

ESTABILIDADE DE PASTA DE AMENDOIM - USO DE LECITINA E β -CICLODEXTRINA

Data de aceite: 02/10/2023

Gustavo André Longhi dos Santos

Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Curso de Engenharia de Alimentos
Francisco Beltrão – Paraná

Natalia Gatto

Universidade Federal Tecnológica do Paraná - Programa de Pós-graduação de Tecnologia em Alimentos– Câmpus Francisco Beltrão/Londrina
Francisco Beltrão – Paraná

Cleusa Ines Weber

Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Departamento de Ciências Agrárias- Câmpus Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná

Luciano Lucchetta

Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Departamento de Ciências Agrárias - Programa de Pós-graduação de Tecnologia em Alimentos - Câmpus Francisco Beltrão/Londrina
Francisco Beltrão – Paraná

processados. Trata-se de uma boa fonte de proteínas e lipídios de alta qualidade biológica, com boa atividade antioxidante. A pasta de amendoim usa o amendoim como matéria-prima, e é obtida a partir de processamento mínimo da matéria-prima. Algumas marcas de pasta de amendoim utilizam emulsificantes e estabilizantes para evitar perda de consistência e manter suas características durante seu uso e vida útil. A separação de fases é uma característica indesejada que ocorre durante o armazenamento do produto, mesmo com a utilização de aditivos. Para contornar essa situação tecnológica, buscou-se um aditivo emulsificante alternativo, utilizando a lecitina associada à β -ciclodextrina para buscar maior estabilidade do produto. Os resultados mostraram o potencial da lecitina na estabilização da pasta de amendoim, como, também, na manutenção das características de textura como a adesividade, gomosidade e dureza da pasta. Essas características importantes estão atreladas à aceitação da pasta de amendoim pelo consumidor, uma vez que a sinérese tende a ter efeito negativo sobre as características de textura.

PALAVRAS-CHAVE: emulsificante; estabilizante; amendoim; sinérese; proteína.

RESUMO: O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma oleaginosa que vem sendo amplamente utilizada como matéria-prima na elaboração de diversos alimentos

1 | INTRODUÇÃO

Uma oleaginosa, atualmente, muito utilizada como matéria-prima em diversos alimentos industrializados é o amendoim (*Arachis hypogaea L.*), se destacando entre as mais de 8.000 variedades e cepas em todo o mundo com diferenças em suas composições. É identificado como uma das principais castanhas produzidas, processadas e comercializadas no mundo, sendo uma matéria-prima muito importante industrialmente. Se trata de um alimento de boa fonte proteica e lipídeos de alta qualidade biológica, com boa atividade antioxidante e um elevado nível de ácidos oleico e linoleico (LIMA; BRUNO, 2007)(SUKHOTU et al., 2016; YU et al., 2021). As sementes de amendoim contêm cerca de 51% em peso de óleo, sendo que 14% deste total são de ácidos graxos saturados e 51% ácidos graxos monoinsaturados, onde o ácido oleico é o principal monoinsaturado, e 33% são ácidos graxos poli-insaturados, se destacando como principal o ácido linoleico. Já a parte não lipídica se resume em 16% de carboidratos, 9% fibra e 25% proteína. Este grão contém grande quantidade de vitamina E, tiamina (B1) e ácido fólico (B9). Além disso, esses também contêm altas concentrações de potássio, fósforo e zinco e, também, rico em γ -tocoferol (BONKU; YU, 2020; SUKHOTU et al., 2016).

O amendoim é usado na elaboração de inúmeros alimentos, e a sua pasta é um dos produtos obtidos a partir desta oleaginosa. Consumido em muitos países no intuito de uma alimentação mais saudável, também é utilizado em dietas por um público que busca melhor desempenho em atividades físicas. Em vista disso, muitas indústrias de suplementos investem e desenvolvem diferentes tipos de pastas de amendoim com diversos sabores(TANTI; BARBUT; MARANGONI, 2016).

Conforme (LIMA; BRUNO, 2007) e Wang et al. (2012), um dos grandes objetivos da indústria de alimentos é a preservação das características originais dos alimentos, pelo maior tempo possível, após sua transformação. A qualidade e a estabilidade do óleo são muito importantes industrialmente, portanto diversos critérios podem ser utilizados para se determinar os indicadores de qualidade e, como, por exemplo, a separação de fases sólido-líquida. Por conta da separação do óleo do amendoim da parte sólida ocorrem alterações: a parte sólida fica de difícil manipulação por conta da dureza, necessitando de um esforço extra para poder misturar novamente as fases e retornar as características normais. Em alguns casos, isso não é possível, fazendo com que o produto tenha alterações sensoriais e de qualidade físico-química.

O efeito indesejado de separação de fases da pasta de amendoim compromete as características sensoriais, nutricionais e físico-químicas que podem influenciar na qualidade e utilidade do produto. Desta forma, o desenvolvimento de formulações de pasta de amendoim que visem reduzir a separação das fases beneficiaria a qualidade do produto, tornando-o mais prático e atrativo para o consumo. Também, resultaria no não descarte da fração o óleo da separação e perda lipídeos de alta qualidade biológica, portanto a

utilização de lecitina e a ciclodextrina como estabilizante pode ser uma boa alternativa.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Oleaginosas

As oleaginosas são alimentos que, mesmo apresentando um alto teor lipídico na sua composição, têm demonstrado efeitos benéficos para a saúde. Fatores como de proteção, por exemplo, para doenças cardiovasculares, promovendo redução dos níveis de colesterol LDL no sangue e de colesterol total, além de ter também um efeito redutor dos níveis de triglicérides (DEL GOBBO et al., 2015; GROSSO et al., 2015).

Em termos de micronutrientes, as oleaginosas são fontes ricas de vitaminas e minerais que lhes conferem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e anticarcinogênicas, essencialmente devido a compostos como folatos, tocoferóis, selênio e fitoquímicos (BOLLING et al., 2011).

São considerados alimentos de elevada densidade nutricional, tendo um perfil predominantemente lipídico, ricos em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados. Entretanto, seu perfil de ácidos graxos, rico em ácidos graxos monoinsaturados, bem como seus altos teores de micronutrientes, fibras e fitoquímicos promovem, ainda, outros efeitos benéficos à saúde (ATASIE; AKINHANMI; OJIODU, 2009; TRAORET et al., 2008).

Ao comparar com as outras oleaginosas, o amendoim apresenta vantagens por conter maior teor de proteína, como a cistina e lisina, e o menor teor lipídico em sua composição. Contudo, tem elevado teor de ácido oleico, o qual é o principal ácido graxos monoinsaturado, sendo de 38 a 60% do seu teor lipídico (MA et al., 2014; WANG et al., 2017), correspondendo a 20 – 30 g por 100 g do amendoim em grão ou em pasta.

O amendoim é uma das principais castanhas produzidas, processadas e comercializadas no mundo. Além de incluído no grupo das sementes oleaginosas devido ao seu alto teor de óleo, a inclusão do amendoim na dieta pode ser positiva e benéfica para a saúde, levando em conta, também, seu baixo custo e disponibilidade em abundância no mercado. A composição em óleo e proteína de alta qualidade nutricional determina o seu expressivo valor econômico nos países de primeiro mundo como alternativa importante para a suplementação de proteína na dieta humana naqueles que as têm limitadas (Floriano et al., 2021; M. L. Wang et al., 2012)

O amendoim vem ganhando espaço de destaque na preparação de diversos alimentos, sendo consumidos de diversas formas: inteiros, torrados e, também, utilizados como matéria-prima de vários produtos, como o óleo de amendoim, pasta de amendoim, entre outros. Por ser da família das leguminosas, possui grande influência na indústria de alimentos pelo seu alto teor de óleos e proteínas essenciais, os quais tem elevado valor nutricional, tendo sua devida importância à nutrição (CHANG; SREEDHARAN;

SCHNEIDER, 2013; EMBRAPA, 2023; GRACIANO, 2009).

O material lipídico está atrelado diretamente com a qualidade nutricional do mesmo por conta do seu teor de óleo. É formado por ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, tendo uma razão de ácido oleico/linoleico superior a 2 e a presença de vitamina E em consideráveis concentrações, salvo a presença de outros compostos lipossolúveis. Sendo citado como alimento funcional devido suas propriedades antitumorais, hipocolesterolêmicas e, também, de proteção cardiovascular (LOPES, 2009; SANTOS et al., 2013; TACO, 2011).

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das principais culturas oleaginosas cultivada e consumida no mundo. O amendoim é consumido como fonte proteica e energética na dieta, mas também possui uma considerável quantidade de fibras e diversos nutrientes em sua composição (TIMBADIYA et al., 2017). O amendoim contém cerca de 51% de óleo em peso, destes, 14% são ácidos graxos saturados (SFAs), 51% são ácidos graxos monoinsaturados, principalmente ácido oleico. São 33% de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente ácido linoleico. Quanto à fração não lipídica, são 16% de carboidratos, 9% de fibras e 25% de proteínas. Devido a certas características, como a razão entre os ácidos graxos poli-insaturados e saturados e teor de ácido oleico, que o faz estável em altas temperaturas (ponto de fusão de 229°C), além da presença de fitosteróis (337 mg / 100 g de óleo) e vitamina E (20-244 mg / 100 g de óleo). Todas essas características fazem com que o amendoim seja muito valorizado (KIM et al., 2015; WANG et al., 2012).

O processo de torra gera modificações sensoriais do grão, desde cor e textura até o sabor, sendo que essas modificações proporcionam maior aceitabilidade por parte dos consumidores. Essas alterações se estendem, igualmente, aos seus derivados, como a pasta de amendoim. Quando passam pelo processo de torra, os amendoins sofrem modificações sensoriais do grão, isso acontece por conta dos açúcares e os aminoácidos livres que reagem para formar os *flavors* típicos do amendoim, que os caracterizam no mercado e no paladar dos consumidores (FLORIANO et al., 2021).

