de peixe (M4), os sorvetes em que foram adicionados óleo de tilápia apresentaram menor valor b*, quando comparado aos sorvetes em que foram adicionados óleo de salmão, ou seja, a formulação com óleo de tilápia apresentou coloração menos amarelada.

As formulações adicionadas tanto de óleo de salmão quanto de óleo de tilápia em 10% (M5) diferiram das adicionadas de 2,5% (M2), apresentando-se menos amarelas. Além disso, a formulação com adição de 10% de óleo de tilápia (M5, com óleo de tilápia) também diferiu da formulação padrão, mostrando-se menos amarela que a que continha 100% creme de leite como fonte de gordura do sorvete (M1).

4 CONCLUSÃO

Os sorvetes contendo óleo de peixe (tilápia ou salmão), ou seja, M2, M3, M4 e M5, e também o sorvete controle (M1), apresentaram boa qualidade, sem risco à saúde do consumidor, ressaltando a qualidade dos ingredientes empregados nas formulações, sobretudo dos óleos produzidos nesta pesquisa.

Quanto às características químicas, os sorvetes produzidos em que foram adicionados óleos de peixe (M2, M3, M4 e M5), independentemente da quantidade e do tipo de óleo adicionado, foram muito semelhantes, quando comparados entre si e com o sorvete controle (M1), com pequenas diferenças em termos de grau de umidade e teor de cinzas, indicando possibilidade de uso dos óleos de tilápia e de salmão na elaboração de sorvetes.

Em relação às características físico-químicas, ficou evidente que a utilização dos óleos de tilápia e salmão resulta em menor acidez e conseqüente interferência no pH, uma vez que é retirado da formulação um produto lácteo, com acidez característica e se adiciona óleo de peixe, que possui características diferentes. Entretanto, a utilização desses óleos na elaboração de sorvetes ainda é viável nessa perspectiva, pois os valores encontrados são semelhantes àqueles observados em outros estudos.

Considerando os aspectos físico e tecnológico, conclui-se que, apesar da taxa de derretimento não ter sido afetada pelos diferentes óleos e misturas, os sorvetes contendo óleo de salmão ocasionaram menor tempo para a primeira gota derreter, o que não é desejável. Além disso, os *overrun* obtidos para todos os sorvetes, inclusive M1, foram considerados baixos, quando comparados ao normal encontrado em sorvetes comercializados, levando a inferir que o produto elaborado é mais semelhante aos *sherbets*.

Vale ressaltar que a utilização dos óleos em maiores níveis nos sorvetes (M5) levou à menor luminosidade, coloração esverdeada (ao se utilizar o óleo de tilápia) e coloração avermelhada (ao se utilizar o óleo de salmão), características essas que podem interferir na aceitação sensorial do sorvete.

Dessa forma, enfim, trabalhos futuros para o desenvolvimento do sorvete deverão envolver análises na sua microestrutura e, essencialmente, aplicar análise sensorial.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Portaria n.º 379, de 26 de abril de 1999**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 02 fev. 2022.

AGUIAR, R. A. C. **Desenvolvimento de sorvete de acerola enriquecido com semente e óleo de linhaça marrom**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Ceará, 2016.

AIME, D. B. *et al.* Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 34, n. 2-3, p. 237-246, Dec. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996900001605>. Acesso em: 01 jan. 2022.

AKBARI, M.; ESKANDARI, M. H.; DAVOUDI, Z. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 86, p. 34-40, Apr. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417300146>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ANDAJANI, P. T. Microencapsulated mixture of fish oil and fortified in ice cream. **Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak**, [Indonesia], v. 11, n. 2, p. 1-10, Oct. 2016. Disponível em: <https://jitek.ub.ac.id/index.php/jitek/article/view/226/0>. Acesso em: 08 dez. 2021.

BERBARI, S. A. G.; PASCHOALINO, J. E.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito do cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 197-201, ago. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/mSrfJMjn4svCp4hqS6pkwWJ/?lang=pt>. Acesso em: 21 nov. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Instrução Normativa n.º 60, de 23 de dezembro de 2019. **Padrões microbiológicos para alimentos**. 2019.

BRASIL. Portaria n.º 379, de 26 de abril de 1999. Regulamento Técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial da União**, Poder executivo, Brasília, DF, SVS/MS, 1999.

CADENA, R. S. *et al.* Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**, [Champaign], v. 95, n. 9, p. 4842-4850, Sept. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030212004985>. Acesso em: 12 jan. 2022.

CASTRO, M. T. **Coliformes totais e termotolerantes: qual a diferença?**. 2018. Disponível em: <https://www.foodsafetybrazil.org>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2003. 207 p.

