

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

VERIDIANA DE ALMEIDA FLORES DE OLIVEIRA

**ESTUDOS DE SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EXTRATO
AQUOSO DE SEMENTE DE GIRASSOL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2022

VERIDIANA DE ALMEIDA FLORES DE OLIVEIRA

**ESTUDOS DE SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EXTRATO
AQUOSO DE SEMENTE DE GIRASSOL**

**Drying studies and physical-chemical characterization of aqueous extract of
sunflower seed**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho

LONDRINA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTUDOS DE SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EXTRATO AQUOSO DE SEMENTE DE GIRASSOL

VERIDIANA DE ALMEIDA FLORES DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação para
obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 23 de Novembro de 2022.

Paulo de Tarso Carvalho - Orientador
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Neuza Fátima Seibel – Membro avaliador
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luciana Furlaneto Maia – Membro avaliador
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dedico este trabalho a Deus, pois ele é o
princípio de tudo na minha vida.

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo amor incondicional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho por toda sua dedicação amizade e pelo apoio em momentos difíceis que contribuíram para meu crescimento e para consolidação desse trabalho.

À Prof. Dr.^a Luciana Furlaneto Maia que tenho profunda admiração, que me conduziu na pesquisa científica, apresentando-me desafios que forjaram minhas capacidades.

À professora Prof. Dr.^a. Marly Katsuda, pela capacidade extraordinária em servir e se doar e por todos os momentos em que esteve comigo.

Aos demais professores do departamento.

“Lâmpada para os meus pés é a tua
palavra, e luz para o meu caminho”.
(Salmos 119:105)

RESUMO

A demanda por alimentos práticos com apelos nutricionais vem crescendo entre os consumidores e um dos produtos que atendem essa mudança são as bebidas vegetais. Contudo, o mercado de bebidas vegetais em pó ainda é limitado o que indica que novas alternativas sejam estudadas e desenvolvidas. Este trabalho investigou modelos de secagem em extrato aquoso de semente de girassol para obtenção de produto em pó utilizando as técnicas de atomização (*spray drier*) e liofilização. Inicialmente foi determinada a composição proximal da semente in natura de girassol. Foram realizados testes para determinar as proporções semente:água para obtenção do extrato líquido. Os resultados indicaram que a melhor foi (1:1,75). A secagem por atomização não indicou resultados promissores, uma vez que houve muita aderência do extrato seco nas paredes do *spray drier*, mesmo com emprego de encapsulação com farinha de banana. Empregou-se a técnica de liofilização a partir do extrato aquoso (1:1,75) obtendo o extrato liofilizado que apresentou rendimento de cerca (0,33 g/ml). Foi determinada a composição proximal do produto em pó, onde o teor de lipídeos foi de (34,7%), proteínas (18%), cinzas (3,0%), umidade (6,9%) e A_w (0,62). O produto obtido apresentou solubilidade (99%) e capacidade de formação de espuma (16%). Diante dos resultados a técnica de liofilização neste estudo se mostrou viável para estudos de desenvolvimento de bebida em pó base de semente girassol.

Palavras-chave: liofilização. extrato hidrossolúvel. bebida vegetal. *spray-drier*. desenvolvimento de novos produtos.

ABSTRACT

The demand for practical foods with nutritional appeals has been growing among consumers and one of the products that meet this change are vegetable drinks. However, the market for powdered vegetable drinks is still limited which indicates that new alternatives are studied and developed. This work investigated models of drying in aqueous extract of sunflower seed to obtain powder product using the techniques of atomization (spray drier) and lyophilization. Initially, the proximal composition of the sunflower seed was determined. Tests were performed to determine the proportions seed:water to obtain the liquid extract. The results indicated that the best was (1:1,75). Spray drying did not indicate promising results, since there was a lot of adherence of the dry extract on the walls of the spray drier, even with the use of encapsulation with banana flour. The lyophilization technique was used from the aqueous extract (1:1.75) obtaining the lyophilized extract that presented yield of about (0.33 g/ml). The proximal composition of the powder product was determined, where the lipid content was (34.7%), protein (18%), ash (3.0%), moisture (6.9%) and Aw (0.62). The obtained product presented solubility (99%) and foaming capacity (16%). Given the results, the lyophilization technique in this study was viable for studies of development of sunflower seed powder.

Keywords: freeze drying. water soluble extract. vegetable beverage. spray-drier. new product development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Análise de tendência de mercado de bebidas vegetais	14
Figura 2- Modelo de processo de desenvolvimento de produto	17
Figura 3- Flor de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L).....	20
Figura 4- Anatomia de semente de uma dicotiledônea	21
Figura 5- Esquema Spray drying e as etapas do processo de microencapsulação ..	30
Figura 6- Fluxograma das etapas aplicadas neste estudo	37
Figura 7- Característica visual de semente de girassol in natura	43
Figura 8- Aderência da solução de extrato de girassol e farinha de banana	47
Figura 9- Aspecto visual do extrato hidrossolúvel de semente de girassol liofilizado	48
Figura 10- Formação de espuma em amostras de extrato hidrossolúvel de girassol	53
Figura 11- Aspecto visual do produto reconstituído	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Composição centesimal média de sementes de girassol	22
Tabela 2-Resultados de diferentes estudos sobre a composição centesimal de semente de girassol (in natura)	43
Tabela 3-Concentrações de extrato hidrossolúvel de sementes de girassol para avaliação de sólidos totais	45
Tabela 4-Características físico-químicas do extrato em pó liofilizado	49
Tabela 5-Comparação da composição centesimal do extrato hidrossolúvel liofilizado de girassol com outros produtos comerciais	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Atividade biológica e componente químico presentes em sementes de girassol.....	24
Quadro 2- Comparativo de métodos de secagem.....	27
Quadro 3-Vantagens e desvantagens da microencapsulação	28
Quadro 4- Tipos de materiais encapsulantes usados no processo de secagem por atomização	32
Quadro 5- Vantagens e desvantagens do processo de liofilização	36
Quadro 6-Parâmetros de secagem aplicados para obtenção de extrato em pó de semente de girassol em spray drier	46
Quadro 7-Parâmetros de secagem aplicados para obtenção de extrato em pó de semente de girassol em liofilizador	48
Quadro 8-Tabela nutricional de bebida em pó de semente de girassol	51

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVO GERAL.....	11
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3.	MERCADO CONSUMIDOR E POTENCIAL ECONÔMICO DE BEBIDAS VEGETAIS.....	12
3.1.	ASSUNTOS REGULATÓRIOS DE PRODUTOS Á BASE DE PLANTAS.....	14
3.2.	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	16
3.2.1.	Geração de ideias	18
3.3.	GIRASSOL	20
3.3.1.	Importância econômica	22
3.3.2.	Importância nutricional	23
3.4.	TECNOLOGIA DE PRODUTO EM PÓ.....	25
3.4.1.	Atomização	28
3.4.1.1.	Encapsulação	31
3.4.1.2.	Materiais encapsulantes	32
3.4.2.	Liofilização	33
3.4.2.1.	Congelamento.....	34
3.4.2.2.	Secagem primária (Sublimação).....	34
3.4.2.3.	Secagem secundária (Dessorção).....	35
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1.	MATERIAIS	37
4.2.	MÉTODOS	37
4.2.1.	Caracterização físico-química das sementes de girassol (<i>in natura</i>)	38
4.2.1.1.	Determinação do teor de umidade.....	38
4.2.1.2.	Determinação de extrato seco	38
4.2.1.3.	Determinação do teor de cinzas	38
4.2.1.4.	Determinação do teor de proteína	39
4.2.1.5.	Determinação do teor de lipídeos	39
4.2.1.6.	Determinação do teor de carboidrato.....	39
4.2.2.	Estudos de desenvolvimento do extrato em pó de semente de girassol.....	39
4.2.2.1	Testes de proporções de água e semente para obtenção do extrato hidrossolúvel de semente de girassol	40
4.2.2.2	Ensaio 1 – Secagem por atomização	40
4.2.2.3	Ensaio 2 – Secagem por liofilização	41
4.2.2.4	Caracterização e reconstituição do extrato hidrossolúvel de semente de girassol liofilizado	41
a)	Determinação da A_w	41
b)	Determinação da capacidade espumante	41
c)	Determinação da solubilidade	42
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1.	Composição físico-química de semente de girassol (<i>in natura</i>)	42

5.2. Testes de obtenção do extrato hidrossolúvel de girassol	45
5.3. Estudos preliminares para desenvolvimento do extrato em pó	46
5.3.1. Ensaio 1- Secagem por atomização	46
5.3.2. Ensaio 2- Secagem por liofilização	47
5.4. Composição físico-química do extrato hidrossolúvel de semente de girassol liofilizado.....	48
5.4.1. Capacidade espumante	52
5.4.2. Solubilidade.....	53
6. CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma oleaginosa nativa da América do Norte, cultivada em todo mundo e seus produtos tem sido comercializado em diversos setores (YEGOROV *et al.*, 2019). Com a facilidade de adaptação do girassol às condições climáticas variadas, potencializou-se seu cultivo globalmente como oleaginosa (FORLEO, *et al.*, 2018). As sementes de girassol podem ser processadas de formas variadas como farinha, torradas, assadas, cozidas. É uma fonte de nutricional uma vez que, são ricas em nutrientes e compostos ativos variados, além de conter alto teor de fibra alimentar, ácidos graxos poliinsaturados que contribuem para prevenção de doenças (GRASSO *et al.*, 2019).