2.2 Ácidos graxos

Os ácidos graxos fazem parte do grupo dos ácidos carboxílicos, além disso, são componentes presentes nos óleos e nas gorduras. A molécula de ácido graxo consiste em uma longa cadeia hidrocarbônica (CH_2), a qual é ligada a um grupo carboxílico em uma das suas extremidades. De acordo com o tamanho da sua cadeia, os ácidos graxos podem ser divididos em ácidos graxos de cadeia curta, média e longa. Os ácidos graxos que possuem de dois a seis átomos de carbono são classificados como cadeia curta e apresentam características de volatilidade e solubilidade em água. Os ácidos graxos de cadeia média possuem entre 8 e 12 carbonos, enquanto os de cadeia longa possuem entre 14 a 24 e são os mais comuns nos alimentos de origem animal e vegetal (PHILIPPI, 2014).

Contudo, a maioria dos ácidos graxos de óleos e gorduras comestíveis possuem

uma cadeia carbônica de 16 a 18 carbonos. Quando as unidades de CH_2 estão unidas apenas por ligações simples, o ácido graxo é denominado saturado. Entretanto, se em algum ponto da cadeia há a presença de uma ou mais duplas ligações, o ácido graxo é denominado de insaturado e dependendo da posição da insaturação, o ácido graxo tem propriedades e nomenclatura diferente (NUNES, 2013).

Os lipídeos são moléculas orgânicas constituídas por carbono, hidrogênio e outros heteroátomos. Eles formadas a partir da associação entre ácidos graxos e álcool e apresentam características de insolubilidade em água e solubilidade em compostos orgânicos (BELLÉ, 2014).

2.2.1 Ácidos graxos saturados

As propriedades dos ácidos graxos saturados têm relação com a quantidade de carbono presente na cadeia, já que o mesmo não conta com ligações insaturadas. A inexistência de ligações duplas na cadeia hidrocarbônica proporciona uma maior estabilidade do ácido graxo diante de processos de degradação. Ácidos graxos saturados de cadeia curta com menos de 10 carbonos, geralmente, são líquidos à temperatura ambiente. Os que contém acima de 10 carbonos na cadeia passam a ser sólidos, essa consequência ocorre por conta do aumento no ponto de fusão devido ao comprimento da cadeia (NUNES, 2013).

2.2.2 Ácidos graxos insaturados

Para ser considerado um ácido graxo insaturado, necessita de pelo menos uma ligação dupla na cadeia hidrocarbônica. Essas ligações estão, geralmente, localizadas na cadeia de forma não conjugada, ou seja, separadas por grupos metileno (CH_2). De acordo com o número de duplas ligações na cadeia, os ácidos graxos podem ser monoinsaturados, tendo apenas uma dupla ligação ou poli-insaturados com mais de uma dupla ligação. Contudo, os ácidos graxos insaturados possuem uma menor estabilidade frente a processos de degradação, devido às insaturações, pois com o aumento das mesmas, eleva-se, também, essa instabilidade, principalmente quanto ao processo de oxidação. Os ácidos graxos insaturados podem ser classificados em *cis* ou *trans* dependendo da orientação geométrica dos átomos de hidrogênio unidos aos átomos de carbono que compartilham a dupla ligação. Em virtude dessa orientação geométrica, os isômeros *cis* são termodinamicamente menos estáveis. Apesar disso, na biossíntese dos lipídios, os isômeros *cis* são, preferencialmente, formados, sendo também encontrados com maior frequência em gorduras e óleos comestíveis vegetais (JORGE, 2009; LOPES, 2009).

2.2.3 Perfil lipídico

O perfil de triacilgliceróis do amendoim é composto dos seguintes ácidos graxos:

o ácido palmítico (16:0); ácido esteárico (18:0); ácido oleico (18:1); ácido linoleico (18:2); ácido araquídico (20:0); ácido gadoleico (20:1); ácido behênico (22:0); e ácido linocérico (24:0). Os ácidos graxos insaturados predominam na composição do amendoim, sendo de 40 a 80% o ácido oleico, 2 a 36% o ácido linoleico e, na forma de saturado, o ácido palmítico de 9 a 13% (GUNSTONE, FRANK D.; NORRIS, 1983; GUNSTONE, 2011) (GUNSTONE, 2011; GUNSTONE; NORRIS, 2013).

Carrín & Carelli, (2010) caracterizam um perfil de ácidos graxos (C20:1) considerado ideal, conforme a Tabela 1.

Ácido Graxo	Composição (Ácidos graxos g. 100g ⁻¹ de lípideos)
Saturados	18,34
Palmitico	10,95
Esteárico	1,95
Araquidônico	1,35
Behênico	2,70
Lignocérico	1,39
Monoinsaturados	49,89
Oleico	48,63
Gadoleico	1,26
Poli-insaturados	32,05
Linoleico	32,05

Tabela 1 - Composição de ácidos graxos no óleo de amendoim.

Fonte: CARRÍN; CARRELI (2010).

Tendo maior destaque na composição do amendoim, o ácido oleico possui 18 carbonos e uma insaturação na cadeia (C18:1), sendo essa no carbono de posição 9, o qual atribui ao mesmo a característica de w-9 e pode ser biossintetizado pelo organismo. O ácido linoleico (C18:2 (9,12)) com duas insaturações, sendo elas no carbono 9 e 12, compõe, aproximadamente, 30% dos ácidos graxos do amendoim, considerado também ácido graxo essencial (NUNES, 2013).

Na formulação de produtos, as propriedades físicas precisam ser determinadas. Para facilitar esse processo, pode-se designar os triacilgliceróis pelo seu grau de saturação, sendo eles: trissaturados (S₃), dissaturados-monoinsaturados (S₂U), monossaturados-diinsaturados (SU₂) e tri-insaturados (U₃), ao invés de considerar cada espécie de triacilglicerol (HARES JUNIOR, 2013).

2.3 Pasta de Amendoim

A pasta de amendoim é uma emulsão do tipo água em óleo, composta por minúsculas gotículas de um líquido imiscível disperso em outro (HARES JUNIOR, 2013). Porém, esse sistema heterogêneo apresenta baixa estabilidade, o que pode ser corrigido

com a utilização de aditivos que atuam como agentes de alteração de tensão superficial ou sólidos finamente pulverizados. Para melhorar a estabilização lipídica e a textura do produto, prevenir separação, deterioração do sabor e retardar a oxidação, são comumente empregados aditivos a base de compostos gordurosos.

Esses promotores aumentam o corpo do produto, melhoram a consistência final e a viscosidade, além de proporcionar um produto sensorialmente mais agradável. No creme de amendoim, a lecitina de soja, os monoacilgliceróis, as gorduras vegetais parcial ou totalmente hidrogenadas, óleos vegetais naturais ou uma combinação de ambos são os promotores mais utilizados para esse fim (SHRESTHA, 2017)

Na produção de pasta de amendoim, geralmente, é substituído uma parte do óleo líquido dos amendoins moídos por óleos vegetais hidrogenados, com o objetivo de criar uma pasta cremosa heterogênea. As pastas de amendoim feitas sem gordura hidrogenada, denominadas “naturais”, tem forte tendência em separar-se em camadas de óleo e de amendoim, os quais precisam ser misturados antes do consumo (LOPES, 2009; SILVA et al., 2009).

Para a fabricação de cremes e pastas, o amendoim ideal para uso é aquele que esteja maturado, com tamanho uniforme e com mínimo teor de grãos quebrados. Também deve possuir odor natural, agradável e textura macia. Alteração no sabor, deixando-o estranho, textura dura e peles soltas não são próprios de um bom produto, indicando condições impróprias de estocagem, maturação, colheitas prematuras e secagem rápida acima de 49°C. Essas condições resultam em amendoins que são difíceis de trabalhar, com textura dura e odor inadequado, impróprios para o processo (BONDAN, 2021).

Dentre os produtos oriundos do amendoim, o creme de amendoim pode ser processado com as mais diversas embalagens e formulações. Genericamente, o creme é um produto feito de amendoins secos e torrados, sendo comercializado no formato pastoso ou crocante (EMBRAPA, 2023; WILSON, 2015). Contudo, não há uma legislação brasileira específica sobre um padrão de identidade para a pasta de amendoim. Há somente sobre identidade, qualidade, embalagem e marcação do grão, além do Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Amendoins Processados e Derivados (BONDAN, 2021; BRASIL, 2003).

2.3.1 Separação de fases em pasta de amendoim

Os cremes de amendoim estão sujeitos, desde sua produção até o armazenamento, às alterações em sua textura que compreende propriedades de adesividade, espalhabilidade, firmeza e viscosidade, as quais são relacionadas à sua composição e influenciam nas características do produto. O processo de sinérese acontece quando o óleo de amendoim se separa da fase sólida e se mantém no topo do produto, enquanto a parte sólida desenvolve uma camada endurecida ao fundo. Contudo, existe uma predisposição

normal do óleo em se separar da fração sólida de amendoim em virtude da separação gravitacional dos componentes da pasta. No entanto, esse é um fenômeno indesejável, pois o óleo livre é mais susceptível à oxidação do que o que está em contato com as amêndoas. O principal método utilizado para melhorar a cremosidade e consistência nos cremes espalháveis envolve a incorporação uniforme de pequenas quantidades de gordura sólida a temperatura ambiente.

Mesmo com a possibilidade do uso de aditivos essas alterações podem acontecer, apesar de ser aceita por grande parte dos consumidores, é um fator que deve ser avaliado e que pode afetar a conservação e composição do produto. A remoção de grande proporção de óleo de amendoim livre não é uma solução satisfatória para o problema, porque os sólidos remanescentes formam uma parte relativamente seca que dificulta sua aplicação nas superfícies dos alimentos (RAHMAN, 2007; SHAHIDI, 2015).