CHEMIN, M. P.; GRÄFF, T. B. A.; HAUSCHILDT, A. P. Teor de lipídeos em sorvetes de diferentes marcas, comercializados no Rio Grande do Sul. **Higiene Alimentar**, [São Paulo], v. 30, n. 260-261, p. 85-89, out. 2016. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-2723>. Acesso em: 16 jan. 2022.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2004.

CORREIA, R. T. P. *et al.* Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 251-256, abr./jun. 2008. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/56>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CRUXEN, C. E. dos S. *et al.* Probiotic butiá (*Butia odorata*) ice cream: Development, chaterization, stability of bioactive compounds, and viability of *Bifidobacterium lactis* during storage. **LWT – Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 75, p. 379-385, Jan. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816305734>. Acesso em: 03 jan. 2022.

DAMER, J. R. S. *et al.* Qualidade higiênico-sanitária de sorvetes tipo italiano e de massa (artesanal e industrializado) comercializados na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, [Rio de Janeiro], v. 10, n. 4, p. 821-824, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/16010/14505>. Acesso em: 04 jan. 2022.

DA SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo: Editora Blucher, 2017.

FAÚLA, L. L. **Fatores de virulência, sorotipos e susceptibilidade antimicrobiana de amostras de *Escherichia coli* isoladas de alimentos no estado de Minas Gerais, Brasil**. 2016. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal da Escola de Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FÉLIX, L. D.; ALVES, J. E. A.; OLIVEIRA, C. A. Caracterização físico-química de sorvetes industrializados e comercializados na região de Salgueiro-PE. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 1., 2016, Teresina. **Anais [...]**. Teresina, 2016.

FROZEN CONFECTIONS REGULATION. **Chapter 132AC**. 2014. 11 p. Disponível em: <https://www.elegislation.gov.hk/hk/cap132AC>. Acesso em: 15 jan. 2022.

GRANGER, C. *et al.* Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, Barking, v. 15, n. 3, p. 255-262, Mar. 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694604001700>. Acesso em: 05 jan. 2022.

INSTITUTO ADOLF LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008.

LIM, C. W.; NORZIAH, M. H.; LU, H. F. S. Effect of flaxseed oil towards physicochemical and sensory characteristic of reduced fat ice creams and its stability in ice creams upon storage. **International Food Research Journal**, [Malaysia], v. 17, p. 393-403, Jan. 2010. Disponível em: [http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20\(02\)%202010/IFRJ-2010-393-403_Henna_Lu%5B1%5D.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20(02)%202010/IFRJ-2010-393-403_Henna_Lu%5B1%5D.pdf). Acesso em: 17 dez. 2021.

MANTOVANI, B.; GEROMEL, M. R.; FAZIO, M. L. S. Indicadores gerais de contaminação em casquinhas para sorvete. **Revista Interciência**, [Catanduva], v. 1, n. 4, p. 37-42, jul. 2020. Disponível em: <https://www.fafica.br/revista/index.php/interciencia/article/view/128>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Portaria n.º 146, de 07 de março de 1996. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos**, 1996.

METCALF, R. G. *et al.* A practical approach to increasing intakes of *n-3* polyunsaturated fatty acids: Use of novel foods enriched with *n-3* fats. **European Journal of Clinical Nutrition**, [London], v. 57, n. 12, p. 1605-1612, Dec. 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14647226/>. Acesso em: 03 dez. 2021.

OLIVEIRA, A. L. *et al.* Propriedades físicas de misturas para sherbet de mangaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 581-586, jun. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/dT8kCKfZHjrRBkzr75HnzQN/?lang=pt>. Acesso em: 02 jan. 2022.

OLIVEIRA, S. C. *et al.* Estudo da extração e estabilidade dos carotenóides em amostras de salmão (*Salmo salar*) cru resfriado e congelado durante o armazenamento. **Scientia Plena**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 1-6, maio 2011. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/309>. Acesso em: 11 jan. 2022.

PAIVA, Y. F. *et al.* Condições higiênico-sanitárias de sorvetes tipo italiano (soft), comercializados em Pombal, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 3, p. 75-79, jul./set. 2016. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4389>. Acesso em: 16 jan. 2022.

PAPADEMAS, P.; BINTISIS, T. Food safety management systems (FSMS) in the dairy industry: A review. **International Journal of Dairy Technology**, [Malden], v. 63, n. 4, p. 489-503, Aug. 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1471-0307.2010.00620.x>. Acesso em: 10 jan. 2022.

PERRONE, I. T. *et al.* Influência de diferentes espessantes nas características sensoriais do doce de leite para confeitaria. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 66, n. 379, p. 45-50, mar./abr. 2011. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/riict/article/view/161>. Acesso em: 11 jan. 2022.

RESTA, M. S. A.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Avaliação do padrão estafilococos coagulase positiva estabelecido pela legislação brasileira para massas alimentícias. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 319-325, dez. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/f8t8VdMbzYNg3JBxdRFczMJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2022.

