



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

Marcela Donato

Efeito da adição de óleo de palma bruto encapsulado na estabilidade e aceitação sensorial de molho para salada

Florianópolis, 2020

Marcela Donato

Efeito da adição de óleo de palma bruto encapsulado na estabilidade e aceitação sensorial de molho para salada

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Itaciara Larroza Nunes

Florianópolis, 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Donato, Marcela

Efeito da adição de óleo de palma bruto encapsulado na
estabilidade e aceitação sensorial de molho para salada /
Marcela Donato ; orientador, Itaciara Larroza Nunes ,
2020.

105 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós
Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Ciência dos Alimentos. 2. Óleo de palma bruto. 3.
Encapsulamento. 4. Antioxidante natural. 5. Molho para
salada. I. Larroza Nunes , Itaciara . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Ciência dos Alimentos. III. Título.

Marcela Donato

Efeito da adição de óleo de palma bruto encapsulado na estabilidade e aceitação sensorial de molho para salada

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Alessandro de Oliveira Rios, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Renata Dias Mello Castanho Amboni, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Carlise Beddin Fritzen Freire, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Prof.^a Ana Carolina Maisonnave Arisi, Dr.^a
Coordenadora do Programa

Prof.^a Itaciara Larroza Nunes, Dr.^a
Orientadora

Florianópolis, 2020.

Este trabalho é dedicado à Rosa Maria Beal Donato, minha maior incentivadora.

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente minha tia, Rosa Maria, que sempre me incentivou, deu forças e não mediu esforços para que eu tivesse uma boa educação, profissionalização, muito amor e apoio!

À minhas amigas de uma vida toda pelo companheirismo e ao meu marido, Leonardo, pelo incentivo.

À Universidade Federal de Santa Catarina e aos mestres do Programa de Pós-Graduação em Alimentos pelo ensino de qualidade, aprendizado, oportunidade e inspiração. À minha orientadora, professora Itaciara pela oportunidade, ajuda e dedicação.

À todos os colegas de sala e de laboratório, os quais se tornaram grandes amigos, pela ajuda e amizade em todos os momentos.

Às empresas Bunge, Danisco, Cargill e Nexira pelo fornecimento de materiais.

À todos os laboratórios que gentilmente cederam sua estrutura e equipamentos para a realização das análises e seus técnicos pelo auxílio (Laboratório de Análise Sensorial, Laboratório Didático de Análise de Sementes, Laboratório de Físico-Química, Laboratório de Frutas e Hortaliças (UFSC), Laboratório Interdisciplinar para o Desenvolvimento de Nanoestruturas (UFSC), Laboratório de Microbiologia de Alimentos, Laboratório de Óleos e Gorduras e Núcleo de Pesquisas em Materiais Cerâmicos e Compósitos).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos (processo número 167609/2018-1) e financiamento do projeto (processo número 423478/2016-8).

E, finalmente, à todos que contribuíram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Aprender é mudar.” (Buda)

RESUMO

O óleo de palma bruto (OPB) apresenta alto teor de carotenoides, responsáveis pela sua coloração e atividade pro-vitáminica A, e juntamente com os tocoferóis e tocotrienóis, potencial antioxidante. Como esses compostos são instáveis frente ao oxigênio, luz e calor, o encapsulamento do OPB é uma alternativa para preservação das propriedades bioativas e ampliação do seu uso em substituição aos antioxidantes e/ou corantes sintéticos, que são nocivos à saúde, além do aumento no teor de vitaminas do produto. Assim, os molhos para salada, que habitualmente contêm antioxidantes sintéticos, poderiam ser comercializados em uma versão mais saudável. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição de OPB encapsulado na estabilidade e aceitação sensorial de molho para salada. O OPB foi encapsulado com fécula de mandioca e goma arábica. Foram desenvolvidos três molhos para salada sabor mostarda: A (molho base), B (molho base+OPB encapsulado) e C (molho base+BHA e BHT). OPB encapsulado e molho B foram caracterizados após o preparo quanto a tocoferóis e tocotrienóis. Os molhos foram submetidos a análise da composição centesimal. A estabilidade do OPB encapsulado (30 dias sob refrigeração) foi avaliada quanto à eficiência de encapsulamento, tamanho de partícula, potencial Zeta, índice de polidispersibilidade (PDI), atividade antioxidante e, juntamente com os molhos quanto à carotenoides totais, cor, pH, comportamento reológico e índices de oxidação (índice de peróxidos, acidez, dienos e trienos conjugados). A estabilidade do OPB encapsulado e molhos foi avaliada em estufa a 60°/15 dias (índices de oxidação). Os molhos foram avaliados quanto a qualidade microbiológica e sensorial (molhos A e B). Os molhos apresentaram em média 41,51% de umidade; 38,26% de lipídios; 14,56% de carboidratos; 4,51% de proteínas e 1,35% de cinzas. OPB encapsulado e molho B apresentaram 4,32 e 16,15 mg.100g⁻¹ de tocoferóis e 9,62 e 2,49 mg.100g⁻¹ de tocotrienóis, respectivamente. OPB apresentou bons resultados de eficiência de encapsulamento (95,66 a 94,42 %) e tamanho de partícula (0,29 a 0,27µm) e maior variação no potencial Zeta (-41,80 a -15,50 mV) e PDI (1,00 a 0,37) durante o armazenamento refrigerado, enquanto atividade antioxidante (12,11%) e carotenoides totais (546,06 µg.g⁻¹) permaneceram constantes. Já no molho B houve perda de 35 % dos carotenoides. A cor laranja do molho B foi a mais intensa (a* e b* superiores) entre os molhos, indicando a ação corante do OPB encapsulado. Todos os molhos apresentaram aumento de peróxidos e acidez no teste de oxidação acelerada, com maior estabilidade do molho C (BHA e BHT), no entanto, o molho B com OPB encapsulado foi mais estável que o A (sem antioxidantes). Todos os molhos apresentaram comportamento de fluido pseudoplástico, estavam dentro dos padrões microbiológicos recomendados e aptos para o consumo. A análise sensorial revelou preferência pelo molho B com relação ao aroma, sabor e aceitabilidade global, e pelo molho A quanto a cor. Conclui-se que o OPB encapsulado pode ser uma alternativa aos antioxidantes sintéticos BHA e BHT em molhos para salada, além da função corante, e acréscimo de pró-vitamina A e vitamina E ao produto final.

Palavras-chave: Molho para salada. *Elaeis Guineensis*. Antioxidante natural. Encapsulamento. Cor. Pró-vitamina A. Vitamina E.

ABSTRACT

Crude palm oil (CPO) presents a high carotenoid content, responsible for its color and provitamin A activity, and due to its tocopherol and tocotrienol content, it also presents antioxidant potential. Due to these compounds instability at oxygen, light and heat exposure, the oil encapsulation represents an alternative to preserve its bioactive properties and extend its use as a substitute for synthetic antioxidants and/or food colorings, which are harmful for the consumer's health, with the benefit of increasing the product's vitamin content. Therefore, salad dressings, which usually contain synthetic antioxidants, could be available in a healthier version. This work aims at analyzing the effect of encapsulated CPO addition on a salad dressing's stability and sensory acceptance. The CPO was encapsulated with cassava starch and gum arabic and three mustard flavored salad dressings were developed: A (control), B (control + encapsulated CPO) and C (control + BHA and BHT). CPO and dressing B were submitted to centesimal composition. The encapsulated CPO was evaluated (30 days under refrigeration) as to encapsulation efficiency, particle size, Zeta potential, polydispersity index (PDI), antioxidant activity and, along with the dressings, as to total carotenoids, color, pH, rheological behavior and oxidation indexes (peroxide value, acidity and conjugated dienes and trienes). The CPO and dressing's stability were evaluated in an oven at 60° for 15 days (oxidation indexes). The dressings were analyzed as to the microbiologic and sensory quality (dressings A and B). The dressings presented an average of 41.51% of moisture, 38.26% of lipids, 14.56% of carbohydrates, 4.51% proteins and 1.35% of ashes. Encapsulated CPO and B dressing presented 4.32 and 16.15 mg.100g⁻¹ of tocopherols and 9.62 and 2.49 mg.100g⁻¹ of tocotrienols, respectively. CPO presented good results of encapsulation efficiency (95.66 to 94.42 %) and particle size (0.29 a 0.27µm) and a bigger variation on the Zeta potential (-41.80 to -15.50 mV) and PI (1.00 to 0.37) during the refrigerated storage. The antioxidant activity, (12.11%), and total carotenoids (546.06 µg.g⁻¹) remained constant, as for the dressing B, there was a loss of 35% of carotenoids. The dressing's B orange color was the most intense (superior a* and B* values) of the dressings. All of them presented an increase on the peroxide and acidity values on the accelerated oxidation test, with a bigger stability of the dressing C (BHA and BHT), however, the dressing B (with encapsulated CPO) was more stable than dressing A (without antioxidants). All the dressings showed pseudoplastic fluid behavior, were within microbiologic recommended legislations and fitted for consumption. The sensory analysis revealed preference for the dressing B in relation to aroma, flavor and global acceptability, whereas in relation to color, the dressing A obtained the highest percentage of high responses. Therefore, it can be concluded that the encapsulated CPO can be an alternative to the synthetic antioxidants BHA and BHT in salad dressings, besides the food coloring function and increasing provitamin A and vitamin E content to the final product.

Keywords: Salad dressing. *Elaeis Guineensis*. Natural antioxidant. Encapsulation. Color. Provitamin A. Vitamin E.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfologia dos diferentes tipos de microcápsulas: (A) Simples regular, (B) Simples irregular, (C) Vários núcleos, (D) Matriz (microesfera), (E) Várias paredes.....	24
Figura 2. Esquema representando as etapas da oxidação lipídica.	34
Figura 3. Mecanismo de um antioxidante primário (AH).	36
Figura 4. Estrutura dos principais antioxidantes sintéticos usados em óleos vegetais.....	36
Figura 5. Estrutura dos tocoferóis e tocotrienóis.....	37
Figura 6. (A) Países detentores de patentes na área de estudo; (B) Setores da sociedade aos quais pertencem os titulares das patentes; (C) Ingredientes mais frequentes na composição dos molhos patenteados; (D) Quantidade de patentes por ano de publicação.	41
Figura 7. Esquema das etapas e metodologias utilizadas na realização das análises deste trabalho	42
Figura 8. Esquema da metodologia de extração e quantificação de carotenoides totais.....	46
Figura 9. Imagens das amostras no tempo zero.....	60
Figura 10. Curvas de fluxo do OPB encapsulado e dos molhos desenvolvidos ajustados pelos modelos Ostwald-de Waele (linha pontilhada) e Herschel-Bulkley (linha sólida) durante os 30 dias de armazenamento, sendo A = OPB encapsulado; B = molho A; C = molho C; e D = molho B.	65
Figura 11. Índice de peróxidos (A), acidez (B) e dienos (C) e trienos (D) conjugados das amostras armazenadas em temperatura de refrigeração.	68
Figura 12. Índice de peróxidos (A), acidez (B) e dienos (C) e trienos conjugados (D) do teste de oxidação acelerada (<i>Schaal Oven Test</i>).	71
Figura 13. Histograma dos resultados obtidos em relação à frequência das notas atribuídas ao aroma (A), cor (B), sabor (C), aceitabilidade global (D) e intenção de compra (E).	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Exemplos de trabalhos de óleos encapsulados.....	26
Quadro 2. Exemplos de molhos para salada disponíveis em estabelecimentos comerciais....	28
Quadro 3. Estudos sobre molhos para salada, sua composição e principais resultados.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição de ácidos graxos do óleo de palma bruto.	21
Tabela 2. Composição de carotenoides do óleo de palma bruto.....	22
Tabela 3. Teores de tocoferóis e tocotrienóis em óleo de palma bruto.	23
Tabela 4. Teores de tocoferóis e tocotrienóis em óleo de canola.	31
Tabela 5. Composição centesimal de grãos de mostarda amarela.....	33
Tabela 6. Composição dos molhos para salada desenvolvidos.	49
Tabela 7. Composição centesimal dos três molhos desenvolvidos.	52
Tabela 8. Teores de tocoferóis e tocotrienóis no OPB, OPB encapsulado e molho com OPB encapsulado.	54
Tabela 9. Resultados de eficiência de encapsulamento, tamanho de partícula, potencial Zeta, índice de polidispersibilidade (PDI) e atividade antioxidante do OPB encapsulado durante o período de 30 dias.....	55
Tabela 10. Carotenoides totais, parâmetros de cor e pH do OPB encapsulado e molhos durante o armazenamento refrigerado.	59
Tabela 11. Parâmetros reológicos dos modelos Ostwald-de Waele e Herschel-Bulkley para o OPB encapsulado e os molhos avaliados durante 30 dias de armazenamento.....	64
Tabela 12. Dados coletados sobre o perfil dos julgadores participantes da análise sensorial.	74
Tabela 13. Hábitos de consumo de potenciais consumidores de molho para salada adicionado de OPB encapsulado.	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

µm	Micrômetro
2-MCPD	2-monocloropropano-1,2-diol
3-MCPD	3-monocloropropano-1,3-diol
ABTS	2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico
ADQ	Análise descritiva quantitativa
BHA	Butil hidroxianisol
BHT	Butil hidroxitolueno
CTA	Ciência e Tecnologia de Alimentos
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EDTA	Etilenodiaminotetraacetato
EPO	<i>European Patent Office</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
HB	Herschel-Bulkley
HPLC-FLU	<i>High performance liquid chromatography with fluorescence</i>
IDR	Ingestão diária recomendada
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
IP	Índice de peróxidos
IPC	<i>International Patent Classification</i>
MCPD	Monocloropropanodiol
Nm	Nanômetro
OPB	Óleo de palma bruto
OW	Ostwald-de Waele
PdI	Índice de Polidispersibilidade
pH	Potencial de hidrogênio
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
rpm	Rotações por minuto
SP	Sorbato de potássio
Ssp	Subespécie
TBHQ	Terc-butil-hidroquinona
UV	Ultravioleta
VIS	Visível

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1 ÓLEO DE PALMA BRUTO.....	21
3.2 ENCAPSULAMENTO	24
3.3 MOLHOS PARA SALADA	27
3.3.1 Definição e composição.....	27
3.3.2 Monitoramento da oxidação lipídica e antioxidantes utilizados nos molhos	33
3.3.3 Estudos científicos sobre molhos para salada.....	38
3.3.4 Potencial tecnológico de molho para salada adicionado de óleo de palma bruto encapsulado	40
4 MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1 MATERIAL	42
4.2 MÉTODOS.....	42
4.2.1 Preparo do OPB encapsulado	43
4.2.2 Teor de tocoferóis e tocotrienóis do OPB encapsulado.....	43
4.2.3 Caracterização do OPB encapsulado e estabilidade em armazenamento refrigerado	43
4.2.3.1 Determinação da eficiência do encapsulamento.....	44
4.2.3.2 Tamanho de partícula, potencial Zeta e índice de polidispersibilidade.....	44
4.2.3.3 Determinação da atividade antioxidante.....	44
4.2.3.4 Determinação de carotenoides totais	45
4.2.3.5 Determinação da Cor	47
4.2.3.6 Determinação de pH	47
4.2.3.7 Análise do comportamento reológico.....	47
4.2.3.8 Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados	48
4.2.4 Teste de oxidação acelerada (<i>Schaal Oven Test</i>) do OPB encapsulado	48
4.2.5 Elaboração dos molhos para salada	49
4.2.6 Caracterização dos molhos	50
4.2.6.1 Composição Centesimal	50

4.2.6.2 Teor de tocoferóis e tocotrienóis	50
4.2.6.3 Estabilidade dos molhos em armazenamento refrigerado	50
4.2.7 Teste de oxidação acelerada (<i>Schaal Oven Test</i>) dos molhos elaborados.....	50
4.2.8 Análises microbiológicas.....	51
4.2.9 Análise sensorial.....	51
4.2.10 Análise de dados.....	52
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO OPB ENCAPSULADO E MOLHOS	52
5.1.1 Composição centesimal, tocoferóis e tocotrienóis	52
5.2 ESTABILIDADE DO OPB ENCAPSULADO E MOLHOS EM ARMAZENAMENTO REFRIGERADO	55
5.2.1 Eficiência, tamanho de partícula, potencial Zeta, índice de polidispersibilidade e atividade antioxidante do OPB encapsulado.....	55
5.2.2 Carotenoides totais, cor e pH do OPB encapsulado e molhos	58
5.2.3 Comportamento reológico do OPB encapsulado e molhos	61
5.2.4 Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados do OPB encapsulado e molhos	66
5.3TESTE DE OXIDAÇÃO ACELERADA (<i>SCHAAL OVEN TEST</i>) DO OPB ENCAPSULADO E MOLHOS	69
5.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS MOLHOS.....	73
5.5 ANÁLISE SENSORIAL DOS MOLHOS	74
5.5.1 Perfil dos julgadores.....	74
5.5.2 Aceitabilidade e intenção de compra.....	75
6 CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE A – Parecer de aprovação do projeto pelo CEP.....	91
APÊNDICE B – Ficha para avaliação sensorial da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de molho para salada.	94
APÊNDICE C – Questionário para avaliação conhecimento e a atitude com relação ao consumo de molhos para salada.....	96
APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	98
APÊNDICE E – Cromatograma dos padrões de tocoferóis e tocotrienóis. 1. α-tocoferol; 2. α-tocotrienol; 3. β-tocoferol; 4. γ-tocoferol; 5. β-tocotrienol; 6. γ-tocotrienol; 7. δ-tocoferol; 8. δ-tocotrienol.....	101

APÊNDICE F – Cromatograma verde: mistura de tocoferóis e tocotrienóis. Cromatograma vermelho: óleo de palma bruto.	102
APÊNDICE G – Cromatograma vermelho: mistura de tocoferóis e tocotrienóis. Cromatograma verde: OPB encapsulado.	103
APÊNDICE H - Cromatograma vermelho: mistura de tocoferóis e tocotrienóis. Cromatograma verde: molho contendo OPB encapsulado.	104
APÊNDICE I – Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados das amostras armazenadas em temperatura de refrigeração.....	105
Apêndice J - Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados do teste de oxidação acelerada (<i>Schaal Oven Test</i>).	106

1 INTRODUÇÃO

O óleo de palma bruto ou azeite de dendê é o óleo extraído da polpa do fruto de palmeiras das espécies *Elaeis oleifera* e *Elaeis guineensis*, sendo a última a mais cultivada no Brasil (PRADO; BLOCK, 2012). Em 2019, a produção mundial foi de aproximadamente 75 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores a Indonésia (43,5 milhões de toneladas), Malásia (19,3 milhões de toneladas), Tailândia (3,1 milhões de toneladas), Colômbia (1,7 milhões de toneladas) e Nigéria (1 milhão de toneladas). O Brasil aparece no *ranking* como o décimo país com uma produção de 0,54 milhões toneladas (FAS/USDA,2020).

O óleo de palma bruto (OPB) é composto por aproximadamente 50% de ácidos graxos saturados, 40% de monoinsaturados e 10% de polinsaturados (EDEM, 2002). Apresenta ainda alto teor de carotenoides, pigmentos que conferem a sua coloração laranja-avermelhada característica, e atividade pro-vitáminica A, representados principalmente por β - e α -caroteno. Além disso, é fonte de tocoferóis e tocotrienóis, com predomínio do γ -tocotrienol, α -tocoferol e α -tocotrienol (GEE, 2007; ALMEIDA *et al.*, 2013). Esses compostos conferem elevada atividade antioxidante ao óleo o que o torna menos susceptível à oxidação lipídica.

Devido a presença destes compostos, o OPB tem potencial para uso como corante e antioxidante natural em produtos alimentícios, além de contribuir para o aumento no teor de vitaminas do produto final, e também possibilitar uma maior estabilidade oxidativa em virtude da sua composição de ácidos graxos. Outra vantagem do uso do OPB em relação à forma refinada é a ausência dos ésteres 3-monocloropropano-1,2 diol (3-MCPD) e 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD), que, mesmo presentes em baixas quantidades, são compostos cancerígenos que começam a se formar quando o óleo atinge temperaturas a partir de 180 - 200 °C, o que ocorre principalmente na etapa de desodorização que geralmente excede essa faixa (JĘDRKIEWICZ *et al.*, 2016; MACMAHON; BEGLEY; DIACHENKO, 2013). No entanto, uma das limitações do uso do OPB como aditivo em alimentos é seu sabor marcante, que pode interferir na aceitação do produto.

Mesmo com uma composição nutricional importante, o óleo de palma na forma bruta é consumido apenas no Brasil e na África (ALMEIDA *et al.*, 2013). No entanto, no Brasil, seu consumo se limita basicamente à sua adição como ingrediente de pratos típicos baianos, ou utilização como óleo de fritura, alcançando altas temperaturas, com consequente oxidação lipídica, degradação dos compostos bioativos e perda de valor nutricional (ALMEIDA *et al.*, 2013).

Como forma de ampliar o consumo, mascarar ou minimizar sabores indesejáveis, preservar os compostos bioativos da degradação, aumentar sua vida útil, bem como liberar componentes de forma controlada, muitos ingredientes, incluindo óleos, têm sido encapsulados (AHN *et al.*, 2008; DOMIAN *et al.*, 2014). No encapsulamento, uma substância de interesse é isolada em pequenas partículas revestidas por um material de parede que lhe fornece proteção (BATYCKY *et al.*, 1997; LINHARD, 1988). As cápsulas podem ser obtidas com o emprego de diversas técnicas e são classificadas de acordo com o seu tamanho: as microcápsulas variam de 0,2 a 5.000 μm , enquanto as nanocápsulas são menores que 0,2 μm (PENGON *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2014). Já existe estudo em que o OPB foi encapsulado pela técnica de *spray-drying* utilizando goma arábica, *wey protein* e fécula de mandioca como materiais de parede (FERREIRA *et al.*, 2016).

A fécula de mandioca e a goma arábica são boas opções de material de parede no microencapsulamento, por serem polímeros de origem natural, serem biodegradáveis e terem uso permitido em alimentos em geral. O uso da fécula agrega valor à mandioca, a qual possui grande importância econômica no estado de Santa Catarina, que produziu 420,687 mil toneladas do total de 19,4 milhões de toneladas produzidas em 2018 no Brasil (IBGE, 2019). A goma arábica é escolhida por muitos autores por ser um biopolímero que produz emulsões estáveis com diversos óleos em uma grande faixa de pH (GALLARDO, 2013). Além disso, também pode atuar como agente espessante/estabilizante em molhos para salada, prevenindo a junção das gotículas de óleo, por meio de repulsão eletrostática ou estérica (PARASKEVOPOULOU; BOSKOU; PARASKEVOPOULOU, 2007).

O potencial antioxidante do OPB encapsulado poderia ser testado em diferentes tipos de alimentos, mas considerando que o mercado global de molhos para salada resultou em um faturamento de \$17,600 milhões de dólares em 2019 e deve ter um crescimento de 6,13% até 2025 e, dentre os produtos, o maior crescimento deve ser de molhos com *clean label* (livres de aditivos artificiais) (MORDOR, 2019; FIOR MARKETS, 2020), essa categoria de produtos é uma opção bastante viável.

Associado a isso, tais molhos podem estar na forma de emulsões do tipo óleo em água ou misturas bifásicas, apresentando em sua composição principalmente água, vinagre, óleos vegetais predominantemente insaturados (ex.: soja, oliva e canola), e sal, sendo que outros ingredientes são utilizados para gerar os diversos sabores que podem ser encontrados à venda. Um dos sabores de molho mais tradicionais, aceito e conhecido mundialmente é o de mostarda e em alguns estudos a semente foi utilizada na composição dos molhos com o objetivo de

adicionar sabor ao produto (PERRECHIL *et al.*, 2010; SAINSBURY *et al.*, 2016 e PEREIRA *et al.*, 2017).

Além disso, apesar de serem artificiais (sintéticos) e apresentarem potencial carcinogênico quando consumidos em elevada quantidade, os antioxidantes BHA (Butil hidroxianisol) e BHT (Butil hidroxitolueno) são os mais utilizados em molhos para retardar as reações de oxidação lipídica (PERRECHIL *et al.*, 2010; MIR *et al.*, 2018 e FARVIN & SURENDRARAJ, 2018). Estabilizantes também são adicionados para prevenção da separação de fases, sendo que as opções mais utilizadas são as gomas como xantana, arábica, carragena, entre outras (PERRECHIL *et al.*, 2010).

Ao considerar a elevada produção do OPB, seu restrito consumo na forma bruta, quando o seu processamento é feito sem a utilização de produtos químicos, e sua relevante composição nutricional de compostos bioativos, aliados a busca da população por alternativas alimentares saudáveis e da indústria por substitutos para os aditivos artificiais, com potencial corante, antioxidante e /ou vitamínico, pesquisas sobre o OPB e sua aplicação tornam-se importantes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da adição de OPB encapsulado na estabilidade e aceitação sensorial de molho para salada.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparar o OPB encapsulado;
- Caracterizar o OPB encapsulado quanto ao teor de tocoferóis e tocotrienóis logo após o preparo e eficiência do encapsulamento, tamanho de partícula, potencial Zeta, índice de polidispersibilidade, atividade antioxidante, carotenoides totais, pH, cor, comportamento reológico, índice de peróxidos, acidez, dienos e trienos conjugados após o preparo e durante o armazenamento refrigerado;
- Avaliar a estabilidade oxidativa do OPB encapsulado sob oxidação acelerada em estufa;
- Elaborar os molhos para salada (molho base, molho adicionado de OPB encapsulado e molho adicionado de BHA e BHT);
- Caracterizar os molhos quanto a umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, tocoferóis e tocotrienóis após o preparo;
- Analisar a estabilidade dos molhos ao longo de 30 dias sob armazenamento refrigerado em relação à carotenoides totais, cor, pH, comportamento reológico, índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados;
- Avaliar a estabilidade oxidativa dos molhos sob oxidação acelerada em estufa;
- Avaliar a qualidade microbiológica dos molhos pela determinação de coliformes totais, termotolerantes, *Salmonella* ssp e *Estafilococos aureus*;
- Avaliar a aceitação e a intenção de compra dos molhos, por meio de testes sensoriais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ÓLEO DE PALMA BRUTO

As palmeiras das espécies *Elaeis oleifera* e *Elaeis guineensis* são plantas tropicais originárias da África Ocidental, trazidas ao Brasil no século XV, juntamente com o início do tráfico de escravos (MBA; DUMONT; NGADI, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2013). Em algumas regiões brasileiras, como no Estado da Bahia, entre a capital Salvador e o Sul do Estado, o OPB ainda é produzido de maneira artesanal como naquela época, sendo responsável pela renda de diversas famílias e suprindo o mercado informal de feirantes, vendido também a empresas, as quais fazem o processamento e envase do produto (LODY, 2009; ALMEIDA *et al.*, 2013).

O óleo de palma é um dos óleos vegetais mais utilizados no mundo, devido à ampla possibilidade de usos que oferece devido à sua composição diferenciada. Quando fracionado, é dividido em duas frações principais: oleína, que é uma fração líquida (65 – 70 %) e estearina que é sólida (30 – 35 %) (FERREIRA, 2015). É o único óleo vegetal que possui uma relação quase 1:1 de ácidos graxos saturados e insaturados. Metade da sua composição (50%) é de ácidos graxos saturados, seguido de monoinsaturados (40%) e polinsaturados (10%) (Tabela 1) (EDEM, 2002). Além disso, com a presença de triacilgliceróis de alto ponto de fusão e baixo conteúdo de sólidos a 10°C, possui propriedades plásticas com a capacidade de produzir estruturas duras que tendem a recristalizar, sendo, portanto, muito utilizado como substituto de gordura *trans* (SOUZA, 2017).

Tabela 1. Composição de ácidos graxos do óleo de palma bruto.

Ácidos graxos	Estrutura	Valores de referência (%)
Láurico	C12:0	≤ 0,5
Mirístico	C14:0	0,5 – 2,0
Palmítico	C16:0	39,3 – 47,5
Palmitoleico	C16:1	≤ 0,6
Margárico	C17:0	≤ 0,2
Esteárico	C18:0	3,5 – 6,0
Oleico (ω- 9)	C18:1	36,0 – 44,0
Linoleico (ω- 6)	C18:2	9,0 – 12,0
Linolênico (ω- 3)	C18:3	≤ 0,5
Araquídico	C20:0	≤ 1,0
Eicosenoico	C20:1	≤ 0,4
Behênico	C22:0	≤ 0,2

Fonte: CODEX (2019).

Cerca de 90% do óleo de palma produzido no mundo é utilizado na fabricação de alimentos, enquanto o restante é utilizado nas indústrias de sabão e oleoquímica (MBA; DUMONT; NGADI, 2015). Em sua forma bruta é utilizado para cozinhar, fritar e como fonte de vitaminas, enquanto as frações oleina e a estearina refinadas, são utilizadas principalmente como “*shortenings*”, em sorvetes, margarinas, *chantilly*, maionese e molhos para salada (BASIRON; WENG, 2004).

Seu processamento inclui diversos processos físicos de refino, como pré-tratamento ácido, branqueamento/filtração e desodorização (DAUD; KAUR; KHOSLA, 2012; PRADO; BLOCK, 2012). Na desodorização, principalmente, são formados ésteres de monocloropropanodiol (MCPD) como o 3-monocloropropano-1,2 diol (3-MCPD) e o 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD), os quais são compostos cancerígenos, e entre os óleos comestíveis, o óleo de palma refinado contém os maiores teores (JEĐRKIEWICZ *et al.*, 2016), sendo, portanto, mais seguro o seu consumo/aplicação na forma bruta.

Em sua forma bruta, o óleo de palma é o óleo vegetal que apresenta a maior quantidade de carotenoides e tocotrienóis, e conseqüentemente uma elevada atividade antioxidante. Os carotenoides, alguns precursores de vitamina A, estão presentes em várias formas, na quantidade de 500 a 2000 mg/kg, com predominância de carotenos na forma β e α (Tabela 2), e são responsáveis pela sua coloração, que varia do amarelo claro ao laranja avermelhado (GEE, 2007; CODEX, 2019). Além disso, quando a quantidade dos carotenoides pró-vitamínicos é convertida em retinol supera em 15 a 300 vezes o teor encontrado na cenoura e no tomate, respectivamente (SOUZA, 2017).

Tabela 2. Composição de carotenoides do óleo de palma bruto.

Tipo de caroteno	Composição (%)
Fitoeno	1,27
Fitoflueno	0,06
<i>cis</i> - β -Caroteno	0,68
β -Caroteno	56,02
α -Caroteno	35,16
<i>cis</i> - α -Caroteno	2,49
ζ -Caroteno	0,69
γ -Caroteno	0,33
δ -Caroteno	0,83
Neusporeno	0,29
β -Zeacaroteno	0,23
Licopeno	1,30

Fonte: Gee, 2007.

Dentre os tocois (tocoferóis e tocotrienóis) presentes na quantidade de 150 a 1500mg/kg de óleo (Tabela 3), predominam γ -tocotrienol, γ -tocoferol e δ -tocotrienol (CODEX, 2019). Entretanto, o teor destes compostos é reduzido dependendo do processamento ou método de cocção empregado no óleo.

Tabela 3. Teores de tocoferóis e tocotrienóis em óleo de palma bruto.

Tocoferóis	Composição (mg/kg)
α -tocoferol	4 – 193
β -tocoferol	ND – 234
γ -tocoferol	ND – 526
δ -tocoferol	ND – 123
α -tocotrienol	4 – 336
γ -tocotrienol	14 – 710
δ -tocotrienol	ND – 377
Total	150 – 1500

ND: Não detectável. Fonte: CODEX, 2019.

