



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José do Rio Preto

Maria Paula Fortuna Clara

**Propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais de cremes
vegetais obtidos de óleos de chia (*Salvia hispanica*), gergelim
(*Sesamum indicum*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*)**

São José do Rio Preto

2019

Maria Paula Fortuna Clara

**Propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais de cremes
vegetais obtidos de óleos de chia (*Salvia hispanica*), gergelim
(*Sesamum indicum*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*)**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES
Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge
Co-orientador(a): Dra. Carolina Médici Veronezi

São José do Rio Preto

2019

C591p

Clara, Maria Paula Fortuna

Propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais de cremes vegetais obtidos de óleos de chia (*Salvia hispanica*), gergelim (*Sesamum indicum*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*) / Maria Paula Fortuna Clara. -- São José do Rio Preto, 2019

95 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Neuza Jorge

Coorientadora: Carolina Médici Veronezi

1. óleos vegetais. 2. estabilidade oxidativa. 3. propriedades bioativas. 4. análise sensorial. I. Título.

Maria Paula Fortuna Clara

Propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais de cremes vegetais obtidos de óleos de chia (*Salvia hispanica*), gergelim (*Sesamum indicum*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto/SP
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Ailey Aparecida Coelho Tanamati
UTFPR - Câmpus de Campo Mourão/PR
2º Examinador

Prof^a. Dr^a. Irene Rodrigues Freitas
UNORP - São José do Rio Preto/SP
3º Examinador

São José do Rio Preto
28 de Agosto de 2019

A Deus, meus pais e meus filhos Yudi e Mayumi (*in memoriam*), por serem o motivo
de nunca me deixar desanimar e desistir dos meus sonhos,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus e à Nossa Senhora das Graças por sempre iluminarem, abençoarem e guiarem meus passos por onde quer que eu caminhe, mantendo firme os meus propósitos.

Aos meus filhos, Yudi e Mayumi (*in memorian*), que são os motivos pelos quais sigo sempre em frente e nunca desisto, amo muito vocês.

Aos meus pais, Maria e Diógenes, que muitas vezes abdicaram de seus sonhos para que eu pudesse cursar o mestrado, são meus exemplos de superação e força de vontade.

Às minhas irmãs, Leila e Lilian, que sempre com muita paciência me deram apoio e me incentivaram a alcançar os meus objetivos.

Aos meus sobrinhos, Luísa e José Augusto, que sempre me ajudaram a cuidar do Yudi com muito amor.

Ao meu namorado e amigo Gustavo, com quem divido todos os meus dias e sempre me apoia em todas as decisões.

À toda família Yuassa, por tudo que me proporcionaram para que eu pudesse ir em busca dos meus sonhos.

Aos meus companheiros de laboratório, que aceitaram dividir seus conhecimentos comigo e compartilharam momentos únicos que jamais esquecerei.

Às empresas AGROPALMA e PAZZE, pelas doações das matérias-primas. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos técnicos de laboratório Luiz e Tânia e ao aluno de iniciação científica Iago, pela contribuição na realização das análises.

Ao Prof. Dr. Pedro Alberto Pavão Pessoa, pelo auxílio nos testes preliminares.

À minha co-orientadora Prof^a Dr^a Carolina Médici Veronezi, não só pela disponibilidade e ajuda na realização deste trabalho, mas também pela atenção, carinho e amizade.

Um agradecimento especial à minha querida orientadora, Prof^a Dr^a Neuza Jorge que tornou este trabalho possível e contribuiu muito para o fortalecimento de minha formação.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta etapa do trabalho, o meu muito obrigada.

“Seja qual for o seu problema, conserve fé em Deus e fé em você mesmo,
sem desistir de trabalhar.
Ninguém progride sem dificuldade a vencer.
A luta é condição para a vitória.
Não abandone os seus encargos no bem.
Não perca tempo, lembrando episódios tristes.
Desculpe qualquer ofensa.
Esqueça ressentimentos, venham de onde vierem.
Auxilie aos outros, como puder e tanto quanto puder, no clima da consciência
tranquila.
Não procure defeitos nos semelhantes.
Se você está num momento, considerado talvez, como sendo o pior de sua vida,
siga adiante, com o seu trabalho, na certeza de que se hoje o céu aparece toldado
de nuvens, a luz voltará no firmamento e o dia de amanhã será melhor”.

ANDRÉ LUIZ (1979)

RESUMO

Para atender as características de aplicação em cremes vegetais, sem promover malefícios à saúde, é possível utilizar misturas de óleos vegetais. Partindo desta premissa, o presente trabalho tem como objetivos caracterizar os óleos de chia, gergelim e quinoa, a fim de viabilizar suas aplicações em cremes vegetais à base de óleo de palma; avaliar os cremes vegetais sob estocagem refrigerada por 6 meses, por meio das propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Para a formulação dos cremes vegetais foi usada a proporção 50:30 p/p, palma:chia, palma:gergelim e palma:quinoa. O óleo de chia apresentou elevados valores de ácidos graxos livres e índice de peróxidos, possivelmente por ser altamente insaturado e as sementes utilizadas para sua produção ter maior teor de umidade, enquanto o óleo de quinoa mostrou maior estabilidade, com período de indução de 17,55 h. Os óleos de gergelim e quinoa são ricos em γ -tocoferol, sobretudo o de gergelim. Em contrapartida, somente o de quinoa foi o que apresentou o isômero δ -tocoferol. Em relação aos cremes vegetais, o de quinoa obteve menores quantidades de ácidos graxos livres e índice de peróxidos, durante a estocagem e, conseqüentemente, maior estabilidade oxidativa (24,6 h). O creme de gergelim se destacou com elevadas quantidades de ácidos oleico e linoleico e tocoferóis totais, sobressaindo o γ -tocoferol. Apenas o creme de quinoa manteve-se dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos até 6 meses de estocagem. Os avaliadores atribuíram aos cremes de gergelim e quinoa maiores médias para os atributos aroma, sabor e aceitação global. Recomenda-se a produção de cremes vegetais à base de óleo de palma, formulados com óleos de chia, gergelim e quinoa, tendo em vista seus benefícios à saúde humana por apresentarem antioxidantes naturais e ácidos graxos essenciais.

Palavras chaves: óleos vegetais, estabilidade oxidativa, propriedades bioativas, análise sensorial.

ABSTRACT

To meet the characteristics of application in vegetable creams, without promoting health hazards, it is possible to use vegetable oil mixtures. Based on this premise, the present work aims to characterize chia, sesame and quinoa oils in order to enable their applications in palm oil-based vegetable creams; to evaluate the vegetable creams under refrigerated storage for 6 months, through the physicochemical, microbiological and sensorial properties. For the formulation of the vegetable creams the ratio 50:30 w/w, palm:chia, palm:sesame and palm:quinoa was used. Chia oil presented high values of free fatty acids and peroxide index, possibly because it is highly unsaturated and the seeds used for its production had higher moisture content, while quinoa oil showed higher stability, with induction period of 17.55 h. Sesame and quinoa oils are rich in γ -tocopherol, especially sesame oils. In contrast, only quinoa presented the δ -tocopherol isomer. In relation to vegetable creams, quinoa obtained lower amounts of free fatty acids and peroxide index during storage and, consequently, greater oxidative stability (24.6 h). The sesame cream stood out with high amounts of oleic and linoleic acids and total tocopherols, especially γ -tocopherol. Only quinoa cream remained within established microbiological standards for up to 6 months of storage. The evaluators assigned the highest sesame and quinoa creams for the attributes aroma, flavor and overall acceptance. It is recommended the production of palm oil-based vegetable creams formulated with chia, sesame and quinoa oils, in view of their benefits to human health by presenting natural antioxidants and essential fatty acids.

Keywords: vegetable oils, oxidative stability, bioactive properties, sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Estrutura geral de triacilgliceróis	16
Figura 2.	Chia: cultivo (a) e sementes (b)	18
Figura 3.	Cultivo do gergelim	22
Figura 4.	Variedades de gergelim: preto (a) e branco (b)	23
Figura 5.	Quinoa: cultivo (a) e sementes (b)	26
Figura 6.	Palma: cacho (a) e frutos (b)	29
Figura 7.	Esquema de produção dos cremes vegetais	42
Figura 8.	Cromatogramas dos teores de tocoferóis dos óleos de chia (a), gergelim (b), quinoa (c) e palma (d)	55
Figura 9.	Distribuição da frequência de respostas para “quanto gosta”	65
Figura 10.	Distribuição da frequência de respostas para “frequência de consumo”	66
Figura 11.	Distribuição de frequência de respostas para “intenção de compra” ..	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição química das sementes de chia	19
Tabela 2.	Perfil de ácidos graxos do óleo de chia	21
Tabela 3.	Composição química das sementes de gergelim	24
Tabela 4.	Perfil de ácidos graxos do óleo de gergelim	25
Tabela 5.	Composição química das sementes de quinoa	27
Tabela 6.	Perfil de ácidos graxos do óleo de quinoa	28
Tabela 7.	Características físico-químicas do óleo de palma refinado	31
Tabela 8.	Principais características das fases da oxidação lipídica	37
Tabela 9.	Formulação dos cremes vegetais	41
Tabela 10.	Análises de umidade e lipídios nas sementes	47
Tabela 11.	Propriedades físico-química dos óleos	48
Tabela 12.	Perfil de ácidos graxos dos óleos	51
Tabela 13.	Perfil de triacilgliceróis dos óleos	53
Tabela 14.	Carotenoides, compostos fenólicos, tocoferóis e vitamina E dos óleos.	54
Tabela 15.	Caracterização físico-química dos cremes vegetais	58
Tabela 16.	Médias do índice de peróxidos para os fatores cremes vegetais e tempos de estocagem	59
Tabela 17.	Perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais	60
Tabela 18.	Médias de ácido graxo esteárico para os fatores cremes vegetais e tempos de estocagem	61
Tabela 19.	Carotenoides e compostos fenólicos dos cremes vegetais	62
Tabela 20.	Tocoferóis dos cremes vegetais	63
Tabela 21.	Análises microbiológicas dos cremes vegetais	64
Tabela 22.	Atributos sensoriais e aceitação global dos cremes vegetais	67
Tabela 23.	Matriz de correlação para os atributos sensoriais dos cremes vegetais	67

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	15
2.1.	Objetivo geral	15
2.2.	Objetivos específicos	15
3.	REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1.	Óleos vegetais	16
3.1.1.	Chia	18
3.1.2.	Gergelim	22
3.1.3.	Quinoa	25
3.1.4.	Palma	29
3.2.	Cremes vegetais	32
3.2.1.	Propriedades físico-químicas	33
3.2.2.	Caracterização microbiológica	34
3.2.3.	Análise sensorial	35
3.3.	Estabilidade oxidativa	36
4.	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1.	Materiais	40
4.1.1.	Sementes	40
4.1.2.	Óleos	40
4.1.3.	Cremes vegetais	40
4.2.	Estocagem dos cremes vegetais	43
4.3.	Métodos	43
4.3.1.	Análises nas sementes	43
4.3.2.	Análises nos óleos e cremes vegetais	43
4.4.	Análise estatística	46
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1.	Análises nas sementes	47
5.2.	Propriedades físico-químicas dos óleos	48
5.3.	Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial dos cremes vegetais.....	56
6.	CONCLUSÕES	69

REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE A. Análises de variância para umidade e lipídios das sementes	87
APÊNDICE B. Análises de variância para a caracterização físico-química dos óleos	88
APÊNDICE C. Análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos óleos	88
APÊNDICE D. Análises de variância para composição de ácidos graxos dos óleos	89
APÊNDICE E. Análises de variância para carotenoides, compostos fenólicos, tocoferóis e vitamina E dos óleos	89
APÊNDICE F. Análises de variância para a caracterização físico-química dos cremes vegetais	90
APÊNDICE G. Análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais	90
APÊNDICE H. Análises de variância para composição de ácidos graxos dos cremes vegetais	91
APÊNDICE I. Análises de variância para carotenoides e compostos fenólicos dos cremes vegetais	91
APÊNDICE J. Análises de variância para tocoferóis dos cremes vegetais	92
APÊNDICE K. Análises de variância para os atributos sensoriais e aceitação global dos cremes vegetais	92
ANEXO A. Termo de Consentimento Livre Esclarecido	93
ANEXO B. Questionário de caracterização dos consumidores	94
ANEXO C. Teste de escala hedônica estruturada de 9 pontos e intenção de compra	95

1. INTRODUÇÃO

A produção e o consumo mundial de óleos vegetais crescem gradativamente, por ser uma alternativa saudável às gorduras animais, devido à presença de maiores quantidades de ácidos graxos insaturados. Os óleos vegetais desempenham papéis fundamentais na alimentação humana, agem como veículo para as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K, fornecem energia e são fontes de ácidos graxos essenciais.

O sabor, o valor nutricional e as propriedades físico-químicas dos óleos vegetais dependem não apenas da matéria-prima, mas também do método de extração. Óleos que são extraídos a frio retêm elevados níveis de antioxidantes naturais e, desta maneira, apresentam maior vida de prateleira, além de promoverem maiores benefícios à saúde humana. Podem ser consumidos diretamente na alimentação, utilizados como ingrediente ou no processamento de alimentos. Entre os óleos vegetais de grande interesse na alimentação humana, encontram-se os de chia (*Salvia hispanica* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.) e quinoa (*Chenopodium quinoa*).

O óleo de chia promove diversos benefícios à saúde, devido à presença de ácidos graxos essenciais, como α -linolênico e linoleico. O óleo de gergelim tornou-se popular mundialmente, devido ao seu elevado valor nutricional e terapêutico. Além disso, apresenta maior estabilidade oxidativa, por ser um óleo rico em antioxidantes naturais, como γ -tocoferol. O óleo de quinoa também possui elevadas concentrações de antioxidantes, como α - e γ -tocoferol.

Entretanto, os óleos podem sofrer oxidação lipídica, principalmente a auto oxidação, que pode afetar as qualidades sensoriais, funcionais e nutricionais, pela formação de substâncias tóxicas e perda de ácidos graxos essenciais, carotenoides, tocoferóis e fitosteróis. Nas indústrias alimentícias, é prática comum a modificação de óleos e/ou gorduras vegetais para melhorar a estabilidade à oxidação. Os ácidos graxos *trans* são muito utilizados na fabricação de alimentos devido ao interesse tecnológico, no entanto, há várias evidências que apontam que o consumo em excesso de gorduras *trans* na dieta é um fator de risco significativo para eventos cardiovasculares, cânceres e diabetes.

Desta maneira, para atender as características de aplicação nos alimentos, sem promover malefícios à saúde, a mistura de óleos passou a ser utilizada em

diferentes produtos alimentícios, de acordo com as necessidades tecnológicas de custos e disponibilidade.

O creme vegetal é constituído por emulsão de uma fase aquosa e outra oleosa. Atributos como espalhabilidade, estabilidade de emulsão e propriedades de derretimento são importantes. Além disso, a textura, a sensação de preenchimento na boca e sabor podem também ser considerados atributos críticos na escolha e aceitação do consumidor. Por isso, os óleos empregados na produção dos cremes vegetais necessitam de tratamentos específicos, visando o fornecimento de propriedades cristalinas adequadas ao produto, uma vez que os cristais são responsáveis por evitar a coalescência das gotículas da fase aquosa dispersa.

Como o óleo de palma tem elevado teor de gordura sólida, pode ser utilizado para cremes vegetais, porém, não possui textura ideal. Assim, a mistura de óleos vegetais provindos de sementes, como os de chia, gergelim e quinoa, com o óleo de palma, pode ser ideal para produzir gorduras com propriedades adequadas para produção de cremes vegetais, além de agregar valor nutricional ao produto.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Caracterizar os óleos de chia, gergelim e quinoa, a fim de viabilizar suas aplicações em cremes vegetais à base de óleo de palma, submetidos à estocagem refrigerada, além de avaliá-los sensorialmente.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar os teores de umidade e lipídios das sementes de chia, gergelim e quinoa;
- Caracterizar os óleos de chia, gergelim, quinoa e palma, por meio das propriedades físico-químicas e bioativas;
- Avaliar os cremes vegetais com adição de óleos de chia, gergelim e quinoa submetidos à estocagem refrigerada durante 6 meses, por meio de propriedades físico-químicas e microbiológicas;
- Analisar o perfil sensorial, a aceitação e a intenção de compra dos cremes vegetais.

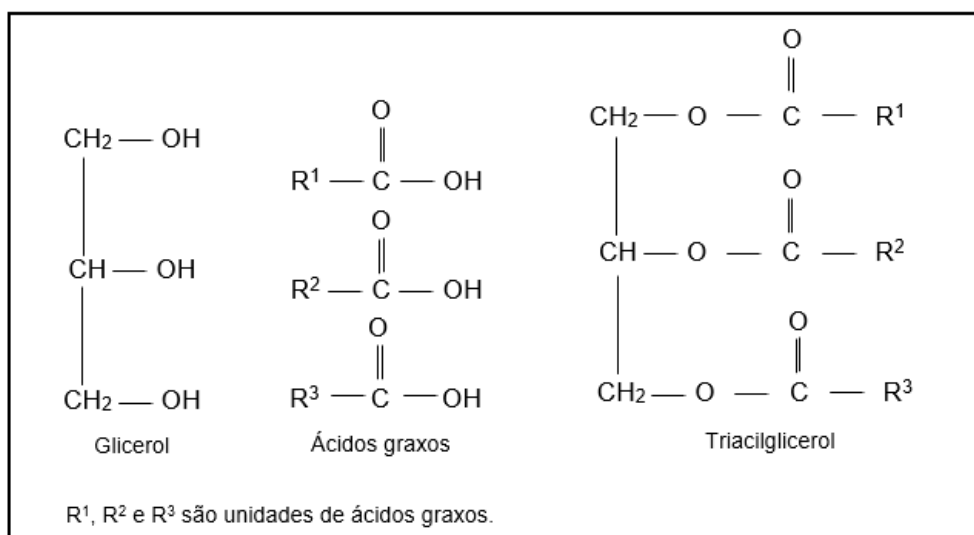
3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Óleos vegetais

Segundo a legislação brasileira, óleos e gorduras vegetais são produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais, podendo conter pequenas quantidades de outros lipídios como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2005).

Majoritariamente, os óleos são compostos de triacilgliceróis (98 a 99%) de cadeias longas. Além disso, estão incluídos traços de mono e diacilgliceróis, ácidos graxos livres, fosfolipídios, cerídios, constituintes insaponificáveis, clorofila e produtos de alteração (JORGE, 2009; GHAZANI; MARANGONI, 2016; SAVVA; KAFATOS, 2016). Os triacilgliceróis constituem-se de três moléculas de ácidos graxos conectadas a uma molécula de glicerol através de ligações ésteres (Figura 1). As propriedades funcionais da molécula são determinadas pela sua composição de ácidos graxos, configuração geométrica e distribuição posicional (TAO, 2007).

Figura 1. Estrutura geral de triacilgliceróis.



Fonte: Adaptado de Jorge (2009).

Na fração insaponificável estão presentes substâncias benéficas ao organismo, tais como tocoferóis, compostos fenólicos, fitosteróis e carotenoides, denominados compostos bioativos. A ingestão desses compostos constitui uma medida protetiva contra o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis,

visto que interferem em alvos fisiológicos específicos, modulando a defesa antioxidante, principalmente frente a processos inflamatórios e mutagênicos (OLIVEIRA; BASTOS, 2011).

Em relação ao seu estado físico, os lipídios são denominados óleos quando se apresentam líquidos à temperatura ambiente, ou gorduras, quando à mesma temperatura (20°C) apresentam-se em estado sólido. A diferença entre ambos se dá na proporção de grupos acila saturados e insaturados presentes nos triacilgliceróis. Podem ainda, ser denominados como azeites, quando são provenientes de polpa de frutos (JORGE, 2009; RAFIQ *et al.*, 2015).

O sabor, o valor nutricional e as propriedades físico-químicas dos óleos vegetais dependem não apenas da matéria-prima, mas também do método de extração (MAJCHRZAK *et al.*, 2018). Um dos métodos é a extração por prensagem contínua ou a frio, que é um método rápido, fácil e de baixo custo, onde uma rosca sem fim tritura o material, liberando o óleo. Óleos extraídos a frio retêm elevados níveis de fitoquímicos bioativos, especialmente antioxidantes, podendo agregar maior valor nutricional aos alimentos processados (ANANTH *et al.*, 2019) e elevada vida de prateleira sem a adição de antioxidantes sintéticos, promovendo ainda, benefícios à saúde (PARKER *et al.*, 2003). Estudos comprovam que alguns componentes dos óleos extraídos por prensagem reforçam o sistema imunológico e suprimem distúrbios anti-inflamatórios (IXTAINA; NOLASCO; TOMÁS, 2008). Na extração por prensagem descontínua, a matéria-prima entra na extremidade de um cilindro perfurado e é submetida à pressão até que seja descarregada na outra extremidade do mesmo. Neste processo, ocorre atrito interno que eleva a temperatura do material e, conseqüentemente, do óleo. Outro método é a extração por solventes, no qual primeiramente as matérias graxas são trituradas para facilitar a percolação do solvente em seu interior. A circulação do solvente pela matéria graxa é realizada para a extração dos lipídios e, por fim, o solvente é removido da micela. Durante a extração por solvente, nutrientes essenciais e compostos bioativos são degradados, pois há interferência da temperatura (ALUYOR; OBOH, 2014; DIJKSTRA; VAN DUIJN, 2016).

Segundo a *Oil World* (2018), a cada ano, o consumo mundial de óleos e gorduras vegetais cresce gradativamente. De 1989 a 2017, a demanda cresceu mais de 6,5 milhões de toneladas métricas por ano, sendo 1,7 milhões de toneladas

métricas destinadas à produção de biocombustível e mais de 4,8 milhões de toneladas métricas revertidas a indústrias alimentícias e outros segmentos.

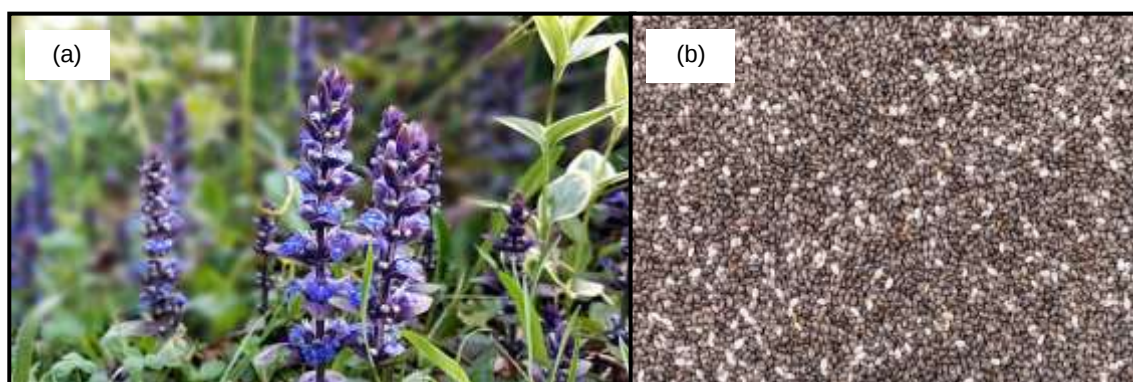
O aumento na produção de óleos vegetais está ligado ao interesse no consumo de maiores quantidades de ácidos graxos insaturados (VALDÉS *et al.*, 2018). Os óleos desempenham um papel fundamental na alimentação humana, agem como veículo para as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K, fornecem energia, além de serem fontes de ácidos graxos essenciais como o linoleico e α -linolênico (DE CASTRO *et al.*, 2004; GIBSON; NEWSHAM, 2018).

Os óleos vegetais podem ser consumidos diretamente na alimentação, utilizados como ingredientes ou no processamento de alimentos. Alimentos ricos em gorduras são considerados mais saborosos, pois têm impacto direto na percepção do paladar, ativando várias áreas do cérebro. Além disso, são responsáveis pelo sabor, textura e palatabilidade dos alimentos (VAN DUIJN, 2014; SAVVA; KAFATOS, 2016; ROGERS, 2018).

3.1.1. Chia

Salvia hispanica L., comumente conhecida como chia, é uma planta herbácea pertencente à família *Lamiaceae*, nativa do sul do México e norte da Guatemala. A planta é sensível à luz solar, pode ser cultivada em ambientes áridos e semiáridos, onde a disponibilidade de água é a maior limitação. Os ramos, as folhas e as raízes eram utilizadas para combater infecções respiratórias (COATES; AYERZA, 1998; JIMÉNEZ, 2010). As sementes são pequenas, ovaladas, com comprimento de 1,8-2,5 mm, a coloração pode variar de cinza a branco (Figura 2) (MUÑOZ *et al.*, 2012; CAPITANI *et al.*, 2013).