Nos últimos anos a demanda por produtos práticos para o consumo aumentou substancialmente em decorrência do estilo de vida agitado. Diante desse cenário o mercado de alimentos observa um avanço no desenvolvimento de produtos desidratados. Além disso, o fato do consumo de alimentos funcionais elaborados à base de plantas indicarem benefícios nutricionais, tem impulsionado as indústrias a desenvolverem novas alternativas para atender as exigências do consumidor (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2020). Soma-se a tudo isso, o aumento na conscientização do consumidor em interessar-se por alimentos que possuem benefícios para saúde (DAS; CHAUDDHURI; CHAKRABORTY, 2012).

As bebidas vegetais inserem-se neste contexto e estão listadas como produtos alternativos, associadas à qualidade de vida, e em vista disso à indústria alimentícia vem atuando intensivamente na elaboração de novos produtos à base de plantas com foco no público em questão (PEREIRA, 2020). Segundo Pereira (2020) as bebidas vegetais tem apresentado aumento de consumo à substituição do consumo do leite devido à intolerância a lactose, dietas restritas e estilo alimentar vegetariano e vegano.

Dentro desse público existe a demanda pelo consumo de alimentos prontos para consumo, devido sua conveniência e praticidade. Por está razão produtos em pó liofilizado tem ganhado muitos adeptos (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2020). Os produtos em pó instantâneos conferem praticidade na elaboração para as indústrias sendo uma vantagem para os consumidores que buscam produtos

prontos com facilidade na forma de manuseio e no preparo. (CONCEIÇÃO *et al.*, 2016).

Devido à demanda por produtos à base de sementes, o girassol torna-se uma matéria prima potencial para elaboração de bebidas. Portanto este trabalho teve como objetivo o estudo de métodos de secagem de extrato aquoso de semente de girassol e caracterização físico-química para desenvolvimento de bebida em pó.

2. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um extrato em pó á base de girassol para o preparo de bebida vegetal.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estabelecer as condições de obtenção do extrato hidrossolúvel de grão de girassol;
- Avaliar a viabilidade de obtenção de extrato em pó à base de girassol utilizando spray-drier. e liofilização
- Caracterizar o extrato em pó a base de girassol quanto as suas propriedades e composição proximal.

3. MERCADO CONSUMIDOR E POTENCIAL ECONÔMICO DE BEBIDAS VEGETAIS

Uma das principais motivações da crescente demanda por bebidas vegetais são as limitações intrínsecas aos produtos lácteos, como exemplo a intolerância à lactose, as alergias às proteínas e a propagação de hábitos vegetarianos. Além disso, com a chegada do estilo de vida flexitariano origina-se um amplo mercado para a inovação e elaboração de novos produtos (YANG E DHARMASENA, 2021).

Dentre todos os fatores que influenciam esse mercado estão às mudanças na sociedade, quanto a urbanização e estilo de vida mais agitado que impactam positivamente o segmento de bebidas vegetais. Também pelo aumento de doenças crônicas e o envelhecimento são fatores considerados. Fica evidente que a escolha dos consumidores está diretamente relacionada com a saúde e os benefícios nutricionais (YANG; DHARMASENA, 2021).

Em termos mundiais, a Ásia monopolizou seguimento de bebidas vegetais com lucros de 66,5%% em 2020. Este avanço é atribuído ao aumento populacional de adeptos a alimentação vegana, influenciados pela inclinação á cultura milenar para alimentos e bebidas vegetais (GRAN VIEW RESEARCH, 2020). A principal produção se concentra na Índia, China e Japão que estão disponibilizando opções variadas de bebidas. Por outro lado os EUA estão expandindo seu portfólio de bebidas vegetais, pelo avanço de doenças crônicas como diabetes e obesidade (FUTURE MARKET INSIGHTS, 2021). Além disso, com grande número de flexitarianos nos EUA, as bebidas vegetais tem encontrado espaço, pois este público tem como objetivo aumentar suas opções na dieta ao invés de restringi-la. Na Alemanha, o aumento da ingestão nutricional tem impulsionado o mercado, uma vez que os consumidores estão focados em aumentar a imunidade e prevenir doenças em geral, portanto está disposto á investir mais em bebidas vegetais que associem benefícios nutricionais. (FUTURE MARKET INSIGHTS, 2021).

Nesse segmento, por muito tempo a soja obteve o domínio do mercado, sendo considerada uma matéria-prima completa em componentes nutricionais para elaboração de bebidas. Nos EUA, teve sua ascensão na década de 1970. Entretanto, devido ao sabor e odor de feijão característico da soja, o produto teve um curto prazo de consumo (THE GUARDIAN, 2019). Além disso, com

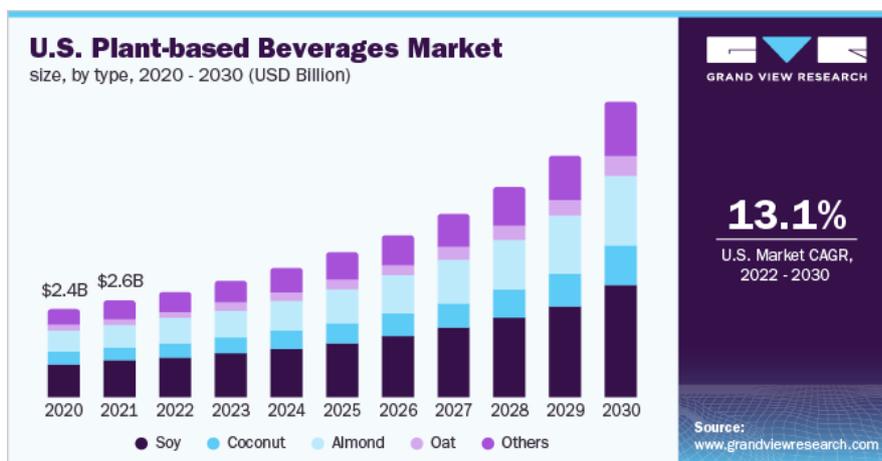
surgimento de novas alternativas de fontes vegetais, a bebida de soja foi perdendo mercado gradativamente (MINTEL, 2020).

As escolhas básicas dos consumidores de bebidas são a amêndoa (64%), a soja (13%) e o coco (12%), contudo novas alternativas estão despertando as indústrias para o desenvolvimento de novos sabores à medida que os consumidores buscam por novas opções. Um rápido crescimento foi observado em 2017 para as bebidas a base de nozes e quinoa (BUECH, 2017). De acordo com New Hope (2021), o crescimento foi observado para bebidas de aveia em 376% entre 2016 e 2018, seguidos pelo extrato de linhaça (136%), de caju simples (83%) e outras opções (69%).

Os investimentos no setor de bebidas à base de plantas cresceram também devido aos avanços tecnológicos em termos de ingredientes, atributos sensoriais e a forma como esses produtos são apresentados, passando a competir com as bebidas de origem animal em desempenho, sabor e textura (FOOD BEVERAGE INSIDER, 2021). Com essas limitações superadas as marcas tem seus esforços direcionados em adicionar qualidade nutricional para atender os interesses dos consumidores em alimentos funcionais, que foram impulsionadas pelas mudanças globais geradas pela pandemia Covid-19. Neste sentido as marcas estão investindo em bebidas com maior diversidade de proteínas vegetais. A proposta das marcas não é apenas fornecer ao consumidor uma opção ao leite, mas fomentar que as mudanças na alimentação podem contribuir no ponto de vista sustentável (FOOD BEVERAGE INSIDER, 2021). A expansão desse mercado cresceu consideravelmente nos últimos anos, dobrando suas vendas em todo o mundo de 2009 a 2015 e atingindo US\$ 21 bilhões em 2018 (SILVA *et al.*, 2021).

De acordo com a Mintel (2018) a venda de produtos lácteos caiu de US\$ 19 bilhões em 2013 para menos de US\$ 16 bilhões em 2018. As opções ao leite tiveram aumento em suas vendas, sendo que nos EUA, grande parte dos consumidores incluem as bebidas vegetais em suas compras (THE GUARDIAN, 2019). De acordo com análise de tendência apresentada na figura 1, estima-se que aumento do mercado atinja mais de 13,1% entre 2020 e 2030 (GRAND VIEW RESEARCH, 2020).

Figura 1 - Análise de tendência de mercado de bebidas vegetais



Fonte: Grand View Research, (2020)

Com a grande demanda por alimentos instantâneos, o mercado está impulsionado para fabricação de produtos vegetais em pó, que se deve ao estilo de vida agitado dos consumidores, tendências por alimentos funcionais e a rápida urbanização, o que aumentou o interesse por produtos alimentícios práticos para consumo aumentou nos últimos anos (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2020).

As tendências no consumo de bebidas vegetais estão em grande ascensão global, portanto, as indústrias de alimentos encontram um ambiente favorável para expandir o seguimento devido à relação desses produtos com benefícios nutricionais e funcionais, tornando um mercado lucrativo (FUTURE MARKET INSIGHTS, 2021).

3.1. ASSUNTOS REGULATÓRIOS DE PRODUTOS Á BASE DE PLANTAS

Como mencionado, o mercado de bebidas alternativas é o que mais cresce no mundo, várias oportunidades de crescimento são observadas atualmente. O cenário de produtos á base de plantas surge devido às escolhas alimentares que reflete a preocupação com uma alimentação mais saudável. O mercado de alimentos *plant-based* tem levantado interesse de grandes marcas devido os movimentos veganos e vegetarianos. (ÁVILA, 2020).

Plant-based é um termo em inglês de significado “à base de plantas”, ou seja, um produto elaborado com produtos vegetais (ÁVILA, 2020). O termo tem referência

ao consumo de dietas que em sua composição derivadas de alimentos vegetais, onde se enquadram questões éticas, estilo de vida e busca por benefícios á saúde (MARTIN, 2021).

Para um produto ser comercializado é necessário sua regulamentação legal junto a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ou Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), além disso, de acordo com órgão novos produtos ou com alegações de propriedades funcionais e composições diversas, tecnologias e embalagens devem ser registrados (ÁVILA, 2020).