Os teores de carotenoides, tocoferóis e tocotrienóis e atividade antioxidante de OPB foram avaliados em estudo de Sinaga & Siahaan (2019). O resultado foi de 510 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ para carotenoides totais, com 66,6% de β -caroteno e 34,3% de α -caroteno. O conteúdo de tocoferóis, não foi detectável e chegou a 14,16% para tocotrienóis. A atividade antioxidante determinada pelo método do sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), variou de 7,5 a 30,1% nas concentrações de 1,5 a 9 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ de carotenoides, sendo concluído que os carotenos presentes no OPB possuem potencial como antioxidantes naturais. Correia (2013) também analisou a atividade antioxidante do OPB pelos métodos DPPH e sequestro do radical ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico) (ABTS), obtendo $52,78 \pm 0,90\%$ e $28,06 \pm 2,05\%$ de inibição, respectivamente, e observou que não havia correlação significativa entre a % de inibição e os carotenoides totais, indicando que possivelmente estava relacionada ao conteúdo de tocoferóis e tocotrienóis.

Curvelo *et al.* (2011) estudaram a qualidade do OPB utilizado na fritura de acarajés na cidade de Salvador/BA. As amostras de OPB com registro apresentaram índice de peróxidos médio de $1,81 \pm 0,85 \text{ meq.kg}^{-1}$, abaixo do limite máximo permitido (15 meq.kg^{-1}) e acidez média de $12,32 \pm 7,53 \text{ mg KOH.g}^{-1}$, acima do valor aceito pela legislação (10 mg KOH.g^{-1}) (BRASIL, 2005b). Os valores do índice de refração médio $1,4527 \pm 0,00$ estavam abaixo da média dos encontrados em outros estudos. Quanto à cor, o elevado valor do parâmetro b^* (média de $44,45 \pm 7,56$) e o ângulo de tonalidade próximo a 90° indicaram predomínio da cor laranja.

O OPB também pode ser utilizado para fortificação de alimentos. Ranjan *et al.* (2017), fortificaram *cookies* com OPB, visando a suplementação de vitamina A, com o conteúdo de 2152 µg de β-caroteno a cada 6 *cookies*.

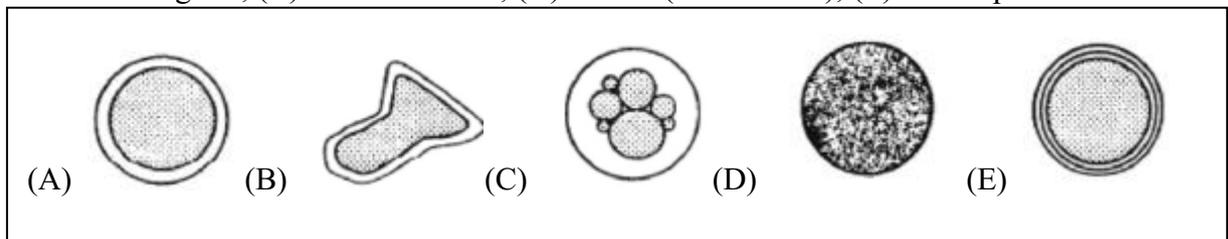
Desta forma, devido a sua coloração e composição diferenciadas, com alto teor de antioxidantes, equilíbrio entre lipídios saturados e insaturados, com o auxílio da técnica de encapsulamento, o OPB possui potencial para uso como aditivo em molhos para salada, podendo atuar como corante e antioxidante, além de incorporar pró-vitamina A ao produto.

3.2 ENCAPSULAMENTO

A tecnologia de encapsulamento causou uma revolução na indústria alimentícia. O método consiste em isolar a substância de interesse em pequenas partículas, com um material de parede ao seu redor, fornecendo proteção (BATYCKY *et al.*, 1997; LINHARD, 1988).

As cápsulas são classificadas de acordo com o seu tamanho, sendo este determinado por fatores como o emulsificante, a técnica e a velocidade de agitação utilizada no sistema. As macrocápsulas são 5.000µm, as microcápsulas variam de 0,2 a 5.000µm, enquanto as nanocápsulas são menores do que 0,2µm (PENGON *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2014). Além disso, podem ter diferentes morfologias (Figura 1), sendo divididas em dois grupos: cápsulas “verdadeiras”, as quais possuem núcleo concentrado na região central envolto de forma contínua pelo material de parede e microesferas onde o núcleo é disperso em uma matriz e uma fração do material encapsulado fica exposta na superfície (FERREIRA, 2015).

Figura 1. Morfologia dos diferentes tipos de microcápsulas: (A) Simples regular, (B) Simples irregular, (C) Vários núcleos, (D) Matriz (microesfera), (E) Várias paredes.



Fonte: GIBBS *et al.*, 1999.

Para a obtenção de microcápsulas, várias técnicas físico-químicas ou mecânicas podem ser utilizadas, as quais variam de acordo com as características do composto e da aplicação final a qual se destina. Dentre os principais métodos mecânicos, estão aglomeração, emulsificação, *spray-chilling*, leite fluidizado, extrusão/co-extrusão e *spray-drying*, sendo esta última a mais

utilizada na indústria alimentícia. No caso de bioativos hidrofóbicos, os quais possuem limitações para adição em produtos aquosos, a técnica mais utilizada é a produção de emulsões, microemulsões, micelas, lipossomas e partículas lipídicas sólidas (RIBEIRO, 2013).

A técnica de emulsificação consiste em misturar uma solução orgânica com o óleo de interesse e um solvente como etanol a uma solução aquosa com água e o material de parede escolhido (que também pode atuar como emulsificante), agitando em homogeneizador, com forte agitação. Posteriormente, para uso em alimentos, deve ser realizada a evaporação do solvente orgânico (SILVA *et al.*, 2014). Microemulsões são utilizadas principalmente na produção de adoçantes, óleos saborizados, molhos para salada e bebidas (HAMAD *et al.*, 2018).

A encapsulamento vem sendo largamente utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica para proteger, mascarar sabores desagradáveis e liberar drogas e compostos bioativos de forma controlada no produto ou no sistema de quem o consome (MUNGURE *et al.*, 2018). Em geral, compostos encapsulados possuem maior estabilidade térmica e oxidativa, solubilidade e biodisponibilidade (HAMAD *et al.*, 2018).

Em compostos bioativos, o encapsulamento é utilizado, principalmente, para prevenir degradação durante o processamento e/ou armazenamento do alimento e aumentar solubilidade e propriedades corantes, quando presentes. Um exemplo é o β -caroteno, que age como corante, antioxidante e pró-vitamina A, mas devido à sua hidrofobicidade e propensão à oxidação, possui uso limitado como aditivo em alimentos. Após a encapsulamento, sua estabilidade oxidativa e solubilidade aumentam (BAJPAI *et al.*, 2018; ESQUERDO *et al.*, 2018).

Com o crescimento da tecnologia de encapsulamento, houve um estímulo para estudos de desenvolvimento e teste de materiais seguros, biocompatíveis e não tóxicos, de grau alimentício utilizando compostos naturais (BAJPAI *et al.*, 2018).

Os polímeros utilizados como materiais de parede podem ser naturais ou sintéticos. Os naturais mais utilizados pertencem às classes de carboidratos, gomas de origem vegetal, lipídios e proteínas do soro do leite (SANTOS *et al.*, 2016).

A escolha do material a ser utilizado é de extrema importância, pois ele influenciará na eficiência da encapsulamento e estabilidade da cápsula. Para que um material possa ser utilizado como material de parede no encapsulamento de um ingrediente ou produto alimentício, o mesmo deve cumprir alguns requisitos: ser de grau alimentício, biodegradável, de baixo custo, e estável no sistema que será adicionado (ESQUERDO *et al.*, 2018). Também deve ser hidrofílico e exibir boa atividade superficial para estabilizar emulsões. Além disso, deve proteger o núcleo contra a passagem de oxigênio e protegê-lo de degradação durante o armazenamento ou incorporação ao alimento. A goma arábica é escolhida por muitos autores

por ser um biopolímero que produz emulsões estáveis com diversos óleos em uma grande faixa de pH (GALLARDO, 2013).

O encapsulamento de óleos visa evitar o seu contato com o oxigênio ao criar uma barreira física com o material de parede escolhido, aumentando a estabilidade do óleo na matriz alimentícia (GERANPOUR; ASSADPOUR; JAFARI, 2020). No Quadro 1 encontram-se exemplos de óleos encapsulados obtidos com a utilização de diferentes técnicas de preparo e materiais de parede, que devem ser selecionados de acordo com o composto/ingrediente a ser encapsulado e a aplicação pretendida do encapsulado. Destaca-se o trabalho de Ferreira *et al.* (2016), em que óleo de palma bruto foi microencapsulado por meio da técnica de *spray-drying*, utilizando fécula de mandioca, *whey protein* e goma arábica como materiais de parede em diferentes combinações e concentrações. Os melhores resultados de rendimento de encapsulamento ($56,96 \pm 3,091\%$) foram obtidos com a mistura de fécula de mandioca e goma arábica na proporção de 1:1 e o tamanho das partículas variou entre 12 – 32 μm .

Quadro 1. Exemplos de trabalhos de óleos encapsulados.

Óleo encapsulado	Técnica utilizada	Material de parede	Referência
Óleo de linhaça	Emulsificação/ <i>Spray drying</i>	Goma arábica, maltodextrina, <i>whey protein</i>	Gallardo <i>et al.</i> (2013)
Azeite de oliva	Emulsificação	Amido de batata roxa	Lei <i>et al.</i> (2018)
Óleo de palma bruto	Emulsificação/ <i>Spray drying</i>	Fécula de mandioca, <i>whey protein</i> concentrado e goma arábica	Ferreira <i>et al.</i> (2016)
Óleo de peixe	Emulsificação/ <i>Spray drying</i>	Derivado de amido n-octenil succinato (n-OSA) tipo 1 ou tipo 2, xarope de glicose, goma arábica, pectina de beterraba, caseinato de sódio	Drusch <i>et al.</i> (2007)
Óleo de girassol	Emulsificação/ <i>Spray drying</i>	<i>Whey protein</i> isolado, dextrose e lecitina de soja	Ahn <i>et al.</i> (2008)
Mistura de oleína de palma vermelha e refinada e estearina branqueada e desodorizada	Emulsificação/ <i>Spray drying</i>	Maltodextrina, caseinato de sódio, goma arábica.	Dian <i>et al.</i> (1996)

A fim de verificar se a técnica de encapsulamento foi aplicada adequadamente e se as características das partículas formadas ficaram satisfatórias, são realizadas algumas análises, sendo as principais: eficiência de encapsulamento, a qual calcula quanto de óleo foi encapsulado, o diâmetro de partícula, para confirmar se houve formação de micro ou nanopartículas, avaliado por dispersão de luz dinâmica ou por microscopia eletrônica de transmissão; potencial Zeta que avalia a mobilidade eletroforética das partículas, por meio da aplicação de um campo elétrico na dispersão, e esta medida é feita principalmente para avaliar a estabilidade da emulsão e a carga de superfície das partículas, e também a polidispersibilidade,

que descreve a uniformidade no diâmetro das partículas (valores de PDI abaixo de 0,3 indicam alta homogeneidade no tamanho) (BHATTACHARJEE, 2016; ZHANG e KOSARAJU, 2007).

No estudo de Conceição *et al.* (2016), o OPB foi aplicado para fortificação de iogurte, de modo a atender 30% da recomendação diária de vitamina A dos consumidores. Na versão sem sabor do iogurte elaborado, foram obtidos teores médios de 2581,33 $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de carotenoides e 1520,14 $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de pró-vitamina A, sendo concluído que a adição do OPB microenpasulado é uma alternativa viável na fortificação do produto.

3.3 MOLHOS PARA SALADA

3.3.1. Definição e composição

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 276, de 22 de setembro de 2005, os molhos são definidos como “produtos em forma líquida, pastosa, emulsão ou suspensão à base de especiaria(s) e ou tempero(s) e ou outro(s) ingrediente(s), fermentados ou não, utilizados para preparar e ou agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas.” Sua designação pode ser seguida do ingrediente que o caracteriza ou por denominações consagradas pelo seu uso (BRASIL, 2005a). No caso dos molhos para salada, estes consistem em uma emulsão, na qual seus líquidos de estruturas moleculares opostas são incorporados de forma temporária ou permanente, com o auxílio de aditivos. No caso da emulsão temporária, ocorre a separação de fases, enquanto na permanente, um emulsificante/espessante é utilizado para manter a consistência homogênea (BARRETO, 2003).

Segundo dados do *International Markets Bureau* do Canadá, o Brasil representa o maior mercado para molhos e condimentos da América Latina. A procura por praticidade e refeições rápidas gera aumento no consumo de molhos prontos. Neste cenário, as empresas alimentícias trazem diversos molhos prontos e práticos, com sabores variados, visando tornar as saladas mais atrativas e saborosas (MA *et al.*, 2013). A tendência é que a melhora do nível educacional da população aumente a qualidade dos produtos escolhidos, o que vai ocasionar crescimento no consumo de molhos e temperos saudáveis, com baixas calorias, baixos teores de sal, gordura e aditivos artificiais (AGROCLUSTER RIBATEJO, 2015). Além de molhos *light*, uma tendência é a elaboração de produtos sem aditivos artificiais e adicionados de produtos naturais, que tragam algum benefício à saúde.

No Quadro 2 são apresentados alguns exemplos de molhos para salada disponíveis comercialmente, seus ingredientes e aditivos. O levantamento foi realizado em abril de 2020 de

forma *on-line* nos *websites* de seis grandes redes de supermercados que atuam em diferentes regiões do Brasil (Pão de Açúcar, Angeloni, Hippo, Bistek, Carrefour e Muffato). Das 7 marcas presentes no quadro, 6 são produzidas no Brasil (Mr. Taste, Hellmann's, Liza, Heinz, Master Foods e Castelo) e 1 na Alemanha (Kuhne).

Quadro 2. Exemplos de molhos para salada disponíveis em estabelecimentos comerciais.

Sabor	Marca	Apelo/ diferencial	Ingredientes
Ervas Finas	Mrs. Taste	0% Sódio	Água, azeite de oliva, vinagre, alho, cebola, especiarias, pimenta caiena, acidulante ácido cítrico, estabilizante goma xantana, conservador sorbato de potássio, antioxidantes BHA e BHT e sequestrante EDTA cálcio dissódico.
Cebola e alho	Mrs. Taste	0% Sódio	Água, vinagre, azeite de oliva extra virgem, alho, cebola, especiarias, pimenta caiena, acidulante ácido cítrico, estabilizante goma xantana, conservador sorbato e potássio, antioxidantes BHA e BHT e sequestrante EDTA cálcio dissódico.
Citrus	Mrs. Taste	0% Sódio	Água, azeite de oliva extra virgem, vinagre, limão, cebola, alho, pimentão, especiarias, pimenta caiena, acidulante ácido cítrico, estabilizante goma xantana, conservador sorbato de potássio, aroma natural de laranja, corante clorofila, antioxidantes BHA e BHT e sequestrante EDTA cálcio dissódico.
Iogurte	Kuhne	Sem conservantes	Água, iogurte desnatado (30%), óleo de canola, xarope de glicose-frutose, vinagre de álcool, gema de ovo, açúcar, sal, amido modificado, soro de leite, regulador de acidez ácido cítrico e ácido láctico, agente espessante xantana e pectina, salsinha, suco de limão concentrado, endro, saborizante natural, especiarias.
Italiano	Kuhne	Sem conservantes	Água, vinagre de vinho, óleo de canola, sal, xarope de glicose – frutose, especiarias, açúcar, regulador de acidez acetato de sódio, acidulante ácido cítrico, ervas, agentes espessantes carragena e goma de alfarroba, saborizante natural, manjeriço, corante lactoflavina.
Caseiro	Hellmann's	N/A	Água, óleo vegetal, vinagre, sal, açúcar, amido modificado, alho, cebola, salsa, proteínas de leite e de soja, espessante celulose microcristalina e goma xantana, realçador de sabor glutamato monossódico, estabilizante polisorbato 60 e alginato de propileno glicol, conservador ácido sórbico, acidulante ácido láctico, aromatizante, sequestrante EDTA e antioxidante BHT e BHA.
Caseiro Light	Liza	<i>Light</i>	Água, vinagre, óleo de soja geneticamente modificada (<i>Agrobacterium tumefaciens</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i>), açúcar, sal, pimentão vermelho, amido modificado, cebola, salsa, alho, mostarda em grãos, páprica doce, pimenta preta, orégano, acidulante ácido cítrico, aromatizante, estabilizante goma xantana, conservadores sorbato de potássio e benzoato de sódio, realçador de sabor glutamato monossódico, corante natural

			urucum, sequestrante EDTA cálcio dissódico e antioxidante TBHQ.
Quatro queijos	Liza	N/A	Água, óleo de soja geneticamente modificada (<i>Agrobacterium tumefaciens</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i>), vinagre, açúcar invertido, sal, leite em pó, amido modificado, queijo, pimenta branca, cebola, salsa, páprica doce, alho, cúrcuma, acidulantes ácido láctico e ácido cítrico, estabilizantes goma xantana e polisorbato 60, conservadores sorbato de potássio e benzoato de sódio, aromatizantes, realçador de sabor glutamato monossódico, corante natural urucum, sequestrante EDTA cálcio dissódico e antioxidante TBHQ.
Limão	Liza	N/A	Água, óleo de soja geneticamente modificada (<i>Agrobacterium tumefaciens</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i>), vinagre, sal, açúcar, amido modificado, salsa, pimenta preta, suco concentrado de limão, acidulante ácido cítrico, estabilizante goma xantana, conservadores sorbato de potássio e benzoato de sódio, corante natural clorofila, aromatizantes, realçador de sabor glutamato monossódico, sequestrante EDTA cálcio dissódico e antioxidante TBHQ.
Mediterrâneo	Liza	N/A	Água, vinagre, azeite, açúcar, óleo de soja geneticamente modificado (<i>Agrobacterium tumefaciens</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i>), sal, alho, amido modificado, tomate, polpa de tomate, pimenta preta, manjeriço, páprica, acidulante ácido cítrico, estabilizantes goma xantana, conservadores sorbato de potássio e benzoato de sódio, realçador de sabor glutamato monossódico, corante natural de urucum, sequestrante EDTA cálcio dissódico, aromatizante e antioxidante TBHQ.
Caesar	Heinz	N/A	Óleo vegetal, água, açúcar, vinagre de vinho, queijo parmesão, gema de ovo, sal, vinagre de álcool, semente de mostarda, alho, especiarias, vinagre de malte, melaço, semente de soja, trigo, açúcar mascavo, suco de limão, anchovas, xarope de glucose-frutose, tamarindo, regulador de acidez ácido láctico, estabilizante goma xantana, conservador sorbato de potássio, corante caramelo I, antioxidante mistura concentrada de tocoferóis, sequestrante EDTA cálcio dissódico e aromatizantes.
Queijo Azul	Heinz	N/A	Água, óleo vegetal, açúcar, queijo Roquefort, gema de ovo, sal, vinagre, semente de mostarda, amido modificado, cebolinha, regulador de acidez ácido láctico, estabilizante goma guar, conservador sorbato de potássio, sequestrante E.D.T.A cálcico dissódico, antioxidante mistura concentrada de tocoferóis e aromatizante.
Mostarda e Mel	Castelo	N/A	Água, mostarda, vinagre, óleo de soja (<i>Agrobacterium tumefaciens</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i>), polidextrose, amido modificado, mel, sal, ovo integral, alho, cebola, salsa, estabilizante polisorbato, acidulante ácido cítrico, aroma idêntico ao natural de mel, espessante goma xantana, conservador benzoato de sódio, edulcorantes artificiais sucralose e acessulfame K, sequestrante EDTA e antioxidante TBHQ.
Mostarda	Master Foods	0% gordura <i>trans</i>	Água, óleo de soja refinado, mostarda, vinagre, açúcar, sal, cúrcuma, cebola, alho, amido modificado, orégano, manjeriço,

			pimenta-do-reino branca, estabilizante goma xantana, acidulante ácido lático, conservador sorbato de potássio, antioxidantes BHA e BHT e sequestrante EDTA cálcio dissódico.
Parmesão	Master Foods	0% gordura <i>trans</i>	Água, óleo de soja refinado, vinagre, açúcar, sal, maltodextrina, amido modificado, xarope de glicose, soro de leite, gordura vegetal, alho, cebola, pimenta-do-reino preta, queijo parmesão, leite em pó, salsa, orégano, cúrcuma, estabilizante goma xantana, acidulantes ácido lático e ácido cítrico, conservador sorbato de potássio, aromatizantes sintético idêntico ao natural, emulsificante mono e diglicerídeos de ácidos graxos, antioxidantes BHA e BHT, sequestrante EDTA cálcio dissódico.
Rosé	Master Foods	0% gordura <i>trans</i>	Água, óleo de soja refinado, açúcar, vinagre, tomate, sal, amido modificado, mostarda, alho, páprica picante, pimenta-do-reino preta, cebola, estabilizante goma xantana, acidulantes ácido lático e ácido cítrico, corante inorgânico dióxido de titânio, conservador sorbato de potássio, antioxidantes BHA e BHT e sequestrante EDTA cálcio dissódico.

N/A: não se aplica. Fonte: autoria própria (2020).

Pode-se observar que os óleos utilizados são todos de origem vegetal, sendo o de soja o principal, presente em 8 dos 16 dos molhos apresentados, seguido por azeite de oliva e óleo de canola. Como espessante/estabilizante, a goma xantana aparece como a mais utilizada (n=14). Nos produtos que possuem conservantes (n=14), é utilizado ácido sórbico (n=1), sorbato de potássio (n=7), benzoato de sódio (n=1) ou a combinação dos dois últimos citados (n=4). Nos molhos sem adição de conservantes (n=2), uma quantidade maior de acidulantes é adicionada, a fim de reduzir o pH do produto e a possibilidade de proliferação de microrganismos. Os antioxidantes mais utilizados são Butil hidroxianisol (BHA) e Butil hidroxitolueno (BHT), juntamente com o sequestrante EDTA cálcio dissódico (Etilenodiaminotetraacetato de cálcio e dissódico), presentes em 7 dos molhos; Terc-butil-hidroquinona (TBHQ) com EDTA apareceu em 5 produtos e uma mistura concentrada de tocoferóis, com EDTA em 2 dos molhos, o que indica que tocoferóis já têm sido utilizados pela indústria nesse tipo de alimento.

A legislação brasileira, não determina o teor mínimo de óleos vegetais que os molhos para salada devem conter, enquanto o *Food and Drug Administration* (FDA), nos Estados Unidos da América, requer no código de regulação federal (2011, título 21, parte 169, seção 150), que contenham no mínimo 30% de óleos de origem vegetal.

O óleo de canola, escolhido pela sua composição e sabor suave como base lipídica para o molho desenvolvido nesse trabalho, é obtido a partir de sementes de variedades de *Brassica napus* L., *Brassica rapa* L. e *Brassica juncea* L. por meio de diversos processos de refino e desodorização. No Brasil, o cultivo das sementes foi iniciado em 1974 no Estado do Rio Grande

do Sul e nos últimos 40 anos, se tornou o terceiro óleo comestível mais utilizado mundialmente, perdendo apenas para o óleo de palma e o óleo de soja (GRIMALDI & TOMM, 2020; ADJONU *et al.*, 2018).

É um dos óleos mais recomendados para uso doméstico e como ingrediente em alimentos que não sofrem aquecimento devido ao seu perfil de ácidos graxos rico em monoinsaturados, e por possuir sabor mais suave comparado à soja. Sua composição e balanço entre os ácidos ômega 3 (11%) e ômega 6 (21%) e altos teores de ômega 9 (61%), fornecem diversos benefícios à saúde dos consumidores, como redução de doenças cardiovasculares, diabetes do tipo 2 e risco de osteoporose (ADJONU *et al.*, 2018). Além disso, possui fitoesteróis (0,53 – 0,97%) e tocoferóis (Tabela 4) na quantidade de 430 a 2686 mg.kg⁻¹, sendo a forma γ a predominante (189 – 753mg/kg) (GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018; CODEX, 2019).

Tabela 4. Teores de tocoferóis e tocotrienóis em óleo de canola.

Tocoferóis	Composição (mg/kg)
α -tocoferol	100 – 386
β -tocoferol	ND – 140
γ -tocoferol	189 – 753
δ -tocoferol	ND – 22
α -tocotrienol	ND
γ -tocotrienol	ND
δ -tocotrienol	ND
Total	430 – 2686

ND: Não detectável. Fonte: CODEX, 2019.

Ácidos graxos monoinsaturados, quando comparados aos polinsaturados, são mais estáveis frente à oxidação, pois possuem somente uma insaturação em sua estrutura, enquanto os polinsaturados possuem duas ou mais (GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018).

Os aditivos permitidos em molhos, de acordo com a RDC N° 4, de 15 de janeiro de 2007, são acidulantes, reguladores de acidez, antioxidantes, aromatizantes, corantes, conservantes, emulsificantes, espessantes, estabilizantes e sequestrantes (BRASIL, 2007).

O uso de antioxidantes se faz necessário para retardar os processos de oxidação e rancidez, e aumentar a vida de prateleira do produto (LEE *et al.*, 2014), e por esse motivo será abordado em conjunto com a oxidação lipídica em um item específico (3.3.2).

Outros dois aditivos também são essenciais em molhos para salada: os emulsificantes e/ou estabilizantes, os quais evitam ou retardam a separação de fases da emulsão. Os emulsificantes atuam diminuindo a tensão superficial das gotículas evitando a agregação destas.

Já os estabilizantes, aumentam a viscosidade da fase aquosa, diminuindo o movimento das gotículas e assim retardando a sua agregação.

Para estabilizar emulsões do tipo óleo em água, geralmente são utilizados polissacarídeos. Neste trabalho foram escolhidas a goma xantana e a arábica. A goma xantana é secretada por uma ampla gama de bactérias do gênero *Xanthomonas*, e é comumente utilizada em molhos como agente espessante, estabilizante e/ou gelificante por atingir alta viscosidade em baixas concentrações e ser estável em uma faixa de pH ampla (2 – 11) (PERRECHIL *et al.*, 2010; MAYER *et al.*, 2008). A goma arábica, além de seu potencial uso como material de parede, ao ser adicionada em uma emulsão, como o molho para salada, previne a junção das gotículas de óleo, por meio de repulsão eletrostática ou estérica. Além disso, o aumento na viscosidade que causa no produto inibe a difusão de oxigênio e reduz a velocidade de movimento das partículas, retardando seu encontro e agregação no meio (PARASKEVOPOULOU; BOSKOU; PARASKEVOPOULOU, 2007).

Nos molhos, um parâmetro muito importante é o sabor, sendo inúmeros os disponíveis no comércio (Quadro 2). Essa diversidade deve-se ao fato da indústria querer agradar o paladar de diferentes consumidores, sendo alguns sabores considerados tradicionais e estando estabelecidos no mercado há anos, como o sabor mostarda.

A mostarda é um dos temperos mais antigos de que se tem registro. As três variedades mais conhecidas e utilizadas são *Sinapis alba* (mostarda branca/amarela), *Brassica juncea* (mostarda castanha) e *Brassica nigra* (mostarda preta) (THOMAS; KURUVILLA; HRIDEEK, 2012). A mostarda branca/amarela tem origem no sul da Europa e atualmente é cultivada em diversos países incluindo Índia, países da Europa e no Canadá, entre outros (PETER, 2012).

O molho de mostarda, conhecido mundialmente, é obtido por meio da mistura da mostarda moída, sal, vinagre e especiarias. Na versão americana, elaborada com a mostarda amarela, é feita a adição de açafrão-da-terra em pó para que sua coloração fique intensamente amarela, pois naturalmente é bege (THOMAS; KURUVILLA; HRIDEEK, 2012).

Além do uso para o preparo do molho de mostarda, a semente também é muito utilizada em maionese, molhos para salada, molho *barbecue* e na indústria de embutidos cárneos, pois auxilia na emulsificação dos mesmos. Seu sabor picante é atribuído à presença de isotiocianato de alila, a qual também está presente no *wasabi* (BHATTACHARYA; VASUDHA; MURTHY, 1999).

A mostarda é composta, em sua maioria, por lipídios, carboidratos e proteínas (Tabela 5). Também é rica em selênio e magnésio, fornecendo propriedades anti-inflamatórias. Antova *et al.* (2016), estudaram algumas variedades de sementes de mostarda, indicando que esta possui

atividade antioxidante devido ao seu conteúdo de tocoferóis. A variedade que os autores analisaram foi a Bulgária e apresentou um total 70,5 mg.100g⁻¹ de tocoferóis, os quais estavam 26,5% na forma de α -tocoferol, 70,7% como γ -tocoferol e 2,8% como δ -tocoferol 2,8%.

Tabela 5. Composição centesimal de grãos de mostarda amarela.

Parâmetro	(%)
Umidade	6,1
Proteína	23,1
Lipídios	39,8
Fibra bruta	6,5
Cinzas	4,8
Carboidratos (por diferença)	19,7

Fonte: Bhattacharya; Vasudha e Murthy, 1999.

A parte solúvel da farinha de mostarda amarela é composta de polissacarídeos pécnicos e não pécnicos, os quais fornecem soluções viscosas ou géis fracos dependendo da concentração utilizada. Além disso, devido a sua alta atividade na superfície, pode também atuar como espessante e estabilizante (DELCOUR & POUTANEN, 2013). Além dessas propriedades, Rhee *et al.* (2003) atestaram efeitos antimicrobianos tanto da mostarda em pó, quanto combinada com ácido acético contra *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium, portanto, sua adição em molhos para salada, além de conferir sabor, pode trazer diversos benefícios para o produto.

Diversos autores também adicionaram mostarda na composição de molhos com o objetivo de adicionar sabor ao produto, ou analisaram produtos que continham a semente. Perrechil *et al.* (2010), analisaram a reologia e estrutura de molhos para salada sabor italiano contendo mostarda. Sainsbury *et al.* (2016) elaboraram molho para salada de óleo de girassol e mostarda e analisaram os efeitos de antioxidantes e condições de armazenamento na sua oxidação. Já Pereira *et al.* (2017), analisaram a deterioração de molhos para salada que a continham.

3.3.2 Monitoramento da oxidação lipídica e antioxidantes utilizados nos molhos

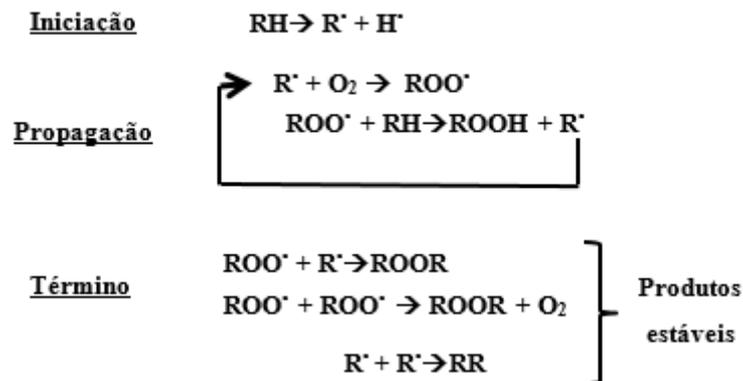
A principal causa de deterioração química de alimentos ricos em lipídios, como os molhos para salada, é a oxidação, podendo causar sabor rançoso, odores desagradáveis e descoloração do produto. Durante a oxidação, os ácidos graxos sofrem decomposição e se transformam em diferentes aldeídos reativos que propagam a oxidação. Esses produtos

secundários da oxidação podem modificar proteínas, aminoácidos e vitaminas, ocasionando também perdas nutricionais no produto (SI *et al.*, 2018; FARVIN; SURENDRARAJ, 2018).