Figura 2. Chia: cultivo (a) e sementes (b).



Fonte: Adaptado de Coelho e Salas-Mellado (2014).

A maioria da chia cultivada contém baixa porcentagem de sementes brancas, característica esta, codificada por um único gene recessivo. São pouco maiores que as sementes escuras, além de apresentarem diferenças nos teores de proteínas e composição dos ácidos graxos (IXTAINA; NOLASCO; TOMÁS, 2008; PEIRETTI; GAI, 2009; OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2017; PALMA-ROJAS *et al.*, 2017).

Há cada vez mais interesse no estudo das sementes de chia, devido suas propriedades nutricionais e promotoras da saúde que foram reconhecidas em alguns de seus componentes. Conforme Tabela 1, as sementes de chia apresentam elevados níveis de lipídios, proteínas, fibras dietéticas, carboidratos (26-41%), vitaminas (riboflavina, niacina, tiamina) e minerais (cálcio, fósforo, ferro, potássio, zinco, magnésio e cobre) (MARINELI *et al.*, 2014), além de aminoácidos essenciais, em particular, leucina, lisina, valina e isoleucina, sendo uma grande vantagem na sua utilização como fonte de nutrientes (SANDOVAL-OLIVEROS; PAREDES-LÓPEZ, 2013) e, ainda, substâncias bioativas, como β -caroteno, tocoferol e flavonoides (quercetina, miricetina e kaempferol), que previnem a rancificação dos ácidos graxos insaturados (PEIRETTI; GAI, 2009; CAPITANI *et al.*, 2012; OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2017; PALMA-ROJAS *et al.*, 2017).

Tabela 1. Composição química das sementes de chia.

Determinações	%
Umidade*	5,8
Lipídios	33,9
Proteínas	20,2
Cinzas	2,3
Fibras totais	43,1

Fontes: Puig e Haros (2011); *Valdivia-López e Tecante (2015).

As sementes de chia podem ser utilizadas na forma de farinha, mucilagem ou matéria-prima para extração de óleo (IXTAINA *et al.*, 2008; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE, 2015). A farinha residual do processo de extração é uma boa fonte de fibras alimentares, cuja ingestão pode ser uma alternativa para consumidores interessados em melhorar sua saúde (SEGURA-CAMPOS *et al.*, 2013), uma vez que o consumo adequado de fibras dietéticas tem sido associado a diversos benefícios nutricionais (BROWNLEE *et al.*, 2017; XU *et al.*, 2018).

As fibras dietéticas são polímeros de carboidratos resistentes à digestão e absorção no intestino delgado e sofrem fermentação parcial ou completa no intestino grosso (ALBA *et al.*, 2018; FULLER; TAPSELL; BECK, 2018). A adição de fibras dietéticas pode alterar a textura dos alimentos, exercendo função de agente texturizante e estabilizante. As fibras solúveis auxiliam a estabilização da estrutura dos produtos, como dispersões e emulsões através da formação de gel ou espessamento da fase contínua, com alta capacidade de retenção de água. As insolúveis fornecem uma elevada capacidade de absorção de gordura, podendo conferir características desejáveis de textura e maciez aos produtos (CAPITANI *et al.*, 2012).

Vázquez-Ovando, Betancur-Ancona e Chel-Guerrero (2013) realizaram um estudo sobre as propriedades físico-químicas e funcionais de uma fração rica em proteínas obtida das sementes de *S. hispanica*. Tais autores relataram atividade emulsificante de 50-56%, estabilidade da emulsão de 92% e estabilidade da espuma de 80%. Consequentemente, tal fração é um potencial aditivo alimentar, particularmente para alimentos que requerem emulsão ou estabilidade de espuma, como por exemplo, cremes vegetais e maioneses. Outros autores alegam que extratos obtidos das sementes de chia têm elevado potencial para serem utilizados como conservante natural, com aplicações variadas nas indústrias de cosméticos, farmacêuticas e, principalmente, alimentos, como suplementos na produção de pães, barras energéticas, bolachas e outros alimentos funcionais (ALCÂNTARA *et al.*, 2019).

O óleo de chia pode ser consumido em saladas ou produtos alimentícios, além de ser utilizado como medicamento (CAHILL, 2003; IXTAINA *et al.*, 2011), por ser composto por vários ácidos graxos, conforme a Tabela 2, sobretudo, por ácidos graxos essenciais, como linoleico e α -linolênico, que integram mais de 80% da composição do óleo (BODOIRA *et al.*, 2017). Os benefícios nutricionais obtidos pelo consumo de óleo de chia são principalmente atribuídos a esses ácidos graxos, uma vez que desempenham papel importante na fisiologia e estão associados à prevenção de doenças cardiovasculares (COATES; AYERZA, 1996; MARTÍNEZ *et al.*, 2012). Contudo, o alto teor de ácidos graxos insaturados pode ser a principal causa da baixa estabilidade oxidativa, visto que prevalecem sobre os efeitos antioxidantes associados aos componentes bioativos presentes (IXTAINA *et al.*, 2011).

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos do óleo de chia.

Ácidos Graxos	%
Palmítico (C16:0)	6,9
Esteárico (C18:0)	3,7
Oleico (C18:1)	8,2
Linoleico (C18:2)	20,3
α -linolênico (C18:3)	60,7

Fonte: Ayerza (1995).

Os principais compostos fenólicos encontrados no óleo de chia são os tocoferóis e polifenóis, com destaque para os ácidos clorogênico e caféico, seguidos por miricetina, quercetina e kaempferol (PEIRETTI; GAI, 2009; IXTAINA *et al.*, 2011, CAPITANI *et al.*, 2012). Esses compostos apresentam importantes funções antioxidantes, pois inibem a formação de radicais livres desencadeadores do processo de aterosclerose e preservam a estabilidade do óleo (IXTAINA *et al.*, 2011; CAM; DE MEJIA, 2012; MARINELI *et al.*, 2014).

Outros compostos encontrados são os esteróis, 8,15-12,60 g/kg, com destaque para o β -sitosterol (7,96 g/kg). Esses compostos têm sido amplamente estudados por seus efeitos hipocolesterolêmicos e anticarcinogênicos (KOZŁOWSKA *et al.*, 2016). Álvarez-Chávez *et al.* (2008) identificaram fitosteróis no óleo de chia e obtiveram valores superiores aos níveis encontrados em óleos de amendoim, colza e girassol. Alves (2017) avaliou o efeito hipocolesterolêmico das sementes, farinha fibrosa e óleo de chia em amostras de soro de 20 camundongos que receberam diferentes dietas por 35 dias. Os camundongos que consumiram a dieta composta por 7% de óleo e 20% de sementes apresentaram redução significativa nos níveis séricos de colesterol total, 19,76 e 12,88%, respectivamente, em comparação com o grupo controle. Outro experimento concluiu que o uso de óleo de chia reduziu o grau de obesidade e reverteu os sintomas de síndrome metabólica. Além disso, apresentou atividade antitumoral semelhante ao do quimioterápico doxorrubicina, sem promover sinais de toxicidade em camundongos (ALVES, 2017; FONTE-FARIA *et al.*, 2018).

3.1.2. Gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das mais importantes e antigas culturas oleaginosas conhecidas no mundo. É cultivado há séculos majoritariamente na Ásia e na África, especialmente Sudão, Etiópia e Nigéria. No Brasil, o gergelim foi introduzido no século XVI na Região Nordeste pelos portugueses e tradicionalmente plantado para consumo local. É uma planta dicotiledônea, herbácea e pertencente à família *Pedaliaceae* (Figura 3). A partir do início da década de 90, o cultivo de gergelim ganhou importância econômica, devido às novas formas de aproveitamento do grão e seus subprodutos. O grão apresenta elevada adaptabilidade, seu cultivo prospera em regiões de alta temperatura, baixa altitude e iluminação solar abundante. Em geral, é resistente à seca e apto para o cultivo em zonas áridas e semiáridas e em épocas de escassa precipitação (ANTONIASSI *et al.*, 2013; AMOO *et al.*, 2017; GHARBY *et al.*, 2017; MAJDALAWIEH; MASSRI; NASRALLAH, 2017).

Figura 3. Cultivo do gergelim.



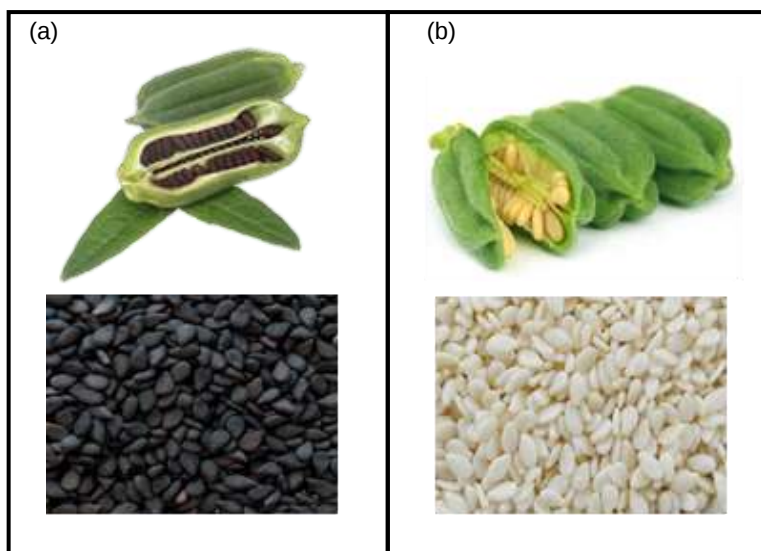
Fonte: Adaptado de Arriel *et al.* (2006).

Estudos comprovam que o gergelim apresenta propriedades terapêuticas *in vitro* e *in vivo*, devido à presença de compostos bioativos que possuem efeitos hepatoprotetor, hipoglicemiante, anti-hipertensivo, anti-estrogênico e anti-câncer. Também tem sido demonstrado que o gergelim pode ser usado no tratamento da doença de Parkinson (OYINLOYE *et al.*, 2016). Nutracêuticos e produtos farmacêuticos do gergelim podem diminuir o risco de doenças neurológicas, dermatológicas e cardíacas. Existem inúmeras variedades de gergelim, que se

diferenciam por vários atributos como altura, ciclo, coloração das sementes e tipo de ramificação (NAGENDRA PRASAD *et al.*, 2012).

O principal produto do gergelim são as sementes, que possuem coloração variando do branco ao preto, tamanho pequeno (2 a 4 mm de comprimento) e forma achatada, sendo que, em média, mil sementes podem atingir 2,5-3,6 g. As variedades produtoras de sementes de cor branca e/ou creme (Figura 4) possuem maiores valores comerciais, ao passo que as pretas se caracterizam por serem de demanda restrita, mas em ascensão no mercado externo. A qualidade das sementes de gergelim depende de fatores ecológicos como clima, tipo de solo, cultivares e maturidade das plantas (ARRIEL *et al.*, 2006; SHAHIDI; LIYANA-PATHIRANA; WALL, 2006; MOHAMMED *et al.*, 2018).

Figura 4. Variedades de gergelim: preto (a) e branco (b).



Fonte: Adaptado de Arriel *et al.* (2006).

As sementes podem ser utilizadas na fabricação de sabão, perfumes, cosméticos, tintas e inseticidas. Porém, grande parte da produção é consumida *in natura* ou utilizada na preparação de doces, balas, pães, bolachas, bolos, margarinas e outros produtos alimentícios (YOSHIDA; TAKAGI 2015). Quando consumidas inteiras, apresentam sabor amargo devido à acidez oxálica presente no tegumento, que pode ser removido por processos manual, mecânico, físico e químico (AUGSTBURGER *et al.*, 2000). São fonte de lipídios, proteínas de alto valor biológico e fibras, conforme a Tabela 3, além de vitaminas, principalmente do

complexo B e minerais como cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio (ALAMSARKAR *et al.*, 2007).

Tabela 3. Composição química das sementes de gergelim.

Composição (%)	Gharby <i>et al.</i> (2017)	Puig e Haros (2011)	Khier <i>et al.</i> (2008)	Shyu e Hwang (2002)
Umidade	3,7	na	3,7	5,6
Lipídios	47,4	33,9	47,2	49,9
Proteínas	34,4	20,2	37,2	19,6
Cinzas	9,0	2,3	8,8	5,8
Carboidratos	1,8	na	1,6	na
Fibras totais	na	43,1	na	na

na: não avaliado

Contêm também flavonoides, compostos apolares, semipolares e polares. Tais diferenças de polaridade dos compostos podem gerar diferentes potenciais antioxidantes (RUSLAN; HAPPYNIAR; FIDRIANNY, 2018). Chang *et al.* (2002) expressaram resultados da capacidade antioxidante (91,4%) de extratos etanólicos de diferentes variedades de gergelim similares ao tocoferol (90,5%). Ruslan, Happyniar e Fidrianny (2018) demonstraram que os compostos fenólicos presentes nos extratos de sementes de gergelim preto são os principais contribuintes para as atividades antioxidantes analisadas pelos métodos ABTS e FRAP. Outras pesquisas concluem que o extrato de sementes de gergelim tem atividade anti-reumatóide comparável ao diclofenaco e metotrexato, podendo assim, ser uma alternativa no tratamento de artrite reumatoide (RUCKMANI *et al.*, 2018).

Com aroma e sabor agradáveis, o óleo de gergelim tornou-se popular mundialmente devido ao seu elevado valor nutricional e terapêutico. É amplamente utilizado como óleo de cozinha, ingrediente em produtos de panificação e confeitaria, produção de margarinas e cremes vegetais (GUIMARÃES *et al.*, 2013; GHARBY *et al.*, 2017).

O óleo de gergelim possui alto grau de insaturação, tendo como principais ácidos graxos insaturados o oleico e linoleico, além do ácido graxo saturado, palmítico (Tabela 4). Embora este óleo seja predominantemente insaturado, possui elevada estabilidade termo-oxidativa, quando comparado a outros óleos vegetais,

pois durante o aquecimento são liberados compostos fenólicos (sesamina e sesamolina) que agem como antioxidantes (DIJKSTRA; VAN DUIJN, 2016; GHAZANI; MARANGONI, 2016; CHAKRABORTY *et al.*, 2017; GADADE; NAIK, 2017).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do óleo de gergelim.

Ácidos Graxos (%)	Guimarães <i>et al.</i> (2013)	Kamal-Eldin, Pettersson e Appelqvist (1995)
Palmítico (C16:0)	7,5	9,0
Esteárico (C18:0)	5,3	6,5
Oleico (C18:1)	28,6	44,3
Linoleico (C18:2)	28,3	38,0
α -linolênico (C18:3)	0,3	0,6
Araquidônico (C20:0)	0,3	0,3

Além disso, possuem outras substâncias como lignanas e tocoferóis que também foram identificadas como antioxidantes naturais responsáveis pela redução da rancidez oxidativa e correlacionadas com as propriedades nutricionais e organolépticas do óleo (SHAHIDI; LIYANA-PATHIRANA; WALL, 2006; ELLEUCH *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2017). Abdel-Daim *et al.* (2016) avaliando o efeito sinérgico do óleo de gergelim e do ácido α -linolênico contra a toxicidade de um inseticida organofosforado em ratos, averiguaram que o óleo pode reduzir os efeitos colaterais do inseticida por meio de suas atividades antioxidantes e de eliminação de radicais livres. Com o avanço da tecnologia, o óleo de gergelim quando misturado com farelos de arroz, soja ou outro óleo pode apresentar uma grande vantagem em relação aos aspectos nutricionais (NAGENDRA PRASAD *et al.*, 2012).

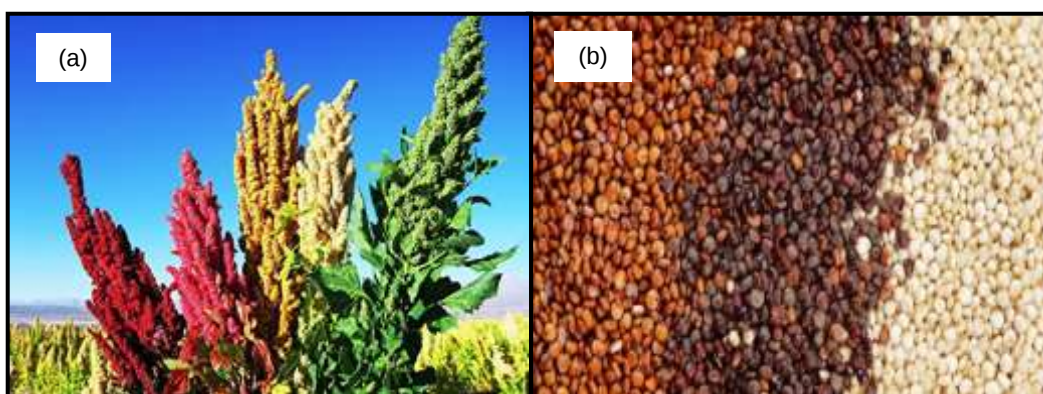
Embora não sejam tão atrativas como as sementes e o óleo, as folhas do gergelim podem ser utilizadas como potencial subproduto nutracêutico em aplicações farmacêuticas, visto que, possuem grupos funcionais fenólicos e elevada atividade antioxidante (OLALERE; ABDURAHMAN; GAN, 2019).

3.1.3. Quinoa

A quinoa (*Chenopodium quinoa*) é uma cultura alimentar tradicional em vários países da América do Sul, que surgiu cerca de 5.000 anos atrás. Pertencente

à família *Chenopodiaceae* e existem aproximadamente 250 espécies em todo o mundo. É considerada um pseudo-grão, porém, às vezes, cresce como um vegetal verde e, suas folhas podem ser consumidas frescas ou cozidas (YILDIZ; TANSI; SEZEN, 2014). É uma matéria-prima de importante fundo econômico e cultural. Ao longo dos anos adaptou-se a diferentes áreas geográficas e, conseqüentemente, condições climáticas de solo, o que derivou a existência de inúmeras variedades do grão (Figura 5). Embora as principais variedades sejam de cor branca ou preta, os grãos de quinoa também podem ser encontrados nas cores amarela, vermelha ou violeta (LÓPEZ; RECALDE, 2016; ESCRIBANO *et al.*, 2017).

Figura 5. Quinoa: cultivo (a) e sementes (b).



Fonte: Vega-Gálvez *et al.* (2010).

Em 1970, a Academia Nacional de Ciência considerou *Chenopodium quinoa* como uma planta promissora e a recomendou para melhorar a nutrição e a qualidade de vida da população de países em desenvolvimento. Nos últimos anos, a quinoa passou a ser considerada uma erva sagrada e denominada de cultura alternativa aos cereais, devido à elevada quantidade de proteínas (Tabela 5) e aminoácidos essenciais, como a leucina (795 mg/100 g), lisina (546 mg/100 g) e histidina (431 mg/100 g) (ZURITA-SILVA *et al.*, 2014; ENCINA-ZELADA *et al.*, 2017; AGZA; BEKELE; SHIFERAW, 2018; SEZGIN; SANLIER, 2019).

Devido ao seu padrão balanceado de aminoácidos essenciais, a quinoa atende aos requisitos sugeridos pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura e Organização Mundial da Saúde (NAVRUZ-VARLI; SANLIER, 2016; VILCACUNDO; HERNÁNDEZ-LEDESMA, 2017).

A biodisponibilidade dos aminoácidos é diferente com base na variedade de quinoa consumida e no processamento ao qual é submetida. Estudos comprovam

que o aquecimento pode contribuir para a oxidação e carboxilação das proteínas, contudo processos como a extrusão e a malteação aumentam a retenção de alguns aminoácidos da quinoa (MOTTA *et al.*, 2019).

Tabela 5. Composição química das sementes de quinoa.

Determinações	%
Lipídios*	2,5-10,88
Proteínas	13,1-16,7
Cinzas	2,7-3,8
Carboidratos	59,9-74,7
Fibras	7,0-11,7
Energia (kcal)	357-368

Fontes: *Valencia-Chamorro (2016); Vilcacundo e Hernández-Ledesma (2017).

A quinoa também apresenta elevada concentração de triptofano livre, que pode ser absorvido facilmente e influenciar na síntese de neurotransmissores serotoninérgicos (COMAI *et al.*, 2007). Além disso, tem níveis adequados de minerais, como cálcio, magnésio, ferro, cobre e zinco e vitaminas do complexo B, C e E (D'AMBROSIO *et al.*, 2017; FISCHER *et al.*, 2017).

Por ser uma cultura nutritiva torna-se um excelente exemplo de alimento funcional, que pode beneficiar o tratamento da desnutrição humana, melhorar a imunidade, a memória, a recuperação dos tecidos e, ainda, reduzir o risco de várias doenças como o câncer de mama, osteoporose e problemas cardíacos (CUPERSMID *et al.*, 2012).

Seus grãos podem ser utilizados em pratos, como se faz com outros cereais, cozidos, em sopas e mingaus ou como ingrediente na produção de bebidas quentes ou fermentadas (cervejas), massas (pão, biscoitos), cereais matinais, alimentos infantis, suplementos dietéticos, produtos sem glúten, farinha, etc. (CALDERELLI *et al.*, 2010; WANG; ZHU, 2016). A farinha de quinoa contém elevadas quantidades de saponinas e outros derivados triterpênicos, que se diferem de acordo com a variedade da quinoa. O comportamento anfifílico das saponinas e a capacidade de formar complexos com esteroides, proteínas e fosfolipídios de membranas possibilitam ações biológicas variadas. Não contém glúten, podendo ser utilizada por indivíduos celíacos ou com sensibilidade ao glúten (ADOLF; JACOBSEN;

SHABALA, 2013; PELLEGRINI *et al.*, 2018). Também possui elevada capacidade e estabilidade da emulsão. Sua resistência à retrogradação possibilita o uso de quinoa quando é necessária a obtenção de uma textura cremosa e suave, tais como em margarinas e cremes vegetais. Além disso, possui potencial de 46% para absorção de água e óleo, desta forma, é aplicada na alimentação humana e em formulações como bebidas, molhos, sobremesas e salsichas (OGUNGBENLE, 2009). As folhas de quinoa são consumidas de forma semelhante às do espinafre e seus brotos são adicionados às saladas. Também são utilizadas como uma rica fonte nutricional na alimentação de animais, como bovinos, suínos ou aves (NAVRUZ-VARLI; SANLIER, 2016; VILCACUNDO; HERNÁNDEZ-LEDESMA, 2017).

O óleo de quinoa contém grandes quantidades dos ácidos graxos linoleico e oleico, seguido de palmítico e γ -linolênico (Tabela 6). Apresenta elevadas concentrações de antioxidantes naturais, como α - e γ -tocoferol, possibilitando naturalmente ao óleo elevada estabilidade oxidativa quando comparado a outros óleos vegetais. Devido à esse potencial antioxidante, a quinoa foi consolidada, especialmente no desenvolvimento de novas aplicações alimentares (MARADINI FILHO *et al.*, 2017; PRÄGER *et al.*, 2018).

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos do óleo de quinoa.

Ácidos graxos	%
Mirístico (C14:0)	0,1-2,4
Palmítico (C16:0)	9,2-11,1
Esteárico (C18:0)	0,6-1,1
Oleico (C18:1)	22,8-29,5
Linoleico (C18:2)	48,1-52,3
α -linolênico (C18:3)	4,6-8,0
γ -linolênico	3

Fontes: Maradini Filho *et al.* (2017); Präger *et al.* (2018).

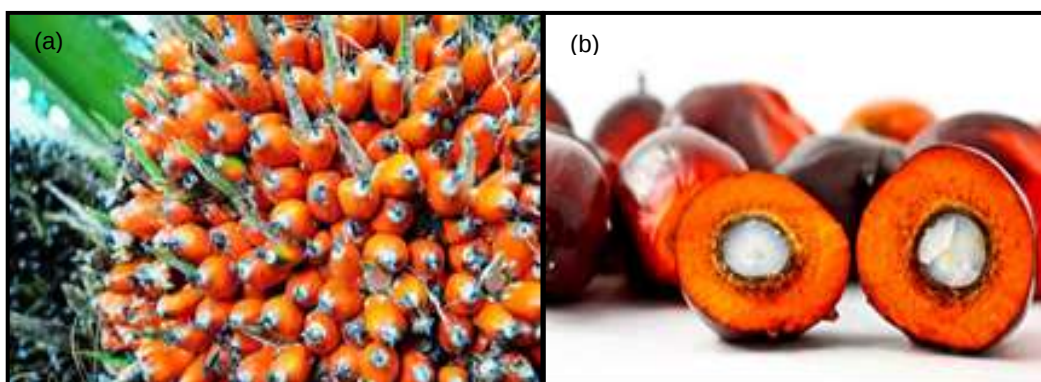
Também apresenta carotenoides, principalmente *trans*-luteína (84,7-85,6%) e zeaxantina (2,6-17,26 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) (TANG *et al.*, 2015; MARADINI FILHO *et al.*, 2017). Além disso, este óleo pode ser considerado como boa fonte de outros fitoquímicos, em particular, compostos fenólicos, fitoesteróis e esqualeno (CHEN *et al.*, 2019).