RIBEIRO, R. G.; SILVA, C. E.; OLIVEIRA, C. A. Elaboração e avaliação das características físico-químicas de sorvete a partir de doce de caju adicionado de calda de rapadura. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2018, Paraíba. **Anais [...]**. Paraíba, 2018.

ROCHE, H.; GIBNEY, M. J. The effect of consumption of fish oil enriched spreadable fats on platelet phospholipids fatty acid consumption in human volunteers. **International Journal of Vitamin and Nutritional Research**, [s.l.], v. 64, n. 3, p. 237-242, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7814240/>. Acesso em: 04 dez. 2021.

SANTANA, E. H. W. de *et al.* Estafilococos em alimentos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 3, p. 545-554, jul./set. 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/292603/mod_resource/content/1/Stapgylo.pdf. Acesso em: 10 dez. 2021.

SANTOS, P. H. S. **Uso de diferentes bases gordurosas para produção de sorvetes: um estudo reológico**. 2020. 113 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

SCHRIJVER, K. de *et al.* Outbreak of verocytotoxin-producing *E. coli* O145 and O26 infections associated with the consumption of ice cream produced at a farm, Belgium, 2007. **Eurosurveillance**, [Stockholm], v. 13, n. 7, Feb. 2008. Disponível em: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/ese.13.07.08041-en>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SILVA, M. F. de O.; MARTINS, E. da S. Qualidade microbiológica de sorvetes comercializados em Frutal, Minas Gerais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 128-133, jan. 2019. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Qualidade-microbiol%C3%B3gica-de-sorvetes-em-Frutal%2C-Silva-Martins/c6060646da675fb42a487e2f4d9fe3a24db0c374>. Acesso em: 19 dez. 2021.

SOFJAN, R. P.; HARTEL, R. W. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**, Barking, v. 14, n. 3, p. 255-262, Mar. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694603001973>. Acesso em: 04 jan. 2022.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes**. Campinas: ITAL/CIAL, 2001.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**. United States Department of Agriculture. 2018. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/>. Acesso em: 30 dez. 2021.

VARGAS-BELLO-PÉREZ, E. *et al.* Effect of feeding cows with unsaturated fatty acid sources on milk production, milk composition, milk fatty acid profile, and physicochemical and sensory characteristics of ice cream. **Animals**, Basel, v. 9, n. 8, p. 568, Aug. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31426475/>. Acesso em: 09 jan. 2022.

VIEIRA, J. N. *et al.* Study of physical properties of ice cream soft serve during storage. **Research, Society and Development**, [Vargem Grande Paulista], v. 9, n. 10, p. 1-12, Oct. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8334>. Acesso em: 12 nov. 2021.

WHELAN, A. P. *et al.* Physicochemical and sensory optimisation of a low glycemic index ice cream formulation. **International Journal of Food Science and Technology**, [Malden], v. 43, n. 9, p. 1520-1527, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/10723293/Physicochemical_and_sensory_optimisation_of_a_low_glycemic_index_ice_cream_formulation. Acesso em: 03 jan. 2022.

XINYI, E.; PEI, Z. J.; SCHMIDT, K. A. Ice cream: foam formation and stabilization – a review. **Food Reviews International**, [Philadelphia], v. 26, n. 2, p. 122-137, Mar. 2010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559120903564472>. Acesso em: 17 dez. 2021.

APÊNDICE – Análise de Variância (ANOVA)

Tabela 1 – ANOVA teor de lipídeos dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	0,293416	0,293416	0,13	0,721
Misturas	3,0	0,013444	0,004481	0,00	1,000
Interação	3,0	0,040221	0,013407	0,01	0,999
Tratamentos	8,0	0,655285	0,081911	0,04	1,000
Resíduo	27,0	60,99907	2,259225		
Total	35,0	61,65436			

Tabela 2 – ANOVA grau de umidade dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	0,569485	0,569485	2,32	0,139
Misturas	3,0	2,318675	0,772892	3,15	0,041
Interação	3,0	0,039073	0,013024	0,05	0,984
Tratamentos	8,0	5,095688	0,636961	2,59	0,030
Resíduo	27,0	6,630806	0,245585		
Total	35,0	11,72649			

Tabela 3 – ANOVA teor de cinzas dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	0,054129	0,054129	0,27	0,609
Misturas	3,0	0,645767	0,215256	1,07	0,379
Interação	3,0	0,242478	0,080826	0,40	0,754
Tratamentos	8,0	4,48197	0,560246	2,78	0,022
Resíduo	27,0	5,446096	0,201707		
Total	35,0	9,928066			

Tabela 4 – ANOVA teor de proteínas dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	0,020357	0,020357	0,10	0,758
Misturas	3,0	0,239498	0,079833	0,38	0,769
Interação	3,0	0,015859	0,005286	0,03	0,994
Tratamentos	8,0	0,386896	0,048362	0,23	0,982
Resíduo	27,0	5,681191	0,210414		
Total	35,0	6,068087			