Nesse contexto, Frankel *et al.*, (1994), afirmaram que a estabilidade oxidativa de óleos vegetais depende de diversos fatores como o número e natureza das insaturações do ácido graxo, luz, oxigênio e presença de metais, enzimas, antioxidantes ou pró-oxidantes, composição de ácidos graxos e da embalagem no qual foi acondicionado.

A rancidez oxidativa (Figura 2) se dá em três fases principais: indução, propagação e terminação. Os componentes formados na fase inicial da auto-oxidação são os hidroperóxidos, os quais apesar de não serem voláteis, são instáveis e se decompõem de forma espontânea ou em reações catalisadas. Dependendo da presença de componentes como pró-oxidantes (íons metálicos) ou antioxidantes o período de indução pode ser encurtado ou prolongado, respectivamente. Nesta fase, ainda não é possível detectar rancidez por análises sensoriais (SHEN *et al.*, 2018; FOOD INGREDIENTS, 2020).

Figura 2. Esquema representando as etapas da oxidação lipídica.



Onde: RH – Ácido graxo insaturado; R• - Radical livre; ROO• - Radical peróxido e ROOH – hidroperóxido.

Fonte: Ramalho e Jorge (2006).

A segunda reação é a de propagação, na qual um radical lipídico é convertido em outro com a eliminação de um átomo de hidrogênio ou a adição de oxigênio para um radical alquila. Neste ponto, facilmente já é possível detectar sabores e odores indesejáveis. Finalmente, nas reações de término os radicais livres se combinam formando moléculas oxigenadas de baixa massa molecular, as quais são estáveis e prejudiciais à saúde. Estas podem ser álcoois, aldeídos, ácidos graxos livres e cetonas (SHEN *et al.*, 2018; FARHOOSH; EINAFSHAR; SHARAYEI, 2009).

Existem diversos métodos instrumentais e químicos para avaliar a qualidade e o estado oxidativo de produtos ricos em lipídios. A maioria deles se baseia na medida dos produtos gerados nas etapas primárias (geralmente compostos não voláteis) e/ou secundárias da oxidação (compostos voláteis em sua maioria), ou então nas propriedades físicas e químicas resultantes (GAVAHIAN *et al.*, 2018). O acúmulo de hidroperóxidos é frequentemente monitorado utilizando a medida do índice de peróxido que, assim como o índice de dienos conjugados e o de acidez, são os mais frequentes na determinação de qualidade durante a produção, armazenamento e venda de óleos (FARHOOSH; EINAFSHAR; SHARAYEI, 2009).

O índice de acidez determina a quantidade de ácidos graxos livres em um óleo ou gordura (TAN *et al.*, 2009). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determinou o limite de 0,6 mg KOH.g⁻¹ para o óleo de canola refinado, que é utilizado em diversos tipos de molho para salada (BRASIL, 2005b).

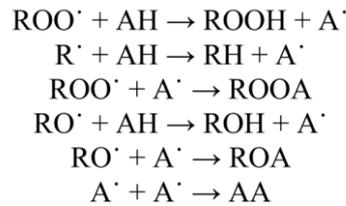
A medida do índice de peróxidos indica o estado oxidativo de óleos vegetais, porém, devido à sua instabilidade na via de oxidação, este índice fornece apenas informações sobre o estado inicial de oxidação do óleo. De maneira similar, os dienos e trienos conjugados medem o grau da formação de produtos primários da oxidação lipídica devido devido à mudança na posição das ligações duplas de hidroperóxidos. Os dienos conjugados apresentam intensa absorção a 232 nm, enquanto os trienos conjugados (produtos secundários como cetodienos e dienais) apresentam absorção a 270 nm (WANASUNDARA & SHAHIDI, 1994). O limite máximo para peróxidos definidos pela ANVISA é de 10 meq.kg⁻¹ para o óleo de canola. O Brasil não possui limite de dienos e trienos conjugados definido em legislação (BRASIL, 2005b).

A avaliação do estado oxidativo de um óleo durante o armazenamento com base nos parâmetros citados, normalmente é muito demorada, por isso os métodos acelerados de estabilidade, como o *Schaal Oven Test*, são muito utilizados em estudos científicos e na indústria para estimar a vida útil do óleo. Nesse método, condições pró-oxidantes (exposição a temperaturas mais altas e ao oxigênio) são utilizadas ao manter as amostras em estufa com circulação de ar (LIANG; SCHWARZER, 1998), sendo avaliados os parâmetros de qualidade como acidez, peróxidos e dienos e trienos.

Uma forma de retardar ou prevenir a rancidez oxidativa nos molhos é por meio da utilização de antioxidantes, que são compostos orgânicos de origem natural ou sintética, que podem estar naturalmente nos alimentos, ou serem adicionados ou formados durante o processamento. Podem ser classificados em primários ou secundários. Os primários geralmente atuam doando hidrogênio aos radicais livres (Figura 3), enquanto os secundários, também

chamados de preventivos, atuam reagindo com hidroperóxidos, gerando produtos não reativos (MISHRA e BISHT, 2011).

Figura 3. Mecanismo de um antioxidante primário (AH).



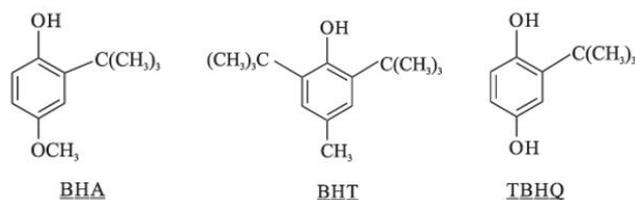
Fonte: Wanasundara e Shahidi (2005).

Em molhos, os mais utilizados são os artificiais BHA, BHT e TBHQ (Figura 4), os quais possuem estrutura fenólica, possibilitando a doação de prótons a radicais livres, interrompendo as reações oxidativas por radicais livres. O EDTA é um sequestrante também muito encontrado em molhos. Tanto o BHA quanto o BHT são lipossolúveis e atuam de forma sinérgica, o que explica o fato de geralmente aparecerem em conjunto nos alimentos. O BHA atua sequestrando o radical peróxido, sendo regenerado pelo hidrogênio fornecido pelo BHT (BRAR; DHILLON; SOCCOL, 2014; RAMALHO; JORGE, 2006).

Enquanto o BHA e BHT são mais sensíveis ao calor, o TBHQ possui maior resistência e pode ser utilizado em conjunto ou de forma individual (RAMALHO; JORGE, 2006).

Íons metálicos, como cobre e ferro, quando presentes em alimentos, podem acelerar a oxidação de óleos e gorduras. Para evitar esta catalisação, o EDTA é adicionado, atuando como sequestrante ao complexar os íons metálicos para que sejam inativados (BRAR; DHILLON; FERNANDES, 2014).

Figura 4. Estrutura dos principais antioxidantes sintéticos usados em óleos vegetais.



Onde: RH – Ácido graxo insaturado; R[•] - Radical livre; ROO[•] - Radical peróxido e ROOH – hidroperóxido.

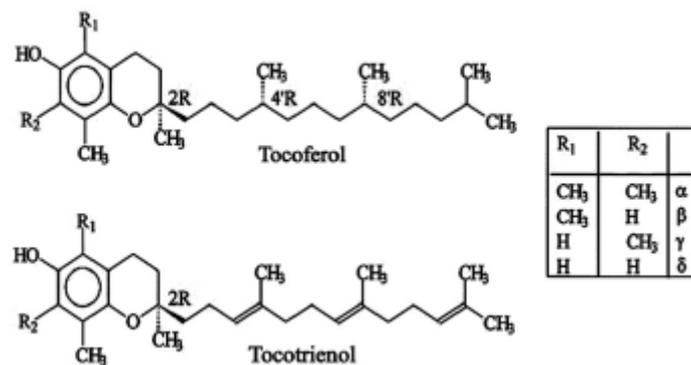
Fonte: Adaptação de Ramalho e Jorge (2006).

Segundo Farvin e Surendraraj (2018), os antioxidantes BHA e BHT possuem potencial carcinogênico e citotóxico, podendo prejudicar os rins, fígado e tecidos pulmonares. Portanto, opções naturais têm sido pesquisadas e testadas na substituição destes aditivos.

Produtos como mel, tocoferóis e polpa de laranja já foram utilizados para inibir a oxidação lipídica de molhos (TSEN; ZHAO, 2013). Tocoferóis e tocotrienóis (tocois) são antioxidantes lipofílicos do tipo 1 e possuem boa efetividade em emulsões óleo em água, como molhos para salada. Sua atividade antioxidante é dada por meio da doação de hidrogênios fenólicos aos radicais livres lipídicos, cessando a etapa de propagação (KIM *et al.*, 2015).

Os tocois podem ser encontrados em diversos alimentos de origem vegetal como grémem de trigo, sementes oleaginosas, folhosos verde-escuros, e em alguns produtos de origem animal como fígado e gema de ovo. Podem estar nas formas α -, β -, γ -, e δ , sendo que o que varia na estrutura é a posição do grupo metila no anel (Figura 5) (GUINAZ *et al.*, 2009; RAMALHO & JORGE, 2006). Devido ao fato de que tocotrienóis se diferenciam dos tocoferóis na estrutura da cadeia lateral ligada ao anel, diversas hipóteses têm sido levantadas a respeito de os tocotrienóis possuírem maior poder antioxidante (FAIRUS *et al.*, 2020). Além disso, a atividade antioxidante é associada a concentração de tocotrienóis e tocoferóis, e já existem relatos que em teores elevados os tocoferóis podem atuar como pro-oxidantes, principalmente em temperaturas entre 40 e 60°C (EVANS; KODALI; ADDIS, 2002).

Figura 5. Estrutura dos tocoferóis e tocotrienóis.



Fonte: Guinaz *et al.*, 2009.

Os tocois são capazes de estabilizar óleos e gorduras frente à oxidação lipídica e dentre eles, os tocotrienóis apresentam alta atividade de vitamina E (COIMBRA; JORGE, 2011). Na legislação brasileira, inclusive, a adição de α -tocoferol ou mistura concentrada de tocoferóis já é regulamentada na quantidade máxima de 0,03g.100g⁻¹ do total de óleo presente no produto (BRASIL, 2007).

3.3.3 Estudos científicos sobre molhos para salada

Apesar de a literatura científica ser rica em artigos sobre molhos, quando se faz um refino por meio da leitura dos resumos, observa-se que não existem muitos artigos tratando de molhos para salada, e menos ainda do desenvolvimento destes. No Quadro 3 são apresentados alguns artigos recuperados em pesquisa no *Web of Science* e *Science Direct*, no primeiro semestre de 2020 utilizando a palavra-chave *salad dressing*. Os artigos trazem a composição de alguns molhos, análises realizadas e os principais resultados obtidos. Nestes trabalhos foram realizadas determinações como propriedades reológicas, da cor, estabilidade à separação de fases, textura e análise sensorial para avaliar textura ou sabor, entre outras.

Quadro 3. Estudos sobre molhos para salada, sua composição e principais resultados.

Título do artigo	Tipo de óleo utilizado	Demais ingredientes da composição	Análises realizadas	Principais resultados	Referência
Mudanças de fitoesteróis, reologia, atividade antioxidante e estabilidade da emulsão de molhos para salada com manteiga de cacau durante o armazenamento	Óleo de soja e manteiga de cacau	Ovo, amido modificado, açúcar, sal, vinagre, suco de limão, sorbato de potássio, ácido fosfórico, ácido cítrico, EDTA cálcio dissódico e goma comestível.	1. Reologia; 2. Estabilidade da emulsão; 3. Análise da oxidação; 4. Determinação de fitoesteróis; 5. Atividade antioxidante.	1. Houve ↑ da viscosidade nos 28 dias de armazenamento; 2. O molho comercial apresentou a maior estabilidade; 3. O índice de iodo ↓ durante o armazenamento, enquanto o de peróxidos ↑; 4. O conteúdo de fitoesteróis ↓, sendo que o molho com 30% de manteiga de cacau possuía a maior quantidade; 5. A atividade antioxidante ↓ durante o armazenamento.	Mohamad, Agus e Hussain (2019)
Efeitos da substituição de <i>buttermilk</i> (leitelho) por soro ácido de iogurte em molhos <i>ranch</i>	Nenhum	<i>Buttermilk</i> (leitelho), maionese, glutamato monossódico, sal, alho em pó, cebola em pó, pimenta preta, salsinha desidratada, açúcar, vinagre, ácido lático, tomilho e gomas xantana e guar.	1. Aceitação dos consumidores; 2. Análises físico-químicas; 3. Efeito da substituição na vida de prateleira a temperatura ambiente.	1. A substituição não causou ↓ na aceitação global ou de sabor; 2. O molho com o soro ácido de iogurte contém menos gordura saturada, colesterol e sódio, e possui mais cálcio; 3. O pH se manteve abaixo de 4,6 durante o armazenamento e a estabilidade da emulsão ↑ no molho com o soro ácido de iogurte.	Flinois, Dando e Padilla-Zakour (2019)
Goma zodo exsudada de Rosaceae como substituta da gordura em molho para salada com teor de gordura reduzido	Óleo de girassol	Ovos, vinagre, sal, açúcar, mostarda em pó.	1. Análise físico-química; 2. Estabilidade; 3. Propriedades reológicas; 4. Textura; 5. Análise sensorial.	1. O valor calórico ↓ nos molhos com substituição da gordura pelo amido modificado; 2. O molho com a goma teve maior estabilidade do que o controle; 3. Houve ↑ de viscosidade com o ↑ da adição da goma; 4. A goma gerou ↑ na firmeza do molho; 5. Não houve diferença significativa na aceitabilidade e	Mozafari, Hojjatoleslamy e Hosseini, (2019)

				aroma entre a amostra com goma e a comercial.	
Nanopartículas de amido de milho: preparação, caracterização e utilização como substituto de gordura em molho para salada	Óleo de girassol	Amido de milho, ovos, vinagre, temperos e mistura de ervas orgânicas.	1. Propriedades físicas do amido; 2. Propriedades funcionais; 3. Avaliação da qualidade dos molhos.	1. Grânulos com forma globular e em aglomerados; 2. O índice de absorção de água das nanopartículas foi quase o dobro do que do amido cru; 3. O molho com as nanopartículas teve melhor <i>mouthfeel</i> e consistência do que com o amido cru.	Kaur, Kaur e Sharma (2019)
Molho para salada modelo preparado com amido de batata pré-gelatinizado (comparação com molho estabilizado com gema de ovo desidratada e caseinato de sódio)	Óleo de canola	2% gema de ovo desidratada ou caseinato de sódio, 0,1% sorbato de potássio, amido de batata (de 0 a 5%)	1. Estabilidade: envelhecimento acelerado por centrífuga (avaliação da separação de fases e capacidade de retenção de gordura); 2. Cor: medidor de diferença de cor digital por escala CIELab; 3. Textura: pseudo-compressão, firmeza, consistência, coesividade e adesividade; 4. Propriedades reológicas (quociente de vazão); 5. Avaliação sensorial de textura.	1. Adição 5 p/v% de amido de batata estabilizou o molho contra separação de fases; 2. O ↑ de amido de batata, ↑ a distância de cor; 3. ↑ amido de batata gerou ↑ parâmetros de textura; o que se relacionou bem com os atributos sensoriais não orais; 4. Molhos com gema de ovo desidratada apresentaram emulsões mais fortes; 5. Houve relação satisfatória entre resultados de textura instrumentais e sensoriais.	Bortnowska <i>et al.</i> (2014)
Molho para salada modelo adicionado de <i>Lactobacillus fructivorans</i>	Óleo de milho	25g.kg ⁻¹ solução de ácido acético, 0,075g.kg ⁻¹ sal de EDTA, 5g.kg ⁻¹ goma xantana, cloreto de sódio, Tween 20 (0 a 20g.kg ⁻¹), sorbato de potássio, nisina, ácido cítrico para ajuste de pH.	1. Comportamento reológico; 2. Contagem de bactérias viáveis com: a) adição de diferentes níveis nisina, b) sorbato de potássio (SP), c) Tween 20 e d) óleo de milho.	1. Adição de Tween tornou os sistemas mais sólidos ou líquidos, dependendo do conteúdo de óleo adicionado; 2. a) Nisina: prejudicou o crescimento de <i>L. fructivorans</i> em todos os níveis; b) Sorbato de potássio + Tween: não teve efeito, SP + nisina: dano ↓ do que somente com a nisina; c) Tween 20 ou Tween 20 + SP: não afetou o crescimento, e estes com adição de nisina: dependentes do conteúdo de óleo; d) ↑ óleo s/ nisina: sem efeitos, ↑ óleo + nisina: ↓ morte de células viáveis, ↑ óleo + nisina + SP + Tween (ou sem): ↑ na morte, e com ↑ ainda	Castro <i>et al.</i> (2009)

				maior de óleo, há redução na morte.	
Molho para salada com baixo teor de gordura com levedura	Óleo de girassol	Dispersão aquosa de levedura, goma guar, goma xantana, amido modificado, sal, açúcar, ácido sórbico, β -caroteno e EDTA, vinagre e ácido cítrico.	1. a) Atividade de água e b) pH; 2. Dispersão de tamanho de partícula; 3. a) Viscosidade aparente e b) dinâmica; 4. Estabilidade visual de emulsão a temperatura ambiente, por 28 dias	1. a) $3,97 \pm 0,27$ b) $0,97 \pm 0,01$; 2. 12% p/p óleo sem amido: média de partícula 2–20 μm , e picos de partículas com 40–200 μm ; 4.0% p/p de amido: partículas 20 μm ; 25% de óleo: similar aos com menor teor de óleo; Em todos os casos, caráter monomodal com população entre 2-10 μm ; 3. a) Caráter pseudo-plástico; A presença de amido \uparrow resistência contra deformação da rede; b) Molhos de levedura: gel fraco, \uparrow de amido e óleo, \uparrow força do gel; 4. Todas emulsões permaneceram estáveis.	Fernandez <i>et al.</i> (2012)
Molho de salada suplementado com farinha de lentilha crua e tratada termicamente	Óleo de canola	Farinha de lentilha (7%), gema de ovo (5%), vinagre com 5% de ácido acético (7%), suco de limão (5%), sal (1%), açúcar (3,5%), goma xantana (0,25%), sorbato de potássio (0,02%)	1. Propriedades reológicas; 2. Cor; 3. Estabilidade física; 4. Avaliação sensorial; 5. Microscopia eletrônica de varredura	1. Comportamento pseudoplástico e não-Newtoniano; melhor efeito espessante foi com a farinha pré-fervida; os molhos são mais elásticos do que viscosos; 2. \uparrow do tom amarelo e intensidade total de cor com a farinha; 3. Boa estabilidade por 28 dias; 4. Melhor nota de sabor: molho à base da farinha tostada; 5. As farinhas \uparrow as ligações cruzadas da emulsão.	Ma <i>et al.</i> (2013)

3.3.4 Potencial tecnológico de molho para salada adicionado de óleo de palma bruto encapsulado

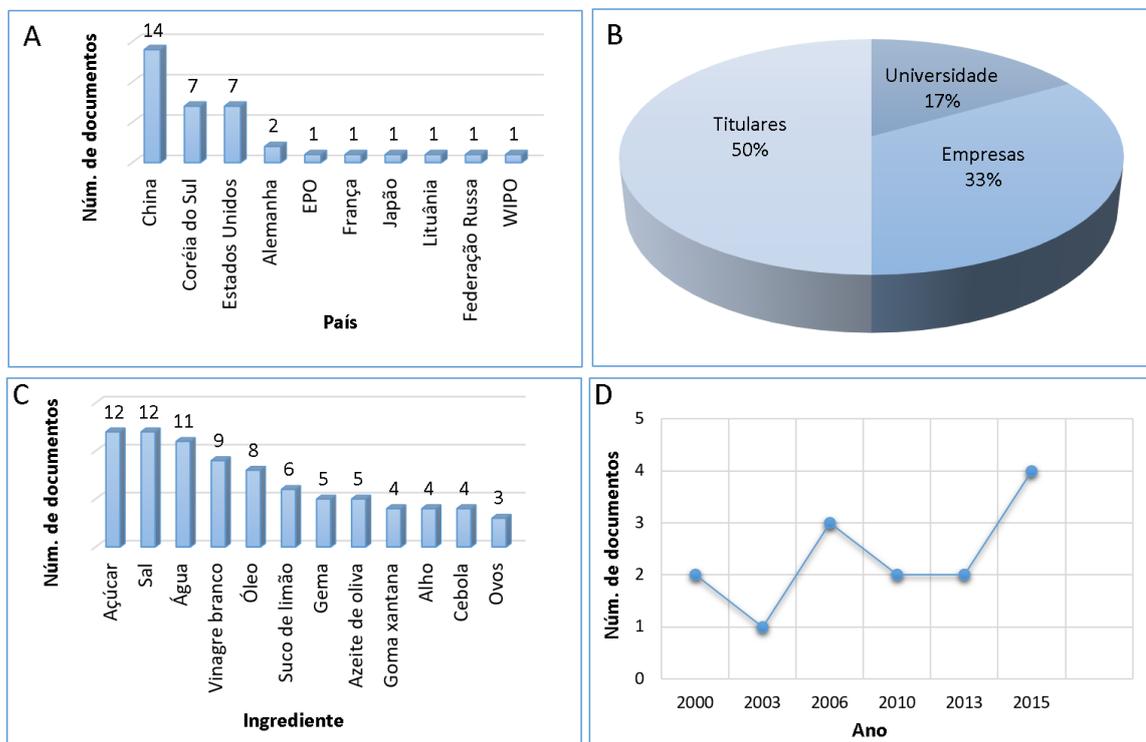
A propriedade intelectual é importante para o desenvolvimento de um país e pode medir sua capacidade de inovação, além de estimular sua economia. Dessa forma, recomenda-se que antes de iniciar um trabalho, seja realizada uma prospecção tecnológica, para garantir a novidade deste e evitar o gasto de esforços em produtos já desenvolvidos (INOVA, 2012).

Em uma prospecção tecnológica realizada nas bases de dados *Espacenet* e INPI (Instituto Nacional de Propriedade Intelectual), utilizando a palavra-chave *salad dressing* aliada ao código IPC (*International Patent Classification*) A23L27/60 e “molhos para salada”, respectivamente, foram identificados 36 documentos de patentes depositados na base internacional e 6 na base nacional.

Os principais países detentores das patentes internacionais são a China (14 documentos) seguida pela Coreia do Sul e Estados Unidos (7 documentos cada) (Figura 6A). O Brasil não é

detentor de nenhuma patente na área, sendo que até os documentos da base nacional pertencem a duas grandes indústrias internacionais. Quanto ao perfil dos principais requerentes de patentes observa-se que eles se classificam em: universidades, empresas privadas e titulares independentes (pessoa física), sendo este último o predominante (Figura 6B). Os ingredientes utilizados na elaboração da maior parte dos molhos são açúcar e sal, seguidos por água e vinagre que são constituintes básicos na composição de molhos para salada. A seguir, os ingredientes mais utilizados em ordem decrescente são o óleo, que é base de molhos para salada, suco de limão, gema, azeite de oliva, goma xantana, alho, cebola e ovos (Figura 6C). A Figura 6D demonstra que o depósito de patentes na área não evoluiu de forma constante no período avaliado, apresentando altos e baixos. O maior número de depósitos foi observado nos anos 2005, 2011, 2015 e 2016, todos com 4 patentes depositadas, demonstrando que a inovação nesta área não cresce no mesmo ritmo da mudança de hábitos alimentares da população.

Figura 6. (A) Países detentores de patentes na área de estudo; (B) Setores da sociedade aos quais pertencem os titulares das patentes; (C) Ingredientes mais frequentes na composição dos molhos patenteados; (D) Quantidade de patentes por ano de publicação.



Fonte: ESPACENET, 2020; BRASIL, 2020.

Com base nos dados apresentados, observa-se que não existem documentos de patentes brasileiros e estrangeiros que contemplem o desenvolvimento de molhos contendo óleos

vegetais encapsulados. Portanto, o molho para salada adicionado de OPB encapsulado desenvolvido no presente trabalho pode ser considerado inovador.

4 MATERIAL E MÉTODOS

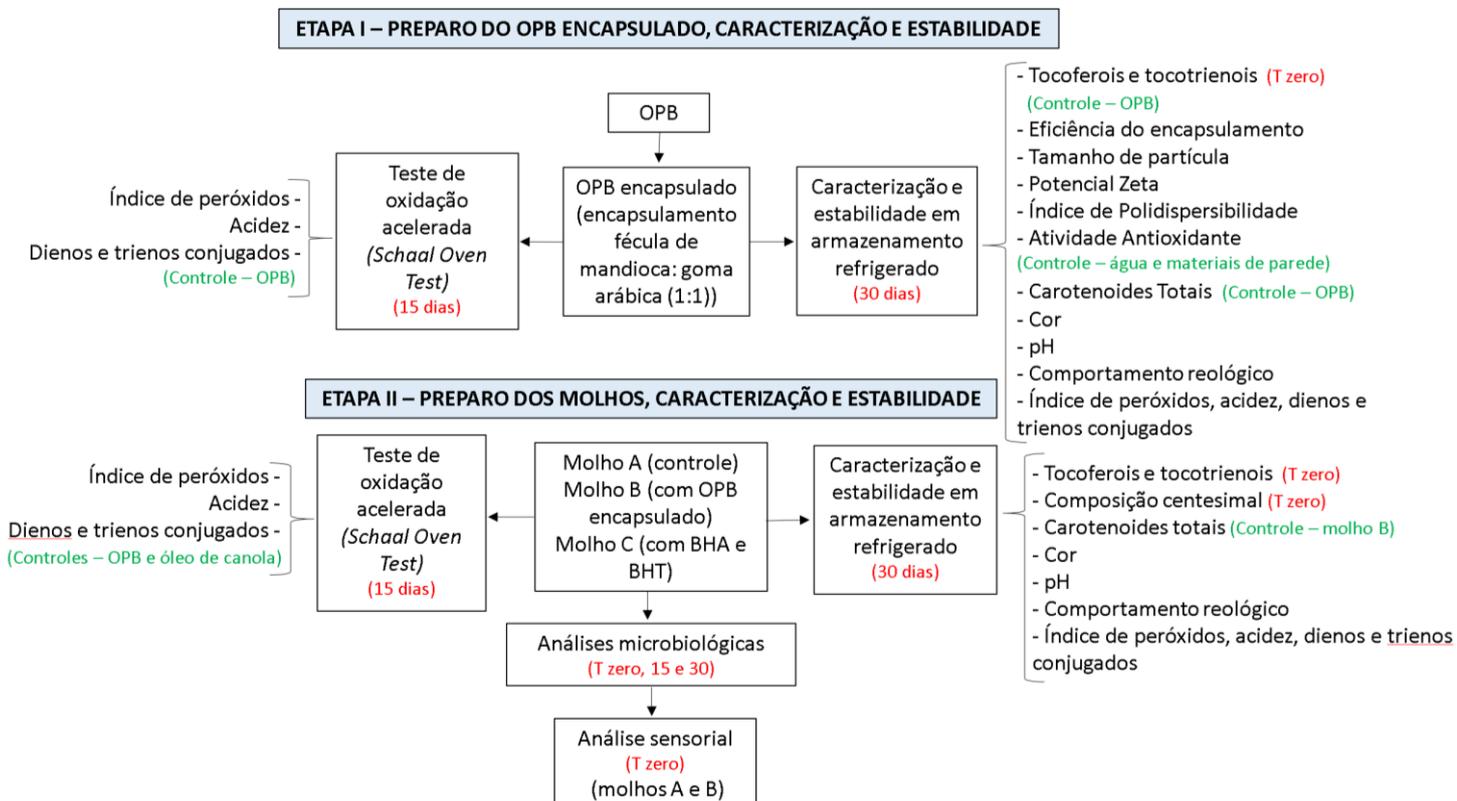
4.1 MATERIAL

O óleo de palma bruto foi cedido pela empresa Agropalma, a fécula de mandioca pela empresa Cargill, o óleo de canola pela Bunge, a goma arábica pela empresa Nexira e o BHA e BHT (diluídos em óleo de canola) pela Danisco. Demais ingredientes alimentícios, reagentes químicos e outros produtos como copos e colheres descartáveis foram adquiridos em estabelecimentos comerciais.

4.2 MÉTODOS

Para um melhor entendimento da realização das análises, o trabalho foi dividido em duas etapas conforme a Figura 7.

Figura 7. Esquema das etapas e metodologias utilizadas na realização das análises deste trabalho



ETAPA I

4.2.1 Preparo do OPB encapsulado

O OPB foi encapsulado de acordo a metodologia descrita por Ferreira *et al.* (2016), com modificações. Os materiais de parede (fêcula de mandioca e goma arábica 1:1) foram adicionados na proporção de 40% p/v em água destilada a 25 °C e misturados até completa dissolução. Em seguida, o óleo de palma bruto (20% p/v) foi adicionado a solução contendo os encapsulantes e homogeneizado a 4000 rpm em Ultra-Turrax (Ika T25 digital), durante 20 minutos.

4.2.2 Teor de tocoferóis e tocotrienóis do OPB encapsulado

As determinações de tocoferóis e tocotrienóis foram realizadas utilizando HPLC-FLU (LC- 305 Lab Alliance – Califórnia/EUA). Primeiramente, o OPB encapsulado foi submetido às etapas de saponificação com uso de hidróxido de potássio, partição em solvente orgânico, diluição em n-hexano e filtração em membrana de celulose regenerada com poro de 0,45 µm para ser injetado no cromatógrafo (BRUBACHER *et al.*, 1985; PANFILI, FRATIANNI E IRANO, 2003). Foi utilizado comprimento de onda de excitação de 325 nm e de emissão de 480 nm e coluna analítica LiChrospher Si 60, 125 mm x 4 mm x 5 µm (Merck, Alemanha). A eluição isocrática foi realizada com fase móvel contendo n-hexano: Acetato de etila: Ácido acético glacial (98,0:1,3:0,7; v/v/v) com vazão de 1,5 mL.min⁻¹.

Como controle, foi analisado o OPB livre, de acordo com o método oficial CE 8-89 da AOAC (2014) para tocoferóis e de Panfili, Fratianni e Irano (2003) para tocotrienóis. Para tal, o óleo foi dissolvido em n-hexano, homogeneizado em vórtex por cerca de 1 minuto, filtrado em membrana de celulose regenerada com poro de 0,45 µm e injetado no cromatógrafo, nas mesmas condições citadas acima.

4.2.3 Caracterização do OPB encapsulado e estabilidade em armazenamento refrigerado

Todos os parâmetros descritos nesse item foram avaliados logo após o preparo (tempo 0) e durante 30 dias de armazenamento refrigerado (6,0 ± 2,0 °C) em intervalos de 5 dias.