No Brasil ainda não há uma legislação específica que regulamente produtos *plant-based*, o que existe atualmente são regulamentos para produtos vegetais como a RDC 268/2005 que trata sobre produtos protéicos de origem vegetal e a RDC 272/2005 que trata sobre frutas e cogumelos comestíveis, porém essas legislações não tem uma abordagem direta sobre a rotulagem de produtos considerados á base de plantas (LEÃO, 2020). A regulamentação do setor pode favorecer a diminuição da carga tributária que para o seguimento de bebidas é 40% maior que o leite animal (ESTADÃO, 2022).

A proposta de regulamentação está sendo debatida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e (ANVISA) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. A regulamentação do setor traz melhorias para criação de normas que servem de padrão para indústrias favorecendo todo processo produtivo e as nomenclaturas (ESTADÃO, 2022).

A ANVISA vem acompanhando o crescimento do setor e em outubro de 2021 foi realizado oficinas virtuais para analisar os impactos de regulamentação, além disso, o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal (Dipov) promoveu um evento que abordou sobre a necessidade na regulamentação de produtos *plant-based* (FOOD CONNECTION, 2022).

Em março de 2021, foi divulgada a ISO 23662 que estipula critérios para categorias de alimentos vegetarianos e veganos. A norma também compõe critérios de alegações e sobre rotulagens e oferece uma classe de critérios técnicos a nível internacional acerca desses alimentos (ALVES, 2021).

A regulamentação para alimentos *plant-based* vem sendo discutida em outros países, principalmente no que tange o padrão de qualidade, rotulagem, qualidade de todos os alimentos vegetais e suas especificações técnicas (CRUZ, 2021).

Os requisitos técnicos da legislação possuem como objetivo principal à instrução do consumidor sobre um determinado produto visando garantir que as informações sejam suficientes para a tomada de decisão de escolha, descrevendo seu uso para que o consumidor compreenda a finalidade do produto (MARTIN, 2021).

Segundo Martin (2021) ainda não existe uma legislação que define produtos veganos na União Européia e no Reino Unido.

Nos EUA com a crescente produção de produtos á base de plantas existe várias leis que tramitam para impedir o uso de termos tradicionais de alimentos de origem animal em rótulos de produtos vegetais. Devido o rápido avanço no setor, as indústrias de carnes e laticínios possuem a preocupação para que os consumidores sejam instruídos corretamente quando se depararem com produtos vegetais utilizando os termos de produtos tradicionais (NATIONAL LAW REVIEW, 2021).

3.2. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

O conceito desenvolvimento de novo produto pode ser definido com um processo que transforma uma oportunidade de mercado e uma junção de objetivos relativos á tecnologia de produto que torne o produto acessível para compra (CHANG; TAYLOR, 2016). Este processo é o responsável pela introdução de um novo produto ao mercado combinado com um conjunto de tarefas (NKEMDILIM; IUMUKORO; DAVID WEST, 2021).

O desenvolvimento de produtos DP compreende um conjunto de tarefas que visa atender a demanda de mercado de acordo com as tecnológicas disponíveis que tornam o projeto viável, presumindo as estratégias competitivas para alcançar as especificidades do processo produtivo para a concepção adequada do produto. Ainda o DP inclui o rastreamento do produto após seu lançamento até o fim do ciclo de vida no mercado (LUZ, 2016; ROZENFELD *et al.*, 2006)

No DP existem práticas definidas como um conjunto de tarefas, etapas e fases que caracterizam requisitos utilizados pela empresa na conversão de idéias. As práticas de desenvolvimento de novos produtos são responsáveis por instruir as organizações a desenvolver produtos viáveis com qualidade, que atendam as

necessidades do consumidor e criem valor para o cliente (IHEANACHOR; IUMUKORO; DAVID WEST, 2021).

O processo de desenvolvimento de novos produtos abrange um conjunto de atividades que são implementadas incluindo etapas de processos bem alinhados de acordo com um método de desenvolvimento. Durante o desenvolvimento, algumas análises são necessárias para o direcionamento do produto, como por exemplo, a análise de requisitos de um produto, que consiste em uma prática que leva compreensão do tipo de mercado ou cliente alvo. O processo adequado de DP também considera as análises relacionadas à permanência do produto no mercado (CHANG; TAYLOR, 2016).

Segundo Montoya-Weiss e O'Driscoll (2000), uma definição de produto necessita de definições tecnológicas, além do objetivo sobre benefício para o consumidor e avaliação de oportunidade de mercado. Na literatura é possível encontrar diversas metodologias para desenvolvimento de novos produtos que incluem etapas e fases. O DP pode ser compreendido como um processo abstrato que incluem idéias ainda não consolidadas para algo concreto, ou seja, um produto acabado (TAKAHASHI & TAKAHASHI, 2007).

As etapas do desenvolvimento de produtos podem ser divididas em pré-desenvolvimento, o desenvolvimento e o pós-desenvolvimento conforme ilustra a figura 2 (LUZ, 2016; Rozenfeld *et al.*, 2006),

Figura 2- Modelo de processo de desenvolvimento de produto



Fonte: Luz, 2016; Rozenfeld et al. (2006).

No desenvolvimento inclui maior numero de atividades com etapas de pesquisa de coleta de dados, conceituais, detalhamento e plano de lançamento do produto que são executadas após o delineamento bem definido. Na fase de pós-desenvolvimento, ocorrem melhorias do produto de acordo com feedback do cliente visando melhorias contínuas, além disso, é definido o momento que produto será descontinuado (LUZ, 2016; ROZENFELD *et al.*, 2006).

3.2.1. Geração de ideias

Atualmente, frente às mudanças econômicas em rápida transformação é crescente o avanço da concorrência entre as empresas e aumento da expectativa dos consumidores em novos produtos. O mercado é regido pelas mudanças de interesse de compra e hábitos dos consumidores, sendo a principal razão das diversas inovações em que as empresas precisam executar para manterem seus produtos no mercado (LUZ, 2016).

Jalalabadi; Sameri; Reece (2018) afirma que ideias não tem custo, entretanto muito tempo e esforço devem ser aplicados para torna-la concreta para o consumidor. A maioria das ideias é resultado da pesquisa e de oportunidades de inovação que contribuem para a compreensão das necessidades de um consumidor final.

Wang; Kotsis; Chung (2013) afirma que novas ideias são originadas de 6 principais fontes:

- Novo conhecimento: É proveniente de fontes externas e sofre uma adaptação para área de interesse no qual está sendo estudada.
- Ocorrências inesperadas: erros são responsáveis para compreensão de falhas gerando uma oportunidade em modifica-las em resultados positivos.
- Acompanhamento crítico: alto senso crítico em resultados que podem gerara melhorias no futuro
- Incongruências: Modificar algo que praticado que não traz resultados
- Necessidade de processo: A existência da inovação está relacionada à existência de alguma necessidade.
- Mudanças na percepção: A forma como o consumidor analisa um assunto, interfere no avanço da demanda de mercado.

As redes internas e externas são responsáveis pelo aperfeiçoamento de novas idéias. As fontes internas estão associadas à área de pesquisa e equipe de P&D dentre outras pertinentes e fontes externas envolvem novos conhecimentos, críticas percepção de mudanças e necessidade de novos processos. Além disso, as idéias são provenientes de equipes que atuam no mesmo problema. (JALALABADI; SAMERI; REECE 2018).

Devido à globalização, empresas, mercados e a sociedade de diferentes países se integraram com a internacionalização dos mercados para importação e exportação de produtos alimentícios proporcionando com que as empresas explorem mercados distintos para geração de ideias e inovação de produtos. Por esta razão, empresas de alimentos como a Nescafé e Coca-Cola desenvolvem produtos e novas ideias e as consolidam em outros países (MURLEY, *et al.*, 2020).

A inclusão de mercados internacionais no setor de DNP é uma vantagem para promover diversidade de clientes, produtos e consumidores (HORVAT *et al.*, 2019).

É de suma importância que os membros de uma equipe de desenvolvimento de novos produtos desenvolvam comportamentos criativos, pois a criatividade é a grandeza de identidade de maior importância em um novo produto, que abrangem a novidade e o significado. A novidade tem uma relação com o comportamento exploratório no sentido de busca e experimentação por parte dos integrantes da equipe, em contra partida o significado está relacionado ao comportamento de quem vai explorar o produto no sentido de refinamento e seleção. Ainda dentro desses conceitos a novidade sinaliza algo novo em relação à concorrência, enquanto que o significado atribui à funcionalidade de um produto (PARK; SUSUKI, 2021).

De acordo com Park e Susuki (2021) a empresa tem focado na criatividade por acreditar ser um grande impulsionador para inovação e contribuir com a geração um novo produto, argumentando que a inovação inicia-se a partir de ideias criativas e que os membros de uma equipe de desenvolvimento é o combustível para inovação. No processo de desenvolvimento de um produto é necessário que a equipe seja capaz de controlar os riscos (IHEANACHOR; IUMUKORO; DAVID WEST, 2021).

Dijksterhuis (2016) afirma que existem cinco fatores responsáveis por falhas no desenvolvimento de novos produtos, estes são:

- (1) Esforços descoordenados em muitas funções trabalhando em diferentes aspectos do consumidor
- (2) Falta de conhecimento de como o consumidor se comporta
- (3) Fontes de pesquisa desatualizadas
- (4) Falta de compreensão sobre o campo das ciências sociais
- (5) Confiabilidade de que produtos denominados de boa qualidade levam a volume de vendas

Uma equipe de desenvolvimento de novos produtos DNP é um grupo envolvido internamente no engajamento de um projeto, por esta razão os integrantes devem ser influenciadores e influenciados pela identidade do produto que está sendo desenvolvido, durante toda a etapa antes seu lançamento (CHENG; YANG, 2019).