Benito-Román *et al.* (2018) avaliando o óleo de quinoa extraído por diferentes métodos, averiguaram que o óleo extraído por fluido supercrítico apresentou maior capacidade antioxidante e teor de tocoferol do que aquele extraído por solvente (hexano), independentemente da variedade de quinoa utilizada.

3.1.4. Palma

O dendezeiro é uma palmeira da família *Areacaceae*, nativa da costa ocidental da África, mais precisamente da região do Golfo da Guiné. Estima-se que essa espécie foi introduzida no Brasil pelos escravos, no século XVI, na região da Bahia e, posteriormente, foi introduzida na região amazônica onde predominam os cultivos comerciais (VENTURIERI *et al.*, 2009). É considerada a oleaginosa mais eficiente do mundo em comparação com outras culturas do mesmo gênero em termos de uso da terra (ABDULLAH *et al.*, 2012; SOH, 2012). Produz três vezes mais do que o coco, sete vezes mais do que a colza e dez vezes mais do que a soja. Contêm duas principais espécies, a *Elaeis oleífera* (palmeira americana) e a *Elaeis guineensis* (palmeira africana), que é a mais encontrada e cultivada no Brasil. Cada palmeira produz, em média, de 12 a 14 cachos/ano, com peso médio variando entre 20 e 30 kg, contendo de 1.500 a 2.000 frutos por cacho (Figura 6) (PRABHAKARAN, 2010).

Figura 6. Palma: cacho (a) e frutos (b).



Fonte: Adaptado de Prado e Block (2012).

Os frutos da palmeira *Elaeis guineensis* são coquinhos ovóides de cores amarela ou laranja, de tamanho variável e contêm sementes ou amêndoas. Estudos comprovam que o pré-tratamento de alta pressão aumenta drasticamente a quantidade de compostos fenólicos totais, flavonoides, atividade antioxidante e o

efeito citoprotetor das frações fenólicas livres, esterificadas e insolúveis dos frutos do dendezeiro (ZHOU *et al.*, 2019).

Os principais produtos do dendezeiro são os óleos, que são conhecidos popularmente como azeite de dendê, quando extraído do mesocarpo do fruto e como óleo de palmiste, quando produzido a partir do endosperma oleoso e branco. Ambos os óleos possuem diferentes propriedades físico-químicas e têm aplicações limitadas em suas formas originais (NORIZZAH; NUR AZIMAH; ZALIHA, 2018). A proporção produzida de óleo de palma para óleo de palmiste é de aproximadamente 10:1 milhões de toneladas, em alguns países, como a Malásia (NG *et al.*, 2019).

Em temperatura ambiente, observa-se uma separação de fases no óleo de palma, que permite o processo de fracionamento, resultando em uma fração sólida, a estearina e uma fração líquida, a oleína (JORGE, 2009). O óleo de palma é composto por ácidos graxos saturados (50%), monoinsaturados (40%) e poli-insaturados (10%), destacando-se o palmítico, mirístico, esteárico, oleico e linoleico. A presença de aproximadamente 50% de ácidos graxos saturados lhe confere textura semissólida, sem conter gorduras *trans*. Possui também constituintes menores derivados dos ácidos graxos, como os monoacilgliceróis e diacilgliceróis, fosfatídios, ésteres e esteróis, conforme mostra a Tabela 7 (ALUYOR; OBOH, 2014; DIAS, 2015; SAVVA; KAFATOS, 2016).

É uma fonte natural de vitamina E representada por tocoferóis e tocotrienóis, principalmente γ -tocotrienol, ao contrário de outras fontes vegetais, que apresentam elevados teores de α -tocoferol. O γ -tocotrienol possui elevada atividade antioxidante, conferindo estabilidade oxidativa ao óleo e atua também em células humanas. Estudos têm demonstrado sua eficácia na prevenção de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de câncer (SCHAUSS; ENDRES; CLEWELL, 2012).

É naturalmente de coloração avermelhada devido à presença de β -caroteno, além do nível de oxidação provocada pelas lipoxigenases em frutos escurecidos estocados por longo período antes de serem processados e a oxidação catalisada pelo ferro durante o processamento (EDEM, 2002). Também, possui quantidade significativa de outros antioxidantes, como α -caroteno, licopeno e fitosteróis (DIJKSTRA; VAN DUIJN, 2016; GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018).

Devido à sua alta estabilidade, composição e menor custo de produção, o óleo de palma é bastante versátil para aplicações na indústria alimentícia, sendo comumente utilizado como óleo de cozinha, na fritura, para uso em panificação

Tabela 7. Características físico-químicas do óleo de palma refinado.

Determinações	Resultados
<i>Propriedades físico-químicas</i>	
Densidade (kg/m ³)	0,891
Ponto de fusão (°C)	27-50
Acidez (mg KOH/g)	2-15
Índice de refração (25°C)	1,453-1,459
Índice de iodo (g I ₂ / 100 g)	46-60
Índice de saponificação (mg KOH/g)	196-209
Matéria insaponificável (%)	0,3-1,2
<i>Triacilgliceróis (%)</i>	
Trissaturado (SSS)	6,4
Monoinsaturado (SIS)	44,7
Di-insaturado (SII)	37,7
Tri-insaturado (III)	6,5
Diacilgliceróis (DAG)	4,9
<i>Perfil de ácidos graxos (%)</i>	
Láurico (12:0)	nd-0,5
Mirístico (14:0)	0,5-2,0
Palmítico (16:0)	39,3-47,5
Esteárico (18:0)	3,5-6,0
Oleico (18:1)	36,0-44,0
Linoleico (18:2)	9,0-12,0
α-Linolênico (18:3)	nd-0,5
Araquídico (20:0)	nd-1,0

nd: não detectado

Fontes: Gunstone, Harwood e Padley (2007); Codex (2009); Nagaraj (2009).

(pães, biscoitos e bolos), sorvetes, chocolates, sopas instantâneas, pipoca de micro-ondas, molhos para salada, refeições congeladas, margarinas e cremes vegetais (TAO, 2007; AKPO *et al.*, 2012; PANDE; AKOH; LAI, 2012).

Assim, para atender as características de aplicação nos alimentos, misturas personalizadas do óleo de palma com outros óleos vegetais são utilizadas em diferentes produtos alimentícios, de acordo com necessidades tecnológicas de custos e disponibilidade (DAUD; KAUR; KHOSLA, 2012; BEZERRA *et al.*, 2017; IBSCH; SOUZA, 2017).

3.2. Cremes vegetais

Na segunda metade do século XIX, em plena Revolução Industrial, o Imperador Napoleão III propôs um concurso com o objetivo de encontrar um produto que substituísse a manteiga. O farmacêutico francês Mège-Mouriés, em 1869, criou então, a margarina, uma emulsão estabilizada de gorduras alimentares. Porém, em 1983 foi lançado no Brasil um produto semelhante à margarina com menor teor de gordura e, denominado, creme vegetal. Ambos são comercializados, porém o consumidor nem sempre tem consciência de que há diferenças entre esses dois produtos (O'BRIEN, 2008).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005), denomina-se creme vegetal, o produto em forma de emulsão plástica ou fluida, constituído principalmente de água e óleo e/ou gordura vegetal, podendo ser adicionado de outros ingredientes. É fonte de energia, vitaminas e ácidos graxos essenciais.

As margarinas e cremes vegetais são produzidos basicamente por derretimento, mistura e resfriamento. A gordura sólida é derretida, misturada com óleos vegetais líquidos, emulsionados com uma fase aquosa e, então, gradualmente resfriada. O resfriamento faz com que a gordura se solidifique e torne a emulsão mais espessa, tal fase é denominada de cristalização. Quando ocorre a cristalização da gordura na emulsão, os cristais formam uma rede tridimensional que retém as gotas de água e óleo, resultando em produtos semissólidos com propriedades de natureza plástica. Em seguida, o produto é embalado e armazenado sob refrigeração para manter a qualidade (ZEVENBERGEN *et al.*, 2009; CHAVES, 2014).

Para a produção de cremes vegetais é necessário um sistema emulsificante forte (0,5-1,0% de estabilizantes) para que não haja separação das fases aquosa e

oleosa, visto que a fase aquosa pode acarretar possíveis alterações microbiológicas. As vantagens deste produto residem em ser mais econômico e de menor valor calórico. Por outro lado, a fusão da gordura e a quebra da emulsão na boca são mais lentas em relação às margarinas cremosas (MASSIELLO, 1978).

Os cremes vegetais podem ter a sua vida útil reduzida em virtude de alterações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, resultantes de problemas no processo de fabricação, escolha e dosagem de ingredientes e matérias-primas, tipo de embalagem e condições de armazenamento (YOUNG; WASSELL, 2008).

3.2.1. *Propriedades físico-químicas*

Ao desenvolver um creme vegetal, é importante não apenas aperfeiçoar as propriedades nutricionais e físicas, mas também assegurar a estabilidade oxidativa durante o armazenamento. Além disso, os consumidores preferem margarinas e cremes vegetais que ao serem retirados do refrigerador apresentem espalhabilidade, estabilidade de emulsão e propriedades de derretimento. Tais fatores dependem do teor e tipo de óleos e/ou gorduras que irão compor a margarina ou creme vegetal (SILVA, 2009; ZHU *et al.*, 2012).

Os lipídios empregados na produção dos cremes vegetais, geralmente recebem tratamentos específicos, visando o fornecimento de propriedades cristalinas adequadas ao produto (SOPELANA *et al.*, 2013; GUILLÉN; IBARGOITIA; SOPELANA, 2016). A proporção entre as fases líquida e sólida e a estrutura dos cristais determina a qualidade de textura dos produtos lipídicos, além disso, os cristais são responsáveis por evitar a coalescência das gotículas da fase aquosa dispersa (MASCARENHAS, 2015).

A maioria dos óleos vegetais extraídos de sementes oleaginosas possui pequena quantidade de sólidos para formar redes de cristais, enquanto que outros, como palma, palmiste e coco, têm maior teor de gordura sólida. Porém, para muitas aplicações não possuem textura ideal. Assim, a modificação da composição físico-química de alguns óleos é necessária para produzir gorduras com propriedades adequadas para aplicação em cremes vegetais (DIJKSTRA; VAN DUIJN, 2016).

Os ácidos graxos *trans* são muito utilizados na fabricação de alimentos devido ao interesse tecnológico, no entanto, há várias evidências que apontam que o consumo em excesso de gorduras *trans* na dieta é um fator de risco significativo para eventos cardiovasculares, cânceres e diabetes (ISLAM *et al.*, 2019).

3.2.2. Caracterização microbiológica

A análise microbiológica para verificar a qualidade e quantidade de micro-organismos presentes é fundamental para o conhecimento das condições de higiene em que o alimento foi preparado, os riscos que o mesmo pode oferecer à saúde do consumidor e se terá ou não a vida útil pretendida. Essa análise é também indispensável para verificar se os padrões e especificações microbiológicas para alimentos nacionais ou internacionais estão sendo atendidos adequadamente (FRANCO; LANDGRAF, 2001).

A produção dos cremes vegetais deve ser realizada em condições controladas para que a qualidade higiênico-sanitária seja garantida pelo cumprimento de critérios de qualidade pré-determinados. A Resolução RDC nº 12 estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alguns alimentos e determina os critérios para a conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2001). Os micro-organismos mais comuns que podem causar contaminações em margarinas e cremes vegetais são coliformes, mesófilos aeróbios, bolores, leveduras, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp. Porém, para cremes vegetais, é exigida apenas a análise de coliformes a 45°C/g, sendo estabelecido como tolerância para amostra indicativa 1 NMP/g. Muitas vezes, para maior confiabilidade da segurança dos cremes vegetais são realizadas análises adicionais, como as de bolores e leveduras, adotando-se o padrão estabelecido para margarina, de acordo com Portaria nº 372 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1997), que tem limite máximo de $5,0 \times 10^2$ UFC/g; as análises de *Salmonella*, padrão estabelecido para manteiga, pela Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1996), que deve ser ausência em 25 g. Tendo em vista a falta de registros de incidentes com o consumo destes produtos, podem ser considerados alimentos seguros (CHOUGUI *et al.*, 2015).

Mesmo assim, maior atenção deve ser dada à fase aquosa dos cremes vegetais, visto que é mais suscetível à contaminação microbiológica do que a oleosa e está sujeita ao crescimento de micro-organismos que liberam aldeídos e cetonas, causando odores desagradáveis. Também pode ocorrer crescimento microbiano pós-processamento, caso o produto seja colocado em ambientes quentes e úmidos. Por outro lado, o armazenamento em temperaturas elevadas pode desestabilizar a

emulsão, comprometendo os efeitos conservantes de sua estrutura compartimentada (HOLLIDAY; ADLER; BEUCHAT, 2003; CHOUGUI *et al.*, 2015).

Além disso, a qualidade dos ingredientes deve ser proporcional à vida de prateleira desejada (DELAMARRE; BATT, 1999). O sal é de vital importância para as características sensoriais do produto, para a inibição do crescimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes e, ainda, pode influenciar na oxidação lipídica das emulsões (TAORMINA, 2010).

O fator intrínseco mais provável que limita o crescimento de micro-organismos é a emulsão e, portanto, quanto menor a gotícula da fase aquosa, maior a limitação da área interior disponível para o crescimento microbiano. Além do crescimento limitado de micro-organismos na gotícula, apenas uma pequena fração das mesmas poderiam ser contaminadas. Desta maneira, a estabilidade da emulsão é extremamente importante para evitar a contaminação do produto (KLAPWIJK, 1992).

3.2.3. *Análise sensorial*

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998), análise sensorial é uma disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações das características dos alimentos e materiais da forma em que são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. Testes afetivos mensuram o grau que o consumidor gosta ou desgosta de um produto ou sua preferência por um produto em relação a outros; avaliam se o consumidor possui a intenção de consumir e/ou comprar o produto e, ainda, examinam quais atributos sensoriais são mais aceitos pelo consumidor (DUTCOSKY, 2013; YU; LOW; ZHOU, 2018).

Dentre os testes afetivos, encontram-se os de aceitação, que são geralmente realizados quando o objetivo é avaliar se os consumidores aceitam ou rejeitam os produtos. Para isso, são utilizadas escalas, de preferência balanceadas, pelo fato de serem mais discriminativas e questionadoras por apresentarem o mesmo número de categorias positivas e negativas e termos igualmente espaçados em relação ao centro da escala (ANGEROSA; CAMPESTRE, 2013).

A análise sensorial também avalia a estabilidade dos óleos, gorduras e/ou alimentos com elevada quantidade de lipídios, pois nenhum teste instrumental ou químico pode substituir os receptores sensoriais. Os métodos objetivos medem

algum fator indicativo da oxidação, mas apenas a avaliação sensorial quantifica a percepção total de intensidade de sabor ou de qualidade, permitindo acompanhar o aparecimento progressivo dos produtos de degradação dos lipídios, causadores de *off flavors* ou *off odors* (SOARES *et al.*, 2004).

No caso de cremes vegetais, atributos como espalhabilidade (propriedade física caracterizada pela facilidade com a qual um produto pode ser disseminado ou espalhado), estabilidade de emulsão (quebra da emulsão com separação de água e óleo) e propriedades de derretimento são importantes. Além disso, a textura, a sensação de preenchimento na boca e sabor podem também ser considerados atributos críticos na escolha e aceitação do consumidor (VAN DUIJN, 2014; EMADZADEH; GHORANI, 2015; SAVVA; KAFATOS, 2016; ROGERS, 2018).

3.3. Estabilidade oxidativa

Muitas operações de processamento na indústria de alimentos podem levar a mudanças notáveis nos óleos vegetais. No entanto, além das operações de processamento, a oxidação lipídica também pode ocorrer na etapa de armazenamento e causar perdas nutricionais, deterioração da qualidade e formação de compostos tóxicos e prejudiciais à saúde humana (LI *et al.*, 2018).

Grande parte dos óleos vegetais é constituída por elevada quantidade de ácidos graxos insaturados, fato que caracteriza o baixo ponto de fusão e elevada suscetibilidade a processos de degradação e, como consequência, limita sua aplicação na fabricação de alguns produtos. A degradação dos óleos pode ser hidrolítica, catalisada por enzimas ou pela presença de umidade, ou oxidativa (SIKORSKI; KOLAKOWSKA, 2010; HERNANDEZ; KAMAL-ELDIN, 2013).

A auto-oxidação é a maior responsável pelas alterações em produtos lipídicos (FRANK *et al.*, 1982; SHAHIDI, 2005), que consiste na quebra das duplas ligações por agentes catalisadores, como exposição à energia luminosa, térmica ou a íons metálicos, com formação de radicais livres, altamente reativos, suscetíveis à ação do oxigênio atmosférico e responsáveis por desencadear a produção de compostos de degradação como peróxidos, hidroperóxidos, aldeídos, compostos polares e ácidos graxos conjugados, os quais conferem odor e sabor desagradáveis aos alimentos (BELITZ *et al.*, 2009). Conforme a Tabela 8, a rancidez oxidativa é dividida em três fases. Na fase inicial ou de indução formam-se os radicais livres pela retirada de um átomo de hidrogênio do carbono adjacente à dupla ligação do

ácido graxo insaturado, originando moléculas com elétrons não pareados (POKORNY; YANISHLIEVA; GORDON, 2001).

Alterações organolépticas surgem no alimento na fase de propagação, quando ocorre a decomposição dos hidroperóxidos. Porém, na fase de terminação as alterações são mais aparentes, podendo ocasionar mudanças na cor e viscosidade (JORGE, 2009). Além da qualidade sensorial, as qualidades nutricionais e funcionais também são afetadas durante a auto-oxidação, pela formação de substâncias tóxicas e, principalmente, pela perda de ácidos graxos essenciais, carotenoides, tocoferóis e fitosteróis (MCCLEMENTS; DECKER, 2009).

Tabela 8. Principais características das fases da oxidação lipídica.

Fases	Características
<i>Iniciação ou indução</i>	Baixo consumo de oxigênio Elevada concentração de radicais livres Baixa concentração de hidroperóxidos Não há alterações organolépticas
<i>Propagação</i>	Elevado consumo de oxigênio Elevada concentração de hidroperóxidos Início das alterações organolépticas
<i>Terminação</i>	Reduzido consumo de oxigênio Redução na concentração de hidroperóxidos Elevada alteração organoléptica Modificação da cor e viscosidade

Fonte: Jorge (2009).

O Brasil não tem nenhum regulamento que define legalmente o monitoramento de descarte para óleos e gorduras após passarem por modificações e alterações, como auto-oxidação e oxidação térmica. Porém, recomenda-se o uso de óleos de boa qualidade no preparo dos alimentos e que permaneçam estáveis em processos térmicos, após longos períodos de tempo. Assim, a estabilidade oxidativa torna-se uma das mais importantes propriedades dos óleos e das gorduras para fins alimentícios (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2005).

Esta estabilidade oxidativa é definida como o tempo necessário para atingir um nível de rancidez detectável ou surpreendente mudança na taxa de oxidação (MOGHARBEL; FREITAS, 2003). A química da oxidação de lipídios em elevada

temperatura é complexa, pois envolve simultaneamente reações oxidativas e termolíticas (PRZYBYLSKI *et al.*, 1993).

Assim, em consequência da composição química e características físicas, nas indústrias alimentícias é prática comum a modificação de óleos e/ou gorduras vegetais para melhorar a qualidade nutricional, propriedades funcionais e estabilidade à oxidação. Entre essas modificações, encontra-se a interesterificação, que altera as propriedades físicas, reorganizando a distribuição de ácidos graxos na molécula de glicerol de maneira aleatória, sem alterar a composição química. Este processo não altera o grau de insaturação dos ácidos graxos à medida que se transferem de uma posição para outra e, adicionalmente, não se formam os isômeros *trans* (WIRKOWSKA-WOJDYŁA *et al.*, 2016). Além disso, pode ser aplicado para influenciar o comportamento na fusão; fornecer consistência desejada em temperatura ambiente e de refrigeração; melhorar ou modificar o comportamento cristalino de forma a facilitar os processos de produção e, diminuir a tendência à recristalização durante a vida útil dos produtos (RIBEIRO *et al.*, 2007; SANTOS; GERBAUD; CARRILLO LE ROUX, 2013). Porém, segundo Enig (2008), a interesterificação decorre de um processo altamente industrializado e com aquecimento, desta maneira, o produto resultante pode conter resíduos de produtos químicos repletos de radicais livres.

Além disso, a utilização de um único óleo vegetal na produção de alimentos com base lipídica pode apresentar baixos valor nutricional e estabilidade oxidativa. Como por exemplo, a fabricação de um produto alimentício utilizando apenas o óleo de gergelim proporcionará baixo teor em ácido α -linolênico; enquanto que somente com o óleo de palma apresentará baixos níveis de ácidos graxos essenciais, elevada estabilidade oxidativa e quantidades de ácidos graxos saturados. Portanto, utilizar misturas de óleos vegetais com diferentes propriedades é um dos métodos mais simples para desenvolver novos produtos com propriedades texturais e oxidativas (HASHEMPOUR-BALTORK *et al.*, 2016).

A mistura de óleos vegetais tem sido uma prática comum aceitável em muitos países, porque não aumenta o custo de processamento (O'BRIEN, 2008). Além disso, leva a alterações no perfil de triacilgliceróis e, portanto, a mudanças nas propriedades físicas dos óleos, como o ponto de fumaça, teor de gordura sólida, qualidade sensorial, densidade e viscosidade (BAKHTIARY, 2014; ROIAINI; NORHAYATI, 2015). A realização de uma mistura de óleos é extremamente simples

e pode ampliar sua aplicação, porém, é importante o atendimento às recomendações nutricionais e, principalmente, à composição em ácidos graxos mais equilibrada em comparação com os óleos puros (WHO, 2008; BEZERRA *et al.*, 2017). Desta maneira, estudos mostram que os óleos de palma, coco e babaçu são bastante utilizados para compor misturas com outros óleos vegetais e proceder ao desenvolvimento de um novo produto, pois são capazes de melhorar a qualidade e aparência do produto final, aumentar vida útil e, ainda, moderar os preços do varejo para o benefício do consumidor (YOUNG; WASSELL, 2008; MBA; DUMONT; NGADI, 2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Materiais

4.1.1. Sementes

As sementes de chia e quinoa foram fornecidas por uma indústria situada em Panambi, Rio Grande do Sul, em embalagens a vácuo de 200 g. As sementes de gergelim preto foram adquiridas no comércio local de São José do Rio Preto, São Paulo, em embalagens de 100 g.

4.1.2. Óleos

Os óleos das sementes de chia, gergelim e quinoa foram fornecidos por indústrias localizadas nas regiões Sul (Panambi-RS) e Sudeste (São Paulo-SP) do Brasil. Todos foram obtidos por prensagem a frio, não refinados e estocados a -18°C até o momento das análises. O óleo de palma refinado e adicionado de 180 mg/kg de TBHQ (terc-butil-hidroquinona) foi cedido por uma indústria localizada em Limeira-SP, Brasil. Foi estocado a -18°C até o momento das análises.

4.1.3. Cremes vegetais

Para a obtenção dos cremes vegetais foram utilizados alguns aditivos, como o antioxidante ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), os conservadores benzoato de sódio e sorbato de potássio, o acidulante ácido cítrico, os emulsificantes ésteres de ácido tartárico de mono/diglicerídeos e ésteres de poliglicerol de ácido ricinoleico (PGPR) e cloreto de sódio (NaCl). Todos os aditivos apresentavam 99,9% de pureza, com formulação descrita na Tabela 9.

Ensaio preliminares foram realizados para a escolha da melhor proporção entre óleo de palma, chia, gergelim, quinoa e a adição das sementes inteiras. A formulação com 49% de óleo de palma, 29% dos outros óleos e 2% de sementes foi empregada, pois apresentou melhores características sensoriais. Assim, foram formulados três cremes vegetais com óleos e sementes: de chia, gergelim e quinoa, conforme descrito na Tabela 9, cujo esquema de produção encontra-se detalhado na Figura 7.