Além dessa solução insatisfatória, o produto pode perder grande parte do seu valor, por conta da diminuição de lipídios e ácidos graxos de alto valor nutricional na remoção e descarte desse óleo. Dessa forma, para melhorar a consistência no creme de amendoim, pode-se adicionar na formulação do produto uma gordura que seja sólida à temperatura ambiente, que possa manter unidos os sólidos do amendoim com sua fase oleosa para formar uma pasta semissólida (KIM; LUMOR; AKOH, 2008; LOZANO, 2016).

Quanto ao uso de estabilizantes, os mesmos devem ser adicionados aos produtos nas etapas de mistura ou moagem, quando a temperatura tiver excedido seu ponto de fusão. À medida que a massa esfria, ela também começa a se cristalizar, formando uma rede com o produto. Para boa estabilidade, é importante que o creme seja embalado em temperatura ambiente, permanecendo nela por não menos que 24 h, para boa temperatura, antes de ser despachado (AGUSTIN et al., 2006).

A textura e palatabilidade (fusão na boca) são propriedades físicas que tem influência da composição dos triacilgliceróis dos óleos e gorduras, responsável direto pela aplicabilidade do alimento. A correta identificação e quantificação dos triacilgliceróis é de extrema importância e necessária para o entendimento das propriedades físicas, como o ponto de fusão, conteúdo de gordura sólida e consistência (SILVA et al., 2009). Essa identificação torna-se um processo difícil e trabalhoso por conta da grande possibilidade de formas estruturais comparado ao número de ácidos graxos presentes (RIBEIRO et al., 2007).

A textura de um alimento é uma resposta tátil que resulta do contato físico entre o corpo e o alimento, estando diretamente ligada à sua estrutura. No contexto da detecção da textura, há parâmetros mecânicos que descrevem as características dos alimentos. Essas propriedades podem ser divididas em primárias, como: firmeza, coesividade, elasticidade e adesividade; e secundárias, como: fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade (PEREIRA et al., 2020).

É importante destacar que a análise da textura é fundamental para entender e

melhorar a qualidade de produtos alimentícios. Ao compreender as propriedades mecânicas que influenciam a textura, os engenheiros de alimentos podem desenvolver formulações e processos de fabricação adequados para alcançar a textura desejada em produtos como a pasta de amendoim.

2.4 Estabilizantes e emulsificantes

Como produtos à base de oleaginosas, como a pasta e manteiga de amendoim, apresentam liberação de óleo e consequente separação da parte sólida, pode-se utilizar estabilizantes para diminuir essa característica indesejada. Após o processo de moagem do amendoim, em sua armazenagem, há uma tendência natural do óleo ser liberado e migrar para a superfície do produto, isso por conta da separação gravitacional dos componentes da pasta. No entanto, esse é um fenômeno indesejável que pode ser corrigido com a adição de alguns elementos e essa correção é importante, pois o óleo livre é mais susceptível à oxidação do que o que está em contato com as amêndoas. Além disso, muitas vezes, o mesmo é descartado, perdendo uma boa parte nutricional do produto (LIMA; BRUNO, 2007).

Estabilizante é uma substância capaz de manter a distribuição uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento. Já o emulsificante é uma substância que permite a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis em um alimento (PEREIRA et al., 2020). Os estabilizantes contemplam diversas funções nos alimentos. São substâncias que além de facilitar a dissolução, aumentam a viscosidade dos ingredientes, melhorando e evitando a formação de cristais responsáveis pela piora da textura das pastas. Melhoram também a homogeneidade do produto, impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula. Geralmente, são mono e diglicerídeos, oriundos de óleos vegetais, como a lecitina de soja (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Os emulsificantes são compostos que ajudam na estabilização de gotículas de um líquido que não se mistura com outro. Eles têm duas funções principais: criar uma camada eletricamente carregada na interface entre as fases do líquido, fornecendo estabilidade coloidal às gotículas, e reduzir a tensão interfacial. A estrutura do emulsificante, com uma parte hidrofílica e outra lipofílica, facilita sua concentração na área onde ocorre a interação entre os líquidos imiscíveis, formando um filme protetor (LI et al., 2019).

Quimicamente, a funcionalidade dos emulsificantes ocorre por possuírem um grupo terminal polar que age tanto com as moléculas de água, como também um grupo hidrofóbico que interage com a fase lipídica. A porção hidrofóbica da molécula é, geralmente, uma cadeia alquila longa, enquanto a hidrofílica consiste em um grupo dissociável ou grupos hidroxilados. Sendo que os monos e diglicerídeos são emulsificantes de grau alimentícios amplamente usados na indústria, podendo esses serem ésteres sólidos de alto ponto de fusão, ésteres líquidos em temperatura ambiente, ou ésteres do tipo plástico. Além

destes, outro grupo com um uso interessante são os ésteres de poliglicerol, cujo nome comercialmente utilizado é o ricinoleato de poliglicerol (PGPR) (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2015).

Conforme THARP'S, (2018), a lecitina comercial, que geralmente é obtida da soja, inclui uma variedade de material fosfolipídico, os quais são constituídos de três componentes em proporções quase iguais: fosfatidilcolina (PC) com propriedades emulsificantes do tipo óleo e água (O/A), fosfatidiletanolamina (PE), e fosfatidiletanosinol (PI), com propriedades emulsificantes do tipo água em óleo (A/O). Para se ter uma emulsificação estável, a lecitina deve ser utilizada em combinação com outros emulsificantes. A lecitina de soja é um estabilizante muito utilizado na formulação de pastas, pois garante uma melhor homogeneidade do produto, sendo que a principal ação destes aditivos é estabilizar os produtos considerados emulsões (DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENEMA, 2019).

Outro método alternativo, para a melhora da emulsificação e texturização em produtos alimentícios, é a ciclodextrina que é fabricada biotecnologicamente através da degradação enzimática de matérias-primas vegetais, como milho ou batata. Portanto, é uma molécula de glicose, produto da conversão natural do amido, onde conta com uma estrutura anular, sendo capaz de estabilizar emulsões óleo em água e proporcionar excelente paladar. Algumas propriedades interessantes que essas moléculas trazem é de serem oriundas de matérias-primas renováveis, sendo de fonte exclusivamente vegetal, e com benefício de não serem alergênicas e livres de colesterol (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2015).

Algumas moléculas possuem alto potencial de aplicabilidade em pastas e cremes de amendoim, como as ciclodextrinas. Para Fraceto et al. (2007), a definição de ciclodextrinas é:

As ciclodextrinas são produtos cíclicos da hidrólise enzimática do amido por alguns microrganismos. As três ciclodextrinas naturais são alfa, beta e gama, compostas de seis, sete e oito unidades de glicopiranoose, respectivamente, unidas por ligações alfa-1,4. Estes compostos possuem em sua estrutura grupos hidroxila primários e secundários orientados para o exterior. Assim, possuem exterior hidrofílico e uma cavidade interna hidrofóbica. Tal cavidade permite às ciclodextrina complexarem moléculas que apresentem dimensões compatíveis e alterarem suas propriedades físico-químicas, como solubilidade em água, estabilidade e biodisponibilidade.

Por conta da característica do seu interior hidrofóbico e seu exterior hidrofílico, a alfa-ciclodextrina em forma de cônico é capaz de atrair e encapsular moléculas selecionadas como os triglicerídeos. Quanto mais alto for o teor de óleo da emulsão óleo em água, menor será a quantidade de ciclodextrina necessária para produzir uma emulsão estável. Por outro lado, também o contrário é válido, quanto mais alto for o teor de água, maior será a quantidade de ciclodextrina (ANDREAUS et al., 2010; VENTURINI et al., 2008).

É uma prática comum na indústria alimentícia usar dois ou três componentes

emulsificantes na forma de *blends*, para alcançar funcionalidades múltiplas. Resultados satisfatórios podem ser obtidos através de diferentes delineações das quantidades dos emulsificantes aplicados aos *blends* (HARES JUNIOR, 2013).

3 | METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Francisco Beltrão. Para este intento foram utilizados grãos de amendoim comercial torrados (*Arachis hypogaea* L.) para a elaboração da pasta. A lecitina de soja comercial foi adquirida no comércio local e a β -ciclodextrina (marca *Orion Cientific*) obtida com a empresa fabricante.

3.1 Obtenção da pasta

A pasta de amendoim foi obtida a partir da moagem de amendoim torrado, obtendo-se controle homogêneo da mesma. A moagem foi realizada em processador doméstico, com lâminas metálicas tipo faca (*cutter*). Uma pasta de aparência homogênea foi obtida com 4 a 5 minutos de processamento. A temperatura foi mantida a mais baixa possível, não ultrapassando 60°C. Durante o processo de moagem se incorporou os aditivos (*blend*).

As pastas foram acondicionadas por 60 dias em embalagens rígidas de polipropileno. O acondicionamento foi realizado imediatamente após a moagem e as embalagens ficaram em repouso até as pastas atingirem temperatura ambiente, para que se promova a cristalização adequada da gordura, favorecendo sua textura (LIMA; SARAIVA; SOUSA, 2009).

Considerando os níveis recomendados em relação ao óleo do amendoim, entre 35% e 55%, testou-se de 1% até 3% de ciclodextrina e de lecitina conforme (LIMA; BRUNO, 2007). As formulações foram compostas de pasta de amendoim pura (94 a 100%) e a adição do *blend* composto de 2 emulsificantes até um máximo de 3% cada um, sendo eles β -ciclodextrina e lecitina.

Para o planejamento experimental foi utilizado o delineamento de misturas simplex centroide, resultando na concepção de 5 ensaios (formulações) com três repetições no ponto central, totalizando em 7 ensaios (Tabela 2).

Delineamento de misturas ^a				
Formulações	Componentes originais (%)		Pseudocomponentes	
	X1	X2	X'1	X'2
F1 [*]	0	0	0,00	0,00
F2	0	3	0,00	1,00
F3C ¹	1,50	1,50	0,50	0,50
F3C ²	1,50	1,50	0,50	0,50
F3C ³	1,50	1,50	0,50	0,50
F4	3	0	1,00	0,00
F5 ^{**}	3	3	1,00	1,00

^a X'1 + X'2= 1 ou 100%; X1 = Lecitina de soja, X2 = β-Ciclodextrina; C=centroide, ¹²³ Repetição; *Formulação padrão, **Teste em quantidade máxima dos emulsificantes (94% pasta de amendoim e 6% de emulsificante).