3.3. GIRASSOL

O girassol (figura 3) é botanicamente classificado como *Helianthus annuus*, caracterizando-se por uma gramínea de grande porte, cultivada em todo o mundo que apresenta curto período de desenvolvimento. É uma planta com grande flor de inflorescência circular amarela, com aquênios que se desenvolvem em sementes maduras, voltadas para os raios do sol, apresenta raiz longa, hastes peludas, folhas largas, dentadas grosseiramente e ásperas (ADELEKE; BABALOLA, 2020).

Normalmente girassóis domesticados possuem um único caule coberto por uma grande flor e durante a estação de crescimento, as flores individuais são polinizadas e o desenvolvimento da semente começa a se mover a partir da borda externa da flor em direção ao centro (FAOSTAT, 2010).

Figura 3- Flor de girassol (*Helianthus annuus* L)



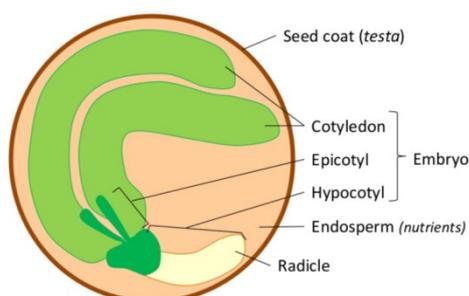
Fonte : FAOSTAT (2010)

Estudos sugerem que a domesticação do girassol ocorreu na região do México e sudoeste dos EUA, entretanto podia ser encontrado em todo continente americano devido à disseminação feita por índios nativos americanos, os quais selecionavam plantas com apenas uma haste (GAZZOLA *et al.*, 2012).

A adaptação do girassol em diferentes climas e solos tornou-se favorável seu cultivo como oleaginosa. (FORLEO *et al.*, 2018). As sementes de girassol podem ser definidas como um óvulo maduro e fecundado, contendo em seu interior uma planta embrionária, sua estrutura participa da disseminação, proteção e reprodução das espécies. São ricas em nutrientes e responsáveis por gerar e nutrir uma nova planta (ROSA *et al.*, 2013).

O fruto do girassol, também é chamado de aquênio formado pelo pericarpo que é a casca e pela semente. A casca é formada por três camadas: externa, média e interna. A figura 4 ilustra a anatomia da semente, formada pelo tegumento, endosperma e o embrião (EMBRAPA, 1994).

Figura 4- Anatomia de semente de uma dicotiledônea



Fonte: Budko et al. (2013)

As sementes possuem quatro faces e são planas, geralmente com 0,6 cm de comprimento e 0,3 cm de largura, possui um tegumento preto com listras escuras ou cinza, sua casca composta por cerca de 20% de proteína e 30% de lipídios (FAOSTAT, 2010). A tabela 1 apresenta a composição proximal das sementes de girassol.

Tabela 1-Composição centesimal média de sementes de girassol

Componentes	Teor percentual médio (%)
Água	4,8
Proteína	24,0
Lípidios	47,3
Cinzas	4,0

Fonte: Leite et al. (2005).

3.3.1. Importância econômica

Mundialmente o girassol tem grande valor de mercado e seu cultivo abrange todos os continentes. A Ucrânia se destaca como maior produtor mundial, com uma área de 6,4 milhões de hectares, com aumento de um quarto nos últimos 5 anos (AGROTIMES, 2021). A Argentina é o terceiro maior produtor de girassol e foi responsável por impulsionar o Brasil para o cultivo da cultura, pois o país ainda é considerado um pequeno produtor, uma vez que conta com cerca de 10 milhões de hectares de áreas que são aptas para o cultivo (EMBRAPA, 2020).

O cultivo comercial de girassol no Brasil iniciou por volta de 1902, após a distribuição de sementes pela Secretária de Agricultura de São Paulo para agricultores. Foi indicado como uma planta de múltiplas funcionalidades como alimento para aves, extração do óleo e produção de silagem. No período de 1970 houve aumento de pesquisas sobre oleaginosas, principalmente na região do Paraná, onde já haviam pesquisas sendo realizadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (GAZZOLA, 2012). Quanto às regiões produtoras, destacam-se Rio Grande do Sul e Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso são os maiores produtores, entretanto seu cultivo é secundário, após a soja (EMBRAPA, 2020).

A época de plantio possui variação de acordo com a região brasileira. No Rio Grande do Sul, se adapta como primeira safra, em contra partida na região Centro-Oeste, seu cultivo é adaptável como segunda safra, portanto a inserção da cultura deve ser feita no tempo indicado de acordo com o conhecimento das adversidades climáticas (AGRITEMPO, 2020). No ponto de vista econômico o cultivo de girassol é uma possibilidade secundária de safra após a colheita de outras culturas, uma vez que o girassol tem a função de amenizar problemas fitossanitários em decorrência do repetitivo cultivo de uma mesma espécie. O benefício da cultura em sucessão ocorre pela capacidade do girassol em extrair nutrientes importantes das camadas profundas do solo deixando-os disponíveis para a plantação sucessora (EMBRAPA, 2020). O clima seco são facilitadores para a colheita e armazenamento das sementes. O armazenamento é essencial após a colheita, em condições de baixa umidade relativa para evitar a contaminações por fungos aflotoxigênicos, por isso sua produção requer cuidados para garantir que suas características multinutricionais sejam preservadas, pois estas agregam valor comercial (ADELEKE; BABALOLA, 2020).

O girassol é cultivado para extração de sementes e óleos, o óleo derivado das sementes é utilizado em larga escala pela indústria de alimentos, energéticas e químicas, entretanto o impo do crescimento de mercado é decorrente pela utilização da indústria alimentícia (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2022). Embora as sementes de girassol sejam colhidas com a finalidade de extração do óleo ocupando a 4º posição mundial em vendas, as sementes estão sendo considerada uma das mais importantes oleaginosas cultivadas como fonte de fibras alimentares (ADELEKE; BABALOLA, 2020). E por se rico em ácido oleico e linoleico e outros nutrientes, o consumo de sementes de girassol aumentou de forma significativa como óleo de cozinha, na elaboração de produtos funcionais e como matéria prima de produtos alimentícios (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2022).

3.3.2. Importância nutricional

As sementes de girassol possuem em sua composição 20% de proteínas, que incluem as globulinas 11S e albuminas 2S, estas são responsáveis pelo armazenamento de enxofre e nitrogênio para desenvolvimento de plantas após a

germinação, além de atuarem em necessidades metabiológicas em humanos. São fontes aminoácidos e possuem baixas propriedades anti-nutricionais Além de aminoácidos essenciais em quantidades significativas (GUO, *et al.*, 2017).

O óleo de girassol pode agir na redução do colesterol total e do colesterol (LDL), devido a sua composição de ácido oleico e ácido linoleico. O ácido oleico é conhecido com ômega 9, é um ácido monoinsaturado que possui capacidade de diminuir níveis de colesterol (LDL) e aumentar os níveis de (HDL), além disso, apresenta-se relacionado na prevenção do câncer de mama. O ácido linoleico é um ácido poliinsaturado conhecido como ômega 6, possui atividade anticancerígenas, anti-obesidade e antioxidantes. No aspecto nutricional, uma alimentação rica em ácidos graxos insaturados é fortemente recomendada (GUO, *et al.*, 2017).

Segundo Institute of Food Research (2002), a semente de girassol além de possuir alto teor de ácidos oleico e linoleico, tem quantidades significativas de vitamina E, em comparação com outras oleaginosas, como a soja e o amendoim. É um antioxidante primordial, devido seu papel protetor no controle de processos oxidativos e metabólicos. O consumo regular de alimentos e produtos com teor elevado de antioxidantes estimula o sistema imune em lutar contra antígenos que podem causar morte celular. Os benefícios das sementes de girassol se encontram consolidados na literatura, portanto, tornou-se benéfica a sua aplicação como tratamento alternativo na fitomedicina (ISLAM *et al.*, 2016) As propriedades biológicas das são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1-Atividade biológico e componente químico presentes em sementes de girassol

Efeito	Componentes biológicos
1. Antioxidante	Enzimas: Catalase, Glutathione, Redutase, Guaiacol Peroxidase e Desidrogenase. Compostos fenólicos: Flavonóides, ácidos fenólicos e tocoferóis.
2. Anti-inflamatório	Carotenóides, Ácido L- ascórbico, Peptídeos, Helianthosides, Triterpene Glycosides, α -tocopherol.
3. Antidiabético	Ácido quinino, Glicosídeos, Ácido clorogênico, Ácido caféico, Fitoesteróis
4. Antimicrobiano	Alcalóides, Glicosídeos, Taninos, Saponinas, Compostos fenólicos.

Fonte: Guo et al. (2017).

Os antioxidantes são responsáveis pela função protetora contra danos celulares e doenças de caráter crônico. A atividade antioxidante no embrião do girassol aumentar durante a germinação, nesta fase é elevada em decorrência ao aumento do conteúdo de fenólicos das sementes, como melatonina e isoflavonas (GUO, *et al.*, 2017).

Na semente de girassol como em outras sementes, a proteína transportadora de lipídios Ha-AP10, possui atividade antimicrobiana contra fungos. Esta ação antifúngica ocorre durante a germinação e sua maior distribuição esta no cotilédone. Estudos sugerem que a proteína tem efeito inibitório contra fungos que atacam as plantações da cultura. A atividade antimicrobiana e antifúngica das sementes de girassol pode estar associada à presença de flavonóides, alcalóides, saponinas e taninos (PAREKH; CHANDA, 2007).