Tabela 5 – ANOVA teor de carboidratos dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	0,346195	0,346195	0,13	0,720
Misturas	3,0	1,686691	0,56223	0,21	0,886
Interação	3,0	0,136577	0,045526	0,02	0,997
Tratamentos	8,0	2,566998	0,320875	0,12	0,998
Resíduo	27,0	71,24255	2,638613		
Total	35,0	73,80955			

Tabela 6 – ANOVA sólidos solúveis dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Fonte de óleo	1,0	0,5	0,5	1,46	0,237
Misturas	3,0	2,25	0,75	2,19	0,112
Interação	3,0	0,75	0,25	0,73	0,543
Tratamentos	8,0	3,722222	0,465278	1,36	0,259
Resíduo	27,0	9,25	0,342593		
Total	35,0	12,97222			

Tabela 7 – ANOVA taxa de derretimento (g/min) dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Fonte de óleo	1,0	0,038157	0,038157	1,12	0,300
Misturas	3,0	0,182146	0,06715	1,78	0,175
Interação	3,0	0,044754	0,014918	0,44	0,728
Tratamentos	8,0	0,2816	0,0352	1,03	0,438
Resíduo	27,0	0,922078	0,034151		
Total	35,0	1,203679			

Tabela 8 – ANOVA tempo para primeira gota de sorvete derreter (min) dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Fonte de óleo	1,0	95,59988	95,59988	16,78	<0,001
Misturas	3,0	31,34501	10,44834	1,83	0,165
Interação	3,0	91,36961	30,45654	5,34	0,005
Tratamentos	8,0	219,0864	27,3858	4,81	<0,001
Resíduo	27,0	153,8531	5,698262		
Total	35,0	372,9395			

Tabela 9 – ANOVA *overrun* dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Fonte de óleo	1,0	1888,076	1888,076	35655,03	<0,001
Misturas	3,0	217,6002	72,53341	1369,74	<0,001
Interação	3,0	1540,007	513,3355	9693,99	<0,001
Tratamentos	8,0	4025,047	503,1308	9501,28	<0,001
Resíduo	27,0	1,429758	0,052954		
Total	35,0	4026,476			

Tabela 10 – ANOVA textura dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Fonte de óleo	1,0	3,398697	3,398697	1,65	0,210
Misturas	3,0	7,076496	2,358832	1,15	0,348
Interação	3,0	10,0458	3,348599	1,63	0,206
Tratamentos	8,0	24,36794	3,045992	1,48	0,210
Resíduo	27,0	55,54769	2,057322		
Total	35,0	79,91563			

Tabela 11 – ANOVA cor L* dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	1,872112	1,872112	2,34	0,138
Misturas	3,0	31,68347	10,56116	13,21	<0,001
Interação	3,0	9,024613	3,008204	3,76	0,022
Tratamentos	8,0	51,76796	6,470994	8,09	<0,001
Resíduo	27,0	21,58567	0,799469		
Total	35,0	73,35363			

Tabela 12 – ANOVA cor a* dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	13,33861	13,33861	457,18	<0,001
Misturas	3,0	0,120375	0,040125	1,38	0,272
Interação	3,0	4,279813	1,426604	48,90	<0,001
Tratamentos	8,0	17,74125	2,217656	76,01	<0,001
Resíduo	27,0	0,78775	0,029176		
Total	35,0	18,529			

Tabela 13 – ANOVA cor b* dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	4,455112	4,455112	8,09	0,008
Misturas	3,0	15,14327	5,047758	9,16	<0,001
Interação	3,0	0,779463	0,259821	0,47	0,705
Tratamentos	8,0	21,2359	2,654487	4,82	<0,001
Resíduo	27,0	14,8721	0,550819		
Total	35,0	36,108			

Tabela 14 – ANOVA acidez (m/v) dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	1,92e-05	1,92e-05	0,19	0,669
Misturas	3,0	0,00193	0,000643	6,25	0,002
Interação	3,0	0,000338	0,000113	1,09	0,369
Tratamentos	8,0	0,006827	0,000853	8,28	<0,001
Resíduo	27,0	0,002781	0,000103		
Total	35,0	0,009608			

Tabela 15 – ANOVA pH dos sorvetes com e sem adição de óleo de peixe.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Fonte de óleo	1,0	0,021012	0,021012	0,86	0,363
Misturas	3,0	0,062037	0,020679	0,84	0,483
Interação	3,0	0,041538	0,013846	0,56	0,644
Tratamentos	8,0	1,222256	0,152782	6,22	<0,001
Resíduo	27,0	0,6633	0,024567		
Total	35,0	1,885556			