Tabela 2 - Delineamento de misturas para superfícies limitadas.

Fonte: Autoria própria (2023).

As determinações analíticas foram avaliadas em triplicata em função do tempo de armazenamento e os desvios padrões serão relatados. As análises das formulações de pasta de amendoim foram realizadas no dia 0, 30 e 60 após fabricação.

3.2 Caracterização físico-químicas da pasta de amendoim

As análises para a determinação da composição físico-química das amostras foram realizadas de acordo com a Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008): análise de umidade determinada por aquecimento direto da amostra a 105°C até peso constante (Metodologia IAL 012/IV); proteínas quantificadas através da determinação do teor de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl Clássico (Metodologia IAL 036/IV) (fator de conversão 5,46 para amendoim); e extração dos lipídeos à frio determinados pelo método Bligh-Dyer com teor de umidade de amostra menor que 10 %.

A determinação da extração dos lipídeos foi realizada pelo método de (BLIGH; DYER, 1959) foi obtido o óleo utilizado para a análise de ácidos graxos. Foram pesados 2,3 g de amostra de cada formulação, foi adicionado 8 mL de clorofórmio, 16 mL de metanol e 6,4 mL de água destilada, sendo a relação dos solventes de 1:2:0,8, após foi tampado os tubos e agitado a cada 3 minutos, totalizando 30 minutos. Posteriormente, foi adicionado 8 mL de clorofórmio e 8 mL de solução de sulfato de sódio 1,5 %, e lentamente agitado por 2 minutos, deixando separar as fases naturalmente por 24 horas. Retirou-se em torno de 10 mL da fase inferior com pipeta graduada cuidando para não pegar amostra. Em um tubo plástico com tampa foi inserido, aproximadamente, 1 g de sulfato de sódio anidro (secante). A amostra foi tampada e agitada para remover resquícios de água. Após, filtrou-se a camada contendo o clorofórmio em papel filtro recebendo o filtrado em um recipiente de vidro com tampa. Posteriormente a essa etapa, foram homogeneizados durante 2

minutos em b quer com agita o. Após a homogeneiza o, a amostra foi filtrada a vácuo. O cont duo líquido, após filtra o, foi utilizado pipetando 5-8 mL do filtrado com pipeta volumétrica e transferido para balão volumétrico previamente seco em estufa por 1-2 h a 100 C, resfriada em dessecador (20-30 minutos) e pesada (anotado o peso da massa do cadinho). Foi evaporado o solvente em rota evaporador, que esfriou em dessecador (30 minutos) e pesado (massa cadinho + lipídeos). O  leo obtido foi armazenado em frasco âmbar, congelado e esterificado para ser utilizado na análise cromatográfica do perfil de ácidos graxos.

Perfil de ácidos agraxos

Os  cidos graxos foram identificados por cromatógrafo gasoso da marca *Schmadzu* (modelo *GC-2010A Plus*) com sistema de auto inje o (modelo *AOC 20I*), equipado com detector por ioniza o de chama (FID), *workstation* com *software STAR*, injetor *split*, sendo a razão de divisão da amostra de 75:1. Empregou-se coluna da *Schmadzu* (modelo *SH-RT-2560*), de 100 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno, com 0,2 μ m de espessura do filme. A análise foi conduzida com forma de controle velocidade linear de 20 cm/seg e *split* foi usado 1:50, a coluna iniciou os trabalhos em 140 C e ficou com essa temperatura durante 5 minutos. Após, começou a aquecer em uma razão de 2,5 C por minuto até atingir 250 C que permaneceu por 17 minutos, com temperatura do injetor de 250 C, temperatura do detector de 250 C e volume de inje o de 1 μ L (AOAC, 2019). O Padrão de ácidos-graxos utilizados foi da marca *Supelco*, esse que   um mix de ácidos-graxos de 4 carbonos até 20 carbonos.

3.3 Análise de textura

A textura foi determinada utilizando texturômetro TA.XTplus/50 da *Stable Micro System* operando com o *software Texture Esponent 32*. Para a análise, as amostras foram mantidas   temperatura de 25 C \pm 2 C ou temperatura ambiente. As amostras foram transferidas para recipientes de plástico, sendo um recipiente por amostra e repeti o, em uma altura de 3 cm (\pm 21 g). A análise contou com a utiliza o de uma *probe* cilíndrica P10 e diâmetro de 10 mm. A imersão na amostra foi de 15 mm com velocidade de 3 mm.s⁻¹. Foram realizadas 3 medidas para cada amostra. Os parâmetros de dureza expresso em Newton (N), gomosidade Newton (N) e adesividade Newton x segundos (N.s) das amostras foram obtidas (WAGENER; KERR, 2018). Os resultados foram expressos como média e desvio padrão das repeti es da análise.

3.4 Avalia o da sinérese

A avalia o da sinérese das amostras foi realizada com base na metodologia utilizada por (WOLFSCHOON-POMBO; DANG; CHIRIBOGA CHIRIBOGA, 2018). A sinérese foi determinada por um teste de acelera o em centrífuga refrigerada (modelo

ALPAY MTD III plus). Foram utilizados 5 g da amostra, colocadas em tubos de Falcon de 15 mL de capacidade. Acondicionados os tubos no suporte da centrífuga, com velocidade de 3.000 g pesando o sobrenadante, aumentou-se a velocidade da centrífuga para 9.000 aplicando as mesmas condições anteriores. Após cada passo, o sobrenadante foi pesado. As análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram calculados de acordo com a Equação 1. Expressos os resultados em teor de óleo liberado, como média e desvio padrão da triplicata. Foi feita a repetição uma vez por semana, durante 3 semanas consecutivas, para cada amostra, para o monitoramento da sinérese ao longo do tempo.

$$\text{Teor de óleo (\%)} = \frac{\text{gramas de líquido liberado}}{\text{gramas de amostra}} \times 100 \quad (\text{Eq 1})$$

3.5 Tratamentos dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da Análise de Variância (ANOVA) e os resultados serão submetidos ao Teste de tukey, com confiabilidade $\geq 95\%$ (JAMOVI, 2022; STATSOFT INC, 2004).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor de óleo extraído (sinérese)

A sinérese demonstra a relação entre comportamento das formulações e o teor de óleo liberado. Os resultados foram expressos em função da porcentagem de óleo liberado (Figura 1).

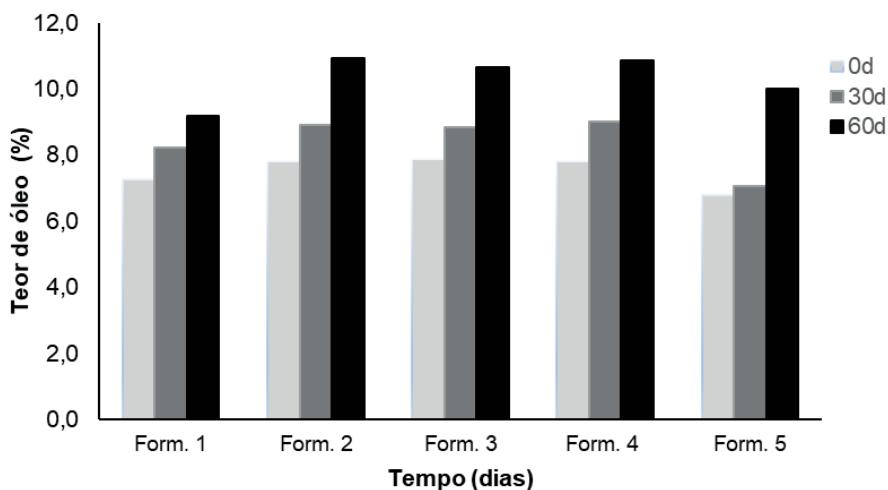


Figura 1 - Sinérese das 5 formulações de pasta de amendoim nos tempos 0, 30 e 60 dias de armazenamento.

Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados do teor de óleo resultante da sinérese apresentaram diferença significativa em relação ao tempo de armazenamento, mas não entre as formulações (Figura 1).

A sinérese tende a acontecer de forma natural durante o tempo de armazenamento. Isso ocorre devido à desestabilização da emulsão, que pode ser causada por diversos fatores, incluindo a baixa concentração de sólidos e a desestabilização da emulsão. Esta característica, mesmo que seja aceita por grande parte dos consumidores, é um fator que deve ser avaliado e que pode influenciar a conservação do produto (EREIFEJ; RABABAH; AL-RABABAH, 2005; SHAHIDI, 2015).

4.2 Avaliação das características físico-químicas

4.2.1 Umidade

A determinação de umidade tem influência direta na determinação de lipídeos, e implica na quantidade de água necessária a ser adicionada na extração dos lipídeos, expressos em porcentagem de umidade contida na amostra (Figura 2).

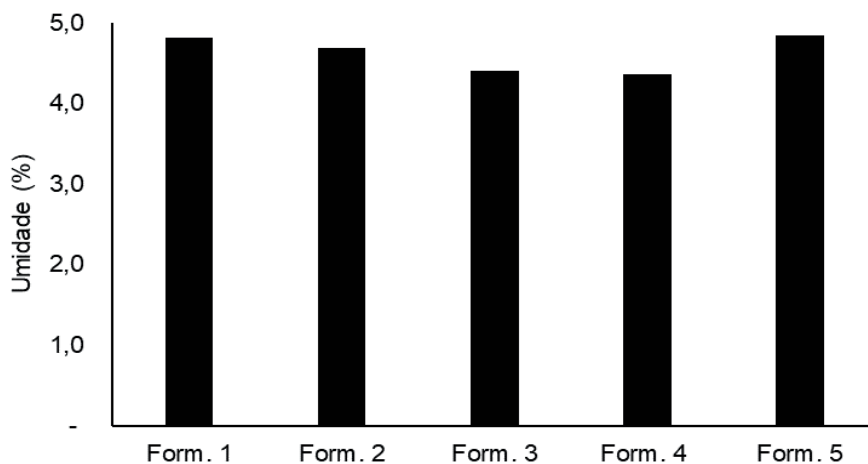


Figura 2 - Teor de umidade das 5 formulações após elaboração.