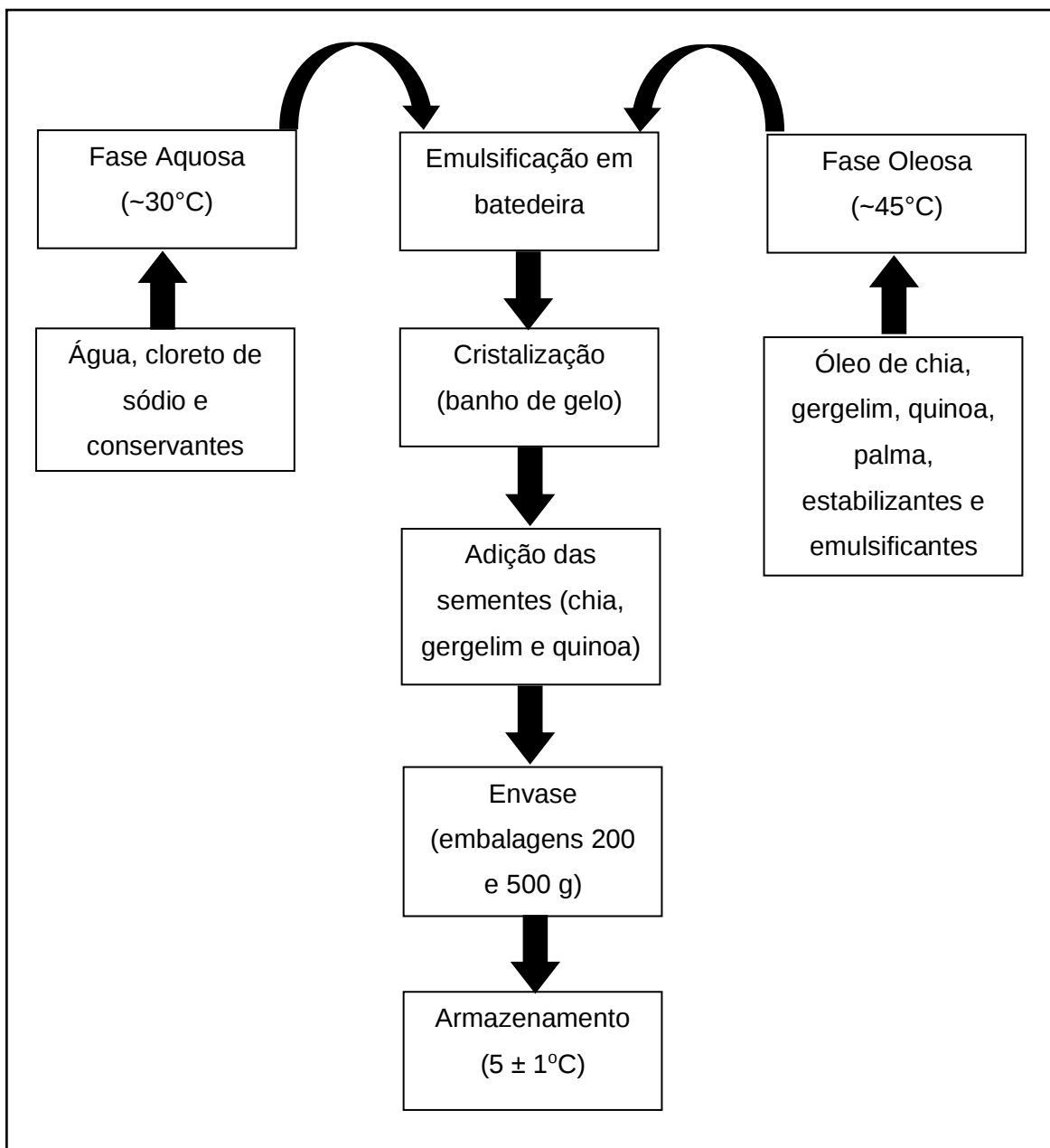
Para a realização das análises físico-químicas, os cremes vegetais foram colocados em béqueres e levados à estufa a 60-70°C por aproximadamente 5 minutos. Uma vez completamente fundidos, foram centrifugados a 3.000 rpm/5 min

para a separação das fases e a fase oleosa foi filtrada com sulfato de sódio anidro para análises posteriores.

Tabela 9. Formulação dos cremes vegetais.

Ingredientes	(%)
<i>Sementes inteiras</i>	2
<i>Fase oleosa</i>	
Óleo de palma	49
Óleo de chia ou gergelim ou quinoa	29
EDTA	0,05
Ésteres de mono e diglicerídios	0,8
PGPR	0,25
<i>Fase aquosa</i>	
Água	17,44
Cloreto de sódio	1
Benzoato de sódio	0,05
Sorbato de potássio	0,05
Ácido cítrico	0,005

Figura 7. Esquema de produção dos cremes vegetais.



Fonte: Adaptado de Pessoa (2017).

4.2. Estocagem dos cremes vegetais

Os cremes vegetais foram envasados em potes de polipropileno, tampados, armazenados sob refrigeração ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) e analisados em 0, 3 e 6 meses, uma vez que o prazo médio de validade de margarinas e cremes vegetais comerciais industrializados é de 6 meses.

4.3. Métodos

4.3.1. Análises nas sementes

- Umidade, realizada a 70°C em estufa a vácuo com pesagem a cada 2 horas, até a obtenção de peso constante, segundo o método Ca 2d-25 da AOCS (2009), cujos resultados foram expressos em porcentagem;
- Lipídios, determinados por extração com éter de petróleo a $40\text{-}60^\circ\text{C}$ utilizando extrator Soxhlet por 6 horas, de acordo com o método Ba 3-38 da AOCS (2009), expressos em porcentagem.

4.3.2. Análises nos óleos e cremes vegetais

- Ácidos graxos livres, obtidos de acordo com o método Ca 5a-40 da AOCS (2009), cujos resultados para os óleos foram expressos em percentual de ácido oleico e para os cremes vegetais, em ácido palmítico;
- Índice de peróxidos, realizado de acordo com o método Cd 8-53 da AOCS (2009), cujos resultados foram expressos em meq O_2/kg ;
- Ácidos dienólicos conjugados, realizados em espectrofotômetro (Modelo UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Japão) a 233 nm, de acordo com o método Ti 1a-64 proposto pela AOCS (2009), expressos em porcentagem;
- Índice de saponificação, calculado segundo o método Cd 3a-94 (AOCS, 2009) a partir da composição de ácidos graxos. Os resultados foram expressos em mg de KOH/g;
- Índice de iodo, calculado segundo o método Cd 1c-85 proposto pela AOCS (2009), por meio da composição de ácidos graxos, com os resultados expressos em g $\text{I}_2/100\text{ g}$;
- Índice de refração, realizado de acordo com o método Cc 7-25 da AOCS (2009), utilizando refratômetro de Abbé (Modelo UH 4, MLW Prüfgeräte, Berlim, Alemanha) a 40°C ;

- Índice de estabilidade oxidativa, realizado utilizando o método Cd 12b-92 da AOCS (2009), com o uso do instrumento Rancimat (Modelo 743, Metrohm Ltd., Herisau, Switzerland), temperatura de 110°C e fluxo de ar de 20 L/h. Os resultados foram expressos em horas;
- Perfil de ácidos graxos, esterificados e determinados pelos métodos Ce 2-66 e Ce 1-62 da AOCS (2009), respectivamente. A análise foi realizada em cromatógrafo gasoso (Modelo 3900, Varian Inc., Walnut Creek, USA) com detector de ionização de chama, injetor split e amostrador automático, nas seguintes condições: coluna capilar de sílica fundida (CP-Sil 88, Varian Inc., Walnut Creek, USA) de 60 m de comprimento, com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura do filme de 0,20 µm. A programação de temperatura da coluna foi iniciada em 90°C/4 min, aquecida a 10°C/min até 195°C e mantida em isoterma durante 16 min. As temperaturas utilizadas no injetor e no detector foram 230 e 250°C, respectivamente. O gás de arraste foi o hidrogênio com velocidade linear de 30 mL/min. Os ácidos graxos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção de padrões puros de ésteres metílicos de ácidos graxos com os componentes separados das amostras e a quantificação foi feita por normalização de área. Foi utilizada como padrão uma mistura composta de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco, Bellefonte, USA), de C4:0 a C24:1, com pureza entre 99,1 e 99,9%. Os resultados foram expressos em porcentagem;
- Composição de triacilgliceróis, obtida por meio de uma distribuição randômica utilizando programa computacional desenvolvido por Antoniosi Filho, Mendes e Lanças (1995), baseado no perfil de ácidos graxos. Grupos com concentração total de triacilgliceróis menor que 0,5% foram ignorados, e os resultados foram expressos em porcentagem;
- Carotenoides totais, determinados por espectrofotômetro de varredura (Modelo UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Japão), segundo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (2001). A quantificação foi efetuada pela absorção no comprimento de onda de absorção máxima e com valor de absorvidade de 2592, em éter de petróleo. Os valores foram expressos como µg β-caroteno/g;

- Compostos fenólicos totais, extraídos de acordo com o método proposto por Parry *et al.* (2005). A quantificação foi determinada conforme a metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965), utilizando reagente de Folin-Ciocalteu e detectados a $\lambda = 765$ nm em espectrofotômetro (Modelo UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Japão). Foi utilizado ácido gálico (0-500 mg/L) para plotar a curva padrão e os resultados foram expressos mg/kg;
- Teores de tocoferóis, determinados utilizando o método Ce 8-89 da AOCS (2009). A análise foi realizada por cromatógrafo líquido de alta eficiência, (Modelo 210-263, Varian, Walnut Creek, USA) com detector de fluorescência, coluna de aço inox empacotada com sílica (100 Si, Varian, Walnut Creek, USA) e comprimento de onda de excitação em 290 nm e de emissão em 330 nm. Os valores das concentrações foram calculados em base da área dos picos de excitação da leitura e expressos em valores de cada isômero separadamente. Uma curva padrão de α -, β -, γ - e δ -tocoferol (Supelco, Bellefonte, USA) com elevado grau de pureza foi elaborada para expressar o teor de tocoferóis em mg/kg;
- Vitamina E, calculada de acordo com o método descrito por Mclaughlin e Weihrauch (1979), sendo os fatores de conversão: α -tocoferol x 1,0; β -tocoferol x 0,40; γ -tocoferol x 0,10 e δ -tocoferol x 0,01, o resultado foi expresso como equivalentes de α -tocoferol (mg/kg);
- Análises microbiológicas, determinadas somente nos cremes vegetais de acordo com os métodos do *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001);
- Análise sensorial afetiva, realizada nos cremes vegetais correspondentes ao período inicial de estocagem, microbiologicamente seguros, sob forma de apresentação monádica, por meio de escala hedônica estruturada de 9 pontos, as características determinadas essenciais (aparência, aroma, cremosidade, sabor e aceitação global) e a intenção de compra, segundo metodologia de Meilgaard, Civille e Carr (1999). Participaram 120 consumidores, englobando ambos os sexos, exceto consumidores fumantes e pessoas alérgicas e/ou com intolerância alimentar aos ingredientes presentes nas formulações dos cremes vegetais, que utilizam anticoagulantes e portadoras de doenças intestinais. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, com número do parecer

3.047.541 e, todos os provadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A). Antes de iniciar o teste, os consumidores responderam um questionário sobre a frequência com que consomem e quanto gostam ou desgostam de cremes vegetais ou produtos similares (ex: margarinas e manteigas); chia (sementes, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com chia; gergelim (sementes, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com gergelim e quinoa (sementes, flocos, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com quinoa (Anexo B). Os cremes vegetais foram codificados de acordo com Dutcosky (2011), com números centesimais a partir de todo sequenciamento possível: ABC, ACB, BAC, BCA, CAB e CBA, disponibilizados para a análise em torradas, acompanhadas de um copo de água mineral à temperatura ambiente, guardanapo e a ficha do teste apresentados sobre uma bandeja (Anexo C).

4.4. Análise estatística

O trabalho foi realizado no delineamento inteiramente casualizado para os óleos e em esquema fatorial para os cremes vegetais sob estocagem (3 Cremes x 3 Tempos). Na análise sensorial foi utilizado o delineamento de blocos completos e balanceados. Os resultados obtidos das determinações analíticas foram submetidos à análise de variância 1% de significância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, por meio do programa ESTAT, versão 2.0 (BANZATTO; KRONKA, 2006) para os óleos e os cremes vegetais e, ainda, de acordo com a frequência de respostas e suas possíveis correlações na análise sensorial, utilizando o programa Statística 7.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análises nas sementes

As análises de variância para as determinações de umidade e lipídios das sementes de chia, gergelim e quinoa estão apresentadas no Apêndice A. Como pode ser observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) e os resultados encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Análises de umidade e lipídios nas sementes.

Determinações (%)	Chia	Gergelim	Quinoa
Umidade	5,42 ± 0,09 ^a	3,15 ± 0,30 ^b	1,37 ± 0,05 ^c
Lipídios	33,07 ± 1,31 ^b	46,72 ± 0,03 ^a	12,02 ± 0,09 ^c

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Para o teor de umidade, as sementes diferiram estatisticamente entre si, de forma que chia obteve maior valor (5,42%), por possuírem elevada quantidade de fibras solúveis, que auxiliam na estabilização da estrutura de produtos alimentícios, como dispersões e emulsões por meio da formação de gel ou espessamento da fase contínua, ocasionando grande capacidade de retenção de água (CAPITANI *et al.*, 2012).

Fernandes e Salas-Mellado (2017) ao caracterizarem as sementes de chia para aplicação da mucilagem em pães e bolos encontraram 5,74% de umidade, enquanto que, Marineli *et al.* (2014) ao pesquisarem a composição de sementes de chia providas do Chile obtiveram 6,0% de umidade

Al-Bachir (2016) obteve teor de umidade de 3,7% em sementes de gergelim antes de serem submetidas à radiação gama, enquanto que, Arriel *et al.* (2006), encontraram 4,7%. Agza, Bekele e Shiferaw (2018), ao avaliarem a quinoa como potencial ingrediente para um prato típico da Etiópia encontraram 9,5% de umidade para seus grãos. A divergência desses valores, se devem às influências climáticas, condições de cultivo, diferentes variedades, etc.

Em relação ao conteúdo lipídico, também houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as sementes, porém, as de gergelim mostraram maior teor (46,72%). Elleuch *et al.* (2007) ao avaliarem as qualidades das sementes de gergelim e seus subprodutos obtiveram 52,2% de lipídios, possivelmente, devido ao menor teor de

umidade e maior presença de outros componentes, quando comparado às sementes de chia e quinoa. Antoniassi *et al.* (2013) estudando sementes de gergelim de vários locais de plantio encontraram diferentes teores lipídicos para as sementes cultivadas no Ceará (55,98%) e na Paraíba (49,64%). Mohammed e Hamza (2008) analisando sementes de gergelim, brancas e vermelhas, providas da Nigéria, averiguaram que ambas são ricas em lipídios, com 48 e 50%, respectivamente. Segundo estudos realizados por Egbekun e Ehieze (1997), a variação no rendimento de óleo de sementes de gergelim ocorre em função dos genótipos, condições climáticas, estágio de maturação da planta, época de colheita e método de extração usado. Além disso, também há relatos que a crescente disponibilidade de água durante o desenvolvimento da planta do gergelim leva a um maior conteúdo de óleo nas sementes (WERE *et al.*, 2006).

5.2. Propriedades físico-químicas dos óleos

As análises de variância para a caracterização físico-química dos óleos estão apresentadas no Apêndice B. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para as variáveis estudadas, cujos resultados encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Propriedades físico-química dos óleos.

Determinações	Chia	Gergelim	Quinoa	Palma
AGL (% oleico)	4,46 ± 0,02 ^a	1,74 ± 0,03 ^b	0,57 ± 0,01 ^c	0,05 ± 0,02 ^d
IP (meq/kg)	17,41 ± 0,22 ^a	12,66 ± 0,21 ^b	2,77 ± 0,02 ^c	0,79 ± 0,27 ^d
ADC (%)	0,32 ± 0,00 ^b	0,36 ± 0,00 ^a	0,21 ± 0,01 ^c	0,21 ± 0,00 ^c
IR (40°C)	1,476 ± 0,05 ^a	1,468 ± 0,029 ^c	1,471 ± 0,05 ^b	1,460 ± 0,00 ^d
II (g I ₂ /100 g)	192,86 ± 0,01 ^a	98,87 ± 0,05 ^c	112,27 ± 0,01 ^b	62,93 ± 0,02 ^d
IS (mg KOH/g)	193,87 ± 0,02 ^b	192,03 ± 0,01 ^c	191,55 ± 0,03 ^d	196,76 ± 0,05 ^a
EO (h)	0,55 ± 0,11 ^c	3,89 ± 0,02 ^c	17,55 ± 0,04 ^b	49,14 ± 1,70 ^a

Ácidos graxos livres (AGL), índice de peróxidos (IP), ácidos dienólicos conjugados (ADC), índice refração (IR), índice de iodo (II), índice de saponificação (IS) e estabilidade oxidativa (EO).

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A análise de ácidos graxos livres está relacionada com o desenvolvimento de reações hidrolíticas no óleo. O óleo de chia foi o que obteve maior valor de ácidos graxos livres, 4,46%, enquanto que, o de palma mostrou apenas 0,05%. O teor de

umidade é um fator importante que determina a qualidade do óleo, desta maneira, elevado conteúdo de umidade aumenta a propensão de reação hidrolítica, conseqüentemente, há maior formação de ácidos graxos livres (MARTÍNEZ *et al.*, 2012). Assim, é possível que as sementes utilizadas para produção do óleo de chia tenha maior teor de umidade que as demais.

O óleo de chia obteve maior valor de peróxidos (17,41 meq/kg) quando comparado aos outros, superior ao recomendado pelo *Codex Alimentarium Commission* (2009) para óleos prensados a frio, que é 15 meq/kg, supostamente por possuir elevada quantidade de ácidos graxos insaturados, principalmente α -linolênico. Por outro lado, o óleo de palma mostrou menor valor de peróxidos (0,79 meq/kg), devido à elevada presença de ácidos graxos saturados e também pela adição de 180 mg/kg de TBHQ. Segundo Tavakoli *et al.* (2018), baixos níveis de peróxidos não são considerados como uma boa ferramenta para verificar a qualidade dos óleos de maneira única, pois na primeira etapa da oxidação, a quantidade de hidroperóxidos aumenta, enquanto na fase de propagação, esses compostos são quebrados e convertidos em compostos carbonílicos. Como resultado, a quantidade do índice de peróxidos é reduzida, portanto, análises adicionais devem ser realizadas para constatar a qualidade dos óleos.

O óleo de gergelim apresentou maior quantidade de ácidos dienólicos conjugados, 0,36%, enquanto que os de quinoa (0,21%) e palma (0,21%) mostraram menores teores. Os ácidos dienólicos conjugados é uma análise capaz de verificar os estágios iniciais da oxidação lipídica (FRANKEL, 1980). São formados a partir do deslocamento das duplas ligações que passam de uma posição malônica para uma conjugada (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999). Essa estrutura conjugada absorve fortemente a luz ultravioleta no comprimento de onda entre 232 e 234 nm. O aumento na absorção é proporcional à absorção de oxigênio e à formação de peróxidos durante os estágios iniciais da oxidação (SHAHIDI, 2005).

O índice de refração está relacionado com o comprimento da cadeia hidrocarbonada, com os graus de insaturação e conjugação dos ácidos graxos constituintes dos triacilgliceróis e a razão entre as duplas ligações *cis/trans* dos ácidos graxos (CECCHI, 2003). Da mesma maneira, o índice de iodo também se correlaciona com grau de insaturação (JOSEPH-NATHAN, 1982). Assim, foi possível observar que o óleo de chia tem maior grau de insaturação, pois apresentou maiores índices de refração (1,475) e iodo (192,86 g I₂/100 g). Estes índices elevados podem

ser devidos, particularmente, à concentração de ácidos graxos α -linolênico e linoleico (TIMILSENA *et al.*, 2017). Estes autores analisaram as propriedades físico-químicas e térmicas do óleo de chia encontraram 204 g I₂/100 g. Resultados diferentes podem ser explicados devido as diferentes variedades, ao processamento e tipos de tratamentos térmicos pelos quais foram submetidos os óleos.

O índice de saponificação revela o peso molecular médio dos ácidos graxos esterificados ao glicerol na molécula de triacilglicerol. Um índice de saponificação elevado sugere que o óleo é composto por ácidos graxos de baixo peso molecular (SUWANNO *et al.*, 2017). Observa-se na Tabela 11, que o óleo de quinoa mostrou menor índice de saponificação (191,55 mg KOH/g), devido ao seu perfil de ácidos graxos.

A estabilidade oxidativa dos óleos é fundamental para a saúde do consumidor, visto que a ingestão de alimentos oxidados de forma crônica leva ao estresse oxidativo e pode predispor os indivíduos ao desencadeamento de uma série de doenças degenerativas, incluindo aterosclerose, câncer, artrite, hepatites dentre outras (BARTOSZ; KOŁAKOWSKA, 2010). Além disso, é importante do ponto de vista tecnológico, podendo ser influenciada pela composição de ácidos graxos e presença de compostos antioxidantes naturais (FRANCO *et al.*, 2018). O óleo de palma obteve maior estabilidade oxidativa (49,14 h), seguido pelo de quinoa (17,55 h). A elevada estabilidade encontrada nesses óleos, possivelmente se deve ao conteúdo de ácidos graxos saturados, visto que a auto-oxidação é um processo que ocorre entre o oxigênio molecular e os ácidos graxos insaturados e também à presença de compostos antioxidantes naturais, como os tocoferóis.

As análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos óleos estão apresentadas nos Apêndices C e D. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para as variáveis, cujos resultados encontram-se na Tabela 12. Em relação aos ácidos graxos saturados, o óleo de palma se destacou com elevada quantidade, visto que, foi o único a apresentar ácidos graxos láurico e mirístico, além disso, obteve maiores teores de ácidos palmítico (25,88%) e esteárico (6,32%).

De acordo com Zheljazkov *et al.* (2010), os óleos podem ser classificados em relação a quantidade de ácidos graxos oleico em tradicional (14-39% de ácido oleico); médio oleico (42-72% de ácido oleico) e alto oleico (75-91% de ácido oleico). Assim, os óleos de gergelim, quinoa e palma podem ser considerados médio oleico, 60,19, 51,11 e 60,0%, respectivamente. Do ponto de vista nutricional é muito

importante, uma vez que há evidências de que este ácido graxo pode maximizar os níveis da fração de colesterol de lipoproteína de alta densidade (MBA; DUMONT; NGADI, 2015). Vários pesquisadores ao analisarem os óleos de gergelim e palma obtiveram valores de perfil de ácidos graxos semelhantes aos encontrados neste estudo (GUNSTONE; HARWOOD; PADLEY, 2007; TAN; NEHDI, 2012; DIJKSTRA; VAN DUIJN, 2016).

Tabela 12. Perfil de ácidos graxos dos óleos.

Ác graxos (%)	Chia	Gergelim	Quinoa	Palma
Láurico	nd	nd	nd	0,26 ± 0,00
Mirístico	nd	nd	nd	0,62 ± 0,01
Palmítico	6,18 ± 0,02 ^c	7,14 ± 0,02 ^b	3,57 ± 0,02 ^d	25,88 ± 0,04 ^a
Esteárico	3,82 ± 0,02 ^d	5,30 ± 0,03 ^c	5,60 ± 0,02 ^b	6,32 ± 0,02 ^a
Oleico	13,88 ± 0,01 ^d	60,19 ± 0,02 ^a	51,11 ± 0,01 ^c	60,00 ± 0,03 ^b
Linoleico	18,66 ± 0,02 ^c	26,68 ± 0,03 ^b	39,3 ± 0,02 ^a	6,54 ± 0,00 ^d
α-linolênico	56,81 ± 0,01 ^a	0,35 ± 0,01 ^b	0,10 ± 0,01 ^c	nd
Araquídico	0,67 ± 0,01 ^a	0,36 ± 0,01 ^{bc}	0,34 ± 0,01 ^c	0,39 ± 0,01 ^b
Saturados	10,66 ± 0,01 ^c	12,79 ± 0,01 ^b	9,50 ± 0,01 ^d	33,66 ± 0,03 ^a
Monoinsaturados	13,88 ± 0,01 ^d	60,19 ± 0,02 ^a	51,11 ± 0,01 ^c	60,00 ± 0,03 ^b
Poli-insaturados	75,47 ± 0,01 ^a	27,03 ± 0,04 ^c	39,40 ± 0,01 ^b	6,54 ± 0,00 ^d

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).
nd: não detectado.

Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados, o óleo de chia mostrou elevada quantidade (75,47%), principalmente de α-linolênico (56,81%), indicando ser fonte importante de ácidos graxos essenciais; distintivamente do óleo de palma, que apresentou apenas 6,54% de ácidos poli-insaturados. Martínez *et al.* (2012) e Bodoira *et al.* (2017) ao avaliarem o óleo de chia obtiveram valores próximos aos encontrados neste estudo. Ixtaina *et al.* (2011) analisaram óleos de chia extraídos por diferentes métodos, encontrando de 64,5-69,3% de ácido α-linolênico, enquanto que Alves (2017) estudando o óleo de chia proveniente da Bolívia, obteve 63%. As diferenças observadas provavelmente são em virtude de mudanças ambientais, relacionadas com a temperatura, disponibilidade hídrica, etc.

Com exceção do óleo de palma, todos apresentaram relação de ácidos graxos poli-insaturados e saturados superior a 0,4, como preconizado por Wood *et al.* (2004). O óleo de chia se destacou com 7,08, porém, embora essa composição em ácidos graxos seja favorável do ponto de vista nutricional, a grande presença de α -linolênico faz com que este óleo apresente baixa estabilidade oxidativa. Assim, produtos formulados com este tipo de óleo tem menor vida de prateleira (BOSKOU, 2011).

Com base nos ácidos graxos foi traçado o perfil de triacilgliceróis, como consta na Tabela 13. Os óleos de gergelim e palma foram os únicos que apresentaram o triacilglicerol POP, enquanto que, somente o óleo de chia apresentou os triacilgliceróis compostos por α -linolênico (AI), destacando o AIAIAI (19,1%) e LAIAI (18,7%). Ixtaina *et al.* (2011) caracterizando o óleo de chia extraído por diferentes métodos também encontraram elevadas quantidades destes dois triacilgliceróis.

Por outro lado, os triacilgliceróis POS, POO, SOO e OOO estão presentes nos óleos de gergelim, quinoa e palma devido à elevada porcentagem de ácido oleico. Uma diferença entre esses três óleos é a maior presença do triacilglicerol OLO nos óleos de gergelim e quinoa, enquanto que o óleo de palma apresenta elevada quantidade de POO, em consequência das quantidades de ácidos linoleico e palmítico presentes, respectivamente.

As análises de variância para carotenoides, compostos fenólicos, tocoferóis e vitamina E dos óleos estão apresentadas nos Apêndice E. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para essas variáveis, cujos resultados encontram-se na Tabela 14. Verificou-se que o óleo de chia apresentou menor quantidade de carotenoides totais ($5,03 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno/g}$) em relação aos demais.

Ixtaina *et al.* (2001) e Alves (2017) ao estudarem o óleo de chia encontraram menores quantidades de carotenoides totais, 1,21 e $2,04 \mu\text{g/g}$, respectivamente. Por outro lado, Bodoira *et al.* (2017) ao avaliarem a estabilidade do óleo de chia e o efeito de antioxidantes naturais, obtiveram $5,41 \mu\text{g/g}$ de carotenoides. Os autores ainda relataram que ao considerar a composição de ácidos graxos do óleo de chia, pode-se entender que os conteúdos de carotenoides apresentados não possuem ação antioxidante suficiente para fornecer proteção contra a degradação foto-oxidativa. Os diferentes valores encontrados eventualmente se dão devido às condições climáticas e localização geográfica do plantio das sementes.

Tabela 13. Perfil de triacilgliceróis dos óleos.

Triacilglicerol (%)	Chia	Gergelim	Quinoa	Palma
POP (C50:1)	-	0,9	-	12,5
POS (C52:1)	-	1,4	0,6	6,1
POO (C52:2)	-	7,9	2,9	28,9
PLO (C52:3)	1,0	7,1	4,5	6,3
PLL (C52:4)	0,7	1,6	1,7	-
PAIO (C52:4)	3,1	-	-	-
PAIL (C52:5)	4,1	-	-	-
PAIAI (C52:6)	6,2	-	-	-
SOO (C54:2)		5,9	4,5	7,0
SLO (C54:3)	0,6	5,3	6,9	1,5
OOO (C54:3)	-	22,5	13,7	22,4
OLO (C54:4)	1,1	29,9	31,7	7,3
OLL (C54:5)	1,5	13,3	24,4	0,8
SAIL (C54:5)	2,5	-	-	-
OAIO (C54:5)	3,4	-	-	-
LLL (C54:6)	0,7	1,9	6,3	-
SAIAI (C54:6)	3,8	-	-	-
OAIL (C54:6)	9,2	-	-	-
LAIL (C54:7)	6,2	-	-	-
OAIAI (C54:7)	14,0	-	-	-
LAIAI (C54:8)	18,7	-	-	-
AIAIAI (C54:9)	19,1	-	-	-
Outros	4,1	3,2	2,7	7,1

P palmítico, O oleico, L linoleico, S esteárico, AI α -linolênico.

Tabela 14. Carotenoides, compostos fenólicos, tocoferóis e vitamina E dos óleos.

Determinações	Chia	Gergelim	Quinoa	Palma
<i>Carotenoides ($\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/g}$)</i>				
	5,04 $\pm$ 0,13 ^c	19,46 $\pm$ 0,13 ^{ab}	17,39 $\pm$ 0,94 ^b	19,96 $\pm$ 0,53 ^a
<i>Compostos fenólicos (mg/kg)</i>				
	131,11 $\pm$ 4,09 ^b	88,74 $\pm$ 4,47 ^c	190,84 $\pm$ 5,21 ^a	87,16 $\pm$ 9,68 ^c
<i>Tocoferóis (mg/kg)</i>				
α -tocol	13,3 $\pm$ 0,06 ^d	216,38 $\pm$ 0,14 ^a	26,51 $\pm$ 0,03 ^c	59,52 $\pm$ 0,43 ^b
γ -tocol	88,61 $\pm$ 0,04 ^d	440,12 $\pm$ 0,10 ^a	213,07 $\pm$ 0,11 ^b	93,05 $\pm$ 0,23 ^c
δ -tocol	nd	nd	103,90 $\pm$ 0,14	nd
Totais	101,91 $\pm$ 0,01 ^d	656,50 $\pm$ 0,24 ^a	343,48 $\pm$ 0,28 ^b	152,56 $\pm$ 0,20 ^c
<i>Vitamina E (mg/kg)</i>				
	22,16 $\pm$ 0,05 ^d	276,40 $\pm$ 0,15 ^a	56,51 $\pm$ 0,04 ^c	72,20 $\pm$ 0,40 ^b

Médias $\pm$ desvios padrões seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

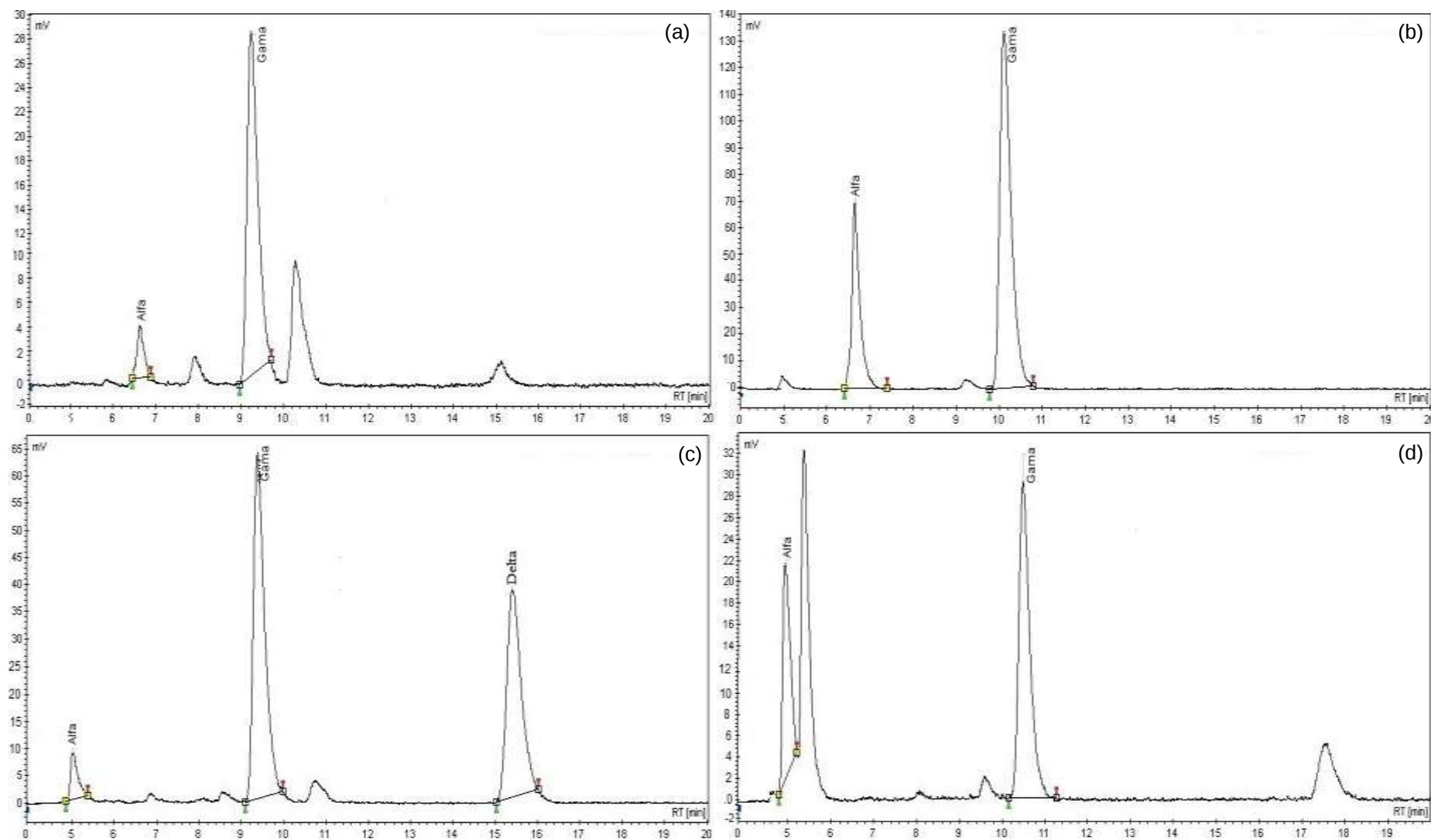
nd: não detectado (α -tocol $\leq 3,15$ mg/kg, γ -tocol $\leq 8,65$ mg/kg, δ -tocol $\leq 2,30$ mg/kg).

Em relação aos compostos fenólicos, o óleo de quinoa apresentou elevada quantidade (190,84 mg/kg). Porém, Multari *et al.* (2018) ao avaliarem o efeito de diferentes temperaturas de secagem de grãos de quinoa, encontraram de 293-994 mg/kg, mostrando, que, as temperaturas de 60 e 70°C facilitaram a extração desses compostos. A divergência entre os teores de compostos fenólicos pode ser atribuída à ligação de polifenóis com outras substâncias, às alterações na estrutura química dos polifenóis que não puderam ser extraídos e determinados pelos métodos disponíveis, à reatividade do reagente Folin-Ciocalteu com outros compostos ou ainda à diferença de temperatura (EVERETTE *et al.*, 2010).

A importância dos tocoferóis, presentes nos óleos vegetais, está relacionada às suas propriedades antioxidantes, em tecidos animais e vegetais e às funções fisiológicas (TANG *et al.*, 2015). Os isômeros α -, γ - e δ -tocóferóis foram detectados nos óleos, conforme mostram a Tabela 14 e Figura 8. As quantidades de α - e γ -tocóferol foram menores no óleo de chia, 13,3 e 88,61 mg/kg, respectivamente, mostrando que, embora seja um óleo benéfico à saúde, devido à presença de ácidos graxos essenciais, como α -linolênico e linoleico, não é estável tecnologicamente.

Somente no óleo de quinoa foi encontrado o δ -tocóferol (103,90 mg/kg) e em quantidade superior à encontrada por Przygda e Wejnerowska (2015) ao estudar o óleo de quinoa extraído por fluído supercrítico com diferentes combinações de

Figura 8. Cromatogramas dos teores de tocoferóis dos óleos de chia (a), gergelim (b), quinoa (c) e palma (d).



Fonte: Autor.

temperatura, pressão e tempo. Tal isômero de tocoferol possui elevada capacidade antioxidante, a qual, quando relacionada ao perfil de ácidos graxos, pode conferir ao óleo elevada estabilidade oxidativa (ISNARDY; WAGNER; ELMADFA, 2003).

No óleo de gergelim foi encontrada maior quantidade de tocoferóis totais, sendo que o isômero γ -tocoferol, se destacou perfazendo 67% desse total. Embora, grande parte dos óleos insaturados contenham elevadas quantidades de tocoferóis totais, o óleo de gergelim estudado pode ser considerado uma boa fonte de tocoferóis ao ser comparado com outros óleos vegetais como a linhaça (123,22 g/kg) e algodão (158,44 mg/kg) (PAZZOTI *et al.*, 2018).

O óleo de palma é considerado uma fonte natural de vitamina E representada por tocoferóis e tocotrienóis e, embora não tenha sido o que apresentou a maior quantidade de vitamina E neste estudo, ainda pode-se considerar quantidade significativa, 72,20 mg/kg, visto que, o óleo de palma utilizado foi refinado e este processo tende a diminuir a quantidade de compostos bioativos nos óleos.

5.3. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial dos cremes vegetais

As análises de variância para a caracterização físico-química dos cremes vegetais com chia, gergelim e quinoa estão apresentadas no Apêndice F. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os efeitos principais Cremes vegetais e Tempos e suas interações para as variáveis ácidos graxos livres, ácidos dienólicos conjugados, índice de refração, índice de iodo, índice de saponificação e estabilidade oxidativa. Porém, a interação para índice de peróxidos não foi significativa ($p > 0,05$), cujos resultados encontram-se nas Tabelas 15 e 16.

A formação de ácidos graxos livres decorre da hidrólise parcial dos triacilgliceróis e está relacionada, principalmente, com a qualidade da matéria-prima e as condições de armazenamento, visto que a decomposição dos glicerídeos é acelerada por ação enzimática, aquecimento e luminosidade (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Ao analisar a Tabela 15, observa-se que durante todo o período de estocagem, os teores de ácidos graxos livres do creme de chia foram maiores, seguido pelos cremes de gergelim e quinoa. Os teores de ácidos graxos livres aumentaram consideravelmente no creme de chia durante a estocagem, enquanto que o creme de quinoa manteve sua qualidade inicial, assim, pode-se inferir que as

sementes de chia utilizadas para produção do óleo eventualmente apresentavam maior umidade e, conseqüentemente, menor qualidade.

Para os ácidos dienóicos conjugados, inicialmente, os cremes vegetais não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Porém, com o tempo de estocagem houve um aumento na quantidade de ácidos dienóicos, exceto no creme de gergelim, que se manteve estável após 3 meses de estocagem, mostrando ser mais resistente aos estágios iniciais da oxidação lipídica, provavelmente devido à influência da composição química do óleo presente em sua formulação.

Durante todo o período de estocagem, o creme de chia obteve maiores índices de refração e iodo quando comparado aos outros cremes vegetais, em decorrência da elevada concentração de ácidos graxos poli-insaturados presentes no óleo de chia que integra este creme vegetal. Com o tempo de estocagem, houve pequena diminuição nos índices de refração e iodo dos cremes, porém, o creme de quinoa manteve os valores constantes até 3 meses.

O índice de saponificação do creme de quinoa foi maior durante todo o processo de estocagem, seguido pelo de chia. Ao longo dos 6 meses, o índice de saponificação aumentou em todos os cremes, com isso, pode-se inferir que, ao final da estocagem, o peso molecular médio dos ácidos graxos esterificados ao glicerol na molécula de triacilglicerol era composto por ácidos graxos de baixo peso molecular.

O creme de quinoa mostrou maior estabilidade oxidativa do início ao final da estocagem em comparação aos outros cremes vegetais, o que pode estar relacionado ao perfil de ácidos graxos e à presença de antioxidantes naturais no óleo de quinoa. Além disso, ao longo da estocagem, a estabilidade oxidativa do creme de quinoa foi mantida, ao contrário dos outros cremes vegetais.

A Tabela 16 traz os valores médios do índice de peróxidos para os fatores Cremes vegetais e Tempos. Pode-se observar que para o fator Cremes vegetais, os de chia e de gergelim obtiveram maiores índices quando comparados ao de quinoa, hipoteticamente por serem formulados com óleos ricos em ácidos graxos insaturados e, conseqüentemente, mais propensos à oxidação. Já em relação ao fator Tempos, pode-se observar que não houve diferença.

Tabela 15. Caracterização físico-química dos cremes vegetais.

Determinações/ Tempos (meses)	Cremes vegetais		
	Chia	Gergelim	Quinoa
<i>Ácidos graxos livres (% palmítico)</i>			
0	1,65 ± 0,10 ^{aC}	0,77 ± 0,00 ^{bB}	0,28 ± 0,0 ^{cA}
3	2,17 ± 0,11 ^{aB}	1,15 ± 0,04 ^{bB}	0,32 ± 0,02 ^{cA}
6	9,82 ± 0,39 ^{aA}	3,43 ± 0,15 ^{bA}	0,34 ± 0,02 ^{cA}
<i>Ácidos dienólicos conjugados (%)</i>			
0	0,26 ± 0,00 ^{aB}	0,28 ± 0,00 ^{aB}	0,29 ± 0,00 ^{aA}
3	0,27 ± 0,03 ^{bB}	0,33 ± 0,02 ^{aAB}	0,22 ± 0,00 ^{cB}
6	0,36 ± 0,00 ^{aA}	0,33 ± 0,01 ^{abA}	0,30 ± 0,00 ^{bA}
<i>Índice de refração (40°C)</i>			
0	1,467 ± 0,00 ^{aA}	1,464 ± 0,00 ^{bA}	1,464 ± 0,00 ^{bA}
3	1,465 ± 0,00 ^{aB}	1,461 ± 0,00 ^{cB}	1,463 ± 0,00 ^{bA}
6	1,465 ± 0,00 ^{aB}	1,462 ± 0,00 ^{bB}	1,461 ± 0,00 ^{bB}
<i>Índice de iodo (g/100 g)</i>			
0	130,69 ± 0,08 ^{cA}	150,13 ± 0,07 ^{aA}	143,13 ± 0,12 ^{bA}
3	130,52 ± 0,01 ^{cA}	150,00 ± 0,08 ^{aA}	142,87 ± 0,06 ^{bA}
6	127,98 ± 0,14 ^{cB}	149,28 ± 0,32 ^{aB}	140,05 ± 0,06 ^{bB}
<i>Índice de saponificação (mg/g)</i>			
0	197,51 ± 0,01 ^{bB}	197,12 ± 0,01 ^{cB}	197,97 ± 0,03 ^{aC}
3	197,49 ± 0,00 ^{bB}	197,15 ± 0,02 ^{cB}	198,03 ± 0,01 ^{aB}
6	198,08 ± 0,00 ^{bA}	198,03 ± 0,01 ^{cA}	198,57 ± 0,01 ^{aA}
<i>Estabilidade oxidativa (h)</i>			
0	0,82 ± 0,01 ^{cB}	8,71 ± 0,36 ^{bB}	25,85 ± 0,68 ^{aA}
3	0,76 ± 0,06 ^{cB}	8,23 ± 0,16 ^{bB}	23,14 ± 1,60 ^{aA}
6	11,55 ± 1,17 ^{cA}	17,07 ± 1,32 ^{bA}	24,82 ± 2,50 ^{aA}

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 16. Médias do índice de peróxidos para os fatores cremes vegetais e tempos de estocagem.

Fatores	Índice de peróxidos (meq/kg)
<i>Cremes vegetais</i>	
Chia	7,62 ^A
Gergelim	7,29 ^A
Quinoa	2,48 ^B
<i>Tempos (meses)</i>	
0	5,69 ^A
3	6,53 ^A
6	5,16 ^A

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais estão apresentadas nos Apêndices G e H. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os efeitos principais Cremes vegetais e Tempos e suas interações para as variáveis ácidos graxos palmítico, oleico, linoleico, α -linolênico, saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, cujos resultados encontram-se na Tabela 17. Porém, para o efeito Tempos e sua interação para o ácido graxo esteárico não foi significativa ($p > 0,05$) e os resultados encontram-se na Tabela 18.

O creme de quinoa apresentou maiores quantidades de ácidos graxos saturados, podendo-se inferir que ao longo do período de estocagem ocorreu a quebra das ligações duplas presentes nos ácidos graxos insaturados, transformando-os em saturados, com destaque ao ácido palmítico. Após 3 meses de estocagem, o teor de ácido palmítico aumentou, destacando-se no creme de quinoa, que apresentou 49,18% em 6 meses.

O creme de gergelim mostrou ser constituído por elevada quantidade de ácido monoinsaturado, pois apresentou maiores quantidades de ácido oleico durante toda a estocagem, possivelmente por ser composto por óleo considerado médio oleico, segundo Zheljazkov *et al.* (2010), ou seja, que tem aproximadamente 60% de ácido oleico.

Para os teores de ácidos graxos poli-insaturados, os cremes de chia e quinoa apresentaram o mesmo comportamento, onde, seus teores foram mantidos até 3 meses de estocagem, com decréscimo aos 6 meses. Como a maior parte dos

Tabela 17. Perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais.

Ác. graxos (%)/ Tempos (meses)	Cremes vegetais		
	Chia	Gergelim	Quinoa
<i>Palmítico</i>			
0	41,35 ± 0,08 ^{bB}	40,90 ± 0,05 ^{cB}	45,85 ± 0,15 ^{aB}
3	41,21 ± 0,03 ^{bB}	41,06 ± 0,09 ^{bB}	46,17 ± 0,05 ^{aB}
6	44,58 ± 0,01 ^{bA}	42,19 ± 0,31 ^{cA}	49,18 ± 0,06 ^{aA}
<i>Oleico</i>			
0	33,42 ± 0,01 ^{cA}	40,39 ± 0,01 ^{aA}	39,59 ± 0,11 ^{bA}
3	33,49 ± 0,03 ^{cA}	40,26 ± 0,07 ^{aA}	39,31 ± 0,01 ^{bB}
6	31,02 ± 0,20 ^{cB}	38,93 ± 0,16 ^{aB}	36,86 ± 0,03 ^{bC}
<i>Linoleico</i>			
0	7,34 ± 0,06 ^{cA}	14,37 ± 0,04 ^{aB}	10,53 ± 0,02 ^{bA}
3	7,22 ± 0,01 ^{cA}	14,35 ± 0,01 ^{aB}	10,50 ± 0,03 ^{bA}
6	6,81 ± 0,02 ^{cB}	14,55 ± 0,12 ^{aA}	9,96 ± 0,02 ^{bB}
<i>α-linolênico</i>			
0	14,13 ± 0,01 ^B	nd	nd
3	14,33 ± 0,04 ^A	nd	nd
6	13,72 ± 0,04 ^C	nd	nd
<i>Saturados</i>			
0	45,12 ± 0,06 ^{bB}	45,25 ± 0,05 ^{bB}	49,89 ± 0,13 ^{aB}
3	44,96 ± 0,03 ^{cB}	45,39 ± 0,08 ^{bB}	50,19 ± 0,04 ^{aB}
6	48,46 ± 0,14 ^{bA}	46,53 ± 0,28 ^{cA}	53,19 ± 0,05 ^{aA}
<i>Monoinsaturados</i>			
0	33,42 ± 0,01 ^{cA}	40,39 ± 0,01 ^{aA}	39,59 ± 0,11 ^{bA}
3	33,49 ± 0,03 ^{cA}	40,26 ± 0,07 ^{aA}	39,31 ± 0,01 ^{bB}
6	31,02 ± 0,20 ^{cB}	38,93 ± 0,16 ^{aB}	36,86 ± 0,03 ^{bC}
<i>Poli-insaturados</i>			
0	21,47 ± 0,07 ^{aA}	14,37 ± 0,04 ^{bB}	10,53 ± 0,02 ^{cA}
3	21,55 ± 0,06 ^{aA}	14,35 ± 0,01 ^{bB}	10,50 ± 0,03 ^{cA}
6	20,52 ± 0,06 ^{aB}	14,55 ± 0,12 ^{bA}	9,96 ± 0,02 ^{cB}

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

nd: não detectado.