O extrato de semente de girassol pode controlar níveis de glicose devida á presença de inibidores alfa-glicosidase, responsáveis pela inibição das enzimas intestinais que reduzem a absorção de carboidratos. Além disso, o processo germinativo que ocorre em sementes de girassol não atua apenas para conferir características sensoriais, mas possui papel fundamental em elevar o valor nutricional das sementes devido às sínteses dos compostos durante a fase germinativa, contribuindo com inúmeros benefícios á saúde e atuando como alimento funcional (GUO *et al.*, 2017).

3.4. TECNOLOGIA DE PRODUTO EM PÓ

O processo de secagem e desidratação a nível industrial é uma tecnologia eficiente e prática para conservação de produtos alimentícios (DANTAS, *et al.*, 2018). Define-se a secagem como um processo em que o solvente é removido de um produto por meio da desidratação (EMBRAPA, 2010).A quantidade de água em um alimento é o fator principal para degradação por microrganismos e reações químicas e enzimáticas indesejáveis. A diminuição da água é uma forma de conservar o produto com vida de prateleira prolongada. Normalmente o conteúdo de água em um alimento é determinado usando o método de secagem comum em

estufa, contudo o teor de água em um alimento não é determinante para prever sua estabilidade (EMBRAPA, 2010).

A secagem é o processo que consiste em remover a água, de forma geral impulsionada por calor, em produtos sólidos e líquidos, resultando em um produto seco na forma sólida. No alimento existem dois tipos de umidade, a água ligada onde o líquido está retido na microestrutura da parte sólida e a água livre que é representada pelo teor da água limitada. A água ligada é representada por uma solução líquida retida em uma matriz sólida (SETTY; MURTHY, 2003). O processo de secagem possui objetivos, estes são:

- Preservação dos produtos frescos, com disponibilidade durante todo o ano;
- Conversão do produto em material seco, ressaltando suas características e qualidade;
- Redução do volume e peso para facilitar o transporte e armazenamento;
- Processamento que exija menos quantidade de energia com maior eficiência.

Portanto, a tecnologia deve propor novos métodos de secagem que possuam vantagens como maior eficiência energética, maior qualidade do produto, baixos custos e menos impacto ambiental (BERK, 2009).

A água livre está presente nos poros e em espaços intergranulares de um alimento, é também conhecida como atividade de água, e está disponível para atividade microbiana e enzimática em um produto. Por esta razão a atividade de água é um fator de extrema importância para a indústria alimentícia (EMBRAPA, 2010). A atividade de água é o processo que ocorre entre a pressão de vapor do alimento, quando esta em equilíbrio com o ar que circula e a pressão de vapor da água em condições análogas (FDA, 2014). A água ligada é ligada por forças de Van der Waals e pontes de hidrogênio, está associada à estabilidade de um produto e a sua remoção pode alterar a característica físico-química. Portanto ela não é responsável por reações enzimáticas ou microbiológicas (RIBEIRO, 2012). Quando há ausência de água livre e em baixas condições de temperatura, muitas reações bioquímicas e microbiológicas são retardadas, garantindo a estabilidade do produto e alta qualidade (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2020). Isso porque a água livre em um alimento é o meio de reação que alteram as características reológicas do

produto, sendo responsável por mudanças em suas propriedades físico-química. Podendo reduzir o tempo de garantia de alta qualidade durante o armazenamento do produto (OIKONOMOPOULOU *et al.*, 2011). Isso leva a existência de processos de alta complexidade durante a secagem térmica de produtos alimentícios. O processo inicia-se na transferência de energia do agente de secagem para o produto seguido do processo de evaporação da água livre (SETTY; MURTHY, 2003).

Na secagem a aplicação de energia é necessária para vaporizar o conteúdo de umidade em produtos porosos. Durante este processo, a transferência de calor e massa é simultânea. Além do mais, a qualidade do processo deve englobar a eficiência energética e o impacto ambiental que conduz à produção de produtos secos, a preservação de compostos voláteis e atributos sensoriais (SANCHEZ *et al.*, 2020).

Com os avanços tecnológicos novas técnicas de secagem estão sendo estudadas avaliando sua eficácia em manter o produto preservado após a secagem sem que haja mudanças químicas e bioquímicas no produto durante o processo. A secagem além de preservar o produto, possui impacto positivo na qualidade dos materiais (SZYCHOWSKI *et al.*, 2018). De forma geral, o método de secagem ideal é individualizado para cada tipo de material devendo ser avaliado as condições de processo. No entanto, a aplicação de um novo método de secagem deve garantir uma alta qualidade dos produtos secos (SANCHEZ *et al.*, 2020).

Inúmeras tecnologias são utilizadas para remoção de umidade em alimentos, sendo bem aceitas pelas indústrias aquelas que apresentem baixo custo enérgico, eficiência de processo e obtenção na qualidade de produtos, contudo cada método possui suas especificidades que permite condições de processo e aplicação adequada para cada tipo de material (KUDRA; MUJUMDAR, 2009). No quadro 2 é possível observar os métodos mais aplicados para obtenção de produtos em pó.

Quadro 2- Comparativo de métodos de secagem

Método de secagem	Agente	Tipos de produtos	Mecanismo	Vantagens	Desvantagens

<i>Spray drier</i>	Gás de secagem a quente	Soluções; líquidos; sucos.	Operação em uma etapa; Transforma o líquido em partículas sólidas.	Baixa umidade; alta qualidade; Tamanho e forma semelhante das partículas secas.	Perda de compostos bioativos devido à alta temperatura; Alto custo de instalação; Não recomendado para produtos com alto teor lipídico.
Liofilização	Evaporação gasosa por sublimação	Todos os tipos de materiais.	Congelamento e secagem primária e secundária.	Composto com propriedades preservadas; Não permite a oxidação.	Custo elevado; Processo lento; Alto custo em instalações.

Fonte: Sanchez *et al.*, (2020)

3.4.1. Atomização

A atomização ou *spray-drying* é um processo de secagem onde se aplica ar quente de forma contínua, obtendo-se um produto em pó instantaneamente. Uma das vantagens da atomização é a aplicação em compostos ativos de perfil lipídico e compostos hidrossolúveis, onde são formadas microcápsulas de alta qualidade (FUCHS *et al.*, 2006). A aplicação da atomização para a microencapsulação por *spray drying* é uma técnica emergente que está presente em vários segmentos industriais, devido sua capacidade em proteger compostos ativos para diversas aplicações, como por exemplo, a estabilidade de produtos alimentícios frente à oxidação, e desenvolvimento de produtos com propriedades funcionais (OLIVER; ALQUICIRA, 2022). A microencapsulação atua no controle a liberação de ativos, solubilidade do produto, além de facilitar o acondicionamento e transporte (DIAS; BARRETO, 2015). O quadro 3 ilustra as vantagens e desvantagens da microencapsulação.

Quadro 3-Vantagens de desvantagens da microencapsulação

Método de secagem	Processo	Vantagens	Desvantagens
-------------------	----------	-----------	--------------

<p>Secagem por pulverização</p>	<p>Secagem de partículas em suspensão ou emulsão com ar quente</p> <p>Solução, emulsão atomizada no equipamento.</p>	<p>Alta produção e eficiência;</p> <p>Fácil manuseio do equipamento;</p> <p>Baixo custo operacional;</p> <p>Pode ser utilizado em vários tipos de materiais.</p>	<p>Não adequado para componentes termolábil;</p> <p>Formação de partículas não uniformes</p> <p>Formação de agregados</p>
---------------------------------	--	--	---

Fonte: Oliver; Alquicira (2022)

Para o setor de alimentos a aplicação da técnica tem o objetivo à conservação de um componente ou extrato bioativo em um produto, onde ocorra à liberação controlada, ou em alguns casos as microcápsulas liberam o produto dentro do organismo durante a digestão do indivíduo (OLIVER; ALQUICIRA, 2022).

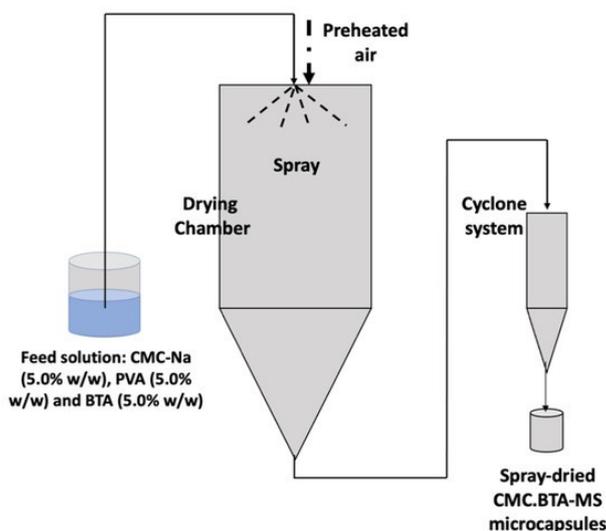
É um processo aplicado a nível industrial na produção de partículas em pó, em um processo simples e rápido que apresenta baixo custo operacional na secagem de alimentos e produtos sensíveis a aplicação de calor como óleos essenciais, proteínas e gorduras. Se comparado com outras técnicas de secagem, é muito eficiente devido à obtenção do produto em uma única etapa. A duração da secagem é variável e está diretamente relacionado ao teor de água do produto (YAMASAKI, 2020).

De acordo com MOHAMMED et al (2020) o processo de secagem por atomização envolve as seguintes etapas: a preparação da solução, homogeneização, atomização, secagem e formação de partículas e separação do produto do ar de secagem. A primeira etapa é preparo da solução com material encapsulante, onde ocorre a dispersão do material a ser atomizado em uma solução que contém o agente carreador, seguida da homogeneização (YUYAMA, 2016). O produto precisa ser bombeado para o interior da câmara de secagem, onde está o atomizador que pode ser do tipo disco giratório ou de alta pressão (SOUZA et al., 2016). Nessa etapa ocorre a conversão da solução fluída em pequenas gotículas de tamanho similares o que favorece a transferência de calor e massa, com aumento de tamanho das partículas onde ocorre à evaporação da umidade (MOHAMMED et al., 2020). A formação de gotículas é controlada pela pressão do fluído no bico atomizador (SOUZA et al., 2016). A taxa e a intensidade da secagem são

determinadas pela pulverização da solução e o tempo de contato de ar (MOHAMMED *et al.*, 2020).