4.2.3.1 Determinação da eficiência do encapsulamento

Para a determinação da eficiência do encapsulamento foi utilizada a metodologia de Aghbashlo *et al.* (2013), com modificações. Aproximadamente 4 g do OPB encapsulado foi acrescido de 15 mL de hexano e mantido durante 2 min em agitação magnética. Em seguida, a suspensão foi filtrada em papel filtro Whatman nº 1 e lavada 4 vezes com 20 mL de hexano. A solução resultante foi então transferida para um frasco previamente pesado, sendo realizada a evaporação completa do solvente, seguida de pesagem para a determinação da quantidade de óleo superficial, a qual foi dada pela diferença do peso inicial e final. O cálculo da eficiência de encapsulamento foi realizado de acordo com a Equação 1:

$$EE = \left(\frac{O_t - O_s}{O_t} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

EE = eficiência de encapsulamento

O_t = óleo total

O_s = óleo de superfície

4.2.3.2 Tamanho de partícula, potencial Zeta e índice de polidispersibilidade

O OPB encapsulado foi diluído em água ultrapura para a concentração final de 1:100 (v/v) e analisado no equipamento ZetaSizer® (Nano ZS, Malvern Panalytical – Malvern/GBR) com relação ao tamanho de partícula, índice de polidispersibilidade (PDI) e potencial Zeta.

4.2.3.3 Determinação da atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pelo método do sequestro do cátion radical 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico (ABTS⁺), utilizando a metodologia de Chew *et al.*, (2016), com modificações. Primeiramente, 5mL da solução de ABTS 7mM foram misturados a 88µL da solução de persulfato de potássio 140mM. Esta mistura foi armazenada por 16h no escuro a temperatura ambiente, resultando na solução de ABTS⁺, a qual foi diluída

em etanol até a absorvância de $0,700 \pm 0,005$ a 734 nm em espectrofotômetro UV-Vis (Spectro S-2000, Bel Engineering– São Paulo/BR).

O OPB encapsulado e o controle (contendo apenas água e os materiais de parede) foram preparados da seguinte maneira: 300mg de amostra foram diluídos em 5mL de hexano, homogeneizados por 1 minuto no equipamento Vórtex e em seguida centrifugados por 10 min a 4000rpm (80- 2B, Daiki – Georgia/USA).

Para a reação, 200 μ L do extrato das amostras foram misturados a 2,8mL da solução ABTS⁺ e mantidos no escuro a temperatura ambiente durante 6 minutos para então terem sua absorvância lida a 734 nm no espectrofotômetro. A porcentagem da inibição (%) foi calculada com base na Equação 2.

$$\% \text{ inibição} = \frac{\text{Abs c} - \text{Abs a}}{\text{Abs c}} \times 100 \quad \text{(Equação 2)}$$

Sendo:

Abs c = absorvância controle

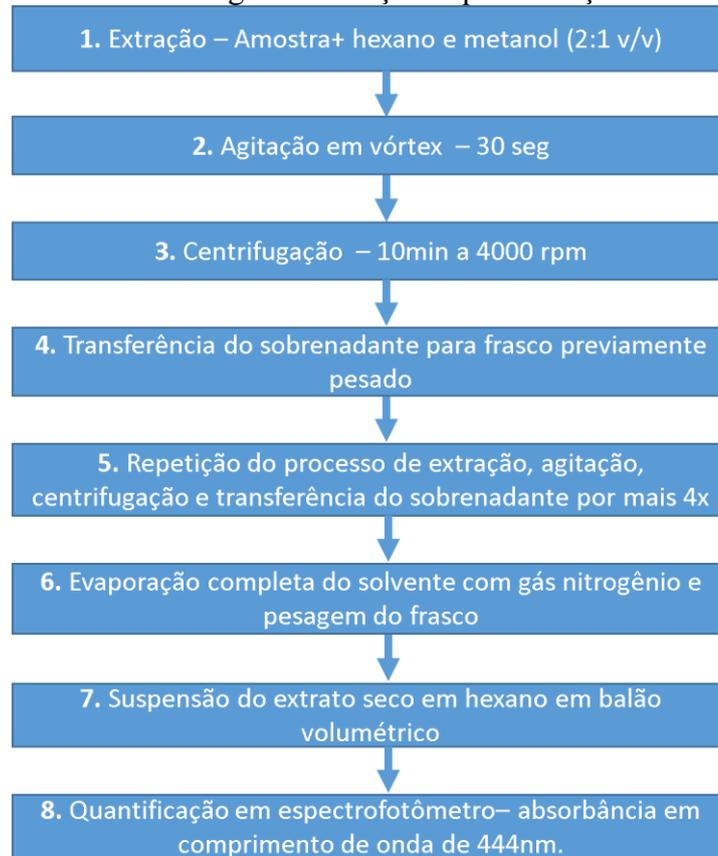
Abs a = absorvância amostra

4.2.3.4 Determinação de carotenoides totais

A análise dos carotenoides do OPB encapsulado (0,5g) foi realizada utilizando o método adaptado de Yi *et al.* (2014), conforme a Figura 8.

A extração, realizada com uma mistura de hexano e metanol (2:1 v/v), foi realizada cinco vezes, sendo que na primeira foi utilizado 7,5mL da mistura e nas outras quatro, a quantidade foi reduzida pela metade. Após cada adição da mistura de solventes, os tubos foram agitados por 30 segundos em vórtex e centrifugados (80- 2B, Daiki – Georgia/USA) por 10 minutos a 4000 rpm. Após a centrifugação, os sobrenadantes foram recolhidos e colocados em frascos previamente pesados e o solvente evaporado com nitrogênio. Então, os frascos foram pesados novamente para o cálculo da massa dos extratos.

Figura 8. Esquema da metodologia de extração e quantificação de carotenoides totais.



Fonte: autoria própria.

Para a realização da leitura das absorvâncias dos extratos, o conteúdo dos frascos foi ressuspendido com hexano e o volume completado para 25mL em balão volumétrico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-Vis (Spectro S-2000, Bel Engineering– São Paulo/BR) no comprimento de onda de 444nm. O total de carotenoides em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ foi calculado como β -caroteno (Equação 3).

$$\text{CT } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{Abs.Vol.}10^4}{E_{1\text{cm}}^{1\%} \cdot P} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

CT = Carotenoides totais

Abs = absorvância no $\lambda_{\text{máximo}}$

Vol = Volume da diluição (mL)

$E_{1\text{cm}}^{1\%} = 2590$

P = Massa da amostra (g)

O teor de carotenoides de óleo de palma bruto (0,125g) foi determinado como controle. Para tal, o mesmo foi dissolvido em hexano em balão volumétrico de 25 mL e a leitura da absorvância e cálculo de carotenoides foram realizados nas mesmas condições descritas acima.

4.2.3.5 Determinação da Cor

Para a determinação de cor do OPB encapsulado foi utilizado o colorímetro CR-400 (Konica Minolta - Osaka/JP) com iluminante D₆₅, ângulo de observação de 2° e escala CIELab, onde L* = luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco); a* = intensidade de vermelho, variando de verde (-) a vermelho (+) e b* = intensidade de amarelo, variando de azul (-) a amarelo (+) (ANDREU-SEVILLA *et al.*, 2008).

4.2.3.6 Determinação de pH

O pH do OPB encapsulado foi verificado utilizando um medidor de pH (mpA-210, Tecnopon® - São Paulo, BR) com a amostra na temperatura de 25° C de acordo com a metodologia 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.2.3.7 Análise do comportamento reológico

O comportamento reológico do OPB encapsulado foi avaliado em reômetro de cilindros concêntricos HAAKE Modelo 550 (Haake Mess-Technik - Karlsruhe/DE). Antes da análise, uma alíquota de cada amostra foi adicionada ao equipamento a temperatura ambiente (25 °C) por 5 minutos para atingir a temperatura de equilíbrio. Para os testes, as amostras, em replicata, foram submetidas a um ciclo de 1 minuto de duração com taxa de cisalhamento de 0 a 200 s⁻¹. A viscosidade aparente foi calculada pela razão entre tensão de cisalhamento e taxa de cisalhamento na taxa 100 s⁻¹.

O *software* Origin® foi utilizado para plotagem das curvas de fluxo e para ajuste dos modelos de Ostwald–de Waele (OW, Equação 4) e Herschel–Bulkley (HB, Equação 5). Para avaliar o ajuste das curvas obtidas experimentalmente, o coeficiente de determinação (R²) e o qui-quadrado χ^2 foram utilizados.

$$\tau = K\gamma^n \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

τ = tensão de cisalhamento (Pa)

K = índice de consistência (Pa.sⁿ)

γ = taxa de cisalhamento (s⁻¹)

n = índice de comportamento de fluxo (adimensional)

$$\tau = \tau_{0H} + K_H(\gamma)^{n_H} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

τ_{0H} = tensão de escoamento de HB (Pa)

K_H = índice de consistência (Pa.sⁿ)

γ = taxa de cisalhamento (s⁻¹)

n_H = índice de comportamento de fluxo (adimensional)

4.2.3.8 Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados

As análises de índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados do OPB encapsulado, foram realizadas de acordo com as metodologias Cd 8-53, Ca 5a-40 e Ch 5-91 da AOCS (2003), respectivamente. Antes da realização das análises, o óleo da amostra foi extraído utilizando a metodologia de Jacobsen & Timm (2001), com modificações. As amostras foram centrifugadas por 10 min a 4000 rpm, congeladas a -20°C por 24h para quebra da emulsão, descongeladas em banho maria (30°C) e centrifugadas novamente para finalizar a separação do óleo.

4.2.4 Teste de oxidação acelerada (*Schaal Oven Test*) do OPB encapsulado

As amostras de OPB encapsulado foram mantidas em estufa com circulação de ar, em temperatura de 60 ± 5 °C durante 15 dias. Neste teste, cada dia é equivalente a um mês de armazenamento a temperatura ambiente (NG *et al.*, 2014). A cada dois dias, foram retiradas alíquotas das amostras para determinação da qualidade do óleo utilizando para tal as determinações do índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados conforme metodologia descrita no item 4.2.3.8.

ETAPA II

4.2.5 Elaboração dos molhos para salada

Foram preparados três molhos sabor mostarda amarela, conforme descrito na Tabela 6. No caso do molho adicionado dos conservantes artificiais BHA e BHT, foram considerados os limites máximos de adição permitidos pela legislação vigente, de 0,02% e 0,01% sobre o teor de óleo do molho, respectivamente (BRASIL, 2007).

Tabela 6. Composição dos molhos para salada desenvolvidos.

Ingrediente (%)	Molho base (A)	Molho com	
		OPB encapsulado (B)*	Molho com BHA e BHT (C)
Óleo de canola	30,0	25,0	29,9
Água	28,3	28,3	28,3
Mostarda amarela em pó	17,0	17,0	17,0
Vinagre	12,0	12,0	12,0
Óleo de palma bruto	0,0	5,0	0,0
Fécula de mandioca	5,0	5,0	5,0
Goma arábica	5,0	5,0	5,0
Açúcar	2,0	2,0	2,0
Sal	0,5	0,5	0,5
Goma xantana	0,2	0,2	0,2
BHA	0,0	0,0	0,03
BHT	0,0	0,0	0,02

*O OPB, a fécula de mandioca, a goma arábica e a água destilada, foram homogeneizados previamente para a encapsulamento, conforme descrito na metodologia 4.2.1.

No preparo dos molhos, primeiramente, os grãos de mostarda amarela adquiridos em estabelecimento comercial foram triturados em moinho e padronizados em peneira granulométrica de 35 *mesh*. Em seguida, os ingredientes (Tabela 6) foram homogeneizados e acondicionados em potes de vidro esterilizados e armazenados em refrigeração (temperatura de $6,0 \pm 2,0$ °C) e sob abrigo de luz por 30 dias.

4.2.6 Caracterização dos molhos

4.2.6.1 Composição Centesimal

As análises físico-químicas foram realizadas segundo metodologias do Instituto Adolfo Lutz logo após o preparo. São elas: teor de umidade (método 012/IV), lipídios (032/IV), proteínas (036/IV) e cinzas (018/IV). Além disso, carboidratos foram quantificados por diferença (IAL, 2008).

4.2.6.2 Teor de tocoferóis e tocotrienóis

O molho B foi submetido a determinação de tocoferóis e tocotrienóis logo após o preparo conforme a metodologia descrita para o OPB encapsulado no item 4.2.2.

4.2.6.3 Estabilidade dos molhos em armazenamento refrigerado

A estabilidade dos molhos foi avaliada durante 30 dias de armazenamento refrigerado ($6,0 \pm 2,0$ °C), com relação a carotenoides totais (seguindo o item 4.2.3.4); cor (item 4.2.3.5), pH (4.2.3.6); comportamento reológico (4.2.3.7); índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados (item 4.2.3.8) periodicamente conforme metodologias descritas nos itens citados. Na determinação dos carotenoides totais, modificou-se apenas a quantidade de amostra para 2g, de forma a atingir a absorvância necessária para leitura no espectrofotômetro.

O tempo de 30 dias de análise foi selecionado porque após este período, houveram alterações indesejáveis de textura, cor, aparência e aparecimento de óleo no topo das amostras, inviabilizando um maior tempo de armazenamento. A escolha da temperatura foi baseada em práticas industriais e domésticas (MOHAMAD; AGUS & HUSSAIN, 2019)

4.2.7 Teste de oxidação acelerada (*Schaal Oven Test*) dos molhos elaborados

O teste foi realizado para os molhos conforme descrito no item 4.2.4. Como controles também foram avaliados o OPB na forma livre e o óleo de canola.

4.2.8 Análises microbiológicas

As amostras de molho foram analisadas logo após o preparo, com 15 e 30 dias de armazenamento com relação a Coliformes termotolerantes a 45°C, *Estafilococos aureus* e à *Salmonella spp.* Os métodos utilizados foram IN n° 30 MAPA (2018), ABNT NBR ISSO 6888-1:2016 e AOAC 2011.03 VIDAS® *Salmonella* [SLM] *Assay Screening Method*. Para aprovação ou rejeição das amostras, foi seguido o requerimento da RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001 para molhos e condimentos preparados, líquidos ou cremosos, prontos para o consumo, não comercialmente estéreis (BRASIL, 2001).

4.2.9 Análise sensorial

O molho base (A) e o molho adicionado de OPB encapsulado (B) foram submetidos à análise sensorial, após obtenção da aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina (parecer número 3.494.959 - Apêndice A) e após a obtenção dos resultados da avaliação microbiológica realizada após o preparo (tempo zero).

Foram realizados dois testes (Apêndice B): a) teste de aceitabilidade por meio de escala hedônica estruturada de 9 pontos (que variou de 1 “desgostei muitíssimo” a 9 “gostei muitíssimo”) sendo avaliados: aceitabilidade global, aroma, sabor e cor; (método 165/IV), e b) teste de intenção de compra (método 167/IV) com aplicação de um questionário utilizando escala hedônica estruturada de 5 pontos que variou de 1 “definitivamente não compraria” a 5 “definitivamente compraria” (IAL,2008).

Setenta provadores não treinados (n=70) com o hábito de consumir molhos para salada e que apreciassem o sabor mostarda foram recrutados na Universidade Federal de Santa Catarina, sem distinção de gênero ou idade.

As análises foram realizadas em mesas individuais, em ambiente iluminado com luz branca (equivalente a luz do dia), ventilado e silencioso. Primeiramente, foi solicitado a cada um que preenchesse um questionário (Apêndice C) e assinasse o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice D). Então, as amostras foram ofertadas a temperatura ambiente, de forma monádica, em copos plásticos descartáveis de 50 mL, codificados com três dígitos aleatórios, contendo 15 mL de amostra, cada. Como suporte, foi utilizada alface do tipo americana processada pronta para consumo e o talher disponibilizado foi um garfo descartável

(GALLO, 2013). Entre cada amostra, foi solicitado aos julgadores que consumissem biscoito salgado e bebessem água para a limpeza do palato (KALTSA *et al.*, 2018).

4.2.10 Análise de dados

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos (expressos em média \pm desvio padrão) foram avaliados por análise de variância (ANOVA) a 5% de significância ($p < 0,05$), e a comparação entre as médias pelo teste de Tukey. O tratamento de dados foi realizado com auxílio do *software* Statistica® versão 13.3 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA). As curvas de fluxo foram produzidas com auxílio do *software* Origin 8.6 (Originlab, Northampton, EUA) e nesta análise, os coeficientes R^2 (coeficiente de determinação) e χ^2 (qui-quadrado) foram utilizados para avaliar o ajuste das curvas obtidas experimentalmente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO OPB ENCAPSULADO E MOLHOS

5.1.1 Composição centesimal, tocoferóis e tocotrienóis

Os resultados de composição centesimal dos molhos base (A), com OPB encapsulado (B) e adicionados de BHA e BHT (C) indicam que não houve diferença significativa entre os parâmetros analisados (Tabela 7).

Tabela 7. Composição centesimal dos três molhos desenvolvidos.

Parâmetro	Molho A	Molho B	Molho C
Umidade (%)	41,43 \pm 0,16 ^a	41,45 \pm 0,12 ^a	41,65 \pm 0,07 ^a
Lipídios (%)	38,42 \pm 0,21 ^a	38,48 \pm 0,97 ^a	37,89 \pm 0,29 ^a
Carboidratos* (%)	14,27 \pm 0,18 ^a	14,97 \pm 0,97 ^a	14,44 \pm 0,46 ^a
Proteína (%)	4,49 \pm 0,09 ^a	4,45 \pm 0,12 ^a	4,60 \pm 0,12 ^a
Cinzas (%)	1,33 \pm 0,05 ^a	1,27 \pm 0,04 ^a	1,45 \pm 0,00 ^a

*Valores obtidos por diferença. Valores referentes a média \pm desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

A legislação brasileira não determina o teor mínimo de lipídios que molhos para salada devem conter, enquanto a *Food and Drug Administration* (FDA), nos EUA, determina que contenham no mínimo 30% de óleos de origem vegetal. Os molhos desenvolvidos apresentaram uma variação de 37,89 \pm 0,29% a 38,48 \pm 0,97% no teor de lipídios de fontes vegetais e, portanto, cumprem esse requisito.

Na composição de molhos para salada os teores de água e lipídios adicionados são similares e constituem a base dos ingredientes, o que varia são os outros ingredientes adicionados para dar sabor, aroma, corpo e estabilidade ao produto, como temperos, adoçantes, aromatizantes, conservantes, antioxidantes, espessantes e estabilizantes.

Os teores de umidade e de carboidratos dos molhos desenvolvidos neste estudo foram próximos aos de Rashed *et al.* (2017), já o teor de lipídios foi superior ao descrito pelos autores, que avaliaram seis marcas de cada tipo de molhos comerciais encontrados em mercados de uma região da Malásia e obtiveram uma média $44,07 \pm 4,59\%$ de umidade, $12,36 \pm 3,74\%$ de carboidratos e $29,85 \pm 5,38\%$ de lipídios.

Todos os parâmetros foram similares aos encontrados por Perrechil *et al.* (2010), que avaliaram molho para salada do tipo italiano e obtiveram $47,12 \pm 1,66\%$ de umidade, $34,50 \pm 1,55\%$ de lipídios e $14,40 \pm 0,20$ de carboidratos para uma das amostras analisadas. Já os teores de proteínas e cinzas dos autores citados foram bem distintos aos dos molhos deste trabalho. Para os dois parâmetros, respectivamente, Perrechil *et al.* (2010) obtiveram $0,00\%$ e $4,65 \pm 0,85\%$, enquanto Rashed *et al.* (2017) obtiveram $1,06 \pm 0,16\%$ e $2,32 \pm 0,24\%$. O teor de proteína encontrado neste trabalho (média de $4,51\%$), superior ao dos autores e inferior ao de Costa (2015), de $7,31\%$ em molho de iogurte com óleo essencial de manjerição, pode ser justificado pela adição de mostarda nos molhos preparados (17%), que possui $23,1\%$ de proteína em sua composição (BHATTACHARYA; VASUDHA & MURTHY, 1999).

Quanto ao teor de tocoferóis e tocotrienóis do OPB utilizado no preparo do OPB encapsulado, as análises realizadas revelaram o γ -tocoferol ($41,03 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$) e o γ -tocotrienol ($32,81 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$) (Tabela 8) como constituintes predominantes. Todos valores encontrados estão de acordo com os disponibilizados pelo Codex Alimentarius (2019) (α -tocoferol: $0,4 - 19,3 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; β -tocoferol: ND - $23,4 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; γ -tocoferol: ND - $52,6 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; δ -tocoferol: ND - $12,3 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; α -tocotrienol: $0,4 - 33,6 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; γ -tocotrienol: $1,4 - 71 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ e δ -tocotrienol: ND - $37,7 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$). Os valores para a maioria destes compostos também são similares aos obtidos por Kua *et al.* (2016), os quais validaram um método simples, rápido e econômico para a quantificação destes compostos em OPB por HPLC e obtiveram os valores de $18,8$; $19,7$; $27,4$ e $7,49 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ para α -tocoferol, α -tocotrienol, γ -tocotrienol e δ -tocotrienol, respectivamente.

Tabela 8. Teores de tocoferóis e tocotrienóis no OPB, OPB encapsulado e molho com OPB encapsulado.

Determinação	OPB	OPB encapsulado	Molho B
α -tocoferol (mg.100g ⁻¹)	15,19 ± 0,81	2,39 ± 0,22	4,87 ± 0,13
β -tocoferol (mg.100g ⁻¹)	1,85 ± 0,17	0,22 ± 0,01	ND < 0,02
γ -tocoferol (mg.100g ⁻¹)	41,03 ± 2,41	1,72 ± 0,15	10,98 ± 0,35
δ -tocoferol (mg.100g ⁻¹)	ND < 0,02	ND < 0,02	0,30 ± 0,01
Tocoferol total (mg.100g ⁻¹)	58,06	4,32	16,15
Vitamina E (UI.100g ⁻¹)	23	3	7
Vitamina E expressa como α -tocoferol (mg.100g ⁻¹)	21,28	2,68	6,37
α -tocotrienol (mg.100g ⁻¹)	27,47 ± 1,91	3,35 ± 0,30	0,81 ± 0,01
β -tocotrienol (mg.100g ⁻¹)	2,90 ± 0,2	0,42 ± 0,05	ND < 0,02
γ -tocotrienol (mg.100g ⁻¹)	32,81 ± 2,43	4,65 ± 0,44	1,27 ± 0,04
δ -tocotrienol (mg.100g ⁻¹)	7,09 ± 0,52	1,21 ± 0,12	0,41 ± 0,02
Tocotrienol total (mg.100g ⁻¹)	70,27	9,62	2,49

ND = não detectado. UI –unidade internacional. Os cromatogramas correspondentes estão apresentados nos Apêndices E, F, G e H.

O molho B apresentou 0,016 g.100g⁻¹ de tocoferóis, e apesar de possuir uma quantidade menor de OPB do que a amostra de OPB encapsulado, apresentou valores superiores de α , γ e δ tocoferol (Tabela 7), que provavelmente foram provenientes da mostarda adicionada e/ou do óleo de canola adicionados. Antova *et al.* (2016), ao analisarem sementes de mostarda (*Sinapis alba* L.) originadas da Bulgária por HPLC, encontraram um total 70,5 mg.100g⁻¹ de tocoferóis, os quais estavam 26,5% na forma de α -tocoferol, 70,7% como γ -tocoferol e 2,8% como δ -tocoferol e, de acordo com o Codex (2019), o óleo de canola possui 10-38,6 mg.100g⁻¹ de α -tocoferol, ND-14 mg.100g⁻¹ de β -tocoferol e 18,9-75,3 mg.100g⁻¹ de γ -tocoferol.

Considerando que a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina E para adultos é de 10mg.100g⁻¹, e que o molho B apresentou 6,37 mg.100g⁻¹, de vitamina E (expressa como α -tocoferol), a porção recomendada de 1 colher de sopa (15g) deste molho atenderia 9,5% da IDR. No entanto, não seria possível utilizar o atributo “fonte de vitamina E” no rótulo do produto porque de acordo com a legislação isso só é permitido quando o alimento apresentar no mínimo 15% da quantidade correspondente a IDR da vitamina (BRASIL, 2005c; BRASIL, 2012).

5.2 ESTABILIDADE DO OPB ENCAPSULADO E MOLHOS EM ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

5.2.1 Eficiência, tamanho de partícula, potencial Zeta, índice de polidispersibilidade e atividade antioxidante do OPB encapsulado

O encapsulamento foi realizado a fim de preservar as características do OPB, principalmente seus compostos bioativos. Ao realizar o encapsulamento, é essencial analisar a eficiência do processo, ou seja, determinar o grau de proteção do óleo (GALLARDO *et al.*, 2013) com a técnica empregada, além de avaliar o tamanho de partícula, e se a emulsão obtida é estável. Na Tabela 9 podem ser observados os resultados de caracterização do OPB encapsulado após o preparo e sua estabilidade durante 30 dias de armazenamento refrigerado.

Tabela 9. Resultados de eficiência de encapsulamento, tamanho de partícula, potencial Zeta, índice de polidispersibilidade (PDI) e atividade antioxidante do OPB encapsulado durante o período de 30 dias.

Tempo (dias)	Eficiência de encapsulamento (%)	Tamanho de partícula (µm)	Potencial Zeta (mV)*	Índice de Polidispersibilidade (PDI)	Atividade Antioxidante (%)
0	95,66 ± 0,03 ^a	0,29 ± 0,02 ^b	-41,80 ± 0,28 ^a	1,00 ± 0,00 ^a	13,92 ± 1,21 ^a
10	95,70 ± 0,09 ^a	0,46 ± 0,03 ^a	-26,15 ± 0,21 ^c	0,20 ± 0,17 ^c	11,53 ± 0,80 ^a
15	95,42 ± 0,33 ^a	0,54 ± 0,02 ^a	-26,80 ± 2,12 ^c	0,34 ± 0,32 ^b	10,74 ± 0,50 ^{bc}
20	95,63 ± 0,30 ^a	0,54 ± 0,01 ^a	-35,40 ± 0,14 ^b	0,58 ± 0,05 ^{abc}	11,70 ± 0,29 ^a
30	94,42 ± 0,06 ^b	0,27 ± 0,01 ^b	-15,50 ± 0,57 ^d	0,37 ± 0,01 ^{bc}	12,66 ± 1,30 ^a

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$). *Valores analisados estatisticamente em módulo.

A eficiência de encapsulamento variou de 95,66 a 94,42%, com redução significativa apenas aos 30 dias de armazenamento, indicando que o encapsulado possuía pouco óleo na superfície. Estes valores foram inferiores aos obtidos por Ferreira *et al.* (2016), que encapsularam óleo de palma bruto com goma arábica e fécula de mandioca e obtiveram eficiência de encapsulamento de 96,53% logo após o preparo, no entanto, nesse estudo o material foi submetido a secagem em *spray dryer*.

Gallardo *et al.* (2013) e Tontul & Topuz (2013) encapsularam óleo de linhaça e relataram valores inferiores aos observados no presente trabalho, de 90,5% utilizando somente goma arábica como material de parede e de 87,47% utilizando uma mistura de amido de milho modificado e goma arábica (1:3 p/p), respectivamente. Em ambos os casos, a emulsão foi

preparada por homogeneização de alto cisalhamento (9000 rpm/ 5 minutos e 19000 rpm/ 9 minutos, respectivamente) seguida de secagem em *spray dryer*.

O tamanho das partículas no início e final do armazenamento (Tabela 9) foi similar, no entanto, nos tempos intermediários houve um aumento no tamanho ($p < 0,05$). O alto teor de óleo na composição do encapsulado pode ter gerado uma distribuição heterogênea do tamanho de partículas no momento do preparo da emulsão (PÉREZ *et al.*, 2015), sendo detectados diferentes tamanhos nas medições ao longo do armazenamento.

No estudo de Campo *et al.* (2017), o aumento no tamanho das partículas de óleo de chia encapsulado com a sua mucilagem em Ultra Turrax (8000 rpm /15 minutos) ocorreu apenas ao final de 28 dias de armazenamento (de 0,205 μm para 0,252 μm). Na formulação da emulsão, os autores utilizaram um surfactante (polissorbato 80), que segundo os mesmos, preveniu a formação de aglomerados, os quais também podem ter sido responsáveis pelos diferentes tamanhos de partícula encontrados no presente trabalho.

Os valores obtidos neste estudo foram inferiores aos de Ferreira *et al.* (2016) para OPB encapsulado (12 a 32 μm). Os autores utilizaram o equipamento Ultra-Turrax a uma velocidade de 6000 rpm por 5 min para o preparo da emulsão, secagem em *spray dryer* e determinaram o tamanho de partícula por microscopia eletrônica de varredura, enquanto nesse trabalho, apesar de utilizar o mesmo equipamento para o preparo, o tempo e a velocidade diferiram (4000 rpm/20 minutos), além de a amostra não ter sido submetida a secagem, fatores que podem ter contribuído para as diferenças entre os tamanhos de partícula nos dois estudos. Ricaurte *et al.* (2016), que avaliaram nanoemulsões de oleína de palma homogeneizadas em microfluidizador (9000 rpm/ 10 minutos), obtiveram tamanhos de partícula superiores, de 2,083 μm (20% de óleo e 10,5% de *whey protein*), possivelmente pelo menor tempo de homogeneização utilizado.

Gallardo *et al.* (2013) obtiveram partículas de óleo de linhaça encapsuladas com diferentes combinações de goma arábica, maltodextrina, isolado proteico de soro e metil celulose com alta polidispersibilidade e tamanhos maiores (10 a 50 μm), utilizando equipamento Silverson L5M para o preparo da emulsão, com agitação a 9000 rpm por 5 min, e tamanhos também medidos por microscopia eletrônica de varredura.

Tamanhos de partícula médios de 0,28 μm e de 0,44 μm determinados pelo método de dispersão da luz (Mastersizer 2000) para óleo de linhaça encapsulado com amido de milho modificado e *whey protein* concentrado (4:1) utilizando o equipamento Ultra-Turrax (19.000 rpm/ 9 min) para o preparo da emulsão e emulsificação com ultrassom, respectivamente (TONTUL & TOPUZ, 2013), estão dentro da faixa de tamanho encontrada neste trabalho.

O potencial Zeta corresponde a carga das partículas e pode ser influenciado pela composição do meio e pelo pH, em valores menores de 2 a carga das partículas é positiva e em valores maiores, como no presente trabalho (item 5.2.2), a carga negativa aumenta gradativamente (CAMPO *et al.*, 2017). Segundo Couvreur *et al.* (2002), valores próximos ou acima de 30 mV (em módulo) indicam uma boa estabilidade das partículas. Os resultados obtidos para potencial Zeta indicam que as partículas apresentaram uma melhor estabilidade nos tempos intermediários (Tabela 9), e a variação de valores pode ter ocorrido em função da mudança do valor de pH das amostras (BHATTACHARJEE, 2016).

Com relação aos índices de polidispersibilidade considera-se que valores abaixo de 0,3 indicam alta homogeneidade no tamanho das partículas presentes no meio (ZHANG & KOSARAJU, 2007), portanto, aos 10 dias e 15 dias de armazenamento, houve uma melhor homogeneidade (0,20 e 0,34, respectivamente). Ricaurte *et al.* (2016), também obtiveram PDI de 1,0 em nanoemulsões de oleína de palma homogeneizadas em microfluidizador que continham altas concentrações de óleo (15%) e pequena concentração do encapsulante *whey protein* (1%). Neste trabalho, o teor de óleo utilizado no preparo da emulsão foi de 20% (p/v) e o de materiais de parede 40% da mistura de encapsulantes (goma arábica e fécula de mandioca 1:1 p/v em água destilada).

De modo geral, as diferenças encontradas nos parâmetros avaliados em comparação com os outros trabalhos podem ter ocorrido em função da variação no tempo e na velocidade de homogeneização, no tipo de equipamento utilizado, diferentes materiais de parede utilizados no encapsulamento e pela posterior secagem em *spray-dryer*, realizada em alguns trabalhos.