ácidos graxos insaturados encontra-se esterificada na posição dois dos triacilglicerídios que é menos reativa, os ácidos graxos poli-insaturados estão, portanto, mais protegidos das reações oxidativas (JORGE, 2009). O principal ácido graxo poli-insaturado encontrado nos cremes vegetais foi o linoleico durante a estocagem, visto que o α -linolênico foi detectado somente no creme de chia, com decréscimo ao longo da estocagem, devido sua instabilidade. A ausência deste ácido graxo nos demais cremes se dá devido a composição química dos óleos de gergelim e quinoa e maior presença de ácidos graxos saturados e monoinsaturados.

Na Tabela 18, observa-se que dentre os cremes vegetais estudados, o creme de gergelim apresentou maior teor de média para o ácido graxo esteárico (4,34%) seguido do creme de quinoa (4,02%) e de chia, (3,8%), sendo a diferença evidenciada estatisticamente. Já em relação ao fator Tempos, pode-se observar que não houve diferença estatística.

Tabela 18. Médias de ácido graxo esteárico para os fatores cremes vegetais e tempos de estocagem.

Fatores	Esteárico (%)
<i>Cremes vegetais</i>	
Chia	3,80 ^C
Gergelim	4,34 ^A
Quinoa	4,02 ^B
<i>Tempos (meses)</i>	
0	4,05 ^A
3	4,04 ^A
6	4,08 ^A

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As análises de variância para carotenoides e compostos fenólicos dos cremes vegetais estudados estão apresentadas no Apêndice I. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os efeitos principais e para a interação, cujos resultados encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19. Carotenoides e compostos fenólicos dos cremes vegetais.

Determinações/ Tempos (meses)	Cremes vegetais		
	Chia	Gergelim	Quinoa
<i>Carotenoides ($\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/g}$)</i>			
0	13,91 $\pm$ 0,27 ^{bA}	26,02 $\pm$ 1,08 ^{aA}	11,12 $\pm$ 0,13 ^{cA}
3	11,65 $\pm$ 0,41 ^{aB}	6,43 $\pm$ 0,41 ^{bB}	2,50 $\pm$ 0,27 ^{cB}
6	nd	nd	nd
<i>Compostos fenólicos (mg/kg)</i>			
0	119,79 $\pm$ 3,35 ^{bC}	80,16 $\pm$ 0,37 ^{cB}	142,00 $\pm$ 1,49 ^{aB}
3	168,47 $\pm$ 4,47 ^{aB}	78,58 $\pm$ 0,37 ^{cB}	94,89 $\pm$ 5,58 ^{bC}
6	258,74 $\pm$ 1,12 ^{aA}	154,37 $\pm$ 3,35 ^{cA}	228,84 $\pm$ 4,47 ^{bA}

Médias $\pm$ desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

nd: não detectado.

Em relação aos carotenoides totais, inicialmente, o creme de gergelim se destacou com maior quantidade (26,02 $\mu\text{g/g}$), porém, ao longo da estocagem, os cremes apresentaram uma redução nesses teores. O creme de chia mostrou-se mais estável, com retenção de 84% de carotenoides aos 3 meses. Não foram detectados carotenoides nos cremes aos 6 meses de estocagem. Embora a oxidação seja a principal causa da degradação dos carotenoides, a isomerização também pode desempenhar um papel significativo na estabilidade dos mesmos durante o armazenamento (SONG *et al.*, 2018).

Inicialmente, o creme de quinoa apresentou maior quantidade de compostos fenólicos totais (142 mg/kg). Observou-se aumento desses compostos nos cremes vegetais durante a estocagem, que pode ser atribuído às ligações de polifenóis com outras substâncias, às alterações na estrutura química dos polifenóis que não puderam ser extraídos e determinados pelos métodos disponíveis, à reatividade do reagente Folin-Ciocalteu com outros compostos ou, ainda, à oscilação de temperatura (EVERETTE *et al.*, 2010).

As análises de variância para os tocoferóis dos cremes vegetais estudados estão apresentadas no Apêndice J. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os efeitos principais e para a interação, cujos resultados encontram-se na Tabela 20.

Tabela 20. Tocoferóis dos cremes vegetais.

Determinações/ Tempos (meses)	Cremes vegetais		
	Chia	Gergelim	Quinoa
<i>α-tocoferol (mg/kg)</i>			
0	33,67 ± 0,13 ^{cA}	457,14 ± 0,61 ^{aA}	45,63 ± 0,04 ^{bA}
3	29,50 ± 0,20 ^{cB}	385,50 ± 0,50 ^{aB}	31,20 ± 0,40 ^{bB}
6	3,76 ± 0,01 ^{bC}	50,86 ± 0,05 ^{aC}	3,99 ± 0,19 ^{bC}
<i>γ-tocoferol (mg/kg)</i>			
0	66,54 ± 0,13 ^{cA}	975,17 ± 0,89 ^{aA}	84,53 ± 0,11 ^{bA}
3	45,45 ± 0,52 ^{cB}	744,52 ± 0,21 ^{aB}	52,02 ± 0,47 ^{bB}
6	1,79 ± 0,02 ^{bC}	105,33 ± 0,09 ^{aC}	1,32 ± 0,03 ^{bC}
<i>δ-tocoferol (mg/kg)</i>			
0	nd	nd	46,72 ± 0,32 ^A
3	nd	nd	33,76 ± 0,53 ^B
6	nd	nd	9,69 ± 0,33 ^C
<i>Totais (mg/kg)</i>			
0	100,21 ± 0,01 ^{cA}	1432,31 ± 0,28 ^{aA}	176,88 ± 0,39 ^{bA}
3	74,95 ± 0,33 ^{cB}	1130,01 ± 0,71 ^{aB}	116,97 ± 1,41 ^{bB}
6	5,55 ± 0,01 ^{cC}	156,18 ± 0,04 ^{aC}	14,99 ± 0,55 ^{bC}

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

nd: não detectado (α -tocol $\leq 3,15$ mg/kg, γ -tocol $\leq 8,65$ mg/kg, δ -tocol $\leq 2,30$ mg/kg).

O creme de gergelim obteve maiores teores de α - e γ -tocoferol, além de maior retenção desses isômeros, 11%, durante a estocagem. Verificou-se que o creme de quinoa foi o único que apresentou δ -tocoferol, devido à influência do óleo de quinoa presente em sua formulação.

Quanto aos tocoferóis totais, o creme de gergelim também se destacou com maiores quantidades do início ao final da estocagem, devido à presença de γ -tocoferol. Este isômero é muito importante, pois tem propriedades anti-inflamatória, anticancerígena, alivia colite moderada, além disso, em combinação com a ausência do tabagismo, melhora a função endotelial vascular, dentre outras propriedades (JIANG *et al.*, 2013; MAH *et al.*, 2013).

O risco de contaminação microbiológica de cremes vegetais vem principalmente da fase aquosa e da desestabilização da emulsão, que pode resultar em aumento na atividade de água e maior probabilidade de crescimento microbiano

(HOLLIDAY *et al.*, 2003). Bactérias, fungos e leveduras podem provocar alterações organolépticas e deteriorar a qualidade desses produtos, devido à formação de ácidos graxos livres, aldeídos, cetonas, etc. (KARLHEINZ *et al.*, 1997).

Um anexo da RDC nº 12 diz que se dispensa a coleta da amostra sempre que o produto estiver visivelmente alterado e/ou deteriorado. Ao sexto mês de estocagem, os cremes de chia e gergelim encontravam-se visivelmente degradados e não foram analisados.

Tabela 21. Análises microbiológicas dos cremes vegetais.

Determinações/ Tempos (meses)	Cremes vegetais			Padrão
	Chia	Gergelim	Quinoa	
Coliformes a 45°C (NPM/g)				
0	< 3	< 3	< 3	1
3	< 3	< 3	< 3	
6	na	na	< 3	
Bolores e leveduras (UFC/g)				
0	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²	5,0 x 10 ²
3	3,1 x 10 ⁴	8,05 x 10 ²	< 10 ²	
6	na	na	< 10 ²	
Salmonella (em 25 g)				
0	Aus	Aus	Aus	Aus
3	Aus	Aus	Aus	
6	na	na	Aus	
Contagem padrão em placas (UFC/g)				
0	2,7 x 10 ³	1,2 x 10 ²	7,0 x 10 ¹	-
3	< 10	< 10	< 10	
6	na	na	< 10	
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)				
0	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²	-
3	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²	
6	na	na	< 10 ²	

na: não analisado.

Aus: ausência.

-: sem padrão estabelecido.

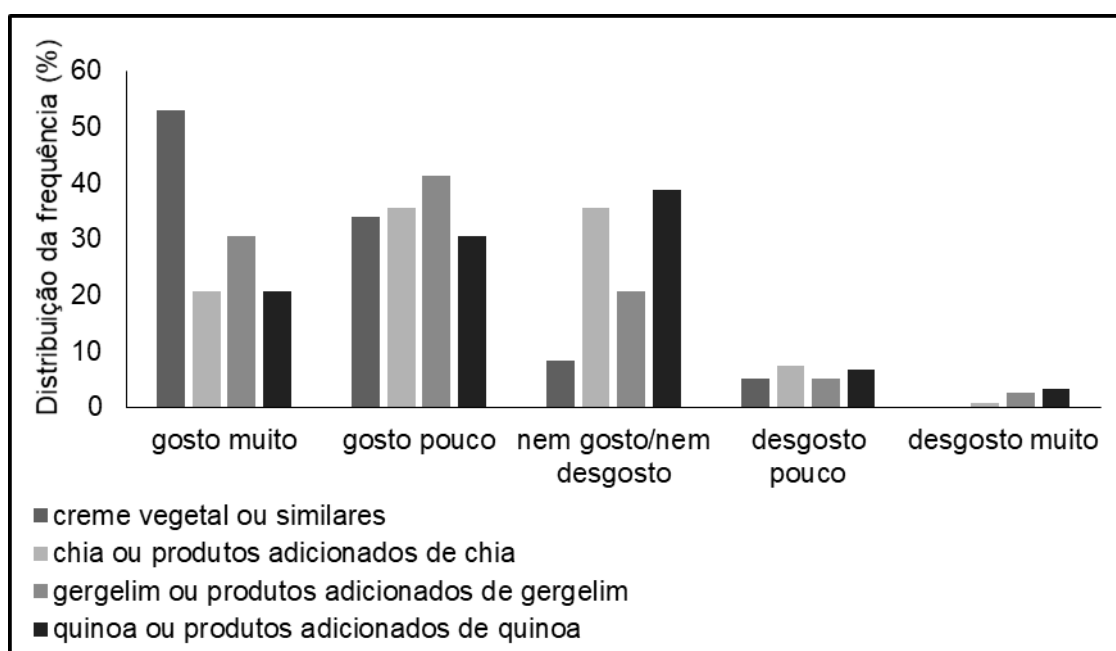
Ao analisar a Tabela 21, nota-se que os cremes vegetais se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos para coliformes a 45°C, bolores e leveduras e Salmonella, até 3 meses de estocagem.

O creme de quinoa foi o único que permaneceu inalterado e com os resultados dentro dos padrões estabelecidos para todas as análises microbiológicas até 6 meses de estocagem. Além das condições rigorosas das boas práticas de fabricação, da baixa umidade das sementes e a eficiente emulsão, que promoveram menores gotículas de água e, conseqüentemente, maior a incapacidade de proliferação dos micro-organismos, é provável que não foram encontradas contaminações neste creme, devido ao perfil de ácidos graxos e os compostos antioxidantes presentes no óleo de quinoa.

Na análise sensorial participaram 120 consumidores, entre estudantes, servidores e funcionários do IBILCE-UNESP, que tinham disponibilidade e interesse, com faixa etária de 18 a 52 anos, dos quais 59% eram do sexo feminino.

Ao analisar a Figura 9 foi possível observar que grande parte dos avaliadores (53%) gostaram muito de creme vegetal ou similares. Porém, para chia, gergelim e quinoa ou produtos adicionados dos mesmos, 72, 62 e 70% dos consumidores gostaram pouco ou não gostaram e nem desgostaram, respectivamente.

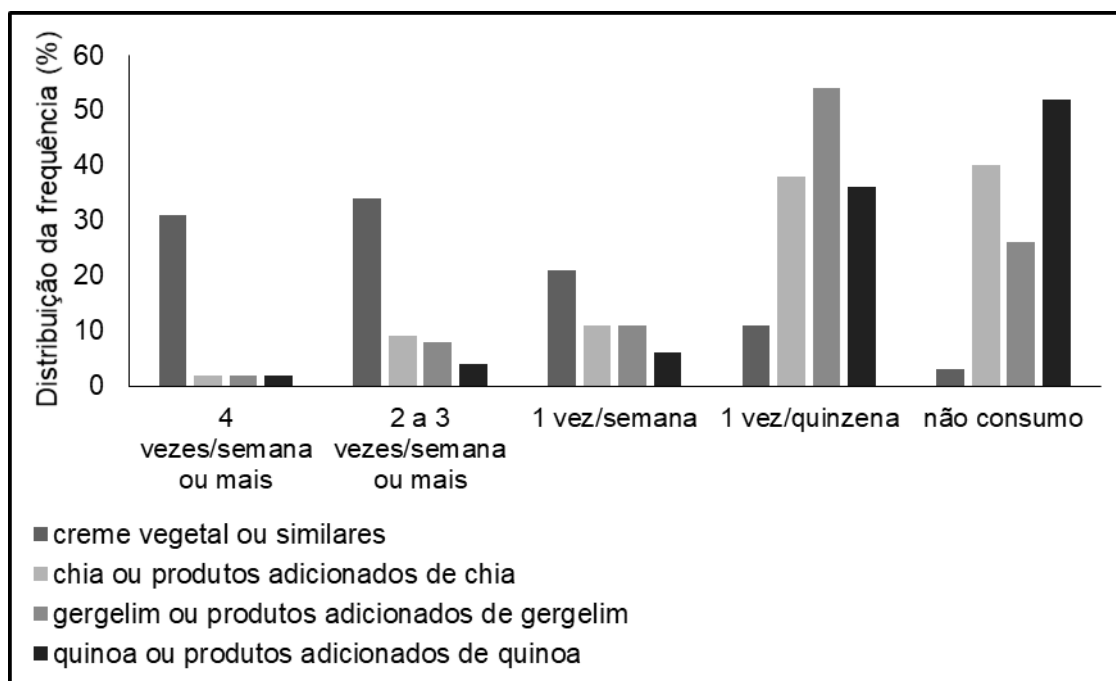
Figura 9. Distribuição da frequência de respostas para “quanto gosta”.



Fonte: Autor.

A frequência de consumo também foi expressa em forma de gráfico de distribuição (Figura 10), observa-se que, apenas 3% dos consumidores não consomem creme vegetal ou similares. Em contrapartida, para chia, gergelim e quinoa ou produtos adicionados dos mesmos, somente 2% consomem 4 vezes/semana ou mais. Assim, pode-se inferir que embora as pessoas tenham o hábito de consumir cremes vegetais, as sementes ou produtos similares de chia, gergelim e quinoa não são tão apreciados, possivelmente pelo valor comercial e/ou falta de conhecimento dos benefícios que podem trazer ao organismo.

Figura 10. Distribuição da frequência de respostas para “frequência de consumo”.



Fonte: Autor.

As análises de variância para as determinações dos atributos sensoriais e aceitação global dos cremes vegetais estão apresentadas no Apêndice K. Como pode ser observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$), e os resultados encontram-se na Tabela 22.

Analisando a tabela, verifica-se que todos os atributos receberam médias bem semelhantes (6-7 ou gostei levemente-moderadamente), independentemente do tipo de creme vegetal, visto que 50% de todos eles são constituídos de óleo de palma. Embora, pode-se observar que os cremes vegetais de gergelim e quinoa apresentaram maiores médias para os atributos aroma, sabor e aceitação global.

Tabela 22. Atributos sensoriais e aceitação global dos cremes vegetais.

Determinações	Cremes vegetais		
	Chia	Gergelim	Quinoa
Aparência	7,21 ± 1,61	7,16 ± 1,26	7,08 ± 1,40
Aroma	6,23 ± 1,63 ^b	6,69 ± 1,38 ^a	6,49 ± 1,49 ^{ab}
Creiosidade	6,04 ± 1,88	6,09 ± 1,77	6,15 ± 1,83
Sabor	5,77 ± 2,23 ^b	6,84 ± 1,35 ^a	6,70 ± 1,99 ^a
Aceitação global	6,09 ± 2,08 ^b	6,77 ± 1,32 ^a	6,75 ± 1,78 ^a

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A Tabela 23 mostra as correlações entre os atributos avaliados, sendo considerada correlação forte, quando $r \geq 0,7$. Nota-se que houve forte correlação (0,87) entre os atributos sabor e aceitação global ($p \leq 0,05$). Assim, pode-se inferir que os consumidores deram maior importância ao atributo sabor, quando julgaram a aceitação global.

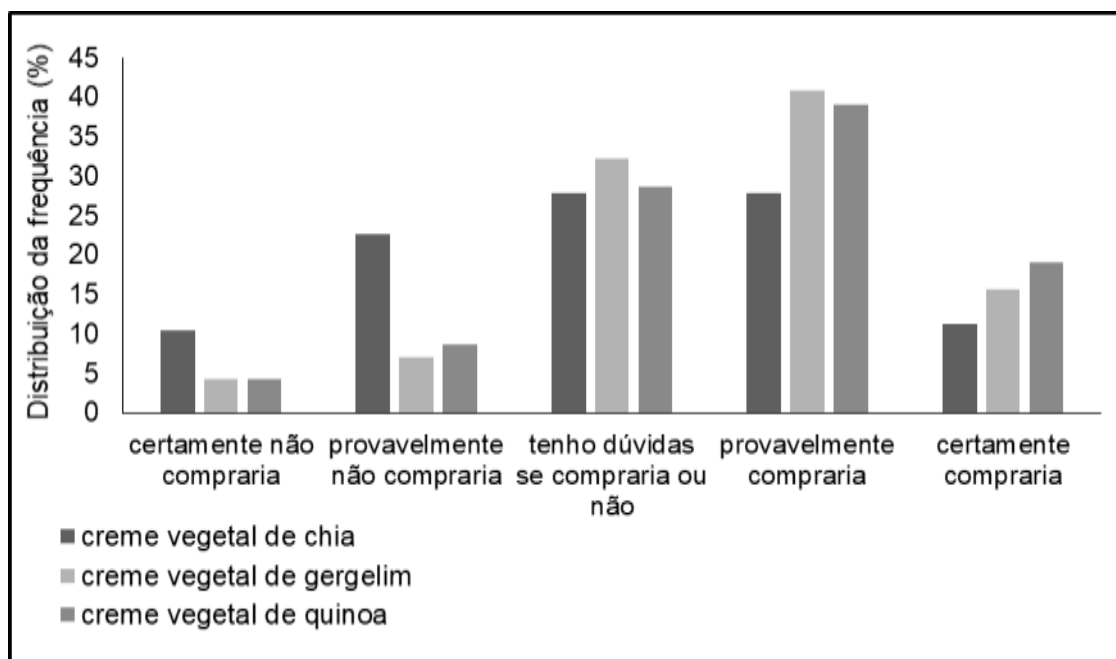
Tabela 23. Matriz de correlação para os atributos sensoriais dos cremes vegetais.

Variáveis	Aparência	Aroma	Creiosidade	Sabor	Aceitação global
Aparência	1,00	0,46	0,46	0,37	0,51
Aroma	0,46	1,00	0,46	0,55	0,64
Creiosidade	0,46	0,46	1,00	0,54	0,65
Sabor	0,37	0,55	0,54	1,00	0,87
Aceitação global	0,51	0,64	0,65	0,87	1,00

A Figura 11 mostra a distribuição de frequência de respostas para o teste de intenção de compra dos cremes vegetais, onde 5 indica que o consumidor certamente compraria a amostra apresentada, 4 que provavelmente compraria, 3 ao ter dúvidas se compraria ou não, 2 quando provavelmente não compraria esta amostra e 1 ao ter certeza que não compraria.

Nota-se que para o creme de chia, 28% dos consumidores estão entre provavelmente compraria ou não, ao contrário, para os cremes de gergelim e quinoa, 41 e 39%, respectivamente, provavelmente comprariam. Assim, pode-se dizer que os cremes de gergelim e quinoa foram preferidos pelos consumidores.

Figura 11. Distribuição de frequência de respostas para “intenção de compra”.



Fonte: Autor.

6. CONCLUSÕES

Dentre as sementes estudadas, as de gergelim apresentaram maior teor lipídico. Em contrapartida, o óleo de quinoa obteve baixos valores de ácidos graxos livres e peróxidos, elevada estabilidade oxidativa, altos teores de compostos fenólicos, γ - e δ -tocoferol, se sobressaindo quanto aos aspectos tecnológicos e nutricionais. O óleo de gergelim também se destacou em relação aos teores de γ - e α -tocoferol.

Em relação aos cremes vegetais, o de quinoa apresentou menores quantidades de ácidos graxos livres e índice de peróxidos durante a estocagem e, consequentemente, maior estabilidade oxidativa, com média de 24,6 h.

O creme de quinoa foi o único que se manteve dentro dos padrões microbiológicos até os 6 meses de estocagem, enquanto que os cremes de gergelim e quinoa obtiveram maior aceitação global, 75%, em relação ao creme de chia (68%).

Recomenda-se a produção de cremes vegetais à base de óleo de palma, formulados com óleos de chia, gergelim e quinoa, tendo em vista que trazem benefícios à saúde humana por apresentarem antioxidantes naturais e ácidos graxos essenciais. Porém, outras pesquisas devem ser conduzidas para prolongar a vida de prateleira dos cremes, sobretudo os de chia e de gergelim.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-DAIM, M. M.; TAHA, R.; GHAZY, E. W.; EL-SAYED, Y. S. Synergistic ameliorative effects of sesame oil and alpha-lipoic acid against subacute diazinon toxicity in rats: hematological, biochemical, and antioxidant studies. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, Ottawa, v. 24, n. 1, p. 81-88, 2016.
- ABDULLAH, M. O.; MADON, M.; ENG, T. L.; ITHNIN, M.; SINGH, R. Oil Palm Genomics. **Palm Oil**. 1. ed. Boulder: AOCS Press, 2012. p. 59-86.
- ADOLF, I. V.; JACOBSEN, S. E.; SHABALA, S. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 92, p. 43-54, 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC n. 12**. ANVISA, 2001.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC n. 270**. ANVISA, 2005.
- AGZA, B.; BEKELE, R.; SHIFERAW, L. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.): As a potential ingredient of injera in Ethiopia. **Journal of Cereal Science**, Pretoria, v. 82, p. 170-174, 2018.
- AKPO, E.; VISSOH, P. V.; TOSSOU, R. C.; CRANE, T.; KOSSOU, D. K.; RICHARDS, P.; STOMPH, T. J.; STRUIK, P. C. A participatory diagnostic study of the oil palm (*Elaeis guineensis*) seed system in Benin. **Wageningen Journal of Life Sciences**, Wageningen, v. 60-63, p. 15-27, 2012.
- ALAMSARKAR, M. N.; SALIM, M.; ISLAM, N.; RAHMAN, M. M. Effect of sowing date and time characters of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed. **International Journal Sustainable Crop Production**, Bangladesh, v. 2, p. 31-35, 2007.
- ALBA, K.; MACNAUGHTAN, W.; LAWS, A. P.; FOSTER, T. J.; CAMPBELL, G. M.; KONTOGIORGOS, V. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 81, p. 398-408, 2018.
- AL-BACHIR, M. Some microbial, chemical and sensorial properties of gamma irradiated sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. **Food Chemistry**, London, v. 197, p. 191-197, 2016.
- ALCÂNTARA, M. A.; POLARI, I. L. B.; MEIRELES, B. R. L. A.; DE LIMA, A. E. A.; SILVA JUNIOR, J. C.; VIEIRA, E. A.; SANTOS, N. A.; CORDEIRO, A. M. T. M. Effect of the solvent composition on the profile of phenolic compounds extracted from chia seeds. **Food Chemistry**, London, v. 275, p. 489-496, 2019.
- ÁLVAREZ-CHÁVEZ, L. M.; VALDIVIA-LOPEZ, M. A.; ABURTO-JUAREZ, M. L.; TECANTE, A. Chemical characterization of the lipid fraction of mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **International Journal of Food Properties**, New York, v. 11, n. 3, p. 687-697, 2008.