Fonte: Autoria própria (2023).

O teor de umidade foi analisado no tempo 0 de armazenamento (Figura 2). Os índices mantiveram-se semelhantes entre as formulações, com média, de 4,5%. A determinação desta característica físico-química implica na proporção de água a ser considerada na mistura dos solventes da determinação lipídica.

4.2.2 Proteína

Os índices de proteínas foram diferentes entre as formulações (Figura 3). A análise realizada demonstrou um ajuste quadrático para proteínas aos 0 dias e 60 dias e linear para o parâmetro de proteína 30 dias em função do teor dos componentes das misturas. Os resultados foram expressos como porcentagem de proteína bruta contida na amostra.

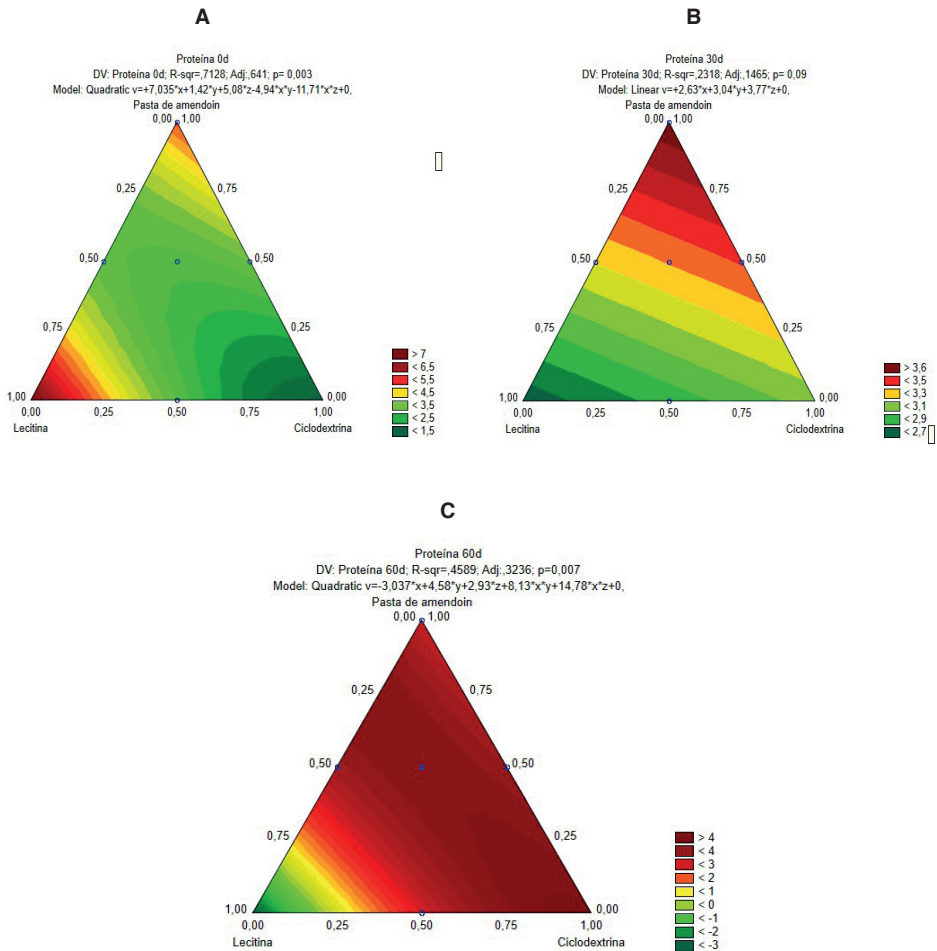


Figura 3 - Superfície de resposta para a variável de proteínas em pasta de amendoim adicionado de Lecitina e β -ciclodextrina avaliado nos tempos 0, 30 e 60 dias. A-Modelo quadrático; B – Modelo linear; C - Modelo quadrático.

Fonte: Autoria própria (2023).

Foi observado significância nos resultados obtidos, sendo que não apresentou valores significativos para a interação entre as misturas dos emulsificantes utilizados. Essa tendência inicial maior da lecitina no tempo 0 dias pode ter influência por ser uma fonte de proteína, desta forma, como foi no tempo inicial, não houve interferência de sinérese ou

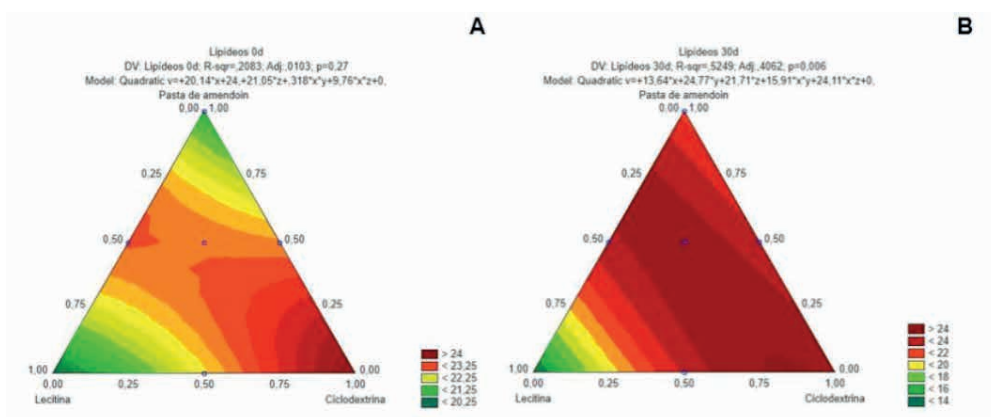
alterações naturais da pasta de amendoim.

Aos 30 dias, os índices de proteínas totais estão mais relacionados apenas com a pasta de amendoim pura ou com pouco aditivo. Já para 60 dias, as interações entre os componentes foram importantes. Percebe-se que a adição de ciclodextrina em maior quantidade tem relação com o teor de proteína da pasta de amendoim. A consistência dos cremes tende a diminuir com o aumento da temperatura, que provoca a fusão gradual dos cristais de gordura e, conseqüentemente, a destruição da rede cristalina (HARES JUNIOR, 2013). Nenhum dos cremes se manteve consistente a temperatura ambiente, diferente de algumas misturas de gorduras, pois os cremes contam com ingredientes não gordurosos que interagem fornecendo algum tipo de consistência baseada em proteínas e carboidratos.

Assim, a tendência de afinidade em relação à ciclodextrina e pasta de amendoim pode ser devido à separação de fases natural que ocorre na pasta e a ligação da ciclodextrina com uma proteína da pasta de amendoim, ou por conta da lecitina se ligar com a gordura no processo de estabilização. A lecitina pode atuar como estabilizante da emulsão e agente antioxidante, proporcionando maior fluidez e retardando alterações sensoriais (BONDAN, 2021).

4.2.3 Lipídeos

Na Figura 4 tem-se a representação gráfica do ajuste quadrático e linear para o teor de lipídeos em função dos tempos de armazenamento da pasta de amendoim. As análises foram avaliadas em teor de lipídeos totais.



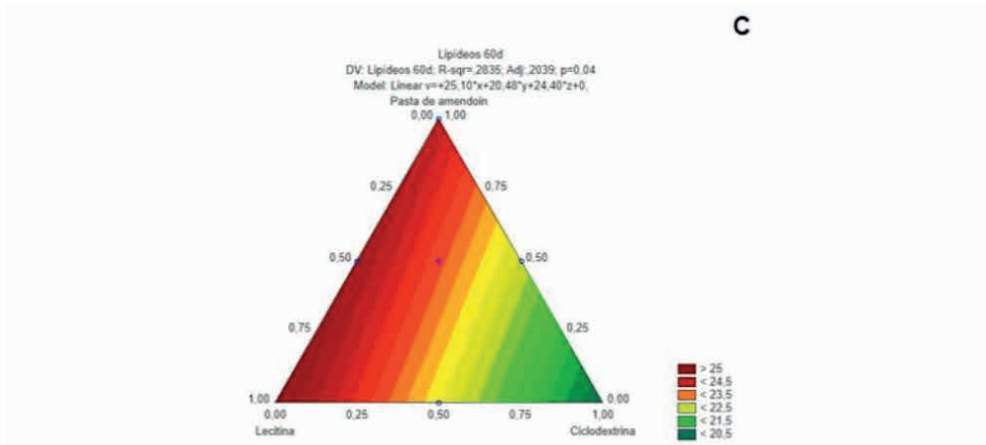


Figura 4 - Superfície de resposta para a variável de lipídios em pasta de amendoim adicionado de Lecitina e β -ciclodextrina avaliado nos tempos 0, 30 e 60 dias. A-Modelo quadrático; B – Modelo quadrático; C - Modelo linear

Fonte: Autoria própria (2023).

No tempo inicial ainda não tem efeitos de separação de fases, pois o processo sinérese ocorre após alguns dias. Porém, devido à interação da ciclodextrina ser apenas no tempo inicial, não tem um potencial de manutenção deste componente. Em 30 dias de armazenamento das formulações, há a tendência de ter maior concentração lipídeos liberados da pasta de amendoim nas formulações contendo ciclodextrina em sua maior ou total proporção. Percebe-se uma interação maior entre a pasta de amendoim e o estabilizante do que com a lecitina.