Em 30 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($6,0 \pm 2,0$ °C), a porcentagem de inibição média determinada pelo método ABTS⁺⁺ foi de 12,11% (Tabela 9) e não houve diferença significativa ($p < 0,05$), indicando que durante este período e condições, o OPB encapsulado manteve-se estável com relação a esse parâmetro sendo possível utilizá-lo para a aplicação no molho. O método utilizado quando comparado a outros métodos químicos, apresenta diversas vantagens como rapidez, reprodutibilidade e boa solubilidade, permitindo a análise tanto de compostos hidrofílicos quanto de compostos lipofílicos, como no caso da matéria prima utilizada neste trabalho (KUSKOSKI *et al.*, 2005)

Alfrecha & Nyam (2018) encapsularam OPB com pectina de alta metoxilação e solução de alginato de sódio (1,50% e 1,50% p/p, respectivamente) como materiais de parede e preparo da emulsão realizado em Ultra-Turrax a 12000 rpm por 2 min e a 7200 rpm por 1 minuto. Em seguida, foi preparada uma solução com cloreto de sódio, quitosana e o emulsificante Tween 80[®] para seguir com a etapa de extrusão (Encapsulador B-390, Buchi- Suíça). Os autores

também usaram o método ABTS^{•+} para determinação da atividade antioxidante e o resultado obtido (13%), foi similar ao verificado no tempo zero do presente estudo.

5.2.2 Carotenoides totais, cor e pH do OPB encapsulado e molhos

O OPB apresentou 566,80 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de carotenoides totais antes e 561,77 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ após o encapsulamento (Tabela 10) ($p>0,05$), indicando que o processo de encapsulamento preservou o conteúdo, e que o valor encontrado está dentro da faixa estabelecida pelo Codex (2019), de 500 a 2000 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Para o OPB, o valor encontrado foi similar ao encontrado por Choo *et al.* (2005) (550,00 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), e inferior aos resultados descritos por Ferreira *et al.* (2016) e Tan *et al.* (2017), de 608,39 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e 668 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente. Para o OPB encapsulado, o valor também foi inferior ao de Ferreira *et al.* (2016), de 600,52 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Essas diferenças são esperadas por se tratar de matérias-primas de origem vegetal, as quais possuem grande variabilidade em seus constituintes de acordo com a variedade, região, clima, nutrientes do solo, entre outros.

Tabela 10. Carotenoides totais, parâmetros de cor e pH do OPB encapsulado e molhos durante o armazenamento refrigerado.

		Tempo (dias)					
		0	5	10	20	25	30
OPB encapsulado	Carotenoides ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	561,77 \pm 10,97 ^{aA}	527,44 \pm 11,41 ^{bA}	544,56 \pm 11,11 ^{abA}	541,79 \pm 0,83 ^{abA}	538,80 \pm 3,04 ^{abA}	543,37 \pm 3,30 ^{abA}
	L*	56,95 \pm 0,29 ^{bC}	55,72 \pm 0,11 ^{bB}	61,55 \pm 0,02 ^{aC}	58,95 \pm 0,02 ^{abC}	57,06 \pm 0,03 ^{bD}	54,73 \pm 0,06 ^{bD}
	a*	8,53 \pm 0,01 ^{bA}	7,73 \pm 0,03 ^{dA}	8,99 \pm 0,06 ^{aA}	8,12 \pm 0,01 ^{cA}	8,13 \pm 0,02 ^{cA}	9,04 \pm 0,03 ^{aA}
	b*	57,34 \pm 1,14 ^{bA}	55,68 \pm 0,06 ^{bA}	65,49 \pm 0,02 ^{aA}	55,12 \pm 0,30 ^{bA}	55,88 \pm 0,06 ^{bA}	55,06 \pm 0,21 ^{bA}
	pH	4,71 \pm 0,01 ^{aA}	4,62 \pm 0,02 ^{bA}	4,58 \pm 0,02 ^{bA}	4,46 \pm 0,03 ^{cA}	4,45 \pm 0,01 ^{cA}	4,59 \pm 0,03 ^{bA}
Molho A	Carotenoides ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	ND ^C	ND ^C	ND ^C	ND ^C	ND ^C	ND ^C
	L*	61,45 \pm 0,12 ^{bcB}	66,14 \pm 0,16 ^{aA}	65,87 \pm 0,67 ^{aB}	60,37 \pm 0,00 ^{cdB}	61,82 \pm 0,06 ^{bB}	59,82 \pm 0,02 ^{dB}
	a*	2,75 \pm 0,04 ^{bD}	2,85 \pm 0,01 ^{aC}	2,64 \pm 0,01 ^{cC}	2,44 \pm 0,01 ^{dD}	2,85 \pm 0,00 ^{aC}	2,84 \pm 0,01 ^{aC}
	b*	22,12 \pm 0,08 ^{cD}	25,58 \pm 0,08 ^{aB}	24,84 \pm 0,69 ^{abC}	22,63 \pm 0,00 ^{deD}	23,87 \pm 0,03 ^{bcD}	23,44 \pm 0,01 ^{cdC}
	pH	3,91 \pm 0,04 ^{aB}	3,85 \pm 0,01 ^{aB}	3,87 \pm 0,01 ^{aB}	3,94 \pm 0,04 ^{aB}	3,87 \pm 0,01 ^{aB}	3,86 \pm 0,01 ^{aB}
Molho B	Carotenoides ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	442,31 \pm 12,14 ^{aB}	440,58 \pm 2,91 ^{aB}	443,64 \pm 1,57 ^{aB}	323,54 \pm 7,69 ^{bB}	331,95 \pm 1,59 ^{bB}	286,93 \pm 10,79 ^{cB}
	L*	57,05 \pm 0,01 ^{cC}	65,30 \pm 0,82 ^{aA}	59,51 \pm 0,01 ^{bD}	59,07 \pm 0,03 ^{bC}	58,16 \pm 0,00 ^{bcC}	58,61 \pm 0,11 ^{bC}
	a*	4,36 \pm 0,03 ^{bB}	4,20 \pm 0,06 ^{cB}	3,83 \pm 0,01 ^{eB}	4,06 \pm 0,01 ^{dB}	4,44 \pm 0,01 ^{bB}	4,57 \pm 0,04 ^{aB}
	b*	44,80 \pm 1,14 ^{cB}	52,39 \pm 1,07 ^{aA}	44,68 \pm 0,01 ^{cB}	44,26 \pm 0,01 ^{cB}	45,32 \pm 0,11 ^{cB}	47,56 \pm 0,13 ^{bB}
	pH	3,94 \pm 0,04 ^{aB}	3,85 \pm 0,02 ^{abcB}	3,84 \pm 0,01 ^{bcB}	3,89 \pm 0,03 ^{abB}	3,89 \pm 0,01 ^{abB}	3,77 \pm 0,02 ^{cB}
Molho C	Carotenoides ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	ND ^C	ND ^C	ND ^C	ND ^C	ND ^C	ND ^C
	L*	65,32 \pm 0,06 ^{bA}	68,07 \pm 0,16 ^{aA}	67,44 \pm 0,00 ^{aA}	64,67 \pm 0,22 ^{bA}	65,46 \pm 0,53 ^{bA}	60,87 \pm 0,01 ^{cA}
	a*	2,87 \pm 0,00 ^{aC}	2,69 \pm 0,0 ^{cD}	2,63 \pm 0,02 ^{dC}	2,79 ^b \pm 0,00 ^{bC}	2,57 \pm 0,01 ^{cD}	2,63 \pm 0,00 ^{dD}
	b*	24,84 \pm 0,03 ^{bC}	25,93 \pm 0,07 ^{aB}	26,12 \pm 0,01 ^{aC}	24,78 \pm 0,15 ^{bC}	24,65 \pm 0,21 ^{bC}	23,13 \pm 0,01 ^{cC}
	pH	3,94 \pm 0,02 ^{aB}	3,87 \pm 0,02 ^{abB}	3,86 \pm 0,01 ^{abB}	3,85 \pm 0,04 ^{abB}	3,86 \pm 0,01 ^{abB}	3,81 \pm 0,02 ^{bB}

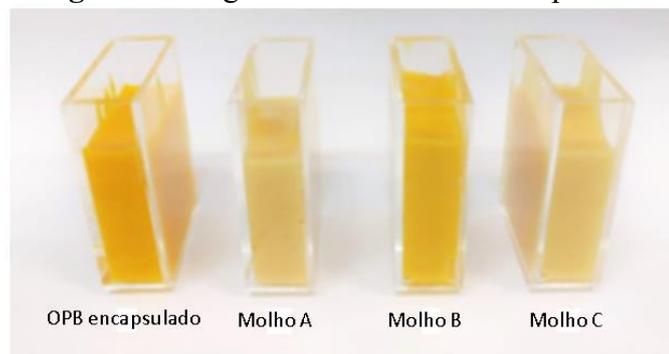
ND = não detectado. Valores referentes a média \pm desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras minúsculas diferentes na mesma linha ou letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Os teores de carotenoides totais para o OPB encapsulado, não tiveram redução significativa ($p>0,05$) entre o início e o final do armazenamento. Já no molho adicionado de OPB encapsulado (molho B), os valores variaram de $442,31 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ a $286,93 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, com redução significativa a partir do 20º dia (Tabela 10), que pode estar relacionada a ação antioxidante dos carotenoides no bloqueio da oxidação do óleo de canola utilizado no preparo do molho, que era isento de antioxidantes e mais susceptível à oxidação pela sua composição em ácidos graxos poliinsaturados (de 20 a 44,2%) (CODEX, 2019). Durante todo o tempo de armazenamento, o valor de carotenoides totais do OPB encapsulado foi superior ao do molho B ($p<0,05$). Nos molhos A e C, que não possuíam OPB em sua composição, a quantidade de carotenoides foi não detectável em todos os pontos analisados.

A cor está relacionada a qualidade de óleos e gorduras que contém pigmentos naturais que absorvem ou transmitem luz, como os carotenoides do OPB. Durante o período de armazenamento ou aquecimento, pode ocorrer o escurecimento devido à oxidação desses compostos, que reagem com os radicais livres formados (FOOD INGREDIENTS, 2020).

Durante os 30 dias de armazenamento, os parâmetros de cor das amostras tiveram mudanças significativas ($p<0,05$), como pode ser observado na Tabela 10. No OPB encapsulado, os parâmetros de cor a^* (tonalidade vermelha) e b^* (tonalidade amarela), foram superiores ($p<0,05$) aos do molho B (Tabela 10) devido à maior concentração de óleo na sua composição e, conseqüentemente de carotenoides. Esses parâmetros do molho B também foram superiores aos dos molhos A e C ($p<0,05$), indicando que o OPB encapsulado teve função corante no molho B, tornando a coloração do mesmo mais intensa (Figura 9).

Figura 9. Imagens das amostras no tempo zero.



Fonte: autoria própria.

O parâmetro a^* tanto da amostra de OPB encapsulado, quanto do molho B, sofreu aumento significativo ($p<0,05$) do tempo inicial para o final dos 30 dias, possivelmente pela

diminuição da eficiência de encapsulação, com liberação de óleo das cápsulas, resultando no aumento da tonalidade vermelha. No molho A também foi observado leve aumento ($p < 0,05$) nesse parâmetro do início para o final do experimento e no Molho C leve redução ($p < 0,05$), ambos significativos. Já o parâmetro b^* , sofreu aumento significativo ($p < 0,05$) nos molhos A e B, redução no molho C, enquanto o OPB encapsulado, não sofreu mudanças significativas entre o tempo zero e tempo final (Tabela 10).

Ao analisar o parâmetro L^* , é possível observar que apenas as amostras que não continham OPB (molhos A e C) apresentaram redução significativa ($p < 0,05$), sendo que o C foi o que apresentou a maior redução do parâmetro e, conseqüentemente, o maior escurecimento, indicando que pequenas diferenças na adição de ingredientes na composição da amostra podem ocasionar alterações na cor, pois a única diferença entre o molho A e o C foi a adição de BHA e BHT.

Perrechil *et al.* (2010) analisaram o pH de quatro molhos de salada comerciais de sabor italiano e obtiveram valores de pH entre 3,56 a 3,90. Mozafari, Hojjatoleslami e Hosseini (2019), ao analisarem o pH de cinco molhos com teor de gordura reduzido preparados com goma zodo, também encontraram valores de pH próximos, entre 3,63 e 3,85. No presente estudo, todos os molhos estavam e permaneceram dentro da faixa citada pelos autores durante os 30 dias de armazenamento (Tabela 10). Apesar disso, os molhos B e C tiveram redução significativa ($p < 0,05$) do pH tornando-se mais ácidos no tempo final. Os três molhos elaborados não tiveram diferença significativa entre si, apenas entre o OPB encapsulado em cada tempo analisado durante todo o armazenamento.

5.2.3 Comportamento reológico do OPB encapsulado e molhos

A viscosidade de um fluido pode ser definida como a propriedade que este apresenta em oferecer maior ou menor resistência à deformação, quando sujeito a esforços de escoamento. A análise das propriedades reológicas dos molhos para salada é importante para conhecer sua fluidez, espalhabilidade, derramabilidade e a força requerida para bombeá-lo, características importantes no desenvolvimento de produtos e mecanização do seu processo de produção (BHATTACHARYA; VASUDHA; MURTHY, 1999). As propriedades reológicas possuem vital importância para diversos processos que envolvam o fluxo dos fluidos, como em equipamentos de fritura, bombeamento, filtragem, refino. Além disso, o comportamento reológico de produtos desenvolvidos com matrizes lipídicas tem um papel relevante em diversas

operações unitárias e processos alimentares como secagem, fritura, entre outros (HASSANIEN e SHAROBA, 2014).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 11, é possível afirmar que todas as amostras de molho analisadas apresentam comportamento de fluidos pseudoplásticos ($n, n_H < 1$), o que significa que suas viscosidades aparentes diminuem com o aumento da taxa de cisalhamento. Isto ocorre porque as partículas das amostras são assimétricas, orientadas ao acaso e emaranhadas em uma rede, o que dificulta o escoamento. À medida que a taxa de cisalhamento aumenta, o escoamento é facilitado pela ruptura da rede, ocasionando a redução da viscosidade (GALLO, 2013).

Além de apresentar-se como fluido pseudoplástico, assim como a pasta de mostarda analisada por Bhattacharya, Vasudha e Murthy (1999), as amostras analisadas possuem tensão de escoamento e se diferenciam dos outros tipos de fluidos, pois requerem uma tensão limite de escoamento (*yield stress*) para que a rede seja rompida e o fluido comece a escoar. Esta tensão (τ_{0H}) é avaliada pelo modelo de Herschel-Bulkley e é um parâmetro importante na produção industrial do molho, pois quanto maior o valor de τ_{0H} , maior a sobrecarga do motor da bomba no início do processo de escoamento, porém também é maior a estabilidade deste quanto à sedimentação (POSSA, 2018).

Os modelos de Ostwald-de Waele e Herschel-Bulkley (Figura 10 e Tabela 11) apresentaram R^2 entre 0,987 a 0,999 e 0,997 a 0,999, respectivamente. Por outro lado, os valores de χ^2 variaram entre 0,829 a 10,534 e 1,195 a 51,072 (HB e OW, respectivamente). De acordo com os parâmetros estatísticos avaliados, ambos os modelos apresentaram alto nível de ajuste, porém, o modelo de HB foi ligeiramente mais adequado, pois apresentou os menores valores de qui-quadrado em comparação ao OW.

Fluidos não-Newtonianos não podem ser caracterizados por um valor absoluto de viscosidade, porque a viscosidade aparente depende da taxa de cisalhamento. Deste modo, o coeficiente de consistência (K) pode ser considerado como uma medida da resistência ao fluxo (HEYMAN, *et al.*, 2010). Ao comparar os valores do K obtidos para o molho base (A) e o molho adicionado de BHA e BHT (C), é possível observar que mesmo a adição de uma quantidade mínima de um ingrediente na formulação é capaz de alterar os parâmetros de consistência do fluido. No molho A, o valor do K aumentou de 8,640 no dia 0, para 14,173 no dia 5, mas diminuiu para 10,424 Pa.sⁿ no dia 30. Seguindo a mesma tendência, os valores de K_H aumentaram de 1,772 (dia 0) para 15,328 (dia 15), reduzindo a 7,798 Pa.s^{1/2} ao final do período de avaliação, indicando uma variação significativa na consistência e viscosidade do molho ao longo do tempo. O molho com OPB encapsulado (B) apresentou os maiores índices

de consistência iniciais, mas ao contrário do molho base, durante os 30 dias de armazenamento os valores de K e K_H sofreram redução de 18,561 a 13,397 Pa.sⁿ e 37,081 a 6,466 Pa.s^{1/2}, respectivamente, e a amostra só apresentou tensão de escoamento a partir do 25º dia de armazenamento.

De acordo com Heyman *et al.* (2010), os valores de K normalmente decrescem ao longo do tempo, devido a diversos fatores como a diminuição da estabilidade da emulsão. Conforme explicado por Dickinson (2009), a consistência dos fluidos é diretamente afetada pelos componentes do produto, como os agentes emulsificantes. O aumento na consistência pode ocorrer como resultado da interação entre os ingredientes ou o rearranjo das moléculas do sistema durante o armazenamento, causando a formação de uma estrutura mais viscosa. O inverso ocorre quando há o rompimento da estrutura da emulsão por algum fenômeno físico que causa instabilidade, como a coalescência.

O OPB encapsulado apresentou os menores valores de K e K_H , os quais aumentaram de 3,243 a 4,112 Pa.sⁿ e 3,176 e 4,546 Pa.s^{1/2}, respectivamente. Isto provavelmente se deve ao fato de o óleo não ter sido adicionado de goma xantana nem de mostarda, como os demais molhos. A adição de hidrocoloides como a goma arábica e a goma xantana nas formulações causam alterações significativas nas propriedades reológicas do produto, principalmente aumentando a sua viscosidade e a consistência (DICKINSON, 2003; KRSTONOŠIĆ *et al.*, 2015). A natureza destes hidrocoloides é capaz de afetar de forma expressiva a viscosidade da emulsão mesmo em baixas concentrações (CHIVERO *et al.*, 2015; NAKAUMA *et al.*, 2008). Além disso, os baixos valores de K e K_H , do OPB em comparação com os molhos podem ser devido à menores interações intermoleculares entre o agente emulsificante e as fases dispersa e contínua do produto, conforme explicado por Wang *et al.* (2016).

A amostra A apresentou tensão de escoamento (τ_{0H}) apenas nos tempos 0, 5, 25 e 30, enquanto a amostra B exibiu τ_{0H} nos dias 10, 25 e 30. Por outro lado, o molho C apresentou valores consideráveis de τ_{0H} durante todo o período de armazenamento os quais variaram de 18,732 para 9,911 Pa.s^{1/2} (tempo 0 e tempo 30, respectivamente). Resultados similares foram reportados para molhos de mostarda amarela preparados com goma xantana ou goma guar e amido modificado (WANG *et al.*, 2016).

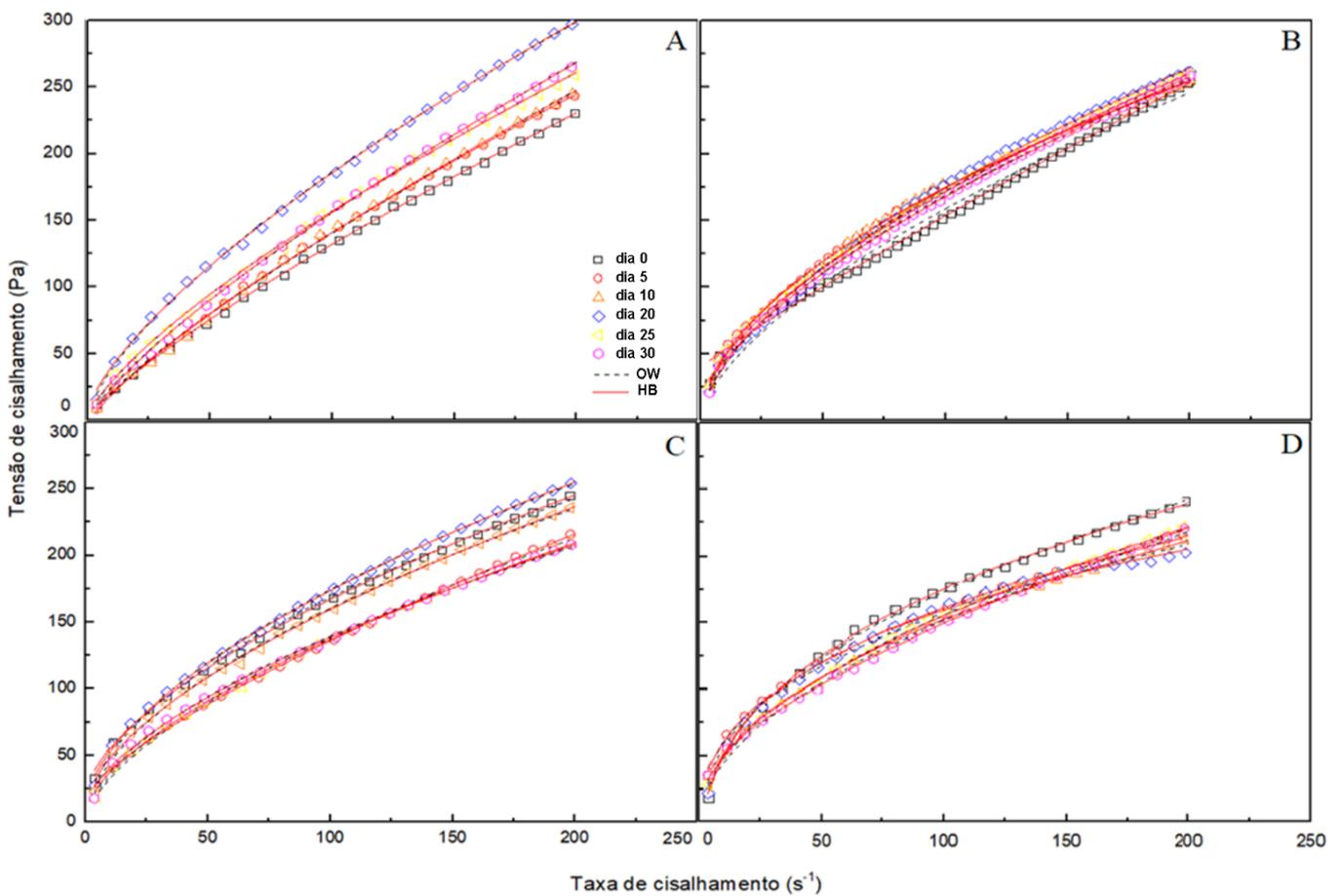
Tabela 11. Parâmetros reológicos dos modelos Ostwald-de Waele e Herschel-Bulkley para o OPB encapsulado e os molhos avaliados durante 30 dias de armazenamento.

Amostra	Tempo (dias)	Parâmetros Ostwald-de Waele				Parâmetros Herschel-Bulkley				
		K (Pa s ⁿ)	n	R ²	χ^2	τ_{0H} (Pa s ^{1/2})	K _H (Pa s ^{1/2})	n _H	R ²	χ^2
OPB encapsulado	0	3,243±0,043	0,805±0,003	0,999	1,195	0,504±0,825	3,176±0,118	0,808±0,007	0,999	1,210
	5	3,373±0,075	0,809±0,004	0,999	3,768	-	4,031±0,220	0,779±0,010	0,999	3,087
	10	3,204±0,085	0,821±0,005	0,999	5,381	-	3,707±0,257	0,796±0,012	0,999	4,974
	20	8,020±0,136	0,683±0,003	0,999	4,479	4,946±1,799	7,008±0,370	0,705±0,009	0,999	4,013
	25	5,350±0,112	0,734±0,004	0,999	4,532	0,762±1,812	5,217±0,332	0,738±0,011	0,999	4,604
	30	4,112±0,093	0,789±0,005	0,999	4,920	-	4,546±0,283	0,772±0,011	0,999	4,731
	0	8,640 ± 0,561	0,632±0,013	0,987	51,072	39,010±2,117	1,772±0,210	0,905±0,021	0,997	10,534
Molho A	5	14,173 ± 0,200	0,545±0,003	0,999	3,304	1,068±2,369	13,815±0,813	0,549±0,010	0,999	3,356
	10	13,773 ± 0,241	0,551±0,004	0,999	5,029	-	15,328±1,060	0,534±0,011	0,999	4,876
	20	10,590 ± 0,214	0,608±0,004	0,999	6,126	-	11,577±0,846	0,593±0,012	0,999	6,048
	25	11,614 ± 0,212	0,586±0,004	0,999	5,078	11,006±1,876	8,594±0,489	0,636±0,010	0,999	3,251
	30	10,424 ± 0,185	0,605±0,004	0,999	4,467	10,176±1,662	7,798±0,409	0,653±0,009	0,999	2,767
	0	18,561±0,481	0,485±0,005	0,996	12,174	-	37,081±2,707	0,381±0,011	0,999	4,343
Molho B	5	23,107±0,211	0,421±0,002	0,999	1,464	-	23,449±1,216	0,419±0,008	0,999	1,490
	10	16,724±0,216	0,479±0,003	0,999	2,353	0,676±2,452	16,446±1,031	0,482±0,010	0,999	2,395
	20	23,102±0,878	0,416±0,008	0,989	24,432	-	78,676±11,250	0,248±0,018	0,996	9,021
	25	14,877±0,194	0,509±0,003	0,999	2,355	7,156±1,817	12,283±0,643	0,540±0,009	0,999	1,883
	30	13,397±0,333	0,526±0,005	0,997	7,925	22,764±0,927	6,466±0,233	0,646±0,006	0,999	0,829
	0	14,754±0,290	0,529±0,004	0,998	6,134	18,732±1,450	8,819±0,407	0,613±0,008	0,999	1,745
Molho C	5	7,635±0,237	0,628±0,006	0,997	8,837	18,283±1,094	3,715±0,192	0,750±0,009	0,999	1,741
	10	8,702±0,143	0,600±0,003	0,999	2,578	7,441±1,350	6,732±0,344	0,642±0,009	0,999	1,720
	20	14,324±0,196	0,543±0,003	0,999	3,099	9,933±1,652	11,135±0,509	0,584±0,008	0,999	1,950
	25	12,470±0,236	0,554±0,004	0,999	4,929	10,735±2,104	9,194±0,607	0,604±0,011	0,999	3,497
	30	10,161±0,227	0,569±0,005	0,998	5,099	9,911±2,079	7,291±0,564	0,623±0,013	0,999	3,793

K, K_H = coeficientes de consistência; n, n_H = índices de comportamento de fluxo; τ_{0H} = tensão de escoamento de HB; R² = coeficiente de determinação; χ^2 = qui-quadrado.

Conforme indicado por Wang *et al.*, (2016), valores elevados de tensão de escoamento no modelo HB sugerem alta estabilidade da estrutura do molho. Além disso, os valores de τ_{0H} podem variar bastante quando determinados por extrapolação do modelo HB (HEYMAN, *et al.*, 2010). Estas variações ocorrem devido às propriedades dos constituintes do sistema, como a distribuição do tamanho de partículas, a natureza da camada adsorvida interfacial, natureza das fases aquosa e oleosa, e das modificações estruturais no sistema causadas pela interação entre os seus componentes, além da redução da estabilidade da emulsão ao longo do tempo (DICKINSON, 2003).

Figura 10. Curvas de fluxo do OPB encapsulado e dos molhos desenvolvidos ajustados pelos modelos Ostwald-de Waele (linha pontilhada) e Herschel-Bulkley (linha sólida) durante os 30 dias de armazenamento, sendo A = OPB encapsulado; B = molho A; C = molho C; e D = molho B.



Fonte: autoria própria.

5.2.4 Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados do OPB encapsulado e molhos

A avaliação da oxidação de óleos é um parâmetro importante na análise de vida de prateleira do mesmo ou de produtos que o contenham, pois os produtos da oxidação, como *off-flavours*, causam perda de qualidade e redução da sua aceitabilidade (KAUR; SOGI & WANI, 2015).

Os valores do índice de peróxidos e acidez do OPB encapsulado (Figura 11A e B, Apêndice I) variaram de $3,99 \pm 0,01$ a $9,98 \pm 0,01$ meq.k⁻¹g e $8,08 \pm 0,01$ a $8,96 \pm 0,05$ KOH.g⁻¹, respectivamente, com diferenças significativas ($p < 0,05$), mantendo-se dentro limites da legislação, que é de 10 mg KOH.g⁻¹ para acidez e 15 meq.kg⁻¹ para peróxidos (BRASIL, 2005b) até o tempo final. Os valores para dienos e trienos conjugados tiveram aumento significativo ($p < 0,05$), variando de $1,63 \pm 0,02$ a $3,10 \pm 0,10$ e $0,49 \pm 0,01$ a $0,59 \pm 0,01$ do tempo zero aos 30 dias de armazenamento, respectivamente.

O índice de peróxidos do molho A variou de $1,99 \pm 0,01$ a $17,96 \pm 0,05$ meq.kg⁻¹, ultrapassando o limite permitido de 10 meq.kg⁻¹ (valor para óleo de canola, BRASIL, 2005b) a partir do 20º dia de armazenamento e continuou aumentando até o tempo final, enquanto o molho C (adicionado de BHA e BHT) se manteve dentro dos limites até o último dia de armazenamento ($1,99 \pm 0,01$ a $9,98 \pm 0,01$ meq.kg⁻¹). O molho adicionado de OPB encapsulado em substituição aos antioxidantes artificiais (molho B), com valores de $1,99 \pm 0,01$ a $13,97 \pm 0,01$ meq.kg⁻¹ também ultrapassou os limites a partir do 20º dia, porém o aumento foi menor do que o do molho A.