ALUYOR, E. O.; OBOH, I. O. Traditional preservatives - vegetable oils. **Encyclopedia of Food Microbiology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2014. p. 137-140.

ALVES, S. C. O. **Avaliação dos efeitos antioxidantes, hipocolesterolêmico e antitumoral da semente e óleo de chia**. Orientador: Marcelo Alexandre Prado. 2017. 249 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676 p.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 6. ed. Champaign: AOCS Press, 2009.

AMOO, S. O.; OKOROGBONA, A. O. M.; DU PLOOY, C. P.; VENTER, S. L. *Sesamum indicum*. **Medicinal Spices and Vegetables from Africa**. Cambridge: Academic Press, 2017. p. 549-579.

ANANTH, D. A.; DEVIRAM, G.; MAHALAKSHMI, V.; SIVASUDHA, T.; TIETEL, Z. Phytochemical composition and antioxidant characteristics of traditional cold pressed seed oils in South India. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Peoria, v. 17, p. 416-421, 2019.

ANGEROSA, F.; CAMPESTRE, C. Sensory quality: methodologies and applications. **Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties**. 2. ed. Sevilla, 2013. p. 523-560.

ANTONIASSI, R. ARRIEL, N. H. C.; GONÇALVES, ELISABETH E. B.; FREITAS, S. C.; ZANOTTO, D. L.; BIZZO, H. R. Influência das condições de cultivo na composição da semente e do óleo de gergelim. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 301-310, 2013.

ANTONIOSI FILHO, N. R.; MENDES, O. L.; LANÇAS, F. M. Computer prediction of triacylglycerol composition of vegetable oils by HRGC. **Chromatographia**, Chicago, v. 40, n. 9/10, p. 557-562, 1995.

ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. T.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A. E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. **A Cultura do Gergelim**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 72 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**. Rio de Janeiro, 1998.

AUGSTBURGER, F.; BERGER, J.; CENSKOWSKY, U.; HEID, P.; MILZ, J.; STREIT, C. **Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico**. 1. ed. Gräfelfing: Naturland, 2000. 30 p.

BAKHTIARY, D. Sensory qualities of sesame oil, palm olein and the blend of them during frying of potato chip. **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, Cairo, v. 4, n. 2, p. 48-52, 2014.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BARTOSZ, G.; KOLAKOWSKA, A. Lipid Oxidation in Food Systems. **Chemical, Biological, and Functional Aspects of Food Lipids**, Boca Raton: CRC Press, 2010. p. 163-184.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4. ed. London: Springer, 2009. 988 p.

BENITO-ROMÁN, O.; RODRÍGUEZ-PERRINO, M.; SANZ, M. T.; MELGOSA, R.; BELTRAN, S. Supercritical carbon dioxide extraction of quinoa oil: Study of the influence of process parameters on the extraction yield and oil quality. **The Journal of Supercritical Fluids**, Blacksburg, v. 139, p. 62-71, 2018.

BEZERRA, C. V. RODRIGUES, A. M. C.; DE OLIVEIRA, P. D.; DA SILVA, D. A.; DA SILVA, L. H. M. Technological properties of amazonian oils and fats and their applications in the food industry. **Food Chemistry**, London, v. 221, p. 1466-1473, 2017.

BODOIRA, R. M.; PENCI, M. C.; RIBOTTA, P. D. MARTÍNEZ, M. L. Chia (*Salvia hispanica* L.) oil stability: study of the effect of natural antioxidants. **LWT- Food Science and Technology**, London, v. 75, p. 107-113, 2017.

BOSKOU, D. **Frying fats**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

BROWNLEE, I. A. CHATER, P. I.; PEARSON, J. P. WILCOX, M. D. Dietary fibre and weight loss: where are we now? **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 68, p. 186-191, 2017.

CAHILL, J. P. Ethnobotany of Chia, *Salvia Hispanica* L. (*Lamiaceae*). **Economic Botany**, Nova Iorque, v. 57, n. 4, p. 604-618, 2003.

CALDERELLI, V. A. S. DE BENASSI, M. T.; VISENTAINER, J. V.; MATIOLI, G. Quinoa and flaxseed: Potential ingredients in the production of bread with functional quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, n. 4, p. 981-986, 2010.

CAM, A.; DE MEJIA, E. G. Role of dietary proteins and peptides in cardiovascular disease. **Molecular Nutrition & Food Research**, Weinheim, v. 56, p. 53-66, 2012.

CAPITANI, M. I.; IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. **Journal Science Food Agriculture**, Davis, v. 93, p. 3856-3862, 2013.

CAPITANI, M. I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 45, n. 1, p. 94-102, 2012.

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

CHAKRABORTY, D.; DAS, J.; DAS, P. K.; BHATTACHARJEE, S. C.; DAS, S. Evaluation of the parameters affecting the extraction of sesame oil from sesame (*Sesamum indicum* L.) seed using soxhlet apparatus. **International Food Research Journal**, Seri Kembangan, v. 24, n. 2, p. 691-695, 2017.

CHANG, L. W.; YEN, W. J.; HUANG, S. C.; DUH, P. D. Antioxidant activity of sesame coat. **Food Chemistry**, London, v. 78, n. 3, p. 347-354, 2002.

CHAVES, K. F. **Processo simplificado de fabricação de margarinas com reduzidos teores de ácidos graxos saturados utilizando a tecnologia de estruturação de óleos**. Orientador: Daniel Barrera Arellano. 2014. 111 f. (Dissertação Mestrado em Tecnologia de alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014.

CHEN, Y. S.; ALUWI, N. A.; SAUNDERS, S. R.; GANJYAL, G. M.; MEDINA-MEZA, I. G. Metabolic fingerprinting unveils quinoa oil as a source of bioactive phytochemicals. **Food Chemistry**, London, v. 286, p. 592-599, 2019.

CHOUGUI, N.; DJERROUD, N.; NARAOU, F.; HADJAL, S.; ALIANE, K.; ZEROUAL, B.; LARBAT, R. Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia ficus-indica* peel extract as antioxidant. **Food Chemistry**, London, v. 173, p. 382-390, 2015.

COATES, W.; AYERZA, R. Commercial production of chia in northwestern Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 75, n. 10, p. 1417-1420, 1998.

COATES, W.; AYERZA, R. Production potential of chia in northwestern Argentina. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 5, p. 229-233, 1996.

CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION. **Stan 210-1999**: Codex Standard for Named Vegetable Oils. Rome, 2009.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. DE LAS M. Chemical composition, functional properties and technological applications of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds in foods. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 259-268, 2014.

COMAI, S.; BERTAZZO, A.; BAILONI, L.; ZANCATO, M.; COSTA, C. V. L.; ALLEGRI, G. The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 1350-1355, 2007.

CUPERSMID, L.; FRAGA, A. P. R.; ABREU, E. S. DE; ROSIER, I.; PEREIRA, O. Linhaça: Composição química e efeitos biológicos. **E-Scientia**, Belo Horizonte, v. 5, p. 33-40, 2012.

D'AMBROSIO, T.; AMODIO, M. L.; PASTORE, D.; DE SANTIS, G. COLELLI, G. Chemical, physical and sensorial characterization of fresh quinoa sprouts (*Chenopodium quinoa* Willd.) and effects of modified atmosphere packaging on

quality during cold storage. **Food Packaging and Shelf Life**, Freising, v. 14, p. 52-58, 2017.

DAUD, Z. A. M.; KAUR, D.; KHOSLA, P. Health and nutritional properties of palm oil and its components. **Palm Oil**. 1. ed. Champaing: AOCS Press, 2012. p. 545-560.

DE CASTRO, H. F.; MENDES, A. A.; DOS SANTOS, J. C.; DE AGUIAR, C. L. Modificação de óleos e gorduras por biotransformação. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 146-156, 2004.

DELAMARRE, S.; BATT, C. A. The microbiology and historical safety of margarine. **Food Microbiology**, Summit, v. 16, n. 4, p. 327-333, 1999.

DIAS, L. S. **Efeito da matéria insaponificável do óleo de palma (*Elaeis guineensis*) na estabilidade oxidativa de óleo de soja sob estocagem acelerada em estufa**. Orientadora: Neuza Jorge. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2015.

DIJKSTRA, A. J.; VAN DUIJN, G. Vegetable oils: oil production and processing. **Encyclopedia of Food and Health**, Eindhoven, 2016. p. 373-380.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: PUC Press, 2013. 531 p.

EDEM, D. O. Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: A review. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 57, p. 319-341, 2002.

EGBEKUN, M. K.; EHIEZE, M. U. Proximate composition and functional properties of fullfat and defatted beniseed (*Sesamu indicum* L.) flour. **Plant Foods Human Nutrition**, Amsterdam, v. 51, p. 35-41, 1997.

ELLEUCH, M.; BESBES, S.; ROISEUX, O.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Quality characteristics of sesame seeds and by-products. **Food Chemistry**, London, v. 103, n. 2, p. 641-650, 2007.

EMADZADEH, B.; GHORANI, B. Oils and fats in texture modification. **Modifying Food Texture**. 1. ed. Hangzhou: Woodhead Publishing, 2015. p. 99-112.

ENCINA-ZELADA, C.; CADAVEZ, V.; PEREDA, J.; GÓMEZ-PANDO, L.; SALVÁ-RUÍZ, B.; TEIXEIRA, J. A.; IBAÑEZ, M.; LILAND, K. H.; GONZALES-BARRON, U. Estimation of composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grains by near-infrared transmission spectroscopy. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 79, p. 126-134, 2017.

ENIG, M. G. A indústria está substituindo as gorduras *trans* por gorduras interesterificadas. O que é isso? Será que agora nossa saúde não corre mais riscos? **Wise Traditions (in Food, Farming, and the Healing Arts)**, Washington, v. 8, n. 2, p. 1-4, 2008.

ESCRIBANO, J.; CABANES, J.; JIMÉNEZ-ATIÉNZAR, M.; IBAÑEZ-TREMOLADA, M.; GÓMEZ-PANDO, L. R.; GARCÍA-CARMONA, F.; GANDÍA-HERRERO, F. Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. **Food Chemistry**, London, v. 234, p. 285-294, 2017.

EVERETTE J. D.; BRYANT Q. M.; GREEN A. M.; ABBEY Y. A.; WANGILA G. W.; WALKER R. B. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 58, n. 14, p. 8139-8144, 2010.

FERNANDES, S. S.; SALAS-MELLADO, M. DE LAS M. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. **Food Chemistry**, London, v. 227, p. 237-244, 2017.

FISCHER, S. WILCKENS, R.; JARA, J.; ARANDA, M.; VALDIVIA, W.; BUSTAMANTE, L.; GRAF, F.; OBAL, I. Protein and antioxidant composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) sprout from seeds submitted to water stress, salinity and light conditions. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 107, p. 558-564, 2017.

FONTE-FARIA, T.; CITELLO, M.; ATELLA, G. C.; RAPOSO, H. F.; ZAGO, L.; de SOUZA, T.; da SILVA, S. V. Chia oil supplementation changes body composition and activates insulin signaling cascade in skeletal muscle tissue of obese animals. **Nutrition**, Roma, v. 58, p. 167-174, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids**. Geneva, 2008. Disponível em: <http://www.who.int/nutrition/topics/FFA_summary_rec_conclusion.pdf> Acesso em 26 de Janeiro de 2018.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 192 p.

FRANCO, D.; RODRÍGUEZ-AMADO, I.; AGREGÁN, R.; MUNEKATA, P. E. S.; VÁZQUEZ, J. A.; BARBA, F. J.; LORENZO, J. M. Optimization of antioxidants extraction from peanut skin to prevent oxidative processes during soybean oil storage. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 88, p. 1-8, 2018.

FRANK, J.; GEIL, J. V.; FREASO, R. Automatic determination of oxidation stability of oil and fatty products. **Food Technology**, Chicago, v. 36, n. 6, p. 71-76, 1982.

FRANKEL, E. N. Lipid oxidation. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 19, p. 1-22, 1980.

FULLER, S.; TAPSELL, L. C.; BECK, E. J. Creation of a fibre categories database to quantify different dietary fibres. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 71, p. 36-43, 2018.

GADADE, B. V.; NAIK, R. M. Nutritional composition and oil quality parameters of Sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. **International Research Journal of Multidisciplinary Studies**, Pune, v. 3, n. 7, p. 1-13, 2017.

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 and Technology**, Cambridge, v. 71, p. 132-154, 2018.

GHARBY, S.; HARHAR, H.; BOUZOUBAA, Z.; ASDADI, A.; EL YADINI, A.; CHARROUF, Z. Chemical characterization and oxidative stability of seeds and oil of sesame grown in Morocco. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Riade, v. 16, n. 2, p. 105-111, 2017.

GHAZANI, S. M.; MARANGONI, A. G. Healthy fats and oils. **Encyclopedia of Food Grains**. 2. ed. Cambridge: Academic Press, 2016. p. 257-267.

GIBSON, M.; NEWSHAM, P. Lipids, oils, fats, and extracts. **Food Science and the Culinary Arts**. 1. st. Cambridge: Academic Press, 2018. p. 323-340.

GUILLÉN, M. D.; IBARGOITIA, M. L.; SOPELANA, P. Margarine: composition and analysis. **Encyclopedia of Food and Health**, Baltimore, 2016. p. 646-653.

GUIMARÃES, R. DE C. A.; MACEDO, M. L. R.; MUNHOZ, C. L.; FILIU, W.; VIANA, L. H.; NOZAKI, V. T.; HIANE, P. A. Sesame and flaxseed oil: nutritional quality and effects on serum lipids and glucose in rats. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 33, n. 1, p. 209-217, 2013.

GUNSTONE, F. D.; L. HARWOOD, J.; B. PADLEY, F. **The Lipid handbook**. 3. rd. London: Blackwell Publishing, 2007. 1472 p.

HASHEMPOUR-BALTORK, F.; TORBATI, M.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; SAVAGE, G. P. Vegetable oil blending: a review of physicochemical, nutritional and health effects. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 57, p. 52-58, 2016.

HERNANDEZ, E. M.; KAMAL-ELDIN, A. **Processing and nutrition of fats and oils**. New Jersey, John Wiley & Sons, 2013. 266p.

HOLLIDAY, S. L.; ADLER, B. B.; BEUCHAT, L. R. Viability of *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Listeria monocytogenes* in butter, yellow fat spreads, and margarine as affected by temperature and physical abuse. **Food Microbiology**, Summit, v. 20, p. 159-168, 2003.

IBSCH, R. B. M.; SOUZA, C. K. D. Desafios para redução de ácidos graxos *trans* e saturados em gorduras vegetais, **Revista Óleos e Gorduras**, São Paulo, 2017.

ISLAM, A.; NURUL, M.; AHMED, S.; HOSSAIN, P.; SULTANA, F.; KABIR, R. Trans fatty acids and lipid profile: A serious risk factor to cardiovascular disease, cancer and diabetes. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, Bangladesh, v. 13, n. 2, p. 1643-1647, 2019.

ISNARDY B.; WAGNER K. H.; ELMADFA I. Effects of α -, γ -, and δ tocopherols on the autoxidation of purified rapeseed oil triacylglycerols in a system containing low oxygen. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, n. 26, p. 7775-7780, 2003.

IXTAINA, V. Y.; MARTÍNEZ, M. L.; SPOTORNO, V.; MATEO, C. M.; MAESTRI, D. M.; DIEHL, B. W. K.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 166-174, 2011.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 28, p. 286-293, 2008.

JIANG, Q.; JIANG, Z.; HALL, Y. J.; JANG, Y.; SNYDER, P. W.; BAIN, C.; HUANG, J.; JANNASCH, A.; COOPER, B.; WANG, Y.; MORELAND, M. Gamma-tocopherol attenuates moderate but not severe colitis and suppresses moderate colitis-promoted colon tumorigenesis in mice. **Free Radical Biology and Medicine**, Los Angeles, v. 65, n. 1, p. 1069-1077, 2013.

JIMÉNEZ, F. E. G. **Caracterización de compuestos fenólicos presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica* L.), mediante electroforesis capilar**. Orientadora: María Gabriela Vargas Martínez. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Cidade do México, 2010.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2009. 166 p.

JOSEPH-NATHAN, P. **Resonancia Magnética Nuclear de Hidrogenio-1 y de Carbono-13**. 2 ed. México: Instituto Politécnico Nacional, 1982. 164 p.

KAMAL-ELDIN, A.; PETTERSSON, D.; APPELQVIST, L. Å. Sesamin (a compound from sesame oil) increases tocopherol levels in rats fed ad libitum. **Lipids**, Champaign, v. 30, n. 6, p. 499-505, 1995.

KARLHEINZ, H.; FRANK, H.; HENKEL, K. Oils and fats manual: a comprehensive treatise - properties, production, application. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 99, n. 6, p. 203-232, 1997.

KLAPWIJK, P. M. Hygienic production of low-fat spreads and the application of HACCP during their development. **Food Control**, Surrey, v. 3, n. 4, p. 183-189, 1992.

KOZŁOWSKA, M.; GRUCZYŃSKA, E.; IWONA, S.; RUDZIŃSKA, M. Fatty acids and sterols composition, and antioxidant activity of oils extracted from plant seeds. **Food Chemistry**, v. 213, p. 450-456, 2016.

LI, J.; LIU, J.; SUN, X.; LIU, Y. The mathematical prediction model for the oxidative stability of vegetable oils by the main fatty acids composition and thermogravimetric analysis. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 96, p. 51-57, 2018.

LÓPEZ, M. L.; RECALDE, M. A. The first quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) macrobotanical remains at Sierras del Norte (Central Argentina) and their implications in pre-hispanic subsistence practices. **Journal of Archaeological Science: Reports**, Liverpool, v. 8, p. 426-433, 2016.

MAH, E.; PEI, R.; GUO, Y.; BALLARD, K. D.; BARKER, t.; ROGERS, V. E.; PARKER, B. A.; TAYLOR, A. W.; TRABER, M. G.; VOLEK, J. S.; BRUNO, R. S. γ -Tocopherol-rich supplementation additively improves vascular endothelial function during smoking cessation. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 65, p. 1291-1299, 2013.

MAJCHRZAK, T.; WOJNOWSKI, W.; DYMERSKI, T.; GĘBICKI, J.; NAMIEŚNIK, J. Electronic noses in classification and quality control of edible oils: A review. **Food Chemistry**, London, v. 246, p. 192-201, 2018.

MAJDALAWIEH, A. F.; MASSRI, M.; NASRALLAH, G. K. A comprehensive review on the anti-cancer properties and mechanisms of action of sesamin, a lignan in sesame seeds (*Sesamum indicum*). **European Journal of Pharmacology**, Utrecht, v. 815, p. 512-521, 2017.

MARADINI FILHO, A. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. M. S.; PINHEIRO SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P.; COIMBRA, J. S. R. Quinoa: nutritional, functional, and antinutritional aspects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Amherst, v. 57, n. 8, p. 1618-1630, 2017.

MARINELI, R. S.; MORAES, E. A.; LENQUISTE, S. A.; GODOY, A. T.; EBERLIN, M. N.; MARÓSTICA, M. R. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 59, p. 1304-1310, 2014.

MARTÍNEZ, M. L.; MARÍN, M. A.; SALGADO FALLER, C. M.; REVOL, J.; PENCI, M. C.; RIBOTTA, P. D. Chia (*Salvia hispanica* L.) oil extraction: study of processing parameters. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 47, n. 1, p. 78-82, 2012.

MASCARENHAS, M. C. C. N. **Produção, caracterização e aplicação de micropartículas de óleos totalmente hidrogenados como sementes de cristalização em sistemas lipídicos compostos por óleo de palma**. Orientadora: Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves. 2015. 309 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2015.

MASSIELLO, F. J. Changing trends in consumer margarines. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 262-265, 1978.

MBA, O. I.; DUMONT, M. J.; NGADI, M. Palm oil: processing, characterization and utilization in the food industry - A review. **Food Bioscience**, Wuxi, v. 10, p. 26-41, 2015.

MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Lipídeos. **Química de Alimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 156-159.

MCLAUGHLIN, P. J.; WEIHRAUCH, J. L. Vitamin E content of foods. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 75, n. 6, p. 647-665, 1979.

MEILGAAR, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation technique. 3 ed. New York: CRC, 1999. 281 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria n. 146**. MAPA, 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria n. 372**. MAPA, 1997.

MOGHARBEL, A. D. I.; FREITAS, R. J. S. Influência do aquecimento nos meios de fritura sobre o grau de acidez e índice de iodo. **Brasil Alimentos**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 35-37, 2003.

MOHAMMED, F.; ABDULWALI, N.; GUILLAUME, D.; TENYANG, N.; PONKA, R.; AL-GADABI, K.; BCHITOU, R.; ABDULLAH, A. H.; NAJI, K. M. Chemical composition and mineralogical residence of sesame oil from plants grown in different Yemeni environments. **Microchemical Journal**, Lake Charles, v. 140, p. 269-277, 2018.

MOHAMMED, M. I.; HAMZA, Z. U. Physicochemical Properties of Oil Extracts from *Sesamum Indicum* L. Jigawa State - Nigeria. **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, Port Harcourt, v. 12, n. 2, p. 99-101, 2008.

MOTTA, C.; CASTANHEIRA, I.; GONZALES, G. B.; DELGADO, I. TORRES, D.; SANTOS, M.; MATOS, A. S. Impact of cooking methods and malting on amino acids content in amaranth, buckwheat and quinoa. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 76, p. 58-65, 2019.

MULTARI S.; MARSOL-VALL A.; KESKITALO M.; YANG B.; SUOMELA J. P. Effects of different drying temperatures on the content of phenolic compounds and carotenoids in quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) from Finland. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam. v. 86, p. 72-75, 2018.

MUÑOZ, L. A.; AGUILERA, J. M.; RODRIGUEZ-TURIENZO, L.; COBOS, A.; DIAZ, O. Characterization and microstruture of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. **Journal of Food Engineering**, Chicago, v. 108, p. 216-224, 2012.

NAGARAJ, G. **Oilseeds: properties, processing, products and procedures**. 2. ed. New Delhi: New India Publishing Agency, 2009. 616 p.

NAGENDRA PRASAD, M. N.; SANJAY, K. R.; PRASAD, D. S.; VIJAY, N.; KOTHARI, R.; NANJUNDA SWAMY, S. A Review on Nutritional and Nutraceutical Properties of Sesame. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, Manhattan, v. 2, n. 2, p. 127, 2012.

NAVRUZ-VARLI, S.; SANLIER, N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Journal of Cereal Science**, Pretoria, v. 69, p. 371-376, 2016.

NG, M. H.; VERNA, D.; SABU, T.; GOH, K. L. Characteristics of Johorean *Elaeis guineensis* oil palm kernel shells: Elasticity, thermal stability, and biochemical composition. **Biomass, biopolymer-based materials, and bioenergy**: Construction, biomedical, and other industrial applications. Duxford: Woodhead Publishing, 2019. p. 75-86.

NORIZZAH, A. R.; NUR AZIMAH, K.; ZALIHA, O. Influence of enzymatic and chemical interesterification on crystallisation properties of refined, bleached and deodourised (RBD) palm oil and RBD palm kernel oil blends. **Food Research International**, Barking, v. 106, p. 982-991, 2018.

O'BRIEN, R. D. **Fats and oils**: Formulating and processing for applications. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 680p.

OGUNGBENLE, H. N. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Parma, v. 54, n. 2, p. 153-158, 2009.

OIL WORLD. Independent Global Market Analyses & Forecasts Since 1958. Disponível em: <https://www.oilworld.biz/> . Acesso em 26 de Janeiro de 2018.

OLALERE, O. A.; ABDURAHMAN, H. N.; GAN, C. Y. Microwave-enhanced extraction and mass spectrometry fingerprints of polyphenolic constituents in *Sesamum indicum* leaves. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 131, p. 151-159, 2019.

OLIVEIRA D. M.; BASTOS D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, p. 1051-1056, 2011.

OLIVEIRA-ALVES, S. C.; VENDRAMINI-COSTA, D. B.; BETIM CAZARIN, C. B.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R.; BORGES FERREIRA, J. P.; SILVA, A. B.; PRADO, M. A.; BRONZE, M. R. Characterization of phenolic compounds in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, fiber flour and oil. **Food Chemistry**, London, v. 232, p. 295-305, 2017.

OYINLOYE, B. E.; AJIBOYE, B. O.; OJO, O. A.; NWOZO, S. O.; KAPPO, A. P. Cardioprotective and antioxidant influence of aqueous extracts from *Sesamum indicum* seeds on oxidative stress induced by cadmium in Wistar rats. **Pharmacognosy Magazine**, Bilaspur, v. 12, p. S170-S174, 2016.