Aos 60 dias, a tendência foi de maior teor de lipídeos na interação da lecitina e da pasta de amendoim ($p < 0,05$). Percebe-se a perda de afinidade da ciclodextrina nessa mistura. A cavidade interior da molécula de ciclodextrina de formato cônico é capaz de acomodar uma molécula “hóspede” lipofílica, desde que seu tamanho e sua forma sejam compatíveis com ela (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013). A coesão entre as duas moléculas é relativamente frágil por serem forças do tipo (forças de van der Waals), fazendo com que, sob condições adequadas, a molécula hóspede possa ser desvinculada da ciclodextrina. Pode ser considerado, também, possíveis reações oxidativas que podem ter acontecido no decorrer de 60 dias nos ácidos graxos presentes na pasta. Isso mostra que a formulação com maior ou total concentração de lecitina, a longo prazo, tem melhor resposta no teor de lipídeos presente na amostra.

4.3 Análise da textura

Os parâmetros de textura avaliados tiveram representação gráfica dos ajustes quadráticos, para aos 0 dias, 30 dias e 60 dias, (Figuras 5, 6 e 7).

A análise dos parâmetros de textura é importante na interpretação da sinérese de

lipídeos, desta forma, é possível analisar a influência da sinérese na pasta de amendoim, mostrando as características de físicas que representam a conservação e *shelf life* do produto. (PEREIRA et al., 2020) observou que as propriedades reológicas da manteiga de amêndoa foram influenciadas pela quantidade de óleo presente na pasta, interferindo na textura do mesmo e, também, na sua aceitação global pelo consumidor.

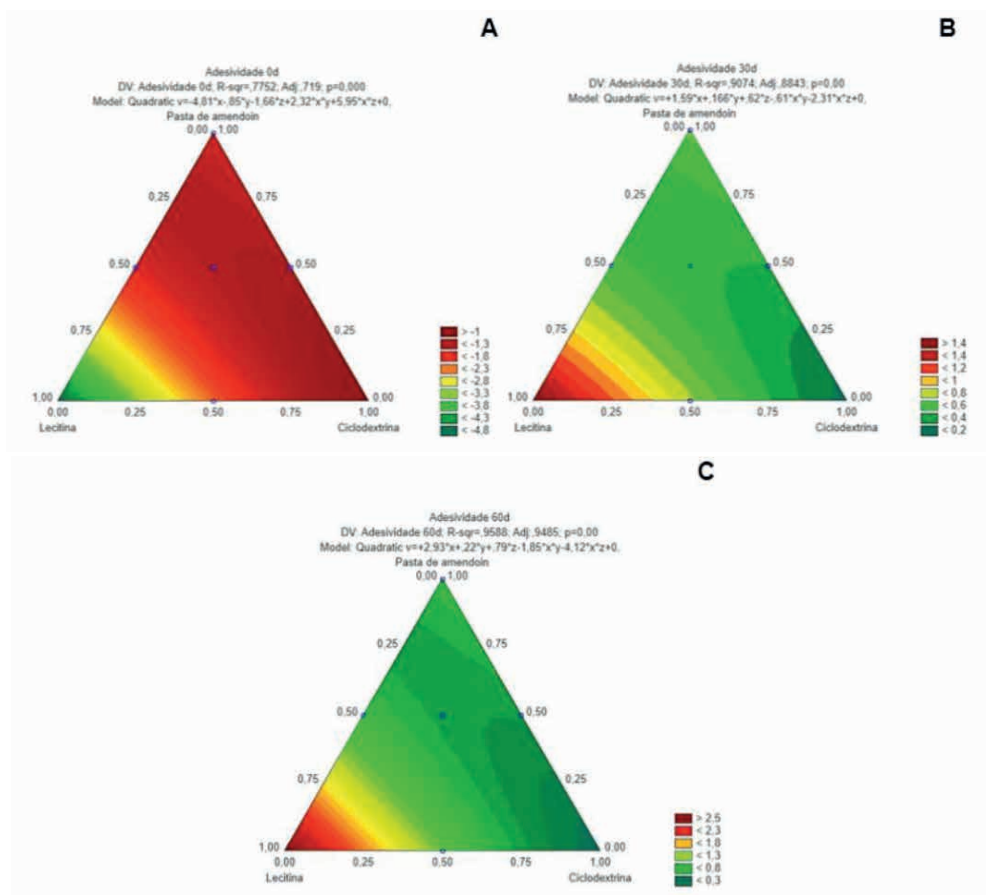


Figura 5 - Superfície de resposta para a variável adesividade em pasta de amendoim em pasta de amendoim adicionado de Lecitina e ciclodextrina avaliado nos tempos 0, 30 e 60 dias. A-Modelo quadrático; B – Modelo quadrático; C - Modelo quadrático.

Fonte: Autoria própria (2023).

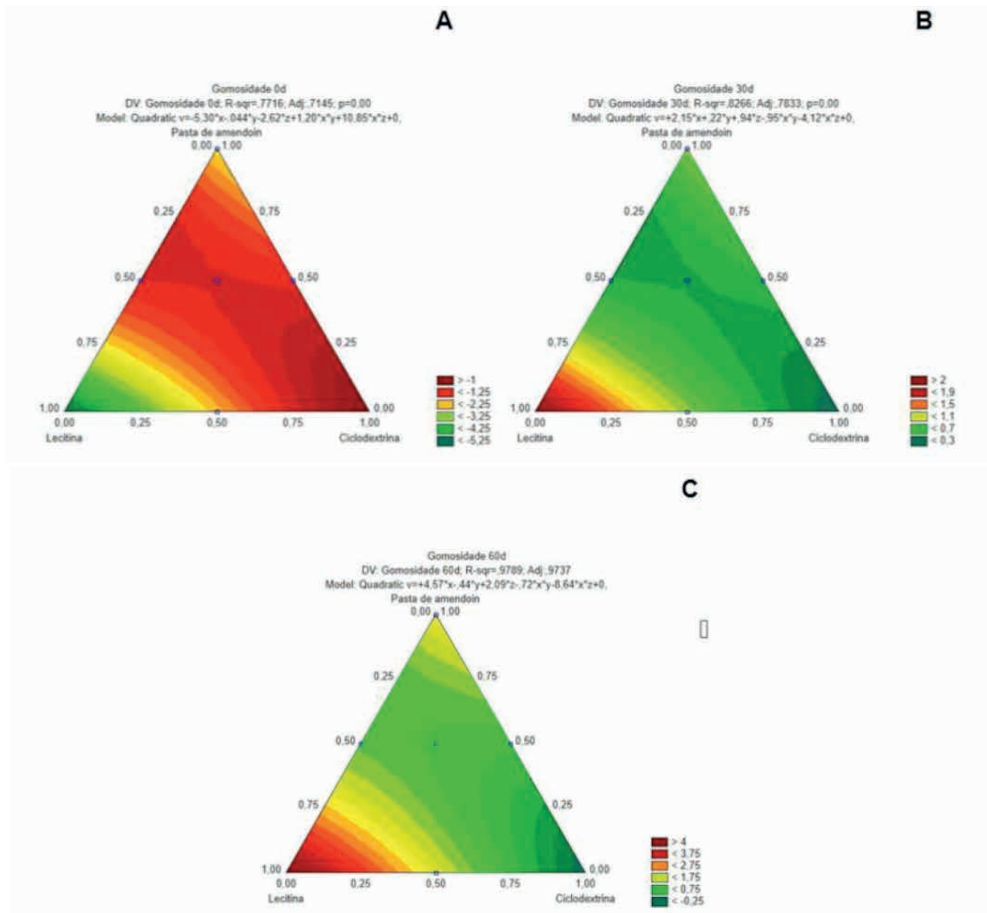
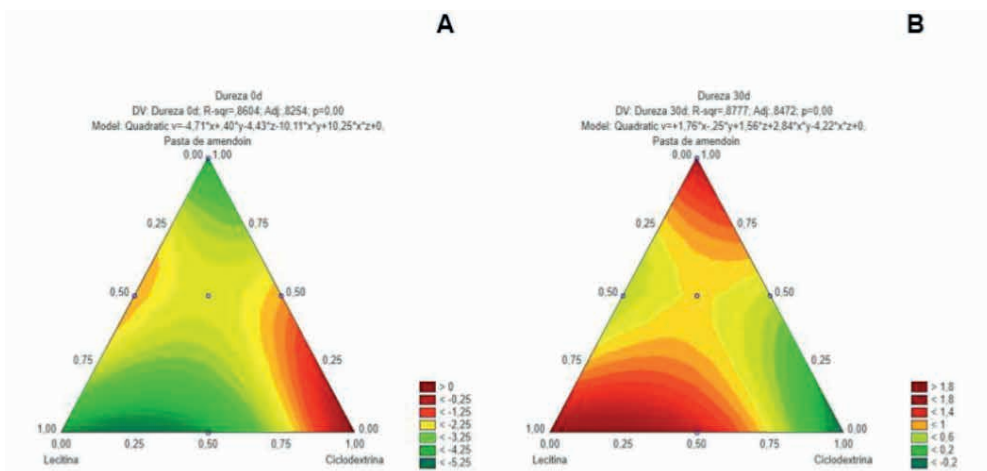


Figura 6 - Superfície de resposta para a variável gomosidade em pasta de amendoim em pasta de amendoim adicionado de Lecitina e ciclodextrina avaliado nos tempos 0, 30 e 60 dias. A-Modelo quadrático; B – Modelo quadrático; C - Modelo quadrático.

Fonte: Autoria própria (2023).



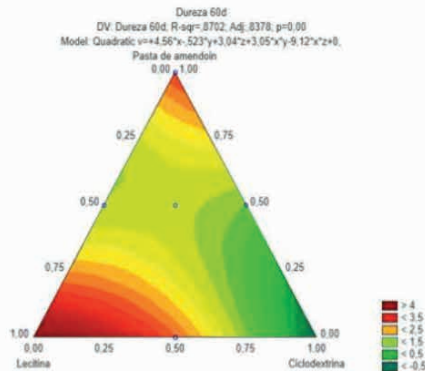


Figura 7 - Superfície de resposta para a variável dureza em pasta de amendoim em pasta de amendoim adicionado de Lecitina e ciclodextrina avaliado nos tempos 0, 30 e 60 dias. A-Modelo quadrático; B – Modelo quadrático; C - Modelo quadrático.