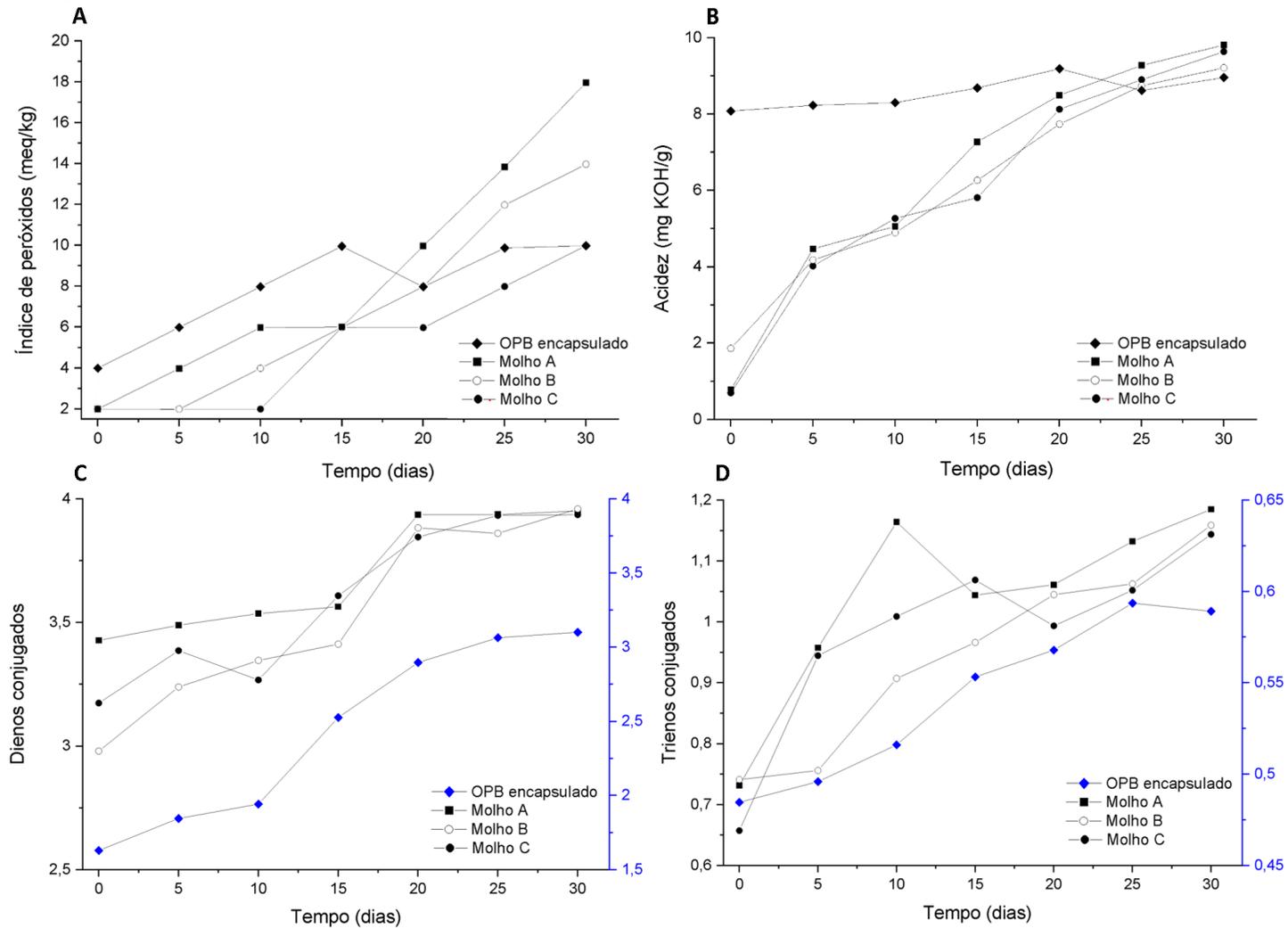
Mohamad, Agus & Hussain (2019), também realizaram análises de estabilidade oxidativa em molho para salada adicionado de manteiga de cacau (como antioxidante) armazenado em temperatura de refrigeração e a 30 °C em intervalos de 7 dias durante um período total de 28 e concluíram que devido a maior oxidação do óleo na temperatura superior, a melhor opção para o armazenamento era a refrigerada. Com base nos resultados de peróxidos, os autores também concluíram que o molho formulado com 30 % de manteiga de cacau apresentou menores valores comparado ao que não continha.

Nos molhos, a acidez ultrapassou o limite da legislação (0,6 mg KOH.g⁻¹ para óleo de canola e 10 mg KOH.g⁻¹) já no primeiro dia de análise, porém, como os mesmos foram adicionados de vinagre e de água, que ficaram em contato com o óleo, pode ter ocorrido hidrólise dos triacilgliceróis de cadeia curta, liberando ácidos graxos livres com consequente aumento da acidez (MOHAMAD, AGUS & HUSSAIN, 2019). Outra possibilidade para a alta

acidez do óleo extraído dos molhos é de que o sobrenadante lipídico obtido na etapa da metodologia onde foi realizada a separação do óleo do molho não estivesse totalmente puro, mas que uma pequena alíquota de vinagre estivesse presente.

Durante todo o teste, os dienos do molho B e C (Figura 11C) não tiveram diferença significativa entre si. No tempo zero, ambos diferiram do molho A com valores inferiores e, a partir do 15º dia, nenhuma das amostras apresentou diferença. Já para trienos conjugados, o aumento foi significativo ($p < 0,05$) a partir do 1º dia nos molhos A e C, e assim como nos dienos, a partir do 15º dia nenhum molho apresentou diferença. O OPB encapsulado, devido ao fator protetor dos antioxidantes naturais que possui, teve os menores valores de dienos e trienos conjugados durante a análise ($p < 0,05$).

Figura 11. Índice de peróxidos (A), acidez (B) e dienos (C) e trienos (D) conjugados das amostras armazenadas em temperatura de refrigeração.



Fonte: autoria própria. OPB= óleo de palma bruto; OPB encapsulado = óleo de palma bruto encapsulado; Molho A= molho base; Molho B= molho adicionado de OPB encapsulado; Molho C= Molho adicionado de BHA e BHT.

5.3 TESTE DE OXIDAÇÃO ACELERADA (*SCHAAL OVEN TEST*) DO OPB ENCAPSULADO E MOLHOS

O teste de oxidação acelerada é utilizado na indústria e em pesquisas científicas afim de avaliar a estabilidade oxidativa de um óleo em um reduzido período de tempo. Kaur, Sogi & Vani (2015) realizaram o teste por 11 dias a 60 °C para avaliar a estabilidade oxidativa de triacilgliceróis de óleo de soja utilizando carotenoides e tocoferóis, enquanto Alfreacha & Nyam (2018), avaliaram a estabilidade de OPB microencapsulado por 24 dias a 65 °C.

Os resultados referentes ao índice de peróxidos (IP) para os óleos e molhos estudados podem ser observados na Figura 12 (A). Os valores variaram de $5,96 \pm 0,02$ a $23,95 \pm 0,02$; de $5,98 \pm 0,01$ a $13,96 \pm 0,02$; e de $1,98 \pm 0,01$ a $77,30 \pm 0,11$ para o OPB, OPB encapsulado e óleo de canola, respectivamente. Para os molhos foram observados valores de $1,99 \pm 0,01$ a $69,91 \pm 0,01$; $1,99 \pm 0,01$ a $61,94 \pm 0,01$, e de $1,99 \pm 0,01$ a $55,97 \pm 0,01$ nos molhos A, B e C, respectivamente.

O Codex Alimentarius (2019) estabelece para óleos refinados e virgens (brutos) valores máximos de 10 e 15 meq $O_2.kg^{-1}$, respectivamente. Dessa forma, para as formulações que apresentaram óleo de canola na composição, a partir dos 5 dias, o molho A excedeu o limite estabelecido, enquanto que o molho C excedeu a partir de 10 dias. Já para o OPB, OPB encapsulado e o molho B (que utilizou OBP na composição), esse limite foi excedido apenas com 10 dias após o início do teste. Até o 10º dia de teste, o OPB encapsulado, considerando o índice de peróxidos, apresentou uma maior estabilidade oxidativa que os demais óleos analisados e até mesmo maior que os molhos. Isso porque o encapsulamento de óleos pressupõe uma maior proteção ao encapsulado (óleo) frente aos efeitos externos pró-oxidativos, como oxigênio, luz e calor. Entretanto, após o 10º dia, pode ter ocorrido quebra da emulsão, com maior exposição do óleo aos fatores oxidantes do teste, como água, temperatura da estufa e maior exposição ao oxigênio devido à circulação de ar. As oscilações no comportamento do OPB encapsulado frente ao índice de peróxidos, ora com elevações ora com reduções, são explicadas pela formação de hidroperóxidos na oxidação primária do óleo. Estes compostos, por serem muito instáveis, acabam por se decompor rapidamente dando origem aos produtos secundários de oxidação como hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos e cetonas (BELTER *et al.*, 2008).

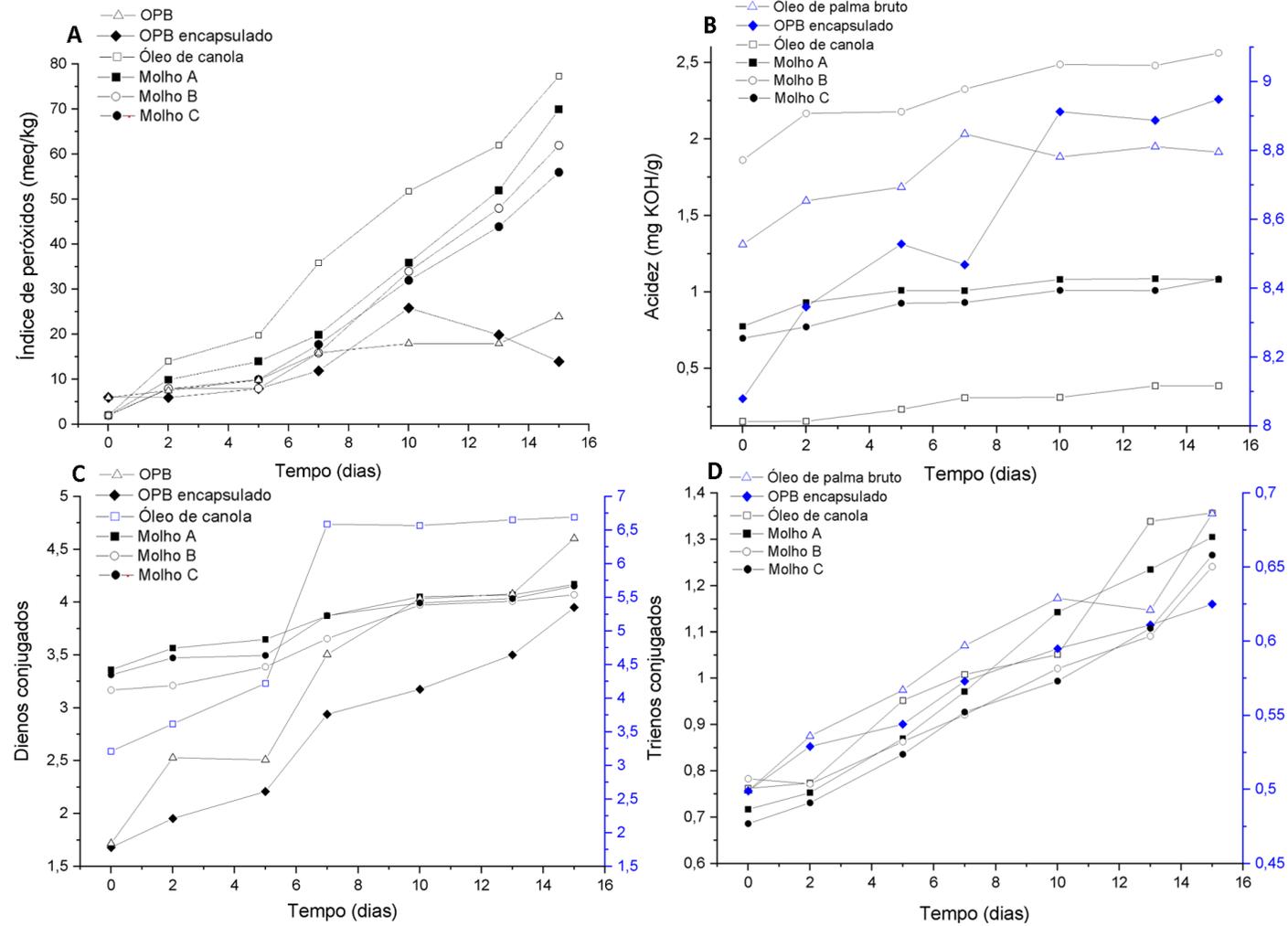
O IP sofre influência do tempo, condições de armazenamento, método de extração, transporte e quantidade de ácidos graxos insaturados no óleo (FRANK *et al.*, 2011). Nesse

sentido, quando comparado o IP do OPB utilizado para o preparo do OPB encapsulado com o do óleo de canola refinado utilizado como ingrediente em todos os molhos, foi observado que tanto o OPB quanto o encapsulado tiveram uma evolução reduzida ($p < 0,05$) nesse parâmetro, em função da composição equilibrada de ácidos graxos saturados e insaturados associada ao efeito protetor dos antioxidantes naturais (carotenoides e tocotrienóis) presentes no OPB, o que difere do óleo de canola.

Ferreira et al. (2016) encapsularam OPB por *spray drying* e obtiveram um valor inicial de índice de peróxidos superior ($11,16 \pm 0,00 \text{ meq.kg}^{-1}$) ao do presente trabalho ($5,98 \pm 0,01 \text{ meq.kg}^{-1}$), mas no inal do teste de 5 semanas a 45°C , obtiveram o valor de $12,54 \pm 0,00 \text{ meq.kg}^{-1}$, próximo ao obtido neste trabalho no tempo 15 ($13,96 \pm 0,02 \text{ meq.kg}^{-1}$). Em atividades de água com valores muito baixos ou altos, as taxas de oxidação lipídica são maiores do que nas intermediárias, portanto, o índice de peróxidos mais alto encontrado inicialmente pelos autores citados pode estar relacionado à menor atividade de água presente em suas amostras, devido à secagem realizada (NELSON; LABUZA, 1992).

Dentre os molhos analisados, o A teve o aumento mais expressivo de IP ($p < 0,05$), por não ter adição de antioxidantes, como o molho B com OPB encapsulado e o C com BHA e BHT. O IP do molho B teve um aumento significativo, de $1,99 \pm 0,01$ a $61,94 \pm 0,01 \text{ meq.kg}^{-1}$ (Figura 2), porém, foi inferior ao do molho A durante todo o teste e ao do molho C até o 5º dia ($p < 0,05$), indicando que os tocotrienóis e carotenoides presentes no OPB encapsulado tiveram ação antioxidante. A adição de OPB encapsulado no molho B e de BHA e BHT no C contribuíram para uma maior estabilidade, visto que o índice ultrapassou o limite máximo permitido nestes molhos somente entre o 5º e 10º dia do teste, ao invés de no 5º dia como no molho A, garantindo ao molho uma vida de prateleira superior, levando em consideração que neste teste cada dia equivale a um mês a mais em relação ao óleo armazenado sob temperatura ambiente (NG *et al.*, 2014). Sainsbury *et al.*, (2016) desenvolveram um molho para salada de óleo de girassol e compararam o efeito de antioxidantes sintético (tetraacetato de etileno diamina -EDTA) e natural (ácido gálico) sobre a vida de prateleira do molho. Ao contrário do presente trabalho em que o índice de peróxidos no tempo 15 variou significativamente ($C < B < A$) ($p < 0,05$), eles não encontraram diferença ($p > 0,05$) do IP entre os molhos elaborados com diferentes tipos de antioxidantes.

Figura 12. Índice de peróxidos (A), acidez (B) e dienos conjugados (C) e trienos conjugados (D) do teste de oxidação acelerada (*Schaal Oven Test*).



Fonte: autoria própria. OPB= óleo de palma bruto; OPB encapsulado = óleo de palma bruto encapsulado; Molho A= molho base; Molho B= molho adicionado de OPB encapsulado; Molho C= Molho adicionado de BHA e BHT.

Na Figura 12 (B) é possível observar que o OPB, o OPB encapsulado e o óleo de canola apresentaram valores de acidez de $8,53 \pm 0,02$ a $8,79 \pm 0,01$; $8,08 \pm 0,01$ a $8,95 \pm 0,01$; e $0,15 \pm 0,00$ a $0,39 \pm 0,01$, respectivamente. Estes valores estão de acordo com o estabelecido pelo Codex Alimentarius (2019) para óleo de palma bruto e óleo de canola refinado (máximo de 10 e $0,6 \text{ mg KOH.g}^{-1}$, respectivamente). A acidez é um importante fator que afeta a qualidade dos óleos e a sua elevação decorre principalmente da hidrólise parcial dos triacilgliceróis, gerando ácidos graxos livres. O óleo de canola apresentou valores iniciais inferiores de acidez ($p < 0,05$) em relação ao OPB por estar na forma refinada, pois durante o processamento, na etapa de desodorização, os ácidos graxos livres são removidos, o que não ocorre com o OPB, que foi analisado em sua forma bruta (TAN *et al.*, 2009). No OPB, está associada à ativação da lipase, presentes no mesocarpo do fruto, devido a lesões provocadas durante e/ou após a colheita, além do armazenamento de cachos por um longo período de tempo (FRANK *et al.*, 2011).

Os valores de índice de acidez (IA) determinados para os molhos variaram de $0,78 \pm 0,01$ a $1,08 \pm 0,01$; $1,86 \pm 0,01$ a $2,56 \pm 0,01$; e de $0,69 \pm 0,01$ a $1,08 \pm 0,05$ para os molhos A, B e C, respectivamente. Os molhos apresentaram uma elevada acidez já no primeiro dia de análise (tempo zero), assim como nos testes do item 5.2.4, pelas mesmas razões citadas.

Portanto, levando em consideração que os resultados de acidez dos óleos puros analisados (canola e OPB) e do óleo extraído do OPB encapsulado estavam dentro dos limites da legislação durante toda a análise, pode-se concluir que as amostras de molho, apesar dos resultados altos, também estariam.

Os resultados do presente estudo diferem de NG *et al.*, (2014) que encapsularam óleo de semente de *kenafe*, após a realização do teste de oxidação acelerada durante 24 dias a 65°C , encontraram no tempo zero, o valor da acidez do óleo livre menor ($p < 0,05$) em relação ao óleo encapsulado. Em contrapartida, ao longo do teste, esse dado alterou em função do efeito protetor que o encapsulamento provocou sobre o óleo. Nesse estudo, a acidez do OPB encapsulado foi maior ($p < 0,05$) que o OPB após 15 dias e em relação aos molhos entre si, não houve diferença significativa da acidez. Além disso, a acidez de todos os óleos e os molhos variou significativamente ao longo do tempo e entre eles, o que era de se esperar dada as condições do teste e também às diferenças entre a composição de cada óleo estudado, inclusive dos molhos.

Não há valores estabelecidos para dienos e trienos conjugados na legislação para nenhum óleo, porém, esta análise é importante na indicação de estados oxidativos em óleos, por serem produtos primários e secundários da oxidação, respectivamente (ARIFOĞLU &

ÖGÜTCÜ, 2019). Os resultados obtidos para dienos e trienos estão apresentados nas Figura 12 (C) e (D), respectivamente.

Na Figura 12 (C) constam os valores de dienos conjugados, que variaram de $1,72 \pm 0,23$ a $4,60 \pm 0,07$ para OPB; $1,68 \pm 0,01$ a $3,95 \pm 0,15$ para OPB encapsulado; $3,21 \pm 0,33$ a $6,69 \pm 0,28$ para óleo de canola; $3,36 \pm 0,01$ a $4,17 \pm 0,05$ para molho A; $3,17 \pm 0,01$ a $4,07 \pm 0,11$ para molho B e $3,31 \pm 0,01$ a $4,15 \pm 0,06$ para o molho C.

Na parte D podem ser observados os resultados para trienos conjugados. Os valores variaram de $0,49 \pm 0,07$ a $0,69 \pm 0,01$; $0,49 \pm 0,01$ a $0,63 \pm 0,01$; $0,76 \pm 0,01$; $1,36 \pm 0,05$; $0,72 \pm 0,01$ a $1,31 \pm 0,05$; $0,78 \pm 0,01$ a $1,24 \pm 0,04$; $0,69 \pm 0,01$ a $1,27 \pm 0,08$, em relação ao OPB, OPB encapsulado, óleo de canola, molho A, molho B e molho C, respectivamente. Foi possível observar que tanto para os dienos quanto para os trienos conjugados, os valores iniciais (tempo zero) foram maiores para o óleo de canola e para os molhos A, B e C ($p < 0,05$) em relação ao OPB e ao OPB encapsulado. O índice de peróxidos de óleo refinado é zero, pois o refino é feito sob vácuo e a desodorização elimina tudo. A variação desses compostos ao longo do tempo também foi maior no óleo de canola, que apresenta um elevado teor de ácidos graxos insaturados. Arifoğlu & Ögütcü (2019), também no tempo zero, encontraram valores maiores de dienos (7,39) e trienos (0,85) conjugados para o óleo de canola. Ressalta-se que após 15 dias de teste de oxidação acelerada, os dienos conjugados do OPB encapsulado foram menores ($p < 0,05$) que os do OPB. Esses resultados podem estar correlacionados com o IP, também nesse tempo, em que o OPB encapsulado apresentou valor inferior ($p < 0,05$) ao OPB. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) em relação aos trienos conjugados para o OPB comparado ao OPB encapsulado. Para os molhos, não houve diferença ($p > 0,05$) tanto em relação aos dienos quanto em relação aos trienos.

5.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS MOLHOS

Os resultados das determinações microbiológicas das amostras de molho analisadas logo após o preparo, aos 15 e 30 dias de armazenamento refrigerado, indicaram que os molhos estavam dentro dos padrões estabelecidos pela RDC N° 12 de 2 de janeiro de 2001 da ANVISA (Brasil, 2001) e, portanto, estavam próprios para consumo durante este período. Para coliformes termotolerantes a 45 °C as contagens foram $< 10 \text{ UFC.g}^{-1}$, e para *Salmonella spp* o resultado foi ausência em 25g, em todos os tempos. Já na contagem de *Estafilococos aureus*, a contagem foi $< 100 \text{ UFC.g}^{-1}$ nos tempos analisados para os molhos A e C, enquanto para o molho B, no tempo zero foi $< 10 \text{ UFC.g}^{-1}$ e depois $< 100 \text{ UFC.g}^{-1}$ aos 15 e 30 dias de armazenamento. Os

resultados apresentados provavelmente estão relacionados ao modo de armazenamento do produto (refrigerado) e ao baixo pH das amostras (3,77 - 3,94), o qual reduz ou inibe a velocidade de multiplicação de diversos tipos de microrganismos.

Melo *et al.* (2015), ao analisarem molho para salada do tipo *French* armazenado por 28 dias sob refrigeração nos tempos 0, 7, 14, 21 e 28, tiveram contagem $<0,3$ NMP.g⁻¹ para coliformes termotolerantes e ausência de *Estafilococos aureus*, *Salmonella spp* e *L. monocytogenes*. Os resultados também estão de acordo com os de Costa (2015), que desenvolveu molho para salada de iogurte com óleo essencial de manjeriço e obteve os resultados de $<0,3$ NMP.g⁻¹ para coliformes termotolerantes e ausência de *Estafilococos aureus* e *Salmonella spp* em 25g nos dias 0, 15 e 28 de armazenamento.

5.5 ANÁLISE SENSORIAL DOS MOLHOS

5.5.1 Perfil dos julgadores

Setenta julgadores não treinados (n=70) foram selecionados na Universidade Federal de Santa Catarina, sem distinção de gênero ou idade. Para obter o perfil dos julgadores participantes da análise, foi solicitado que preenchessem um questionário (Apêndice C). Os resultados (Tabela 12) demonstraram que 69,4% dos participantes eram do sexo feminino, com idade entre 18 a 27 anos (58,1%) e com ensino superior completo (67,7%). Destes, 96,8% apreciam mostarda e apenas 24,2% nunca havia consumido óleo de palma bruto ou algum produto adicionado do mesmo.

Tabela 12. Dados coletados sobre o perfil dos julgadores participantes da análise sensorial.

Dados	%
Sexo	
Feminino	69,4
Masculino	30,6
Idade	
Entre 18 – 27 anos	58,1
Entre 28 – 37 anos	33,9
Entre 38 – 47 anos	4,8
Entre 48 – 57 anos	1,6
Acima de 58 anos	1,6
Escolaridade	
Ensino médio (2º Grau) completo	3,2
Ensino superior incompleto	29,0
Ensino superior completo	67,7

%, percentual do total de 70 consumidores.

Quanto aos hábitos de consumo (Tabela 13), pouco mais da metade (54,8%) relatou que consome salada todos os dias e 30,6%, de 4 a 6 vezes na semana. Porém, apesar desta alta porcentagem, o consumo de molho para salada ainda é baixo pois, 30,6% responderam que consomem o produto de 1 a 3 vezes na semana e 29,0% que consome menos de 1 vez no mês. Entretanto, 96,8% dos 70 consumidores responderam que consumiriam molho para salada adicionado de OPB encapsulado como substituto de antioxidantes artificiais.

Com relação ao que os julgadores levam em consideração na compra de produtos alimentícios, eles responderam que primeiramente levam em conta o benefício a saúde (40,3%), seguido do preço (30,6%), depois a aparência do mesmo (25,8%) e por último a marca (3,2%).

Tabela 13. Hábitos de consumo de potenciais consumidores de molho para salada adicionado de OPB encapsulado.

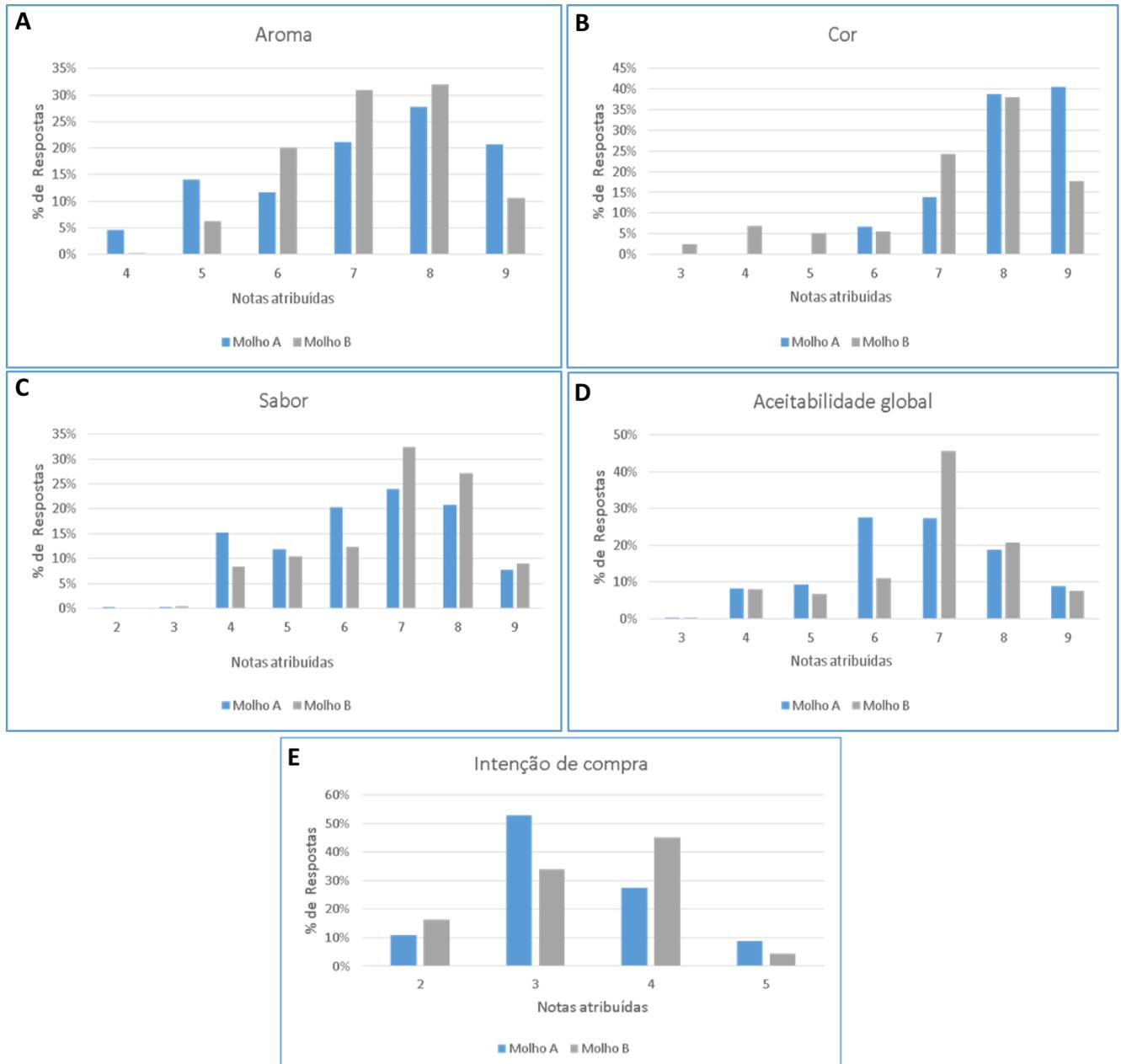
Hábitos de consumo	%
Frequência de consumo de salada	
Todos os dias	54,8
4-6 vezes por semana	30,6
1-3 vezes por semana	9,7
1-2 vezes por mês	3,2
Menos do que uma vez por mês	1,6
Frequência de consumo de molho para salada	
Todos os dias	6,5
4-6 vezes por semana	11,3
1-3 vezes por semana	30,6
1-2 vezes por mês	19,4
Menos do que uma vez por mês	29,0
Nunca/ não consumo	3,2
Consumo de OPB ou produtos adicionados do mesmo	
Sim	75,8
Não	24,2
Apreço por produtos de mostarda	
Sim	96,8
Não	3,2
Intenção de consumir molho para salada adicionado de OPB encapsulado como substituto de antioxidantes artificiais	
Sim	96,8
Não	3,2
O que é levado em consideração na compra de um alimento	
Benefício à saúde	40,3
Preço	30,6
Aparência	25,8
Marca	3,2

%, percentual do total de 70 consumidores.

5.5.2 Aceitabilidade e intenção de compra

Os resultados de aceitabilidade e intenção de compra para os molhos base (A) e molho B (adicionado de OPB encapsulado) encontram-se na Figura 13.

Figura 13. Histograma dos resultados obtidos em relação à frequência das notas atribuídas ao aroma (A), cor (B), sabor (C), aceitabilidade global (D) e intenção de compra (E).



Fonte: autoria própria.

É possível observar que, com relação ao aroma, sabor e aceitabilidade global, as maiores notas foram obtidas para o molho B. Para aroma e sabor, as maiores porcentagens de resposta estavam nas notas 7 e 8 (31% e 32% para aroma e 32% e 27% para sabor, respectivamente). Para a aceitabilidade global, a maior porcentagem foi da nota 7, com 45% da frequência de respostas para o molho B. Estes resultados indicam que a adição de OPB causou interferências positivas na aceitação do produto.

Porém, quanto a cor, as maiores frequências foram para as notas 8 e 9 (equivalente a “gostei muitíssimo”), na 8 as frequências dos molhos A e B foram similares (39% e 38%, respectivamente), porém na 9 o molho A teve notas superiores ao B (40% e 18%, respectivamente), indicando a maior preferência dos julgadores pela cor mais clara do A.

Ao avaliar a intenção de compra, as maiores frequências foram para as notas 3 (talvez comprasse, talvez não comprasse), com predomínio do molho A (53% versus 34% do molho B) e para a nota 4 (provavelmente compraria), superior para o molho B (45% versus 27% do molho A).

Estes resultados indicam que a adição de OPB, apesar do seu sabor marcante, não interferiu de forma negativa na aceitação do produto e, inclusive trouxe resultados positivos, exceto na sua coloração. Esses resultados são interessantes pois os habitantes do Estado de Santa Catarina, ao contrário dos baianos, não possuem o hábito de consumir o OPB, portanto, o sabor marcante do OPB poderia não agradar a este público. Provavelmente, o fato de o óleo ter sido adicionado na forma encapsulada tenha contribuído para este resultado, pois o encapsulamento pode mascarar sabores, e já é utilizado na indústria farmacêutica para este fim, reduzindo a percepção do sabor dos princípios ativos de medicamentos (MUNGURE *et al.*, 2018).

Com base nesses resultados, é possível concluir que os resultados obtidos para os parâmetros avaliados nos molhos A e B, reforçam que sensorialmente, há possibilidade de ser lançado no mercado um produto mais saudável, por apresentar ingredientes mais naturais e com potencial efeito benéfico à saúde.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos foi possível confirmar que o OPB utilizado nesse trabalho apresentava alto teor de carotenoides, tocoferóis e tocotrienóis. O encapsulamento do óleo foi eficiente, não afetou esses compostos bioativos, e a atividade antioxidante do encapsulado manteve-se constante durante os 30 dias de armazenamento refrigerado.