PALMA-ROJAS, C.; GONZALEZ, C.; CARRASCO, B.; SILVA, H.; SILVA-ROBLEDO, H. Genetic, cytological and molecular characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) provenances. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 73, p. 16-21, 2017.

PANDE, G.; AKOH, C. C.; LAI, O.-M. Food uses of palm oil and its components. **Palm Oil**. 1. ed. Champaing: AOCS Press, 2012. p. 561-586.

PARKER, D. C.; MANSON, S.; JANSSENm M.; DEADMAN, P. Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 93, n. 2, p. 314-337, 2003.

PARRY, J. W.; SU, L.; LUTHER, M.; ZHOU, K.; YURAWECZ, M. P.; WHITTAKER, P.; YU, L. Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 3, p. 566-573, 2005.

PAZZOTI, G.; SOUZA, C.; VERONEZI, C.; LUZIA, D.; JORGE N. Evaluation of oxidative stability of compound oils under accelerated storage conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 61, p. 1-12, 2018.

PEIRETTI, P. G.; GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. **Animal Feed Science and Technology**, Mbombela, v. 148, p. 267-275, 2009.

PELLEGRINI, M.; LUCAS-GONZALES, R.; RICCI, A.; FONTECHA, J.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. VIUDA-MARTOS, M. Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 111, p. 38-46, 2018.

PESSÔA, P. A. P. **Avaliação das propriedades do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e sua aplicação em creme vegetal**. Orientadora: Neuza Jorge. 2017. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de São José do Rio Preto. 2017.

POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in food: practical applications**. 1 ed. London: Woodhead publishing, 2001. 388 p.

PRABHAKARAN, N. K. P. **The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World**. Amsterdam: Elsevier, 2010. 368 p.

PRADO, A. C. P.; BLOCK, J. M. Palm and palm kernel oil production and processing in Brazil. **Palm oil: Production, processing, characterization, and uses**. Champaign: AOCS Press, p.251-274, 2012.

PRÄGER, A.; MUNZ, S.; NKEBIWE, P. M.; MAST, B.; GRAEFF-HÖNNINGER, S. Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars grown under field conditions in southwestern Germany. **Agronomy**, Madison, v. 8, n. 10, p. 1-19, 2018.

PRZYBYLSKI, R.; MALCOLMSON, L. J.; ESKIN, N. A. M.; DURANCE-TOD, S.; MICKLE, J.; CARR, R. Stability of low linolenic acid canola oil to accelerated storage at 60°C. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, Zürich, v. 26, n. 1, p. 205-209, 1993.

PRZYGADA K.; WEJNEROWSKA G. Extraction of tocopherol-enriched oils from quinoa seeds by supercritical fluid extraction. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 63, p. 41-47, 2015.

PUIG, E. I.; HAROS, C. M. La chia em Europa: el nuevo ingrediente en productos de panadería. **Alimentaria**, Madrid, v. 420, p. 73-77, 2011.

RAFIQ, M.; LV, Y. Z.; ZHOU, Y.; MA, K. B.; WANG, W.; LI, C. R.; WANG, Q. Use of vegetable oils as transformer oils - A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Belfast, v. 52, p. 308-324, 2015.

RIBEIRO, A. P. B.; LEITE, J. M.; MOURA, N.; GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L. A. G. Interesterificação química: Alternativa para obtenção de gorduras zero trans. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1295-1300, 2007.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 2007. 196 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in food**. 1. ed. Olympia: ILSI Press, 2001. 64 p.

ROGERS, M. A. Encyclopedia of food chemistry: fat replacers. **Reference Module in Food Science**, Amsterdam, 2018. p. 1-5.

ROIAINI, M.; NORHAYATI, H. Physicochemical properties of canola oil, olive oil and palm olein blends. **International Food Research Journal**, Seri Kembangan, v. 22, n. 3, p. 1227-1233, 2015.

RUCKMANI, A.; METI, V.; VIJAYASHREE, R.; ARUNKUMAR, R.; KONDA, V. R.; PRABHU, L.; MADHAVI, E.; DEVI, S. Anti-rheumatoid activity of ethanolic extract of *Sesamum indicum* seed extract in Freund's complete adjuvant induced arthritis in Wistar albino rats. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, Taipei, v. 8, p. 377-386, 2018.

RUSLAN, K.; HAPPYNIAR, S.; FIDRIANNY, I. Antioxidant potential of two varieties of *Sesamum indicum* L. collected from Indonesia. **Journal of Taibah University Medical Sciences**, Medina, v. 13, n. 3, p. 211-218, 2018.

SANDOVAL-OLIVEROS, M. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 61, n. 1, p. 193-201, 2013.

SANTOS, M. T.; GERBAUD, V.; CARRILLO LE ROUX, G. A. Modeling and simulation of melting curves and chemical interesterification of binary blends of vegetable oils. **Chemical Engineering Science**, Adelaide, v. 87, p. 14-22, 2013.

SAVVA, S. C.; KAFATOS, A. Vegetable oils: dietary importance. 1 ed. Amsterdam: **Elsevier**, 2016. p. 365-372.

SCHAUSS, A. G.; ENDRES, J. R.; CLEWELL, A. Safety of unsaturated vitamin E tocotrienols and their isomers. **Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2012. p. 17-35.

SEGURA-CAMPOS, M. R.; SALAZAR-VEGA, I. M.; CHEL-GUERRERO, L. A.; BETANCUR-ANCONA, D. A. Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 50, n. 2, p. 723-731, 2013.

SEZGIN, A. C.; SANLIER, N. A new generation plant for the conventional cuisine: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 86, p. 51-58, 2019.

SHAHIDI, F. **Bailey's industrial oil and fat products, industrial and nonedible products from oils and Fats**. 6. ed. Hoboken: Wiley, 2005. 496 p.

SHAHIDI, F.; LIYANA-PATHIRANA, C. M.; WALL, D. S. Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. **Food Chemistry**, London, v. 99, n. 3, p. 478-483, 2006.

SHYU, Y.; HWANG, L. Antioxidant activity of the crude extract of lignan glycosides from unroasted Burma black sesame meal. **Food Research International**, Barking, v. 35, p. 357-365, 2002.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A. **Chemical, biological, and functional aspects of food lipids**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. 512 p.

SILVA, J. R. **Avaliação da estabilidade de margarina de mesa armazenada à temperatura de 30°C**. Orientadora: Eliana Paula Ribeiro. 2009. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2009.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOARES, M. S.; RIBEIRO, A. P. B.; GONÇALVES, L. A. G.; FERNANDES, G. B. BOLINI, H. M. A. Aceitação sensorial do óleo de soja degomado por ultrafiltração e desodorizado. **Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 283-294, 2004.

SOH, A. C. Breeding and Genetics of the Oil Palm. Palm Oil. 1. ed. Champaign: AOCS Press, 2012. p. 31-58.

SONG, J.; WEI, Q.; WANG, X.; LI, D.; LIU, C.; ZHANG, M.; MENG, L. Degradation of carotenoids in dehydrated pumpkins as affected by different storage conditions. **Food Research International**, Barking, v. 107, p. 130-136, 2018.

SOPELANA, P.; ARIZABALETA, I.; IBARGOITIA, M. L.; GUILLÉN, M. D. Characterisation of the lipidic components of margarines by ¹H Nuclear Magnetic Resonance. **Food Chemistry**, London, v. 141, n. 4, p. 3357-3364, 2013.

SUWANNO, S.; RAKKAN, T.; YUNU, T.; PAICHID, N.; KIMTUN, P.; PRASERTSAN, P.; SANGKHARAK, K. The production of biodiesel using residual oil from palm oil mill effluent and crude lipase from oil palm fruit as an alternative substrate and catalyst. **Fuel**, Xian, v. 195, p. 82-87, 2017.

TAN, C. P.; NEHDI, I. A. The physicochemical properties of palm oil and its components. In: LAI, O. M.; TAN, C. P.; AKOH, C. (Eds.) . **Palm Oil**. 1. ed. Champaing: AOCS Press, 2012. p. 377-391.

TANG Y.; LI X.; CHEN P. X.; ZHANG B.; HERNANDEZ M.; ZHANG H.; MARCONE M. F.; LIU R.; TSAO R. Characterization of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. Genotypes. **Food Chemistry**, London, v. 174, p. 502-508, 2015.

TAO, B. Y. Industrial applications for plant oils and lipids. **Bioprocessing for Value-Added Products from Renewable Resources: New technologies and Applications**. 1 ed. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 611-627.

TAORMINA, P. J. Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Amherst, v. 50, n. 3, p. 209-227, 2010.

TAVAKOLI, J.; EMADI, T.; HASHEMI, S. M. B.; MOUSAVI KHANEGHAH, A.; MUNEKATA, P. E. S.; LORENZO, J. M.; BRNČIĆ, M.; BARBA, F. J. Chemical properties and oxidative stability of Arjan (*Amygdalus reuteri*) kernel oil as emerging edible oil. **Food Research International**, Barking, v. 107, p. 378-384, 2018.

TIMILSENA, Y. P.; VONGSVIVUT, J.; ADHIKARI, R.; ADHIKARI, B. Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. **Food Chemistry**, London, v. 228, p. 394-402, 2017.

VALDÉS, A.; BELTRÁN, A.; MELLINAS, C.; JIMÉNEZ, A.; GARRIGÓS, M. C. Analytical methods combined with multivariate analysis for authentication of animal and vegetable food products with high fat content. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 77, p. 120-130, 2018.

VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. Chia (*Salvia hispanica*): a review of native mexican seed and its nutritional and functional properties. **Advances in Food and Nutrition Research**, Cambridge, v. 75, p. 53-75, 2015.

VALENCIA-CHAMORRO, S. A. Quinoa: overview. **Encyclopedia of Food Grains**, 2. ed, Amsterdam: Elsevier, 2016. p. 341-348.

VAN DUIJN, G. Safety of food and beverages: oils and fats. **Encyclopedia of Food Safety**, v. 3, 2014. p. 315-323.

VÁZQUEZ-OVANDO, A.; BETANCUR-ANCONA, D.; CHEL-GUERRERO, L. Physicochemical and functional properties of a protein-rich fraction produced by dry fractionation of chia seeds (*Salvia hispanica* L.). **CyTA - Journal of Food**, Santiago de Compostela, v. 11, n. 1, p. 75-80, 2013.

VEGA-GÁLVEZ, A.; MIRANDA, M.; VERGARA, J.; *et al.* Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 90, p. 2541-2547, 2010.

VENTURIERI, A.; FERNANDES, W. R.; BOARI, A. de J.; VASCONCELOS, M. A. Relação entre ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) e variáveis ambientais no estado do Pará. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal: INPE, 2009. v. 1, p. 523-530.

VILCACUNDO, R.; HERNÁNDEZ-LEDESMA, B. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Current Opinion in Food Science**, Ontario, v. 14, p. 1-6, 2017.

WANG, S., ZHU, F. Formulation and quality attributes of quinoa food products. **Food Bioprocess and Technology**, Dublin, v. 91, p. 49-68, 2016.

WERE, B. A.; ONKWARE, A. O.; GUDU, S.; WELANDER, M.; CARLSSON, A. S. Seed oil content and fatty acid composition in east African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 97, p. 254-260, 2006.

WIRKOWSKA-WOJDYŁA, M.; BRYŚ, J.; GÓRSKA, A.; OSTROWSKA-LIGEZA, E. Effect of enzymatic interesterification on physiochemical and thermal properties of fat used in cookies. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 74, p. 99-105, 2016.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2004.

XU, H.; DING, Y.; XIN, X.; WANG, W.; ZHANG, D. Dietary fiber intake is associated with a reduced risk of ovarian cancer: a dose-response meta-analysis. **Nutrition Research**, Davis, v. 57, p. 1-11, 2018.

YILDIZ, M.; TANSI, S.; SEZEN, S. M. New plants with commercial potent. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, Ankara, v. 1, p. 1036-1042, 2014.

YOSHIDA, H.; TAKAGI, S. Effects of seed roasting temperature and time on the quality characteristics of sesame (*Sesamum indicum*) oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 75, n. 1, p. 19-26, 2015.

YOUNG, N.; WASSELL, P. Margarines and Spreads. **Food emulsifiers and their applications**. 2. ed. Bern: Springer, 2008. p. 307-326.

YU, P.; LOW, M. Y.; ZHOU, W. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: a review. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 71, p. 202-215, 2018.

ZHANG, L.; YANG, Z.; WEI, J.; SU, P.; CHEN, D.; PAN, W.; ZHOU, W.; ZHANG, K.; ZHENG, X.; LIN, L.; TANG, J.; DU, Z. Multivariate adulteration detection for sesame oil. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, Barcelona, v. 161, p. 147-150, 2017.

ZHELJAZKOV, V. D.; VICK, B. A.; BALDWIN, B. S.; BUEHRING, N.; COKER, C. Oil productivity and composition of sunflower as a function of hybrid and planting date. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 537-543, 2010.

ZHOU, J.; MA, Y.; JIA, Y.; PANG, M.; CHENG, G.; CAI, S. Phenolic profiles, antioxidant activities and cytoprotective effects of different phenolic fractions from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) fruits treated by ultrahigh pressure. **Food Chemistry**, London, v. 288, p. 68-77, 2019.

ZHU, X. M.; HU, J. N.; XUE, C. L.; LEE, J. H.; SHIN, J. A.; HONG, S. T.; SUNG, C. K.; LEE, K. T. Physiochemical and oxidative stability of interesterified structured lipid for soft margarine fat containing Δ^5 -UPIFAs. **Food Chemistry**, London, v. 131, n. 2, p. 533-540, 2012.

ZURITA-SILVA, A.; FUENTES, F.; ZAMORA, P.; JACOBSEN, S. E.; SCHWEMBER, A. R. Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Potential and perspectives. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 34, p. 13-30, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Análises de variância para umidade e lipídios das sementes.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios	
		Umidade	Lipídios
Sementes	2	12,3408**	916,4105**
Resíduo	6	0,0335	0,5757
Desvio padrão		0,18	0,76
Coef. de variação (%)		5,52	2,48

**significativo ($p < 0,01$).

APÊNDICE B. Análises de variância para a caracterização físico-química dos óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios							
		AGL	IA	IP	ADC	IR	II	IS	EO
Óleos	3	7,7422**	125,9293**	0,0124**	0,0001**	6021,4256**	11,0939**	982,2992**	7,7422**
Resíduo	4	0,0005	0,0399	0	0	0,0007	0,0016	0,7236	0,0005
Desvio padrão		0,02	0,20	0,00	0,00	0,03	0,04	0,85	0,02
Coef. de variação (%)		1,34	2,38	0,48	0,03	0,02	0,02	4,78	1,34

**significativo (p < 0,01).

APÊNDICE C. Análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios					G.L.	Quadrado médio	
		C16:0	C18:0	C18:1n9c	C18:2n6c	C20:0		C18:3n3c	
Óleos	3	209,5821**	2,2099**	969,7516**	379,1386**	0,0469**	2	2134,7935**	
Resíduo	4	0,0007	0,0005	0,0004	0,0004	0,0001	3	0,0001	
Desvio padrão		0,03	0,02	0,02	0,02	0,01		0,01	
Coef. de variação (%)		0,24	0,44	0,04	0,09	2,56		0,06	

**significativo (p < 0,01).

APÊNDICE D. Análises de variância para composição de ácidos graxos dos óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Saturados	Monoinsaturados	Poli-insaturados
Óleos	3	256,3225**	969,7516**	1675,0395**
Resíduo	4	0,0003	0,0004	0,0003
Desvio padrão		0,02	0,02	0,02
Coef. de variação (%)		0,11	0,04	0,05

**significativo (p < 0,01).

APÊNDICE E. Análises de variância para carotenoides, compostos fenólicos, tocoferóis e vitamina E dos óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Carotenoides	Fenólicos	α -tocol	γ -tocol	Totais	Vitamina E
Óleos	3	99,1132**	4745,7932**	17549,732**	54247,9709**	126146,3085**	31560,6769**
Resíduo	4	0,3004	10,8002	0,0525	0,0193	0,0433	0,0567
Desvio padrão		0,55	3,29	0,23	0,14	0,21	0,24
Coef. de variação (%)		3,54	2,23	0,29	0,07	0,07	0,20

**significativo (p < 0,01).

APÊNDICE F. Análises de variância para a caracterização físico-química dos cremes vegetais.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios						
		AGL	IP	ADC	IR	II	IS	EO
Cremes	2	27,7327**	49,6314**	0,0033**	0,0000**	614,6409**	0,8834**	633,5851**
Tempos	2	24,3117**	2,8403**	0,0063**	0,0000**	9,0349**	0,928**	87,8878**
Cremes x tempos	4	10,8469**	0,83 ^{ns}	0,0025**	0,0000*	0,9101**	0,0226**	21,2277**
Resíduo	9	0,0214	0,3513	0,0002	0,0000	0,0186	0,0002	1,3903
Desvio padrão		0,15	0,59	0,01	0,00	0,14	0,15	1,18
Coef de variação (%)		6,53	10,23	4,90	0,31	0,10	0,01	8,77

*significativo ($0,01 < p \leq 0,05$). **significativo ($p \leq 0,01$). ^{ns} não significativo ($p > 0,05$).

APÊNDICE G. Análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios				G.L.	Quadrado médio
		C16:0	C18:0	C18:1n9c	C18:2n6c		
Cremes	2	55,2462**	0,4446**	89,0404**	80,2931**	2	0,1968**
Tempos	2	13,1435**	0,0025 ^{ns}	9,185**	0,1629**		
Cremes x tempos	4	0,9364**	0,0046 ^{ns}	0,2944**	0,1129**		
Resíduo	9	0,0159	0,0026	0,0095	0,0024	3	0,0011
Desvio padrão		0,13	0,51	0,10	0,05		0,03
Coef. de variação (%)		0,30	1,27	0,26	0,46		0,23

**significativo ($p \leq 0,01$). ^{ns} não significativo ($p > 0,05$).

APÊNDICE H. Análises de variância para composição de ácidos graxos dos cremes vegetais.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Saturados	Monoinsaturados	Poli-insaturados
Cremes	2	53,0835**	89,0404**	180,2478**
Tempos	2	13,4739**	9,185**	0,4113**
Cremes x tempos	4	0,9944**	0,2944**	0,2382**
Resíduo	9	0,0152	0,0095	0,0032
Desvio padrão		0,12	0,10	0,06
Coef. de variação (%)		0,26	0,26	0,37

**significativo ($p < 0,01$).

APÊNDICE I. Análises de variância para carotenoides e compostos fenólicos dos cremes vegetais.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios	
		Carotenoides	Fenólicos
Cremes vegetais	2	90,7674**	20000,3333**
Tempos	1	309,88**	9401,1044**
Cremes x tempos	2	76,9322**	1463,3171**
Resíduo	6	0,2779	10,8002
Desvio padrão		0,53	3,29
Coef. de variação (%)		4,42	2,23

**significativo ($p < 0,01$).

APÊNDICE J. Análises de variância para tocoferóis dos cremes vegetais.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		G.L.	Quadrados médios	
		α -tocol	γ -tocol		δ -tocol	Totais
Cremes	2	149316,8083**	641707,0894**	2	706,1825**	1362595,072**
Tempos	2	42966,2728**	183870,7274**			423414,1918**
Cremes x tempos	4	26257,1469**	113979,9116**			242100,9345**
Resíduo	9	0,0981	0,1525	3	0,1643	0,3470
Desvio padrão		0,31	0,39		0,40	0,59
Coef. de variação (%)		0,27	0,17		1,35	0,16

**significativo ($p < 0,01$).

APÊNDICE K. Análises de variância para os atributos sensoriais e aceitação global dos cremes vegetais.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios				
		Aparência	Aroma	Creiosidade	Sabor	Aceitação global
Cremes	2	0,5 ^{ns}	6,14**	0,32 ^{ns}	39,56**	17,43**
Consumidores	114	3,96**	3,88**	6,37**	4,62**	4,74**
Resíduo	228	1,09	1,54	1,83	2,45	1,57
Desvio padrão		0,07	0,23	0,05	0,59	0,39
Coef. de variação (%)		0,92	3,57	0,86	9,11	5,96

**significativo ($p < 0,01$). ^{ns} não significativo ($p > 0,05$).

ANEXOS

ANEXO A. Termo de Consentimento Livre Esclarecido.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE
(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012/Resolução 510/2016)

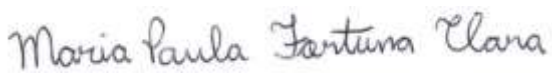
Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais de cremes vegetais obtidos de óleos de chia (*Salvia hispanica*), gergelim (*Sesamum indicum*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*)” sob responsabilidade da pesquisadora Maria Paula Fortuna Clara. O estudo será realizado com diferentes formulações de cremes vegetais obtidos a base de óleo de palma com adição de óleo e sementes de chia, óleo e sementes de gergelim e, óleo e sementes de quinoa; que foram desenvolvidos para análise sensorial a fim de avaliar a aceitabilidade e intenção de compra dos mesmos. Os riscos físicos para sua saúde são mínimos, pois os produtos foram elaborados seguindo as Boas Práticas de Fabricação e em seguida analisados microbiologicamente para assegurar a segurança dos mesmos, segundo legislações vigentes. Você poderá consultar a pesquisadora responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo e, estes últimos, só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. Este estudo é importante porque seus resultados fornecerão informações para contribuição no desenvolvimento de cremes vegetais. Além disso, pretende-se divulgar os resultados em eventos técnico-científicos e por meio de artigos em revistas especializadas, bem como na indústria de alimentos.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, forneça os dados solicitados e coloque sua assinatura a seguir.

Nome: _____ R.G. _____

Endereço: _____ Fone: _____

_____, _____ de _____ de 2019.

_____ Assinatura do Participante	 _____ Assinatura do Pesquisador(a) responsável
-------------------------------------	--

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma ao participante e outra ao pesquisador.

Nome da pesquisadora: Maria Paula Fortuna Clara	Cargo/Função: Mestranda
Instituição: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos/IBILCE/UNESP	
Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth - São José do Rio Preto/SP	
Telefone: (17) 3221-2200, Ramal: 2715	
Projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP Rua Cristóvão Colombo, 2265. Bairro: Jardim Nazareth. São José do Rio Preto/SP – Fone 17-3221.2480 e 3221.2545	

ANEXO B. Questionário de caracterização dos consumidores.

Por favor, preencha o questionário com todas as informações solicitadas.

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Sexo: () Feminino () Masculino

Fumante: () Sim () Não

Vegetariano(a): () Sim () Não

1. Utilizando a escala abaixo, indique o quanto você gosta ou desgosta de:

- | | |
|----------------------------|--|
| (5) Gosto muito | () Creme vegetal ou produtos similares (ex: margarinas e manteigas) |
| (4) Gosto pouco | () Chia (sementes, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com chia |
| (3) Nem gosto/nem desgosto | () Gergelim (sementes, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com gergelim |
| (2) Desgosto pouco | () Quinoa (sementes, flocos, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com quinoa |
| (1) Desgosto muito | |

2. Utilizando a escala abaixo, indique com qual frequência, em média, você consome:

- | | |
|----------------------------|--|
| (5) Gosto muito | () Creme vegetal ou produtos similares (ex: margarinas e manteigas) |
| (4) Gosto pouco | () Chia (sementes, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com chia |
| (3) Nem gosto/nem desgosto | () Gergelim (sementes, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com gergelim |
| (2) Desgosto pouco | () Quinoa (sementes, flocos, farinha ou óleo) ou produtos enriquecidos com quinoa |
| (1) Desgosto muito | |

Motivos para consumo: _____

ANEXO C. Teste de escala hedônica estruturada de 9 pontos e intenção de compra.

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo uma amostra de creme vegetal. Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo.

- 9- Gostei extremamente
- 8- Gostei muitíssimo
- 7- Gostei moderadamente
- 6- Gostei levemente
- 5- Nem gostei, nem desgostei
- 4- Desgostei levemente
- 3- Desgostei moderadamente
- 2- Desgostei muitíssimo
- 1- Desgostei extremamente

Amostra nº _____

Aparência	
Aroma	
Creiosidade	
Sabor	
Aceitação global	

Assinale, para esta amostra, qual seria sua intenção de compra:

- () Eu certamente compraria esta amostra.
- () Eu provavelmente compraria esta amostra.
- () Tenho dúvidas se compraria ou não esta amostra.
- () Eu provavelmente não compraria esta amostra.
- () Eu certamente não compraria esta amostra.

Comentários: _____