Fonte: Autoria própria (2023).

As interações dos componentes em função das características de textura da pasta de amendoim foram significativas. Inicialmente, houve uma interação maior da ciclodextrina e maior tendência da mesma em manter as características de textura. Porém, a partir de 30 dias a interação e tendência das características de textura foram influenciadas, preferencialmente, pela lecitina.

A adesividade está relacionada ao trabalho necessário para superar as forças de aderência entre o alimento e uma determinada superfície (PEREIRA et al., 2020), mostrou no tempo inicial uma maior tendência na interação da ciclodextrina com a pasta de amendoim, porém, nos tempos subsequentes, conforme a pasta apresenta a separação de fases, a lecitina teve melhor comportamento na preservação das características da pasta.

Já a dureza, que é a força necessária para deformar o alimento, apresentou comportamento semelhante à adesividade, tendo a ciclodextrina como tendência inicial apresentando maior interação. Porém, no decorrer do tempo, as amostras apresentaram maior tendência da interação entre a lecitina e a pasta de amendoim. Mesmo tendo interação com as outras características de textura, a ciclodextrina não apresentou boa tendência neste quesito ao decorrer dos tempos de análise. A dureza, que é uma importante característica relacionada a separação do óleo da pasta, mostrou que a lecitina teve influência significativa na manutenção dessa característica de textura.

A gomosidade é “Qualidade de gomoso”. “Visco.”, ou seja, é uma característica sensorial que descreve a capacidade de um alimento em aderir às superfícies dentárias e bucais durante a mastigação. Ela está relacionada à textura do alimento e pode ser percebida como uma sensação pegajosa, viscosa ou elástica na boca. Alimentos com alta

gomosidade, geralmente, são mastigáveis e podem formar uma substância semelhante a uma goma de mascar quando são triturados e manipulados na boca. A gomosidade também apresentou esse comportamento característico, prevalecendo no tempo médio e final a tendência da interação da pasta de amendoim com a lecitina, mostrando que as formulações com maior concentração de lecitina e sem a presença de ciclodextrina tem mais significatividade nesta característica.

Na análise do componente principal, é possível observar a tendência da manutenção das características de adesividade da pasta em relação à adição de lecitina, da mesma forma que a ciclodextrina tem uma leve interferência na dureza da mesma.

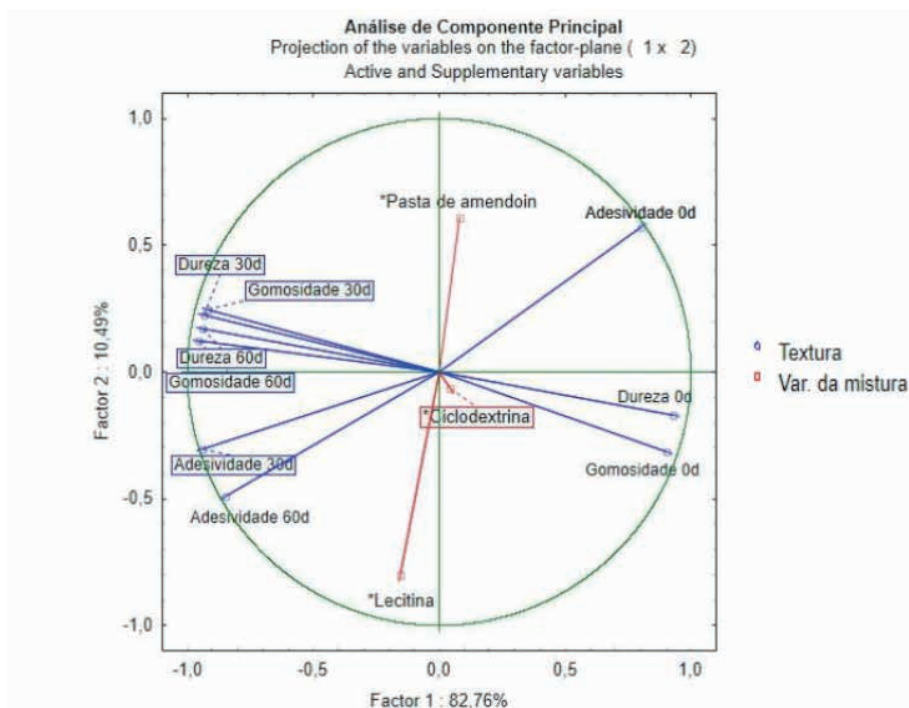


Figura 8 - Análise do componente principal em pasta de amendoim adicionado de Lecitina e ciclodextrina.

Fonte: Autoria própria (2023).

Para as formulações que apresentam maior ou total quantidade de Lecitina, foi observado que a manutenção de algumas características no tempo de 30 e 60 dias como a adesividade está presente, porém, tem pouca influência para alguns componentes com 0 dias.

A adesividade da pasta tende a aumentar com o tempo de armazenamento e com a adição da lecitina, pois tem como função a manutenção da estabilidade do produto, aumentando a viscosidade da fase aquosa, onde, mesmo apresentando a separação de fases, tem a capacidade de aumentar a viscosidade e conservar a característica do produto.

A viscosidade é uma característica que é desejável na formulação de cremes de nozes, castanhas e/ou amêndoas, como verificado em trabalhos que desenvolveram produtos semelhantes (LIMA; GARRUTI; BRUNO, 2012; NIKOLIĆ et al., 2014). A estrutura química da lecitina a caracteriza como um glicerofosfolípido, indicando seu caráter emulsificante. A ausência deste aditivo na formulação de cremes à base de matrizes oleaginosas provoca a separação das fases ou sinérese, comum neste tipo de alimento (DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENEMA, 2019).

Françoise et al. (2009) explicam que a sinérese ocorre devido aos rearranjos na rede gerados por forças atrativas entre as moléculas, que formam ligações intermoleculares e contração, gerando a expulsão do líquido presente. A sinérese pode aumentar com alterações na temperatura, pH e fatores mecânicos.

Na amostra padrão que continha apenas pasta de amendoim, a adesividade 0 dias é um componente que se manteve mais estável, pois a sinérese depende de algum tempo em armazenamento para que ocorra, pode-se ver, também, que essa tem valores negativos crescentes para as características ao passar do tempo.

Para as formulações em que a ciclodextrina foi adicionada em maior quantidade, essas apresentaram valores positivos para as características de textura no tempo inicial, porém, essa influência é pequena. Ao passar do tempo apresentou valores negativos, mostrando que a estabilidade da interação de emulsão da pasta de amendoim com a ciclodextrina é fraca.

4.4 Composição de Ácidos Graxos

Nesse estudo, os índices de ácidos graxos mantiveram estáveis ao longo do armazenamento e semelhantes entre as formulações. Por isso, apresentamos os valores médios da composição entre as formulações (Tabela 03).

Ácidos graxos	Concentração de AG (%)	Somam (%)	
Ácido palmítico	6,53+-0,119	Ácidos graxos trans	77,43+-0,654
Ácido palmitoleico	0,07+-0,001	Ácido graxo Poli-insaturado	82,49+-0,107
Ácido heptadecanoico	0,09+-0,001	Ácido graxo Monoinsaturado	4,45+-0,021
Ácido cis-10-heptadecenoico	0,08+-0,001	Ácido graxo saturado	12,69+-0,119
Ácido esteárico	0,24+-0,033	ÔMEGA 9	2,51+-0,027
Ácido eláidico	2,35+-0,029	ÔMEGA 6	82,45+-0,134
Ácido linoleico trans-6,9	75,07+-0,664	ÔMEGA 3	0,08+-0,057
Ácido linoleico cis-6,9	7,38+-0,581	Razão	
Ácido araquídico	1,29+-0,014	PUFA/SFA	6,50+-
Ácido cis-11-eicosenoico	1,79+-0,024	n-6/n-3	1072,5+-
Ácido alfa-linolênico	0,08+-0,057		
Ácido behênico	2,78+-0,051		
Ácido erúxico	0,15+-0,003		

Ácido lignocérico	1,76+-0,046
Total	99,67 ± 19,699

Tabela 3 - Composição, soma e razão de ácidos graxos em pasta de amendoim.

Fonte: Autoria própria (2023)

As formulações selecionadas do creme apresentaram majoritariamente ácido linoleico trans (72,07%) nos triacilgliceróis, seguido de 7,38% ácido linoleico, 6,53% de ácido palmítico e 2,78% de ácido behênico, conforme determinado por análise por cromatografia em fase gasosa (Tabela 03). O produto contém, portanto, principalmente ácidos graxos poli-insaturados em sua composição, totalizando aproximadamente 82,49% e 12,69% de ácidos graxos saturado, destes 82,45% fazem parte do grupo dos ácidos graxos chamados de ômega 6.

5 | CONCLUSÃO

A lecitina demonstra ter maior potencial na estabilidade das características desejáveis na pasta de amendoim, ou seja, nas características de textura. O comportamento das amostras em função do tempo apresentou maiores benefícios nas formulações com lecitina em suas composições. As características de textura como adesividade, gomosidade e dureza apresentaram boa estabilidade durante o tempo de armazenamento das pastas e um maior potencial emulsificante para esse tipo de produto.

Já a β -ciclodextrina não apresentou resultados potenciais de melhora das características da pasta de amendoim, isso se deve a sua fraca interação das ligações entre as moléculas da emulsão. Também, pode estar relacionada a cavidade da parte lipofílica da sua estrutura molecular não ser compatível em seu tamanho e sua forma com os ácidos graxos presentes na pasta. A alternativa potencial poderia ser a alfa-ciclodextrina, devido a sua conformação, no entanto, o custo desta molécula é um limitante.

A composição de ácidos graxos das amostras se destacou, principalmente, por conter maiores quantidades de ácidos graxos poli-insaturados em sua composição, totalizando, aproximadamente, 82,53 e 12,62% de ácidos graxos saturados. Sendo o ácido linolênico o mais abundante na sua composição, seguido do ácido linoleico (ômega 6).