Para os índices de oxidação estudados, em comparação à amostra controle (molho A), a adição de OPB encapsulado (molho B) resultou no aumento da vida útil do produto desenvolvido.

Apesar de o OPB ter um sabor marcante, que poderia ocasionar menor aceitação, em sua forma encapsulada e juntamente com a mostarda, na análise sensorial o molho que o

continha obteve resultados de aroma, aceitabilidade global e sabor superiores aos do molho controle, indicando que sua adição não teve efeitos sensoriais negativos.

Portanto, conclui-se que o OPB encapsulado foi capaz de estabilizar o molho desenvolvido pelo período de 20 dias em armazenamento refrigerado e pode ser uma alternativa natural aos antioxidantes sintéticos BHA e BHT neste tipo de molho, atuando também como corante e melhorando o valor nutricional do produto, com seu conteúdo de pro-vitamina A e vitamina E. Porém, devido a curta vida de prateleira do produto e as notas obtidas para intenção de compra, novas pesquisas se fazem necessárias para torna-lo viável, abrangendo diferentes tipos de molhos e novas concentrações de OPB, visando ampliar e confirmar estes resultados.

REFERÊNCIAS

- ADJONU, R. *et al.* Thermal stability of Australian canola oil varieties. In: 20th AUSTRALIAN RESEARCH ASSEMBLY ON BRASSICAS, 20, 2018, Australia, 2018. v. 1, p. 16 - 21.
- AGHBASHLO, M. *et al.* Fish oil microencapsulation as influenced by spray dryer operational variables. **International Journal of Food Science & Technology**, [S.l.], v. 48, n. 8, p.1707-1713, 2 maio 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.12141>.
- AGROCLUSTER (Brasil). **Associação Empresarial do Setor Agro-industrial. Tendências do Mercado Alimentar do Brasil: Aspectos do consumo, produto, distribuição e comunicação.** 2015. Disponível em: http://docplayer.com.br/5576121-Tendencias-do-mercado-alimentar-do-brasil-aspectos-do-consumo-produto-distribuicao-e-comunicacao.html#show_full_text. Acesso em: 22 ago. 2018.
- AHN, J. *et al.* Optimization of microencapsulation of seed oil by response surface methodology. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 107, n. 1, p.98-105, mar. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.067>.
- ALFRECHA, F.; NYAM, K. L. Microencapsulation of red palm oil and its stability during accelerated storage. **Malaysian Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 24, n.4, p.597-605, 2018.
- ALMEIDA, D. T. de *et al.* A quality assessment of crude palm oil marketed in Bahia, Brazil. **Grasas y Aceites**, [S.l.], v. 64, n. 4, p.387-394, 22 jul. 2013. Departamento de Publicaciones del CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/gya.118412>.
- ANDREU-SEVILLA, A. *et al.* Mathematical quantification of total carotenoids in Sioma® oil using color coordinates and multiple linear regression during deep-frying simulations. **European Food Research and Technology**, [S.l.], v. 226, n. 6, p. 1283-1291, 6 jun. 2007. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-007-0656-2>.
- ANTOVA, G. A. *et al.* Lipid composition of mustard seed oils (*Sinapis alba* L.). **Bulgarian Chemical Communications**, Plovdiv, v. 49, n. 1, p.55-60, dez. 2016.
- AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society.** Champaign: American Oil Chemist's Society, 2004.
- ARIFOGLU, N.; ÖGÜTCÜ, M. Effect of Microwave Heating on Quality Parameters of Hazelnut, Canola and Corn Oils. **Akademik Gıda**, [S.l.], p.23-29, 26 mar. 2019. Akademik Gıda. <http://dx.doi.org/10.24323/akademik-gida.544043>.
- BAJPAI, V. K. *et al.* Prospects of using nanotechnology for food preservation, safety, and security. **Journal of Food and Drug Analysis**, [S.l.], v. 26, n. 4, p.1201-1214, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfda.2018.06.011>.
- BARRETO, R. L. P. **Passaporte para o sabor: Tecnologias para a elaboração de cardápios.** 4. ed. São Paulo: Senac, 2003.

BASIRON, Y.; WENG, C. K. THE OIL PALM AND ITS SUSTAINABILITY. **Journal of Oil Palm Research, Kuala Lumpur**, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 1-10, 16 fev. 2004.

BATYCKY, R. P. *et al.* **Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S.l.], v. 86, n. 12, p. 1464-1477, dez. 1997. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1021/js9604117>.

BORTNOWSKA, G. *et al.* Stability and physicochemical properties of model salad dressings prepared with pregelatinized potato starch. **Carbohydrate Polymers**, [S.l.], v. 111, p.624-632, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.015>.

BHATTACHARYA, S.; VASUDHA, N.; MURTHY, K.S. Rheology of mustard paste: a controlled stress measurement. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v. 41, n. 3-4, p.187-191, ago. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774\(99\)00102-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774(99)00102-8).

BHATTACHARJEE, S. DLS and Zeta potential – What they are and what they are not? **Journal of Controlled Release**, [S.l.], v. 235, p.337-351, ago. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.06.017>.

BRAR, S. K.; DHILLON, G.; FERNANDES, M. **Biotransformation of Waste Biomass into High Value Biochemicals**. Nova Iorque: Springer-verlag. New York, 2014. 504 p.

BRASIL. Anvisa. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RESOLUÇÃO ANVISA - RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001: Padrões Microbiológicos de Alimentos**. 2001.

Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b . Acesso em: 25 jul. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Ministério da Saúde.

REGULAMENTO TÉCNICO PARA ESPECIARIAS, TEMPEROS E

MOLHOS. 2005a. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_276_2005.pdf/4fdfea4c-6054-4ae2-a23d-7a5d3b903f2f. Acesso em: 06 abr. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Ministério da Saúde.

REGULAMENTO TÉCNICO PARA ÓLEOS VEGETAIS, GORDURAS VEGETAIS E CREME VEGETAL. 2005b. Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%281%29RDC_270_2005_.pdf/17c7acea-6812-44f8-a7d9-0fe0ccd61431 Acesso em: 08 abr. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Ministério da Saúde.

REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE A INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) DE PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS. 2005c. Disponível em:

[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3bdd1f96162d607b3#:~:text=Ingest%C3%A3o%20Di%C3%A1ria%20Recomendada%20\(IDR\)%20%C3%A9,pessoas%20de%20uma%20popula%C3%A7%C3%A3o%20sadia.&text=3.1.,23%20de%20dezembro%20de%202003](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3bdd1f96162d607b3#:~:text=Ingest%C3%A3o%20Di%C3%A1ria%20Recomendada%20(IDR)%20%C3%A9,pessoas%20de%20uma%20popula%C3%A7%C3%A3o%20sadia.&text=3.1.,23%20de%20dezembro%20de%202003). Acesso em: 04 ago. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Ministério da

Saúde. **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA– RDC Nº 4, DE 15 DE JANEIRO DE 2007**. 2007. Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%281%29RDC_04_2007_COMP.pdf/701e7ed1-77a5-4c72-8278-4c81eac3fbf8. Acesso em: 19 ago. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Ministério da Saúde. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012**. 2012. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 04 ago. 2020.

BRASIL. **Instituto Nacional da Propriedade Industrial**. Ministério da Economia. Pesquisa em Propriedade Industrial. 2020. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp>. Acesso em: 04 mar. 2020.

BRUBACHER *et al.* **Methods for the Determination of Vitamins in Food**, p. 97-106, 1985.

CAMPO, C. *et al.* Nanoencapsulation of chia seed oil with chia mucilage (*Salvia hispanica* L.) as wall material: Characterization and stability evaluation. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 234, p.1-9, 2017.

CAMPOS, D.C.P. *et al.* Molho cremoso à base de extrato de soja: estabilidade, propriedades reológicas, valor nutricional e aceitabilidade do consumidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 919-926, Dec. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612009000400033&lng=en&nrm=iso. Access on 17 July 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000400033>.

CASTRO, M. P. *et al.* Effect of preservatives, tween 20, oil content and emulsion structure on the survival of *Lactobacillus fructivorans* in model salad dressings. **Lwt - Food Science and Technology**, [S.l.], v. 42, n. 8, p.1428-1434, out. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2009.02.021>.

CHEW, S. *et al.* Effect of chemical refining on the quality of kenaf (*hibiscus cannabinus*) seed oil. **Industrial Crops and Products**, [S.l.], v. 89, p.59-65, Out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.002>.

CHIVERO, P. *et al.* Effect of xanthan and guar gums on the formation and stability of soy soluble polysaccharide oil-in-water emulsions. **Food Research International**, [S.l.], v.70, n.7–14, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.025>

CHOO, Y. M. *et al.* Application of Supercritical Fluid Chromatography in the Quantitative Analysis of Minor Components (carotenes, vitamin E, sterols, and squalene) from Palm Oil. **Lipids**, [S.l.], v. 40, p. 429 – 432, abr. 2005a. <http://dx.doi.org/10.1007/s11745-006-1400-6>

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex Standard for named vegetable oils**. Roma, 2019. Disponível: <<http://www.codexalimentarius.org/standards/>> Acesso em: 20 de Junho de 2020.

COIMBRA, M. C; JORGE, N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleraces*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and

macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.l.], v. 92, n. 3, p. 679-684, 15 set. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4630>.

CONCEIÇÃO, E. J. L. da *et al.* Uso de azeite de dendê microencapsulado para fortificação de iogurte com pró-vitamina a. In: **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2016, Gramado. Resumo estendido. Gramado: Sbcta-rs, 2016. p. 1-29.

CORREIA, L. C. A. **Efeito da fritura e da oxidação acelerada nos carotenoides e atividade antioxidante de óleos vegetais**. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência de Alimentos, Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

COSTA, E.S. **Desenvolvimento de molho de iogurte para salada com óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2015. 22 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, 2015.

COUVREUR, P. *et al.* Nanocapsule technology: a review. **Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems**, [S.l.], v. 2, n.19, p. 99-134, 2002.

CURVELO, F. M *et al.* Qualidade do óleo de palma bruto (*Elaeis guineensis*): matéria-prima para fritura de acarajés. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [S.L], v. 4, n. 70, p. 641-646, dez. 2011.

DAUD, Z. A. M.; KAUR, D.; KHOSLA, P. Health and Nutritional Properties of Palm Oil and Its Components. **Palm Oil**, [S.l.], p.545-560, 2012. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-9818936-9-3.50021-6>.

DELCOUR, J. A.; POUTANEN, K. **Fibre-Rich and Wholegrain Foods**. Reino Unido: Woodhead Publishing, 2013. 496 p.

DIAN, N. L. H. M; SUDIN, N.; YUSOFF, M. S. A. Characteristics of Microencapsulated Palm-Based Oil as affected by type of wall material. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, [S.l.], v. 70, p. 422 - 426, 1996.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. **Food Hydrocolloids**, [S.l.], n.17, p.25–39, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00120-5)

DOMIAN, E. *et al.* Influence of agglomeration on physical characteristics and oxidative stability of spray-dried oil powder with milk protein and trehalose wall material. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v. 125, p.34-43, mar. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.10.017>

DRUSCH, S. *et al.* Impact of Physicochemical Characteristics on the Oxidative Stability of Fish Oil Microencapsulated by Spray-Drying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 55, p. 11044 - 11051, 2007

EDEM, D.O. Palm oil: biochemical, physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects. **Plant Foods For Human Nutrition**, [S.l.], v. 57, n. 3/4, p. 319-341, 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1021828132707>.

ESPAENET: Patent Research. 2020. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/>. Acesso em: 04 mar. 2020.

ESQUERDO, V. M *et al.* Nanoemulsions From Unsaturated Fatty Acids Concentrates of Carp Oil Using Chitosan, Gelatin, and Their Blends as Wall Materials. **European Journal of Lipid Science and Technology**, [S.l.], v. 120, n. 2, p. 1700240, 16 nov. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.201700240>.

EVANS, J.C.; KODALI, D.R.; ADDIS, P.B. Optimal Tocopherol Concentrations to Inhibit Soybean Oil Oxidation. **Jornal AOAC**, [S.l.], v. 1, n. 79, p. 47-51, jan. 2002.

FARHOOSH, R; EINAFSHAR, S; SHARAYEI, P. The effect of commercial refining steps on the rancidity measures of soybean and canola oils. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 115, n. 3, p. 933–938, 2009.

FARVIN, K.H.S.; SURENDRARAJ, A. Plant Antioxidant Extracts: Effect on Lipid or Protein Oxidation in Seafood Products. **Reference Module in Food Science**, [S.l.], p.1-12, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.21506-0>.

FAS/USDA. Foreign Agricultural Service. United States Department of Agriculture. Oilseeds: World Markets and Trade: global corn oil trade falls with increased competition and tighter U.S. supplies. 2020. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>. Acesso em: 21 jul. 2020.

FERNANDEZ, V. E. *et al.* Rheological properties and stability of low-in-fat dressings prepared with high-pressure homogenized yeast. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v. 111, n. 1, p.57-65, jul. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.029>.

FERREIRA, C. D. **AZEITE DE DENDÊ ENCAPSULADO: UMA ALTERNATIVA PARA PRESERVAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS**. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Cap. 1.

FERREIRA, C. D. *et al.* Physicochemical Characterization and Oxidative Stability of Microencapsulated Crude Palm Oil by Spray Drying. **Food and Bioprocess Technology**, [S.l.], v. 9, n. 1, p.124-136, 1 out. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-015-1603-z>.

FIOR MARKETS. **Global Salad Dressings and Mayonnaise Market Growth 2019-2024. 2020**. Disponível em: <https://www.fiormarkets.com/report/global-salad-dressings-and-mayonnaise-market-growth-2019-2024-371586.html>. Acesso em: 12 abr. 2020.

FLINOIS, J. C.; DANDO, R.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Effects of replacing buttermilk with yogurt acid whey in ranch dressing. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v. 102, n. 9, p. 7874-

7883, set. 2019. **American Dairy Science Association**. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-16158>.

FOOD INGREDIENTS. **Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos**. 2020.

Disponível em:

<https://revistafi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf>.

Acesso em: 08 jan. 2020.

FRANKEL, E. N. *et al.* Interfacial Phenomena in the Evaluation of Antioxidants: Bulk Oils vs Emulsions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, n. 5, p.1054-1059, 1994.

GALLARDO, G *et al.* Microencapsulation of linseed oil by spray drying for functional food application. **Food Research International**, [S.l.], v. 52, n. 2, p. 473-482, 2013.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.020>

GALLO, J. M. A. S. **AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO E DAS PROPRIEDADES SENSORIAIS DE MOLHOS COMERCIAIS PARA SALADA TRATADOS POR IRRADIAÇÃO**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-29052013-104833/pt-br.php>. Acesso em: 02 nov. 2018.

GANESAN, K.; SUKALINGAM, K.; XU, B. Impact of consumption and cooking manners of vegetable oils on cardiovascular diseases- A critical review. **Trends in Food Science & Technology**, [S.l.], v. 71, p.132-154, jan. 2018. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.003>.

GAVAHIAN, M. *et al.* A critical analysis of the cold plasma induced lipid oxidation in foods. **Trends in Food Science & Technology**, [S.l.], v. 77, p. 32-41, jul. 2018. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.009>.

GEE, P.T. Analytical characteristics of crude and refined palm oil and fractions. **European Journal of Lipid Science and Technology**, [S.l.], v. 109, n. 4, p.373-379, abr. 2007. Wiley.

<http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.200600264>.

GERANPOUR, M.; ASSADPOUR, E.; JAFARI, S. M. Recent advances in the spray drying encapsulation of essential fatty acids and functional oils. **Trends in Food Science & Technology**, [S.l.], v. 102, p. 71-90, ago. 2020. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.028>.

GIBBS *et al.* Encapsulation in the food industry: a review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, [S.l.], v. 50, p.213 - 224, 1999.

GRIMALDI, R.; TOMM, G. O. **DESVENDANDO FALÁCIAS SOBRE A CANOLA**: Revista Óleos e Gorduras. 2020. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1087765/1/ID443002017v3p60OleosGorduras.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2020.

GUINAZ, M. *et al.* Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, [S.l.], v. 32, n. 8, p.2098-2103, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000800021>.

HAMAD, A. F. *et al.* The intertwine of nanotechnology with the food industry. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [S.l.], v. 25, n. 1, p.27-30, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.09.004>

HASSANIEN, M.F.R., SHAROBA, A.M. Rheological characteristics of vegetable oils as affected by deep frying of french fries. **Journal of Food Measurement and Characterization**, [S.l.], v.8, p. 171–179, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11694-014-9178-3>

HEYMAN, B. *et al.* Effects of non-starch hydrocolloids on the physicochemical properties and stability of a commercial béchamel sauce. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v.99, n. 2, p. 115-120, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.02.005>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da produção agrícola**. Brasil. 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_jan.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.

INOVA (Campinas). Agência de Inovação Inova UNICAMP. **Importância da Propriedade Intelectual nas atividades de pesquisa e inovação**. Campinas: Inova Unicamp, [2012]. 50 slides, color. Disponível em: https://www.inova.unicamp.br/sites/default/files/documents/Importancia_da_Propriedade_Intelectual_nas_atividades_de_pesquisa_e_inovacao-artigo.pdf. Acesso em: 02 out. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 07 set. 2018.

JACOBSEN, C.; TIMM, M. Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v.49, p. 3947 – 3956, mar. 2001.

JĘDRKIEWICZ, R. *et al.* Determination of 3-MCPD and 2-MCPD esters in edible oils, fish oils and lipid fractions of margarines available on Polish market. **Food Control**, [S.l.], v. 59, p.487-492, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.05.039>.

KAL TSA, O. *et al.* Stability, physical properties and acceptance of salad dressings containing saffron (*Crocus sativus*) or pomegranate juice powder as affected by high shear (HS) and ultrasonication (US) process. **Lwt**, [S.l.], v. 97, p.404-413, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.015>.

KAUR, J.; KAUR, G.; SHARMA, S. Corn starch nanoparticles: preparation, characterization, and utilization as a fat replacer in salad dressing. **Acta Alimentaria**, [S.l.], v. 48, n. 2, p. 204-212, jun. 2019. Akademiai Kiado Zrt. <http://dx.doi.org/10.1556/066.2019.48.2.8>.

KAUR, D.; SOGI, D. S.; WANI, A. A. Oxidative Stability of Soybean Triacylglycerol Using Carotenoids and γ -Tocopherol. **International Journal of Food Properties**, [S.l.], v. 18, n. 12, p. 2605-2613, 16 mar. 2015. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2013.803118>.

KRSTONOŠIĆ, V. *et al.* Influence of xanthan gum on oil-in-water emulsion characteristics stabilized by OSA starch. **Food Hydrocolloids**, [S.l.], v.45, p.9–17, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.10.024>

KIM, J. Y. *et al.* Effects of relative humidity on the antioxidant properties of α -tocopherol in stripped corn oil. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 167, p.191-196, jan. 2015. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.108>.

KUA, Y. L. *et al.* A validated, rapid, simple and economical high-performance liquid-chromatography method to quantify palm tocopherol and tocotrienols. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.l.], v. 53, p.22-29, out. 2016. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2016.09.003>.

KUSKOSKI, E. M. *et al.* Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LEE, Y. *et al.* Effect of riboflavin on the photo-oxidative stability of vegetable oil in salad dressing. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 152, p.349-354, jun. 2014. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.163>.

LEI, M. *et al.* Facile microencapsulation of olive oil in porous starch granules: Fabrication, characterization, and oxidative stability. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S.l.], v. 111, p.755-761, maio 2018. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.051>.

LIANG, C.; SCHWARZER, K. Comparison of Four Accelerated Stability Methods for Lard and Tallow With and Without Antioxidants. **Jornal AOAC**, [S.l.], v. 10, n. 75, p. 1441-1443, fev. 1998.

LINHARD, R. (1988). Biodegradable polymers for controlled release of drugs. In: Rosoff M. Controlled release of drugs: Polymers and aggregate systems. **VCH Publisher Inc.**, p. 53-85.

LODY, R. G. M. Dendê: Símbolo e Sabor da Bahia. São Paulo: Senac, 2009.

MA, Z. *et al.* Rheological, physical stability, microstructural and sensory properties of salad dressings supplemented with raw and thermally treated lentil flours. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v. 116, n. 4, p.862-872, jun. 2013. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.024>.

MACMAHON, S.; BEGLEY, T. H.; DIACHENKO, G. W. Occurrence of 3-MCPD and glycidyl esters in edible oils in the United States. **Food Additives & Contaminants: Part A**, [S.l.], v. 30, n. 12, p. 2081-2092, dez. 2013. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2013.840805>.

MAYER, L. *et al.* PRODUÇÃO, PROPRIEDADES REOLÓGICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA XANTANA PRODUZIDA POR *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p. 87-95, jun. 2008.

MELO, A. N. F. *et al.* Stability, nutritional and sensory characteristics of French salad dressing made with mannoprotein from spent brewer's yeast. **LWT - Food Science and Technology**, [S.l.], v. 62, n.1, p. 771–774, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.050>

MISHRA, R. Antioxidants and their charecterization. **Journal of Pharmacy Research**, India, v. 8, n. 4, p. 2277-2746, 16 jul. 2011.

MBA, O. I.; DUMONT, M.; NGADI, M. Palm oil: processing, characterization and utilization in the food industry: a review. **Food Bioscience**, [S.l.], v. 10, p. 26-41, jun. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003>.

MOHAMAD, R.; AGUS, B. A. P.; HUSSAIN, N. Changes of Phytosterols, Rheology, Antioxidant Activity and Emulsion Stability of Salad Dressing with Cocoa Butter During Storage. **Food Technology and Biotechnology**, [S.l.], v. 57, n. 1, p. 59-67, 2019. Faculty of Food Technology and Biotechnology - University of Zagreb. <http://dx.doi.org/10.17113/ftb.57.01.19.5692>.

MOZAFARI, H. R.; HOJJATOLESLAMY, M. AND HOSSEINI, E. Zodo gum exudates from Rosaceae as a fat replacer in reduced-fat salad dressing. **International Food Research Journal**, [S.l.], v. 26, n. 3, p. 1087 – 1093, 2019.

MORDOR. **SALAD DRESSING MARKET - GROWTH, TRENDS, AND FORECAST (2020-2025)**. 2019. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/salad-dressing-market>. Acesso em: 12 abr. 2020.

MUNGURE, T. *et al.* Potential application of pectin for the stabilization of nanoemulsions. **Current Opinion in Food Science**, [S.l.], v. 19, p.72-76, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.011>.

NAKAUMA, M. *et al.* Comparison of sugar beet pectin, soybean soluble polysaccharide, and gum arabic as food emulsifiers. 1. Effect of concentration, pH, and salts on the emulsifying properties. **Food Hydrocolloids**, [S.l.], v. 22, n. 1254–1267, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.09.004>

NELSON, K. A.; LABUZA, T. P. Relationship Between Water and Lipid Oxidation Rates. **Acs Symposium Series**, [S.l.], p. 93-103, 5 ago. 1992. American Chemical Society. <http://dx.doi.org/10.1021/bk-1992-0500.ch006>.

NG, S. *et al.* Effect of total solids content in feed emulsion on the physical properties and oxidative stability of microencapsulated kenaf seed oil. **Lwt - Food Science and Technology**, [S.l.], v. 58, n. 2, p.627-632, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.03.010>.

PANFILI, G.; FRATIANNI, A.; IRANO, M. Normal Phase High-Performance Liquid Chromatography Method for the Determination of Tocopherols and Tocotrienols in

Cereals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 51, n. 14, p.3940-3944, jul. 2003. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf030009v>.

PARASKEVOPOULOU, D.; BOSKOU, D.; PARASKEVOPOULOU, A. Oxidative stability of olive oil–lemon juice salad dressings stabilized with polysaccharides. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 101, n. 3, p.1197-1204, jan. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.022>.

PENÇON, S. *et al.* The effect of surfactant on the physical properties of coconut oil nanoemulsions. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S.l.], v. 2018, n. 000, p.1-6, mar. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajps.2018.02.005>.

PEREIRA, K. S. *et al.* Salad dressing spoilage by *Bacillus amyloliquefaciens* with gas formation. **Brazilian Journal of Food Technology**, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 1-6, 13 nov. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.2517>.

PÉREZ, M., R *et al.* Amparo. Encapsulation of folic acid in food hydrocolloids through nanospray drying and electrospraying for nutraceutical applications. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 168, p. 124-133, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.051>.

PERRECHIL, F. A. *et al.* Rheological and structural evaluations of commercial italian salad dressings. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v. 30, n. 2, p.477-482, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612010000200027>.

PETER, K. V. Handbook of Herbs and Spices. Reino Unido: **Woodhead Publishing**, 2012. 640 p.

POSSA, M.V. (Rio de Janeiro). Reologia no tratamento de minérios. In: LUZ, Adão Benvindo da. **Tratamento de minérios**. 6. ed. Rio de Janeiro: Cetem/mctic, 2018. Cap. 13. p. 549-594.

PRADO, A.C.P.; BLOCK, J. M. Palm and Palm Kernel Oil Production and Processing in Brazil. **Palm Oil**, [S.l.], p. 251-274, 2012. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-9818936-9-3.50012-5>.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, [S.l.], v. 29, n. 4, p.755-760, jul. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422006000400023>.

RANJAN, S.; PASSI, S. J.; SINGH, S. N. Impact of Crude Palm Oil Fortified Cookies Supplementation on Anthropometry, Vitamin A and Hematological Status of School Children in India. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, [S.l.], v. 89, n. 5-6, p.321-330, nov. 2019. Hogrefe Publishing Group. <http://dx.doi.org/10.1024/0300-9831/a000478>.

RASHED, A. A. *et al.* The Nutritional Composition of Mayonnaise and Salad Dressing in the Malaysian Market. **Sains Malaysiana**. [S.l.], v. 46, p. 139-147, jan. 2017. <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2017-4601-18>

RHEE, M.S. *et al.* Antimicrobial Effects of Mustard Flour and Acetic Acid against *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium. **Applied and Environmental Microbiology**, [S.l.], v. 69, n. 5, p.2959-2963, 1 maio 2003. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aem.69.5.2959-2963.2003>.

RIBEIRO, P. C. E. **Avaliação da qualidade oxidativa de margarinas adicionadas de extratos de casca de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch] E DE ALECRIM [*Rosmarinus Officinalis*]**. 2013. 100 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Cap. 1.

RICAURTE, L. *et al.* Production of high-oleic palm oil nanoemulsions by high-shear homogenization (microfluidization). **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [S.l.], v. 35, p.75-85, jun. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2016.04.004>.

SAINSBURY, J. *et al.* The effects of antioxidants and shelf life conditions on oxidation markers in a sunflower oil salad dressing emulsion (SOSDE). **Food Chemistry**, [S.l.], v. 213, p. 230-237, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.081>.

SANTOS, P. P. *et al.* Biodegradable polymers as wall materials to the synthesis of bioactive compound nanocapsules. **Trends in Food Science & Technology**, [S.l.], v. 53, p.23-33, jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.005>.

SOUZA, Euzélia Lima. **Cookies enriquecidos de oleina de palma bruta (*Elaeis guineensis*) e farinha de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp) para alimentação escolar: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais**. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Alimentos, Nutrição e Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Cap. 1.

SHEN, L. *et al.* Effects of diffusion controlled release of tocopherol on lipid oxidation. **Food Packaging and Shelf Life**, [S.l.], v. 17, p. 129-133, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.06.010>.

SI, W. *et al.* Antioxidant activities of ginger extract and its constituents toward lipids. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 239, p.1117-1125, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.055>.

SILVA, P. T. *et al.* Microencapsulation: concepts, mechanisms, methods and some applications in food technology. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1304-1311, July 2014. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000701304&lng=en&nrm=iso. access on 20 Sept. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130971>.

SINAGA, A. G. S.; SIAHAAN, D. Antioxidant Activity of Bioactive Constituents from Crude Palm Oil and Palm Methyl Ester. **International Journal of Oil Palm**, [S.l.], v. 2, n. 1, p.46-52, 30 jan. 2019. Masyarakat Perkelapasawitan Indonesia. <http://dx.doi.org/10.35876/ijop.v2i1.23>.

TAN, C. et al. Extraction and physicochemical properties of low free fatty acid crude palm oil. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 113, n. 2, p.645-650, mar. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.052>.

TAN, C. *et al.* Changes in oxidation indices and minor components of low free fatty acid and freshly extracted crude palm oils under two different storage conditions. **Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 54, p. 1757 – 1764, jun. 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-017-2569-9>

THOMAS, J.; KURUVILLA, K.M.; HRIDEEK, T.K. Mustard. **Handbook of Herbs and Spices**, [S.l.], p.388-398, 2012. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1533/9780857095671.388>.

TONTUL, L.; TOPUZ, A. Mixture design approach in wall material selection and evaluation of ultrasonic emulsification in flaxseed oil microencapsulation. **Drying Technology**, [S.l.], v.31, p. 1362 – 1373, ago. 2013. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/07373937.2013.795964>

TSENG, A.; ZHAO, Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 138, n. 1, p. 356-365, maio 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.148>.

VU, T. *et al.* Effects of water activity, sugars, and proteins on lipid oxidative stability of low moisture model crackers. **Food Research International**, [S.l.], v. 130, p. 108844, abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108844>.

WANG, T *et al.* Rheological, Textural and Flavour Properties of Yellow Mustard Sauce as Affected by Modified Starch, Xanthan and Guar Gum. **Food and Bioprocess Technology**, [S.l.], v. 9, n. 5, p. 849-858, 19 jan. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-016-1673-6>.

WANASUNDARA, U.N.; SHAHIDI, F. Canola extract as an alternative natural antioxidant for canola oil. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, [S.l.], v. 71, n.8, p.817-822, ago.1994.

WANASUNDARA, P.K.P.D. e SHAHIDI, F. **Antioxidants: Science, Technology, and Applications**. In: SHAHIDI, F. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Chemistry, Properties and Health Effects*. 6. ed., v.1, EUA, Wiley – interscience, 2005.

YI, J. *et al.* Cellular Uptake of β -Carotene from Protein Stabilized Solid Lipid Nanoparticles Prepared by Homogenization–Evaporation Method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 62, n. 5, p.1096-1104, 24 jan. 2014. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf404073c>.

ZHANG, L.; KOSARAJU, S. L. Biopolymeric delivery system for controlled release of polyphenolic antioxidants. **European Polymer Journal**, [S.l.], v. 7, p. 2956-2966, 2007.

APÊNDICE A – Parecer de aprovação do projeto pelo CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Eficiência de óleo de palma bruto encapsulado na estabilidade de molho para salada

Pesquisador: Itaciara Larroza Nunes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 08891119.2.0000.0121

Instituição Proponente: CCA - Centro de Ciências Agrárias

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.494.959

Apresentação do Projeto:

Eficiência de óleo de palma bruto encapsulado na estabilidade de molho para salada.

Justificativa da Emenda:

Como o óleo de palma bruto possui um sabor forte e acentuado, ao fazer os testes preliminares de formulação do molho, foi verificado que a polpa de maracujá não foi capaz de mascarar seu sabor. Portanto, foram realizados outros testes substituindo a polpa de maracujá pela mostarda amarela em grãos triturada, com a qual foi obtido um molho de sabor muito mais agradável e com maior potencial de obter boa aceitabilidade nas análises sensoriais. Poucas modificações foram realizadas no projeto, sendo elas:

- a) na metodologia proposta, o maracujá foi substituído pela mostarda, o vinagre foi acrescentado na lista de ingredientes e a ordem de aparição dos ingredientes foi alterada, colocando-os em ordem decrescente de acordo com a quantidade de cada um no molho;
- b) nos itens critérios de inclusão e benefícios a palavra maracujá também foi só substituída pela palavra mostarda e no
- c) desfecho secundário, foi removido o trecho que chamava o molho de diferenciado e inovador. No projeto anexado foram feitas as mesmas alterações nos itens 3.2.3, 3.2.12 e anexos A, B e C, bem como no termo de consentimento livre e esclarecido, onde também só foi substituída a palavra maracujá por mostarda e a lista de ingredientes do molho.