Na etapa de secagem a formação de partículas é obtida pelo fenômeno convectivo, onde o calor é transferido no meio para as gotículas. A temperatura e a taxa de transferência de massa são embasado no tamanho das gotículas, na velocidade das gotículas e na velocidade relativa do ar. A evaporação da água da solução ocorre assim que a o contato com o ar quente de secagem. Forma-se um material seco e a eliminação da umidade continuam lentamente até que haja a formação de um pó fino. A secagem por pulverização é iniciada quando as gotículas secas caem no fundo da câmara de secagem sem seguida recuperada por fenômeno gravitacional. A separação do pó do ar de secagem é observada assim que o produto e recolhido (GHARSALLAOUI *et al.*, 2007). O armazenamento na câmara de secagem ou no filtro ciclone depende do modelo do equipamento (SOUZA *et al.*, 2016). A figura 5 ilustra as etapas do processo de microencapsulação.

Figura 5- Esquema Spray drying e as etapas do processo de microencapsulação



Fonte: Calegari et al. (2022)

No processo de atomização é possível definir o tamanho das partículas com estruturas definidas de acordo com os parâmetros de secagem programados no secador (GHARSALLAOUI *et al.*, 2007).

3.4.1.1. Encapsulação

O encapsulamento pode ser definido como processo em que ocorre o aprisionamento de uma determinada substância conhecido como núcleo, revestida por outro material de suporte denominado de material encapsulante. A secagem por atomização para encapsular é a melhor opção para a indústria de alimentos, devido suas vantagens econômicas, baixo custo do processo, qualidade do material encapsulado, estabilidade frente à oxidação e a proteção de compostos bioativos (MOHAMMED *et al.*, 2020). Além disso, protegendo os materiais do núcleo contra o calor e a luz, mascarando o sabor, odor e proporcionando uma liberação ser controlada do núcleo (FANG; BHANDARI, 2010).

O encapsulamento pode facilitar o manuseio, adequada concentração e uniformidade no processo de dispersão. Apesar de curto tempo de contato do material na câmara de secagem, o *spray drier*, opera em altas temperaturas de secagem em que a temperatura de entrada de ar varia em 150 a 250 °C e a temperatura de saída de ar de 50 a 80 °C. As partículas que resultam do processo variam em nanômetros a micrômetros (MOHAMMED *et al.*, 2020).

As microcápsulas variam em torno de 100 a 300 µm são formadas pelo agente encapsulante que envolve o núcleo onde está contido o composto ativo, as características finais do produto dependem do método aplicado, bico atomizador e o tipo de material encapsulante. Por esta razão é necessário à escolha adequada do material encapsulante que será utilizado em um processo de encapsulamento de acordo com a especificidade do produto, sua função e o tamanho das partículas (OLIVER; ALQUICIRA, 2022). Com a aplicação da técnica de encapsulamento na indústria de alimentos é necessário que sejam utilizados materiais parede de boa qualidade e que confirmam propriedades protetoras para os materiais núcleos contra agentes de degradação. Portanto, o tipo da estrutura e o tamanho desejado das partículas são dependentes dos materiais encapsulantes (MOHAMMED *et al.*, 2020).

No que se referem à morfologia das partículas, estas podem ser denominadas microcápsula e microesfera. Na microcápsula o núcleo se encontra no centro do material encapsulante de forma bem definida, em contra partida na microesfera o núcleo está disperso na matriz encapsulante, portanto é do tipo matricial. Na microesfera parte do núcleo fica exposta, o que não ocorre com a microcápsula.

Contudo a definição de encapsulamento abrange os dois tipos de formação. No processo de secagem por atomização a formação é do tipo matricial, onde o núcleo (material ativo) está na matriz do material envoltório. Logo as microesferas e microcápsulas são obtidas a partir de uma gama de materiais encapsulantes (YAMASAKI, 2020).

3.4.1.2. Materiais encapsulantes

O objetivo no uso de materiais de parede é devido sua atuação para evitar com que o núcleo (material ativo) entre em contato com fatores externos que possibilitem qualquer tipo de degradação (MOHAMMED *et al.*, 2020).

De acordo Gharsallaoui et al (2007) existem inúmeros motivos para o uso de materiais encapsulantes, estes podem ser para evitar com que haja interações antecipadas entre o núcleo com outros ingredientes, reduzir o contato do núcleo com o ambiente externo, evitar a perda de substâncias voláteis e também para permitir com ocorra uma liberação adequada dos ativos sob condições desejadas.

A escolha do método de encapsulamento e do tipo de material encapsulante é interdependente, pois o material envoltório tem papel fundamental para a estabilidade do produto encapsulado. O material encapsulante tem influência direta na estabilidade da emulsão e nas propriedades das microcápsulas obtidas (CARNEIRO *et al.*, 2013). O encapsulante adequado deve possuir alta solubilidade em água e de baixa viscosidade, além disso, ter a capacidade em formar filme, propriedades emulsificante na obtenção de emulsões estáveis (GHARSALLAOUI *et al.*, 2007). Existe uma grande variedade de materiais encapsulantes utilizado para a proteção de ativos de interesse. A junção de dois ou mais agentes tem sido aplicados por resultar em características favoráveis durante o processo de encapsulamento por pulverização por conferir alta estabilidade do produto e uma distribuição adequada no tamanho das gotículas (MOHAMMED *et al.*, 2020). O quadro 4 ilustra os materiais encapsulantes mais utilizados para secagem por atomização.

Quadro 4- Tipos de materiais encapsulantes usados no processo de secagem por atomização

Material Encapsulante	Interesse
-----------------------	-----------

1. Maltodextrina	Formação de filme
2. Xarope de milho sólido	Formação de filme; Redutibilidade
3. Amido modificado	Emulsificação
4. Goma arábica	Formador de filme; Emulsificante
5. Gelatina	Formador de filme; Emulsificante
6. Lecitina	Emulsificante
7. Proteína do soro do leite	Emulsificante
8. Gordura hidrogenada	Barreira de oxigênio e água
9. Quitosana	Entrega de medicamentos

Fonte: Mohammed *et al.* (2020)

3.4.2. Liofilização

A liofilização é um método de secagem aplicada em produtos que possuem compostos suscetíveis a degradação pelo calor. É um processo que consiste na desidratação por sublimação com objetivo de remover a água de um produto congelado, sendo um meio de conservação de alimentos (DIRIM; ÇALISKANA, 2012). As condições do processo devem seguir critérios de temperatura e pressão para que se evite o derretimento da água (OIKONOMOPOULOU *et al.*, 2011). Em geral a liofilização é um processo que garante a redução de reações químicas e microbiológicas, conferindo a estabilidade. Um determinado material é congelado em seguida o solvente é removido no processo de sublimação seguida da dessorção. É processo mais adequado para evitar a degradação em enzimas, microrganismos, materiais sanguíneo e alimentos (RIBEIRO, 2012). O resultado da liofilização deve ser avaliado de acordo com a qualidade do material liofilizado e custo da operação. Em vista disso, todos os parâmetros que envolvem as etapas da liofilização devem ser bem alinhados para que o processo seja eficiente (NOWAK; JAKUBCZYK, 2020).

Para que o produto seja submetido à liofilização é necessário o congelamento, que possua um sistema que transferência de calor, câmara de vácuo e um sistema de condensação que funcione em condições de temperaturas menores á do produto congelado (GARCIA, 2009). Portanto, os parâmetros de liofilização devem garantir que o produto apresente as propriedades para que seja considerado de alta qualidade (NOWAK; JAKUBCZYK, 2020).

O processo garante alta estabilidade microbiana e não altera as características físico-químicas, permitindo que o produto mantenha as

características sensoriais acentuadas e mantenham suas propriedades nutricionais (GARCIA, 2009). Em produtos que não podem ser submetidos ao calor mesmo que em condições moderadas a liofilização torna-se conveniente para produtos farmacêuticos, biológicos e alimentares (NAVAS; SEBASTIÁN, 2006). Porém devido seu alto custo é um impeditivo para seu uso se comparado com processo convencional de secagem, entretanto é um método de conservação vantajoso que diminui custos operacionais e permite ao consumidor ter acesso a um produto com propriedades nutricionais e qualidade microbiológica preservada (OLIVEIRA, 2021). A liofilização é um processo dividido em 3 etapas que incluem o congelamento secagem primária e secagem secundária. (NOWAK; JAKUBCZYK, 2020).

3.4.2.1. Congelamento

A taxa de congelamento tem papel crucial, pois é o primeiro estágio é o mais crítico de todo o processo, uma vez que este determina o estado físico e a forma e o tamanho dos poros, e como resultado as propriedades do produto final. Portanto a forma do cristal de gelo tem relação direta com a taxa de sublimação nas etapas de secagens (NOWAK; JAKUBCZYK, 2020).

De acordo com Nowak e Jakubczyk (2020) uma taxa de congelamento adequada está condicionada ao tipo do material. Para que o processo seja eficiente o tamanho dos cristais de gelo deve ser adequado para que diminua a resistência de transferência de massa de vapor, pois a formação de cristais muito pequenos podem levar á alta resistência de transferência massa no produto seco (ASSEGEHEGH, *et al.*, 2019). Dependendo da taxa de congelamento aplicada haverá baixa resistência ao transporte de calor e uma grande área superficial de contato com meio de resfriamento. Logo a espessura da camada do material irá definir a resistência ao transporte de calor (NOWAK, 2017).