REFERÊNCIAS

AGUSTIN, G. M. et al. Standardization of a process for stabilized peanut butter for a small company. In: GEORGIA, U. OF (Ed.). . **Philippines Monograph Series**. 6. ed. Griffin: [s.n.]. p. 98–105.

ANDREAUS, J. et al. Aplicação de ciclodextrinas em processos têxteis. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 929–937, 2010.

ATASIE, V. N.; AKINHANMI, T. F.; OJIODU, C. C. Proximate analysis and physico-chemical properties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 2, p. 194–197, 2009.

BELLÉ, L. P. **Bioquímica Aplicada: Reconhecimento e Caracterização de Biomoléculas**. 1. ed. São Paulo: [s.n.].

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911–917, 1959.

BOLLING, B. W. et al. Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. **Nutrition Research Reviews**, v. 24, n. 2, p. 244–275, dez. 2011.

BONDAN, M. B. Alternativas para incremento de novos atributos em pasta de amendoim conforme demanda do mercado de alimentos. 2021.

BONKU, R.; YU, J. Health aspects of peanuts as an outcome of its chemical composition. **Food Science and Human Wellness**, v. 9, n. 1, p. 21–30, 1 mar. 2020.

BRASIL. **Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Amendoins Processados e Derivados e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para E**. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/anvisa/2003/rdc0172_04_07_2003.html>.

CARRÍN, M. E.; CARELLI, A. A. Peanut oil: Compositional data. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 112, n. 7, p. 697–707, 1 jul. 2010.

CHANG, A. S.; SREEDHARAN, A.; SCHNEIDER, K. R. Peanut and peanut products: A food safety perspective. **Food Control**, v. 32, n. 1, p. 296–303, jul. 2013.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENEMA, O. . **Química de alimentos de Fennema, 5th edição**. [s.l.: s.n.].

DEL GOBBO, L. C. et al. Effects of tree nuts on blood lipids, apolipoproteins, and blood pressure: systematic review, meta-analysis, and dose-response of 61 controlled intervention trials. **The American journal of clinical nutrition**, v. 102, n. 6, p. 1347–1356, 1 dez. 2015.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Amendoim.: Cultivares de amendoim da Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cultivar/amendoim>>.

EREIFEJ, K. I.; RABABAH, T. M.; AL-RABABAH, M. A. Quality attributes of halva by utilization of proteins, non-hydrogenated palm oil, emulsifiers, gum Arabic, sucrose, and calcium chloride. **International Journal of Food Properties**, v. 8, n. 3, p. 415–422, set. 2005.

FLORIANO, R. F. et al. Efeitos das condições de temperatura de torra dos grãos de amendoim sobre compostos bioativos / Effects of roasting temperature conditions of peanut grains on bioactive compounds. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 55328–55340, 7 jun. 2021.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Estabilizantes**. Disponível em: <https://revista-fi.com/upload_arquivos/201607/2016070172877001469734784.pdf>.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Emulsificantes**. Disponível em: <https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060946162001464964044.pdf>.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Emulsificantes**.

FRACETO, L. F. et al. Caracterização do complexo de inclusão ropivacaína: beta-ciclodextrina. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1203–1207, out. 2007.

FRANÇOISE, K. A. et al. Rheological and biochemical properties of acidified milk/pectin co-gels. **European Journal of Scientific Research**, v. 25, n. 4, p. 584–596, 2009.

GRACIANO, É. S. A. **Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à deficiência hídrica**. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

GROSSO, G. et al. Nut consumption on all-cause, cardiovascular, and cancer mortality risk: a systematic review and meta-analysis of epidemiologic studies. **The American journal of clinical nutrition**, v. 101, n. 4, p. 783–793, 1 abr. 2015.

GUNSTONE, FRANK D.; NORRIS, F. A. **Lipids in Foods Chemistry, Biochemistry and Technology**. Amsterdam: Elsevier, 1983.

GUNSTONE, F. D. **Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses, Second Edition**. New York: John Wiley and Sons, 2011.

HARES JUNIOR, S. J. **Funcionalidade de gorduras na formulação de creme de amendoim**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 18 out. 2013.

IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>>.

JAMOVI, P. **Jamovi (Version 2.3) [Computer Software]**. Disponível em: <<https://www.jamovi.org>>.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São José do Rio Preto: [s.n.].

KIM, B. H.; LUMOR, S. E.; AKOH, C. C. trans -Free Margarines Prepared with Canola Oil/Palm Stearin/Palm Kernel Oil-Based Structured Lipids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 17, p. 8195–8205, 10 set. 2008.

KIM, J. K. et al. Comparison of nutritional quality and thermal stability between peanut oil and common frying oils. **Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry**, v. 58, n. 4, p. 527–532, 30 ago. 2015.

LI, Q. et al. Flexible cellulose nanofibrils as novel pickering stabilizers: The emulsifying property and packing behavior. **Food Hydrocolloids**, v. 88, p. 180–189, 1 mar. 2019.

LIMA, J. R.; BRUNO, L. M. Stability of cashew nut butter. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 816–822, 2007.

- LIMA, J. R.; GARRUTI, D. S.; BRUNO, L. M. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of cashew nut butter made from different kernel grades-quality. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 180–185, 1 mar. 2012.
- LIMA, J. R.; SARAIVA, S. C. DE O.; SOUSA, A. V. DE. **Preparação e características de pastas de amêndoas de castanha de caju e amendoim**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11576/1/cot-144.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2022.
- LOPES, G. A. Z. **Caracterização química, física e sensorial de produtos à base de amendoim**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2009.
- LOZANO, M. G. **Amendoim (Arachis hypogaea L.): composição centesimal, ácidos graxos, fatores antinutricionais e minerais em cultivares produzidas no Estado de São Paulo**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 19 ago. 2016.
- MA, Y. et al. Peanut skins-fortified peanut butters: Effect of processing on the phenolics content, fibre content and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 145, p. 883–891, 15 fev. 2014.
- NIKOLIĆ, I. et al. Possibility of the Production of Functional Low-Fat Food Spread of Hull-Less Pumpkin Seed Flour from Rheological and Textural Aspect. **Journal of Texture Studies**, v. 45, n. 4, p. 324–333, ago. 2014.
- NUNES, C. A. **Tecnologia De Óleos E Gorduras Para Engenharia De Alimentos**. [s.l.: s.n.]. v. 1
- PEREIRA, C. C. et al. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DE PASTAS COMERCIAIS ELABORADAS COM MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS. In: **Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 1**. [s.l.] Editora Científica Digital, 2020. p. 429–444.
- PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri, SP: [s.n.].
- RAHMAN, M. . S. Handbook of Food Preservation, Second Edition. **CRC Press**, p. 1053, 2007.
- RIBEIRO, A. P. B. et al. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero trans. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1295–1300, out. 2007.
- SANTOS, R. C. DOS et al. Variabilidade de progênes F2 de amendoim geradas por meio de seleção de genitores ISSR-divergentes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 578–586, 2013.
- SHAHIDI, F. **Handbook of Antioxidants for Food Preservation**. [s.l.] Elsevier, 2015.
- SHRESTHA, A. **ROASTING TIME-TEMPERATURE OPTIMIZATION FOR PREPARATION OF PEANUT BUTTER AND STUDY ON ITS SHELF LIFE** by. [s.l.] Tribhuvan University, Nepal, 2017.
- SILVA, R. C. et al. The effects of enzymatic interesterification on the physical-chemical properties of blends of lard and soybean oil. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 7, p. 1275–1282, 1 set. 2009.
- STATSOFT INC. **Statistica data analysis system version 7.0**.Tulsa, 2004.
- SUKHOTU, R. et al. Changes in physiochemical properties and stability of peanut oil body emulsions by applying gum arabic. **LWT - Food Science and Technology**, v. 68, p. 432–438, 1 maio 2016.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4ª edição ed. Campinas, SP: [s.n.].

TANTI, R.; BARBUT, S.; MARANGONI, A. G. Oil stabilization of natural peanut butter using food grade polymers. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p. 399–408, 1 dez. 2016.

THARP'S, B. Emulsificantes. **Aditivos Ingredientes**, p. 20–27, 2018.

TIMBADIYA, P. N. et al. Application of peanut butter to improve the nutritional quality of cookies. **Current Research in Nutrition and Food Science**, v. 5, n. 3, p. 398–405, 1 dez. 2017.

TRAORET, C. J. et al. Peanut digestion and energy balance. **International journal of obesity (2005)**, v. 32, n. 2, p. 322–328, fev. 2008.

VENTURINI, C. D. G. et al. PROPRIEDADES E APLICAÇÕES RECENTES DAS CICLODEXTRINAS. **Química Nova**, v. 31, n. 2, p. 360–368, 2008.

WAGENER, E. A.; KERR, W. L. Effects of oil content on the sensory, textural, and physical properties of pecan butter (*Carya illinoensis*). **Journal of Texture Studies**, v. 49, n. 3, p. 286–292, 1 jun. 2018.

WANG, L. et al. Prediction of peanut protein solubility based on the evaluation model established by supervised principal component regression. **Food chemistry**, v. 218, p. 553–560, 1 mar. 2017.

WANG, M. L. et al. Screening of the USDA peanut germplasm for oil content and fatty acid composition. **Biomass and Bioenergy**, v. 39, p. 336–343, 1 abr. 2012.

WANG, Q. **Peanut Processing Characteristics and Quality Evaluation**. Singapore: Springer Singapore, 2018.

WILSON, R. F. Outlook for high-oleic peanuts and peanut products in 21st century markets. **Lipid Technology**, v. 27, n. 12, p. 282–285, 1 dez. 2015.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F.; DANG, B. P.; CHIRIBOGA CHIRIBOGA, B. Forced syneresis determination results from commercial cream cheese samples. **International Dairy Journal**, v. 85, p. 129–136, 1 out. 2018.

YU, H. et al. An explorative study on the relationships between the quality traits of peanut varieties and their peanut butters. **LWT**, v. 151, p. 112068, 1 nov. 2021.