Foram constatadas alterações nos documentos postados não havendo impedimentos ao

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 3.494.959

prosseguimento da pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Já avaliados

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Já avaliados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A emenda apresenta clareza e objetividade atendendo as orientações do CEPESH.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Emenda de acordo com a legislação vigente.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O CEPESH tomou ciência das propostas da emenda e encaminha para aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1372205_É1.pdf	27/06/2019 15:56:40		Aceito
Outros	Carta_emenda_assinada.pdf	27/06/2019 15:54:47	Itaciara Larroza Nunes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Marcela_Donato_Emenda.pdf	27/06/2019 15:09:02	Itaciara Larroza Nunes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_emenda.pdf	27/06/2019 15:04:55	Itaciara Larroza Nunes	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assinada.pdf	17/02/2019 19:45:53	Itaciara Larroza Nunes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DCL.pdf	12/02/2019 11:20:39	Itaciara Larroza Nunes	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.494.959

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 08 de Agosto de 2019

Assinado por:
Maria Luiza Bazzo
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

APÊNDICE B – Ficha para avaliação sensorial da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de molho para salada.

TESTE DE ACEITABILIDADE

Nome: _____ Data: ___/___/___

Instruções: Você está recebendo uma amostra codificada de molho para salada sabor mostarda. Utilizando a escala abaixo represente o quanto você gostou ou desgostou da amostra, com relação ao atributo:

Aroma

- 9 – Gostei muitíssimo
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Nem gostei, nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei muitíssimo

Código da amostra: _____ Valor atribuído: _____

Comentários: _____

Cor

- 9 – Gostei muitíssimo
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Nem gostei, nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei muitíssimo

Código da amostra: _____ Valor atribuído: _____

Comentários: _____

Sabor

- 9 – Gostei muitíssimo
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Nem gostei, nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente

- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei muitíssimo

Código da amostra: _____ Valor atribuído: _____

Comentários: _____

Aceitabilidade global

- 9 – Gostei muitíssimo
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Nem gostei, nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei muitíssimo

Código da amostra: _____ Valor atribuído: _____

Comentários: _____

TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Instruções: Utilizando a escala abaixo avalie qual seria sua atitude caso você encontrasse esse produto a venda no mercado.

- 5 – Certamente compraria
- 4 – Provavelmente compraria
- 3 – Talvez comprasse, talvez não comprasse
- 2 – Provavelmente não compraria
- 1 – Certamente não compraria

Código da amostra: _____ Valor atribuído: _____

Comentários: _____

Muito obrigada pela sua participação!

**APÊNDICE C – Questionário para avaliação conhecimento e a atitude com
relação ao consumo de molhos para salada.**

QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO

Nome: _____ Data: ___/___/___

1. Sexo: () Feminino () Masculino

2. Idade: () Entre 18 – 27 anos () Entre 28 – 37 anos () Entre 38 – 47 anos
() Entre 48 – 57 anos () Acima de 58 anos

3. Escolaridade:
() Ensino fundamental (1º Grau) incompleto
() Ensino fundamental (1º Grau) completo
() Ensino médio (2º Grau) incompleto
() Ensino médio (2º Grau) completo
() Ensino superior incompleto
() Ensino superior completo

4. O que você mais leva em consideração quando compra um alimento? Ordene do mais ao menos importante (de 1 a 4).

() benefício à saúde () preço () marca () aparência

5. Com que frequência você consome molho para salada?

() Todos dias
() 4-6 vezes por semana
() 1-3 vezes por semana
() 1-2 vezes por mês
() Menos do que uma vez por mês
() Nunca/ não consumo

6. Você aprecia produtos de mostarda? () Sim () Não

7. Com que frequência você consome salada?

- Todos dias
- 4-6 vezes por semana
- 1-3 vezes por semana
- 1-2 vezes por mês
- Menos do que uma vez por mês
- Nunca/ não consumo

8. Você já consumiu óleo de palma bruto (azeite de dendê) ou produtos que continham o óleo como ingrediente? Sim Não

9. Você consumiria um molho para salada adicionado de óleo de palma bruto encapsulado como substituto de antioxidantes artificiais? Sim Não

APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Caro (a) participante,

Eu, Professora Dra. Itaciara Larroza Nunes, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, juntamente com Marcela Donato, aluna do Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, convidamos você a participar da pesquisa cujo título é “Eficiência de óleo de palma bruto encapsulado na estabilidade de molho para salada”, tendo como objetivo desenvolver um produto diferenciado no mercado de alimentos, o qual poderá ser disponibilizado à indústria. Esta pesquisa terá como benefício o desenvolvimento um molho para salada sabor mostarda adicionado de óleo de palma bruto encapsulado, com função antioxidante. Cabe ressaltar que não haverá benefícios financeiros para os participantes da análise sensorial e também não estão previstos gastos nesta pesquisa, entretanto caso você tenha alguma despesa comprovadamente em decorrência da mesma você será ressarcido de acordo com a resolução CNS 466/12.

Sua participação é voluntária. Será solicitado a cada provador que deguste o produto (duas amostras de molho para salada) e avalie a aceitabilidade e a intenção de compra, utilizando escalas apropriadas. Os ingredientes presentes no molho são água, óleo de canola, mostarda amarela em pó, vinagre, óleo de palma bruto encapsulado, fécula de mandioca, goma arábica, açúcar, sal e goma xantana. O mesmo será servido juntamente com alface do tipo americana minimamente processada. Pessoas com alergia a qualquer um destes ingredientes não devem participar da análise sensorial. Se por acaso decida não continuar o teste ou não participar, sinta-se absolutamente à vontade de fazê-lo a qualquer momento, sem justificativas ou penalidades. Ao decidir deixar de participar da pesquisa você não terá prejuízos.

Os riscos associados ao projeto de pesquisa são baixos, uma vez que os testes sensoriais consistem na avaliação, pelos participantes da pesquisa, de amostras de molhos para salada obtidos de acordo com rigorosos padrões de higiene, em equipamentos previamente limpos e sanitizados e de alface adquirida comercialmente, higienizada e sanitizada. Desta forma, os riscos para os participantes da pesquisa associado ao projeto em questão dizem respeito à desconforto gastrointestinal e cansaço e/ou constrangimento ao responder os questionários.

Para minimizar possíveis efeitos adversos como os expostos acima foram tomados cuidados durante a elaboração do produto, além da realização das análises microbiológicas previstas na legislação brasileira visando garantir a segurança dos provadores. Suas respostas serão registradas e utilizadas como resultado da pesquisa, a fim de saber a aceitabilidade e

intenção de compra do produto. Os pesquisadores serão os únicos a ter acesso aos seus dados e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo e seu nome não será revelado, porém, a quebra de sigilo, ainda que involuntária e não intencional pode ocorrer. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em eventos ou publicados em revistas científicas, mas mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seus dados. Com a ciência destas informações, o participante tem liberdade total de se recusar a participar, ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma a este indivíduo. Assegura-se o direito de desistência durante a coleta de dados sem necessidade de aviso prévio ou justificativa, e será evitado ao máximo qualquer constrangimento, físico, intelectual ou moral do participante.

Serão fornecidas duas vias deste documento que deverão ser assinadas por você, sendo que uma delas lhe pertence. Guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa. Comprometo-me a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012 e suas complementares, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa, você terá direito à assistência médica que será prestada no Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Além disso, você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento ao pesquisador responsável - Profa. Dra. Itaciara Larroza Nunes (Depto. de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rod. Admar Gonzaga, nº 1346 – Itacorubi, Florianópolis/SC, CEP 88034-001, contato: (48) 3721-4802, (48) 99672-2095, itaciara.nunes@ufsc.br), ou ao Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da UFSC, o qual é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. O CEPSH está localizado no Prédio Reitoria II R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC, CEP 88.040-400, contato: (48) 3721-6094, cep.propesq@contato.ufsc.br).

Assinatura: Pesquisador responsável _____

Itaciara Larroza Nunes

.....
Consentimento Pós-informação

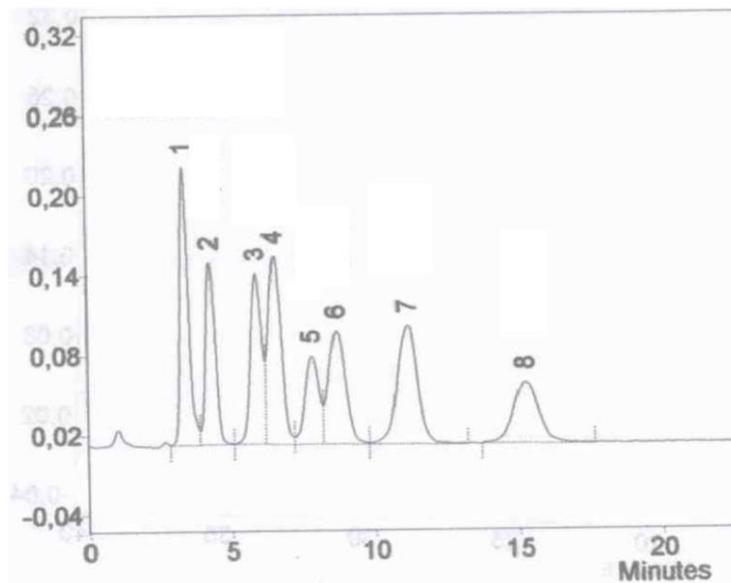
Eu, _____, RG _____,

li este documento e fui esclarecido sobre a pesquisa “Eficiência de óleo de palma bruto encapsulado na estabilidade de molho para salada” e concordo por livre e espontânea vontade em participar desta pesquisa.

Florianópolis, ___ de _____ de _____.

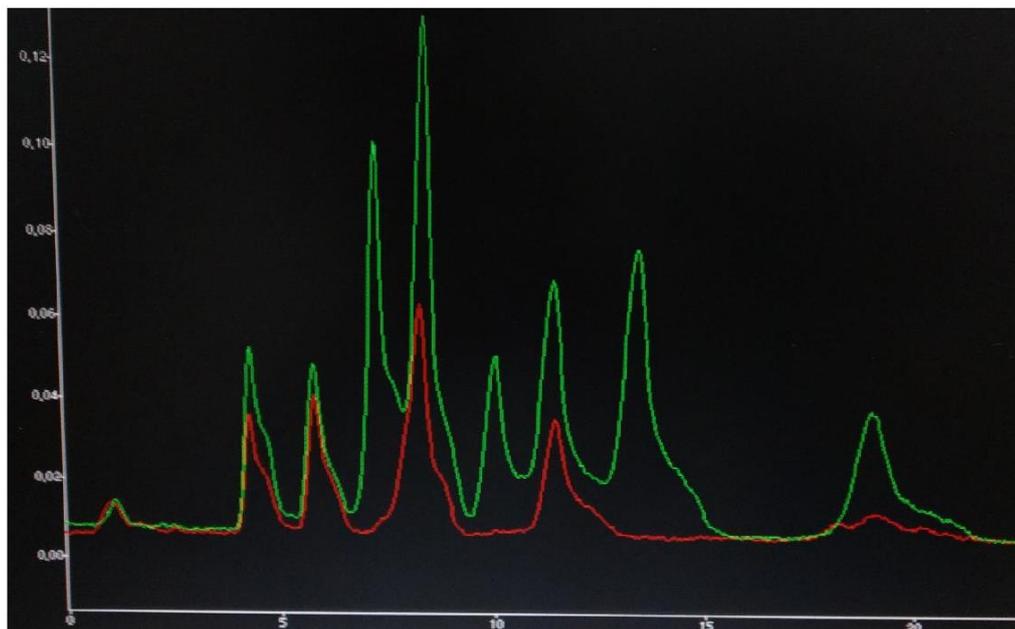
Assinatura do participante: _____

APÊNDICE E – Cromatograma dos padrões de tocoferóis e tocotrienóis. 1. α -tocoferol; 2. α -tocotrienol; 3. β -tocoferol; 4. γ -tocoferol; 5. β -tocotrienol; 6. γ -tocotrienol; 7. δ -tocoferol; 8. δ -tocotrienol.



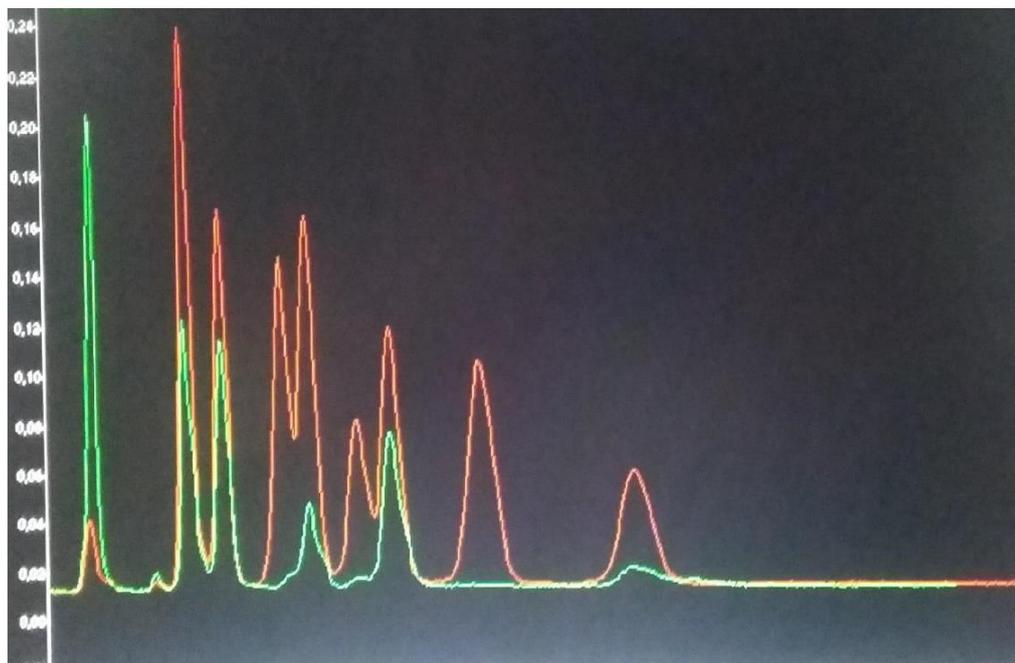
Fonte: autoria própria.

**APÊNDICE F – Cromatograma verde: mistura de tocoferóis e tocotrienóis.
Cromatograma vermelho: óleo de palma bruto.**



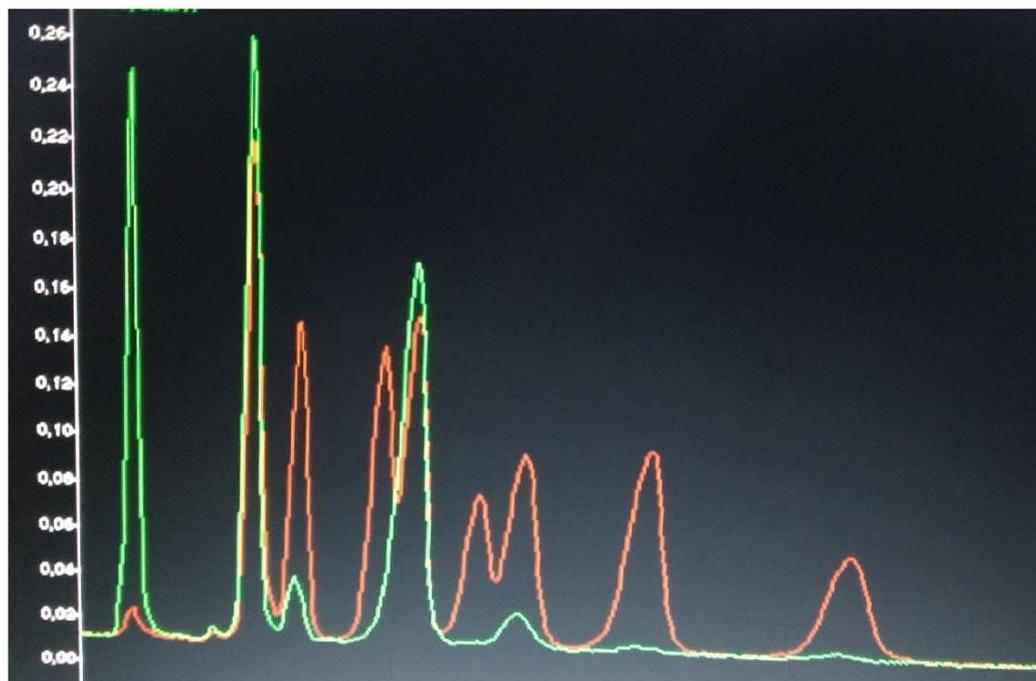
Fonte: autoria própria.

**APÊNDICE G –Cromatograma vermelho: mistura de tocoferóis e tocotrienóis.
Cromatograma verde: OPB encapsulado.**



Fonte: autoria própria.

**APÊNDICE H - Cromatograma vermelho: mistura de tocoferóis e tocotrienóis.
Cromatograma verde: milho contendo OPB encapsulado.**



Fonte: autoria própria.

APÊNDICE I – Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados das amostras armazenadas em temperatura de refrigeração.

		Tempo (dias)						
		0	5	10	15	20	25	30
OPB encapsulado	Peróxido (meq/kg)	3,988 ± 0,006 ^{eA}	5,986 ± 0,016 ^{dA}	7,976 ± 0,019 ^{cA}	9,955 ± 0,007 ^{aA}	7,971 ± 0,019 ^{cB}	9,874 ± 0,011 ^{bC}	9,984 ± 0,013 ^{aC}
	Acidez (mg KOH/g)	8,079 ± 0,008 ^{eA}	8,231 ± 0,009 ^{dA}	8,301 ± 0,008 ^{dA}	8,683 ± 0,013 ^{cA}	9,190 ± 0,004 ^{aA}	8,622 ± 0,007 ^{cD}	8,958 ± 0,046 ^{bD}
	Dienos conjugados	1,630 ± 0,020 ^{dC}	1,846 ± 0,040 ^{cdC}	1,942 ± 0,014 ^{cC}	2,526 ± 0,060 ^{bB}	2,897 ± 0,133 ^{aB}	3,064 ± 0,016 ^{aB}	3,101 ± 0,103 ^{aB}
	Trienos conjugados	0,485 ± 0,005 ^{cC}	0,496 ± 0,002 ^{cC}	0,516 ± 0,007 ^{bcC}	0,553 ± 0,022 ^{abB}	0,568 ± 0,032 ^{abB}	0,594 ± 0,011 ^{aB}	0,589 ± 0,006 ^{aB}
Molho A	Peróxido (meq/kg)	1,992 ± 0,006 ^{fB}	3,974 ± 0,019 ^{eB}	5,977 ± 0,013 ^{dB}	6,004 ± 0,006 ^{dB}	9,968 ± 0,039 ^{cA}	13,829 ± 0,020 ^{bA}	17,962 ± 0,047 ^{aA}
	Acidez (mg KOH/g)	0,776 ± 0,001 ^{gC}	4,471 ± 0,009 ^{fB}	5,060 ± 0,002 ^{eC}	7,271 ± 0,007 ^{dB}	8,496 ± 0,002 ^{cB}	9,276 ± 0,001 ^{bA}	9,811 ± 0,002 ^{aA}
	Dienos conjugados	3,427 ± 0,049 ^{bA}	3,489 ± 0,033 ^{bA}	3,536 ± 0,020 ^{bA}	3,564 ± 0,027 ^{bA}	3,936 ± 0,007 ^{aA}	3,937 ± 0,034 ^{aA}	3,951 ± 0,200 ^{aA}
Molho B	Trienos conjugados	0,731 ± 0,010 ^{cA}	0,957 ± 0,048 ^{bA}	1,164 ± 0,004 ^{aA}	1,044 ± 0,001 ^{abA}	1,061 ± 0,084 ^{abA}	1,132 ± 0,035 ^{aA}	1,185 ± 0,006 ^{aA}
	Peróxido (meq/kg)	1,996 ± 0,006 ^{fB}	1,987 ± 0,010 ^{fC}	3,984 ± 0,011 ^{eC}	5,985 ± 0,007 ^{dB}	7,981 ± 0,018 ^{cB}	11,972 ± 0,027 ^{bB}	13,970 ± 0,008 ^{aB}
	Acidez (mg KOH/g)	1,862 ± 0,002 ^{gB}	4,179 ± 0,005 ^{fC}	4,894 ± 0,005 ^{eD}	6,265 ± 0,005 ^{dC}	7,738 ± 0,004 ^{cD}	8,742 ± 0,002 ^{bC}	9,212 ± 0,001 ^{aC}
Molho C	Dienos conjugados	2,980 ± 0,073 ^{cB}	3,239 ± 0,063 ^{bcB}	3,347 ± 0,037 ^{bAB}	3,413 ± 0,072 ^{bA}	3,833 ± 0,146 ^{aA}	3,861 ± 0,006 ^{aA}	3,960 ± 0,101 ^{aA}
	Trienos conjugados	0,741 ± 0,008 ^{cA}	0,756 ± 0,006 ^{cB}	0,907 ± 0,028 ^{bB}	0,966 ± 0,013 ^{bA}	1,045 ± 0,065 ^{abA}	1,062 ± 0,013 ^{abA}	1,159 ± 0,071 ^{aA}
	Peróxido (meq/kg)	1,996 ± 0,006 ^{dB}	1,988 ± 0,017 ^{dC}	1,990 ± 0,008 ^{dD}	5,988 ± 0,017 ^{cB}	5,973 ± 0,029 ^{cC}	7,989 ± 0,013 ^{bD}	9,987 ± 0,010 ^{aC}
Molho C	Acidez (mg KOH/g)	0,697 ± 0,001 ^{gD}	4,022 ± 0,001 ^{fD}	5,268 ± 0,005 ^{eB}	5,810 ± 0,002 ^{dD}	8,127 ± 0,001 ^{cC}	8,902 ± 0,002 ^{bB}	9,636 ± 0,002 ^{aB}
	Dienos conjugados	3,174 ± 0,069 ^{cB}	3,386 ± 0,038 ^{bcAB}	3,268 ± 0,084 ^{cB}	3,608 ± 0,100 ^{abA}	3,846 ± 0,145 ^{aA}	3,933 ± 0,054 ^{aA}	3,936 ± 0,065 ^{aA}
	Trienos conjugados	0,657 ± 0,014 ^{cB}	0,945 ± 0,035 ^{bA}	1,009 ± 0,065 ^{abB}	1,069 ± 0,044 ^{abA}	0,994 ± 0,069 ^{abA}	1,052 ± 0,007 ^{abA}	1,144 ± 0,034 ^{aA}

Valores referentes a média ± desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras diferentes minúsculas na mesma linha ou maiúsculas na coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Apêndice J - Índice de peróxidos, acidez e dienos e trienos conjugados do teste de oxidação acelerada (*Schaal Oven Test*).

		Tempo (dias)						
		0	2	5	7	10	13	15
Óleo de palma bruto (OPB)	Peróxido (meq/kg)	5,964± 0,017 ^{fA}	7,497 ± 0,013 ^{eC}	9,871± 0,013 ^{dD}	15,880 ± 0,034 ^{cD}	17,946± 0,025 ^{bF}	17,906 ± 0,015 ^{bF}	23,955±0,019 ^{aE}
	Acidez (mg KOH/g)	8,527 ± 0,017 ^{eA}	8,654 ± 0,006 ^{dA}	8,694 ± 0,009 ^{cA}	8,848 ± 0,003 ^{aA}	8,781 ± 0,009 ^{bB}	8,811 ± 0,008 ^{bB}	8,795 ± 0,006 ^{bB}
	Dienos conjugados	1,717 ± 0,229 ^{dB}	2,527 ± 0,024 ^{cB}	2,509 ± 0,030 ^{cD}	3,506 ± 0,283 ^{bB}	4,033 ± 0,063 ^{abB}	4,078 ± 0,133 ^{abB}	4,603 ± 0,066 ^{aB}
	Trienos conjugados	0,499 ± 0,067 ^{cB}	0,536 ± 0,008 ^{bcB}	0,567 ± 0,003 ^{bcC}	0,597 ± 0,010 ^{abcD}	0,629 ± 0,004 ^{abB}	0,621 ± 0,018 ^{abC}	0,686 ± 0,012 ^{aB}
OPB encapsulado	Peróxido (meq/kg)	5,982± 0,008 ^{fA}	5,944± 0,005 ^{fD}	7,906± 0,015 ^{eE}	11,889± 0,015 ^{dE}	25,831± 0,026 ^{aE}	19,872 ± 0,019 ^{bE}	13,957±0,019 ^{cF}
	Acidez (mg KOH/g)	8,079 ± 0,008 ^{fB}	8,346 ± 0,017 ^{eB}	8,528 ± 0,008 ^{cB}	8,468 ± 0,001 ^{dB}	8,912 ± 0,003 ^{bA}	8,888 ± 0,003 ^{bA}	8,949 ± 0,007 ^{aA}
	Dienos conjugados	1,679 ± 0,008 ^{fB}	1,953 ± 0,053 ^{eB}	2,208 ± 0,007 ^{dE}	2,939 ± 0,021 ^{cC}	3,176 ± 0,025 ^{cC}	3,501 ± 0,027 ^{bC}	3,950 ± 0,151 ^{aC}
	Trienos conjugados	0,499 ± 0,002 ^{dB}	0,529 ± 0,018 ^{cdB}	0,544 ± 0,003 ^{bcdC}	0,573 ± 0,011 ^{abcD}	0,595 ± 0,022 ^{abcB}	0,611 ± 0,035 ^{abC}	0,625 ± 0,001 ^{aB}
Óleo de canola	Peróxido (meq/kg)	1,984± 0,006 ^{gB}	13,976± 0,007 ^{fA}	19,805± 0,034 ^{eA}	35,812± 0,020 ^{dA}	51,741± 0,073 ^{cA}	61,976 ± 0,013 ^{bA}	77,304±0,108 ^{aA}
	Acidez (mg KOH/g)	0,154 ± 0,000 ^{dF}	0,155 ± 0,000 ^{dF}	0,233 ± 0,001 ^{cF}	0,309 ± 0,000 ^{bF}	0,311 ± 0,001 ^{bF}	0,387 ± 0,000 ^{aF}	0,388 ± 0,001 ^{aE}
	Dienos conjugados	3,213 ± 0,325 ^{cA}	3,618 ± 0,337 ^{bcA}	4,221 ± 0,005 ^{bA}	6,587 ± 0,077 ^{aA}	6,567 ± 0,012 ^{aA}	6,653 ± 0,039 ^{aA}	6,694 ± 0,275 ^{aA}
	Trienos conjugados	0,762 ± 0,008 ^{cA}	0,774 ± 0,074 ^{cA}	0,952 ± 0,034 ^{bA}	1,008 ± 0,022 ^{bA}	1,051 ± 0,053 ^{bA}	1,339 ± 0,031 ^{aA}	1,357 ± 0,054 ^{aA}
Molho A	Peróxido (meq/kg)	1,992± 0,006 ^{gB}	9,911± 0,006 ^{fB}	13,949± 0,016 ^{eB}	19,875 ± 0,109 ^{dB}	35,873± 0,019 ^{cB}	51,937 ± 0,071 ^{bB}	69,908±0,009 ^{aB}
	Acidez (mg KOH/g)	0,776 ± 0,001 ^{dD}	0,931 ± 0,001 ^{cD}	1,010 ± 0,03 ^{bD}	1,009 ± 0,001 ^{bD}	1,083 ± 0,001 ^{aD}	1,087 ± 0,005 ^{aD}	1,081 ± 0,001 ^{aD}
	Dienos conjugados	3,359 ± 0,014 ^{cA}	3,565 ± 0,154 ^{bcA}	3,647 ± 0,067 ^{bcB}	3,870 ± 0,069 ^{abB}	4,051 ± 0,075 ^{aB}	4,068 ± 0,047 ^{aB}	4,169 ± 0,046 ^{aBC}
	Trienos conjugados	0,717 ± 0,002 ^{dA}	0,753 ± 0,005 ^{dA}	0,870 ± 0,011 ^{cB}	0,971 ± 0,011 ^{cAB}	1,143 ± 0,032 ^{bA}	1,235 ± 0,027 ^{abA}	1,305 ± 0,054 ^{aA}
Molho B	Peróxido (meq/kg)	1,992± 0,006 ^{fB}	7,947 ± 0,008 ^{eC}	7,967 ± 0,026 ^{eE}	15,858 ± 0,024 ^{dD}	33,952± 0,030 ^{cC}	47,950 ± 0,041 ^{bC}	61,942±0,013 ^{aC}
	Acidez (mg KOH/g)	1,862 ± 0,002 ^{eC}	2,167 ± 0,002 ^{dC}	2,178 ± 0,002 ^{dC}	2,325 ± 0,001 ^{cC}	2,488 ± 0,005 ^{bC}	2,480 ± 0,001 ^{bC}	2,562 ± 0,010 ^{aC}
	Dienos conjugados	3,168 ± 0,010 ^{dA}	3,211 ± 0,027 ^{cdA}	3,388 ± 0,064 ^{cC}	3,654 ± 0,028 ^{bB}	3,973 ± 0,047 ^{aB}	4,009 ± 0,009 ^{aB}	4,070 ± 0,107 ^{aBC}
	Trienos conjugados	0,783 ± 0,001 ^{deA}	0,772 ± 0,025 ^{eA}	0,863 ± 0,019 ^{cdB}	0,921 ± 0,003 ^{cC}	1,021 ± 0,031 ^{bA}	1,091 ± 0,005 ^{bB}	1,241 ± 0,037 ^{aA}
Molho C	Peróxido (meq/kg)	1,990± 0,008 ^{gB}	7,870 ± 0,012 ^{fC}	9,972± 0,019 ^{eC}	17,748 ± 0,006 ^{dC}	31,967 ± 0,034 ^{fD}	43,895 ± 0,026 ^{bD}	55,970±0,007 ^{aD}
	Acidez (mg KOH/g)	0,697 ± 0,001 ^{eE}	0,772 ± 0,002 ^{dE}	0,926 ± 0,001 ^{cF}	0,932 ± 0,006 ^{cE}	1,011 ± 0,004 ^{bE}	1,010 ± 0,003 ^{bE}	1,085 ± 0,005 ^{aD}
	Dienos conjugados	3,312 ± 0,002 ^{dA}	3,472 ± 0,017 ^{cdB}	3,496 ± 0,019 ^{cBC}	3,873 ± 0,021 ^{bB}	3,993 ± 0,046 ^{abB}	4,034 ± 0,080 ^{abB}	4,153 ± 0,055 ^{aBC}
	Trienos conjugados	0,686 ± 0,001 ^{dA}	0,731 ± 0,003 ^{dA}	0,836 ± 0,008 ^{cdB}	0,927 ± 0,006 ^{cBC}	0,994 ± 0,069 ^{bcA}	1,108 ± 0,032 ^{abB}	1,266 ± 0,081 ^{aA}

Valores referentes a média ± desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras diferentes minúsculas na mesma linha ou maiúsculas na coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$).