3.4.2.2. Secagem primária (Sublimação)

A secagem primária é o processo em que ocorre á sublimação do gelo, á partir da superfície do material quando a pressão do equipamento é reduzida (NOWAK; JAKUBCZYK, 2020). Durante está etapa o objetivo é evitar a formação de

cristais de gelo, por isso aumenta-se a velocidade para remoção de água, para que o tempo de processo seja reduzido. O calor de sublimação fornecido ao sistema para que ocorra a sublimação é de 2885 kJ/kg, sendo importante manter adequada quantidade de calor fornecida e a quantidade de calor utilizada no sistema. (YAMAGUCHI *et al.*, 2017). A quantidade de calor fornecida deve ser adequada não excedendo a taxa de temperatura crioscópica de um material ou a temperatura de transição vítrea para um determinado teor de água. Esse limite garante que o material não tenha redução da superfície de contato que podem levar a reidratação do material (NOWAK; JAKUBCZYK, 2020).

O percentual de calor não pode ser aumentado sem respeitar os parâmetros de cada material, porque existem condições específicas que são exigidas durante a secagem primária. Uma dos critérios exigidos é o limite de temperatura máxima que um produto seco pode suportar sem que ele perca suas características originais na camada seca. A temperatura máxima que um material pode suportar sem que ocorram alterações na sua estrutura é conhecida de temperatura de “scorch” (T_{scor}) (MARQUES, 2008). De forma geral para que esta etapa seja eficiente e torne o produto estável é necessário o controle dos parâmetros de temperatura máxima tolerável para que a camada congelada não sofra degradação durante a secagem primária (ASSEGEHEGH *et al.*, 2019).

3.4.2.3. Secagem secundária (Dessorção)

O processo de secagem secundária ou dessorção ocorre após a eliminação de todo gelo durante a liofilização, nesta etapa a taxa de secagem é reduzida em relação à etapa primária, pois a quantidade de água que material pode apresentar é reduzida. No geral os alimentos ainda irão apresentar baixo teor de água ligada à estrutura do material podendo apresentar uma A_w superior a 0,5. Já a água livre sofre cristalização no congelamento é eliminada na secagem primária (TRELEA; FONSECA; PASSOT, 2016).

O teor de umidade do produto é um ponto crítico, determinando a estabilidade do material frente ao armazenamento, logo, os valores de umidades devem ser adequados a ponto de preservar os ativos do produto evitando sua degradação, para isso o material deve apresentar superior a 95% de matéria seca (HUA; LIU;

ZHANG, 2010). Durante o processo de secagem secundária, o calor aplicado para aquecer o material deve ser inferior à temperatura máxima permitida para o produto, para evitar a degradação pelo calor e alterações indesejáveis no material. Deste modo, à temperatura máxima permitida é resultante das especificidades de cada tipo de material. Portanto as condições desse processo devem ser respeitadas para garantir a estabilidade do material liofilizado, desta forma às características do produto são determinadas na secagem secundária (NOWAK; JAKUBCZYK, 2020).

No quadro 5 é possível observar as vantagens e desvantagens no uso da liofilização como meio de secagem para conservação.

Quadro 5- Vantagens e desvantagens do processo de liofilização

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Devido sua realização em baixas temperaturas não altera quimicamente o material; 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo que necessita de muita de energia, entretanto as temperaturas devem ser baixas, aumentando o tempo de duração do processo;
<ul style="list-style-type: none"> • Devido à baixa temperatura aplicada não ocorre perda significativa de componentes voláteis; 	<ul style="list-style-type: none"> • Valor comercial elevado agregado;
<ul style="list-style-type: none"> • O produto liofilizado apresenta uma estrutura esponjosa o que facilita o processo de redissolução na concentração desejada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo demorado que precisa de parâmetros bem definidos;
<ul style="list-style-type: none"> • Inibição de crescimento microbiano e reações por enzimas durante e após o processo 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento complexo e de alto custo.
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia ao crescimento bacteriano devido a baixa atividade de água, tornado impossível a propagação dos mesmos. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Produtos como lácteos não sofrem coagulação após a liofilização. 	

Fonte: Ribeiro (2012)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

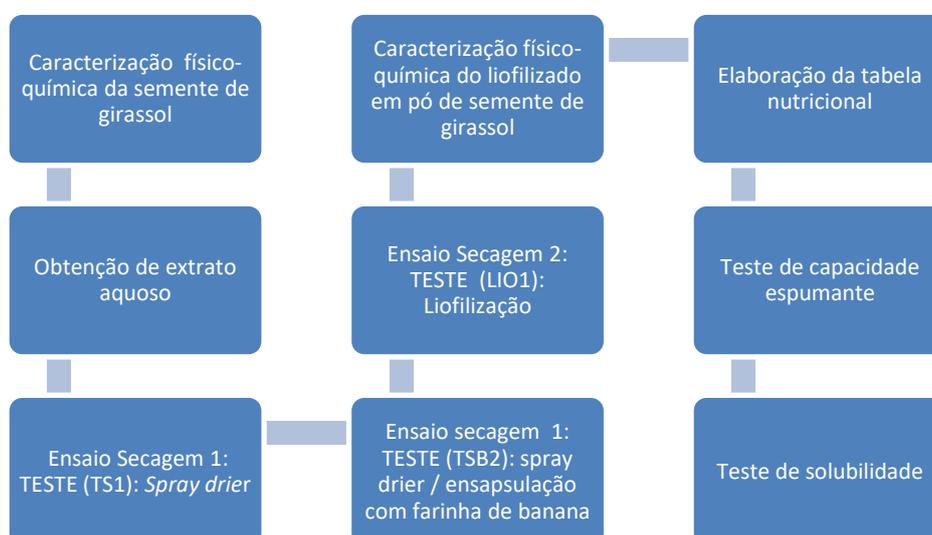
4.1. MATERIAIS

As sementes de girassol com pele usadas neste estudo foram adquiridas em comércio local da cidade de Londrina (PR) e eram provenientes de um único lote. Foram armazenadas em embalagens de polietileno transparente a temperatura ambiente, no laboratório de Panificação A001 do departamento de Tecnologia de Alimentos (PPGTAL) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, até o momento das análises. A farinha de banana, também foi adquirida no comércio local. Todos os reagentes e soluções listados abaixo apresentados apresentavam padrão analítico.

4.2. MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório A001 de Panificação, A003 de Tecnologia de Carnes, B302 Laboratório de Química e Laboratório Multiusuário, todos no câmpus Londrina da UTFPR. Foi elaborado um fluxograma de processo para melhor entendimento das etapas conforme mostra a figura 6.

Figura 6- Fluxograma das etapas aplicadas neste estudo



Elaborado pelo autor, (2022)

4.2.1. Caracterização físico-química das sementes de girassol (*in natura*)

As análises de composição proximal foram determinadas utilizando as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Todas as análises foram feitas com 3 repetições.

4.2.1.1. Determinação do teor de umidade

Para determinar a umidade das sementes de girassol e do extrato seco liofilizado foi utilizado o método de secagem direta em (estufa) utilizando temperatura de 105°C por 24 horas. O valor da umidade foi calculado utilizando a seguinte equação (1).

$$\% \text{ Umidade} = \frac{\text{peso do cadinho e amostra} - \text{amostra seca}}{\text{peso da amostra úmida}} \times 100(1)$$

4.2.1.2. Determinação de extrato seco

Para determinado extrato seco do extrato hidrossolúvel de semente de girassol foi utilizado o método de secagem direta em (estufa) utilizando temperatura de 105°C por 24 horas. O valor do extrato seco foi calculado utilizando a seguinte equação (2).

$$\text{Extrato seco}(\%) = 100 - \text{Umidade}(\%)(2)$$

4.2.1.3. Determinação do teor de cinzas

Para determinação do conteúdo mineral das sementes de girassol foi utilizado método de incineração à temperatura de 550°C por 4 horas. A equação abaixo foi utilizada para converter em percentual equação (3).

$$(\%) = \frac{\text{massa do cadinho} - \text{peso cinzas}}{\text{peso da amostra}} \times 100(3)$$

4.2.1.4. Determinação do teor de proteína

Foi utilizado o método de Kjeldahl clássico em escala micro para determinação do conteúdo de nitrogênio nas sementes de girassol. Para o cálculo do percentual de nitrogênio, foi empregada a equação (4). Foi utilizado o fator de multiplicação 6,25 para converter os valores em percentual de proteína.

$$N = \frac{\text{Volumede HCL} - \text{Volumede NaOH}}{\text{peso da amostra}} \times (\text{Fator de correção})(4)$$

4.2.1.5. Determinação do teor de lipídeos

Foi utilizado método de extração Soxhlet, utilizando éter de petróleo para quantificar o teor de lipídeos das sementes de girassol. Para conversão do conteúdo lipídico das amostras em percentual, foi utilizada a equação (5).

$$\text{Lípido} = \frac{\text{peso do balão final} - \text{peso do balão}}{\text{Peso da amostra}} \times 100(5)$$

4.2.1.6. Determinação do teor de carboidrato

O valor do percentual de carboidratos foi calculado por diferença, a partir dos valores dos teores de cinzas, umidade, proteínas e lipídios.

4.2.2. Estudos de desenvolvimento do extrato em pó de semente de girassol

Foram utilizados dois métodos de secagem para este estudo, sendo testada a secagem por atomização que consiste na pulverização de produto líquido submetido ao ar quente de forma controlada, levando a evaporação da água e a recuperação de um produto em pó (SOUZA *et al.*, 2013). E a liofilização, metodologia para remoção da água por sublimação em produtos congelados (RIBEIRO, 2012).

4.2.2.1 Testes de proporções de água e semente para obtenção do extrato hidrossolúvel de semente de girassol

Para a determinação qual a melhor proporção de sementes: água para obtenção do extrato hidrossolúvel foi realizados três testes (1:2,5), (1:2,0) e (1:1,75). Em 100 gramas de semente foi adicionada a água a fim de garantir a proporção pré-definida. As sementes foram trituradas em liquidificador doméstico, feita filtração com tamiz de mesh 150 com abertura de 106 micrômetros, e por fim homogeneização em Dispensor Ultra Turrax (T18-IKA), 10.000 rpm por 5 minutos. Determinou-se o extrato seco de cada uma das proporções utilizando a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foi então calculado o teor de extrato solúvel, utilizando a equação (6).

$$\%ST = \frac{\text{amostraseca}(g)}{\text{amostraextratolíquid}(g)} \times 100(6)$$

4.2.2.2 Ensaio 1 – Secagem por atomização

A partir então do extrato obtido a partir da melhor proporção, definida na etapa anterior, foi obtida o produto em pó pela técnica de atomização. Em função dos resultados obtidos no teste (TS1) foi então realizado um teste 2 (TSB2) incorporando farinha de banana verde como agente encapsulante, na tentativa de corrigir problemas no processo. Para isso, adicionou-se a uma amostra do extrato hidrossolúvel á farinha de banana verde, em proporção de 20% do extrato seco. A mistura foi homogeneizada para completa dissolução da farinha de banana verde em dispersor Ultra Turrax, 10.000 rpm por 5 minutos. A atomização foi conduzida com bico atomizador 1,3 mm de diâmetro, fluxo de ar de aspiração ajustado, vazão de ar de secagem ajustado para (0,67 m³/min e 1,95 m³/min), vazão de alimentação em 0,3 L/H, temperatura de ar de entrada 150° C e 160°C e condições de temperatura de ar de saída (100°C – 130°C). O pó foi coletado em recipiente

hermético na base do ciclone para evitar oxidação do produto e armazenado em geladeira a 20°C.

4.2.2.3 Ensaio 2 – Secagem por liofilização

Para o ensaio 2 foi utilizando a proporção de semente: água de (1:1,75) para o teste (TSB2). Sementes foram trituradas em liquidificador por 3 minutos e depois refinadas por filtração em peneira mesh 150 mm com abertura de 106 micrômetros. Depois de obtidos o extrato, foi tomada uma alíquota de 10 ml e colocado em estufa para secagem à 60°C por 24 horas em triplicata para determinação do extrato seco. O extrato obtido foi dividido em alíquotas de 20 ml e depositado em placas de Petri e para seu total congelamento em equipamento doméstico. Após o congelamento, as placas foram levadas para o liofilizador de bancada à temperatura de -62°C, vácuo 0,60 por 7 dias. Após a secagem, as amostras foram acondicionadas em embalagem hermética a 20°C. O rendimento do processo foi determinado pesando o total de produto liofilizado em relação à massa/volume do extrato.

4.2.2.4 Caracterização e reconstituição do extrato hidrossolúvel de semente de girassol liofilizado

As análises de composição proximal do extrato hidrossolúvel liofilizado foram realizadas em triplicata com base na metodologia nos itens 4.2.1. Ainda para a reconstituição do produto liofilizado foi elaborado um extrato na concentração (1:1.75), e determinado o extrato seco.

a) Determinação da A_w

Para avaliação da atividade de água foi utilizado equipamento AquaLab 4TE marca (Meter Group). As análises foram realizadas em triplicata com aproximadamente 1 grama de amostra.

b) Determinação da capacidade espumante

Para a determinação da capacidade de formação de espuma, foi utilizada a metodologia de acordo com Murate (1995). Pesou-se 1,5 gramas da amostra liofilizada em triplicada, adicionando 50 ml de água estéril e em seguida foi homogeneizada com agitação Ultra Turrax, 10.000 rpm por 1 minuto. Após essa etapa, foi observada durante 1 minuto, a estabilidade da espuma. Com base nos valores de volume inicial e final, o valor de percentual de aumento de volume foi calculado utilizando a equação (7).

$$\% \text{aumentodevolume} = \frac{\text{volumeinicial} - \text{volumefinal}}{\text{volumeinicial}} \times 100(7)$$

c) Determinação da solubilidade

Para a determinação de solubilidade foi utilizado a metodologia sugerida por Vissoto et al. (2006) com adaptações. Pesou-se 22 gramas do produto liofilizado em béquer de 600 ml e adicionado 100 ml de água destilada a 25°C. Em seguida para total homogeneização foi utilizado agitação com mixer durante 2 minutos. A solução homogeneizada foi filtrada em peneira com abertura de 30 mesh. Os sólidos retidos na peneira de cada amostra foram pesados em cadinhos e levados a estufa a 60° C durante 24 horas. A solubilidade foi determinada pelo índice de retenção (IR) que é a relação entre a massa solúvel e insolúvel conforme a equação (8)

$$(\%)IR = \frac{122 - \text{soluçãopasantenapeneira}}{\text{soluçãopasantenapeneira}} \times 100(8)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Composição físico-química de semente de girassol (*in natura*)

Os resultados da composição proximal de 100 gramas de sementes de girassol deste estudo são ilustrados na tabela 2 com a média dos valores obtidos em triplicada. Junto com os resultados, são apresentados dados de outros estudos.

Tabela 2-Resultados de diferentes estudos sobre a composição proximal de semente de girassol (in natura)

Parâmetro	Neste estudo (Média %)	Ferreira (2020)	Leite et al. (2005)	Muttagi e Joshi (2020)
Umidade	5,4	3,5	4,8	4,8
Cinzas	3,2	3,0	4,0	3,5
Lipídios	30,3	21,7	47,3	40,3
Proteínas	20,4	20,3	24,0	20,8
Carboidrato	46,1	58,1	*20	27,4
Valor calórico (Kcal/100g)	517	509	*620	556

* Não determinados nesse estudo

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) determina pela Portaria nº 65/1993 o padrão de qualidade de sementes de girassol (figura 7) com teor de umidade de tais grãos deve ser de no máximo 13% (BRASIL, 1993). A umidade de um alimento é uma medida de extrema importância, pois o conteúdo de água pode afetar sua durabilidade, qualidade e composição (CECCHI, 2003).

Figura 7- Característica visual de semente de girassol in natura



Fonte: Aatoria (2022)

Neste estudo o teor de umidade encontrada foi de 5,4%, portanto está dentro do permitido pela legislação. De acordo com Barros *et al* (2018) sementes de girassol apresentam baixa umidade. Além disso, o teor de umidade encontrado neste estudo estão próximos dos achados de Ferreira (2020), Leite *et al* (2005) e Muttagi e Joshi (2020). O conteúdo de cinza encontrado nesse estudo (3,2%) corrobora com os achados de Ferreira (2020) e Muttagi e Joshi (2020). Cinzas indica

a quantidade de sais minerais presentes no pericarpo do grão como o fósforo, magnésio e cálcio (EMBRAPA, 1994). Cálcio, cobalto, estrôncio, cádmio e antimônio também são elementos encontrados nas sementes de girassol (PETRARU; URSACHI; AMARIEI, 2021).

O valor de proteína encontrado foi de 20,4%, valor este próximo ao encontrado em outros estudos. As sementes de girassol apresentam importante valor nutricional devido à presença de uma série de aminoácidos importantes, em seu perfil incluem triptofano, arginina, fenilalanina, tirosina, leucina, metionina e cisteína (PRETARU URSACHI; AMARIEI, 2021).

É possível observar que alguns aminoácidos presentes na semente de girassol fazem parte da lista de aminoácidos de proteínas de boa qualidade listados na Portaria Nº 222 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998). O triptofano é reportado como um aminoácido essencial. Estudos tem mostrado a relação de uma dieta rica em triptofano no combate da depressão, uma vez que o aminoácido no sistema gastrointestinal é metabolizado pela microbiota intestinal em produtos que atravessam a barreira hematoencefálica e modulam a função cerebral (LINDSETH ;HELLAND ;CASPER, 2014).

Em relação ao teor de lipídeos, o valor de diverge substancialmente dos citados na literatura que são bastante variáveis. O teor de óleos na semente de girassol pode sofrer variação dependendo da espécie devido a técnicas de melhoramento genético e molecular utilizada para aumentar o teor lipídico. (MUNDER; ARGYROPOULOS; MÜLLER, 2017). O alto conteúdo lipídico torna as sementes de girassol um grande potencial para a indústria de alimentos em diversas aplicações (TENYANG *et al.*, 2022).

O teor de carboidrato de 46,05% difere do que encontrado por outros autores. Os resultados de lipídios apresentaram grande variação entre os resultados por nós encontrados e os da literatura, o mesmo ocorre com carboidratos que são determinados por cálculo, que pode haver também interferência na composição, em função dos grãos que apresentaram revestimento de pele ou não. Muttagi e Joshi (2020) não especificaram em seu estudo se a semente de girassol tinha pele ou não.

Diferenças na composição também podem ser justificadas pela origem da semente e condições de plantio que podem variar a composição (FERREIRA, 2020).

5.2. Testes de obtenção do extrato hidrossolúvel de girassol

A tabela 3 mostra a comparação dos valores de sólidos totais obtidos quando foram testadas diferentes proporções semente: água para obtenção do extrato hidrossolúvel. Essa fase era determinante, uma vez que quanto menor a quantidade de água a ser utilizada, mais concentrado estaria o extrato, o que facilita e reduz os custos de secagem por qualquer um dos métodos aplicados. Os resultados apresentaram baixo coeficiente de variação, sugerindo uma mensuração homogênea nos dados obtidos. Observa-se que o extrato de menor proporção semente: água apresentou o maior valor de concentração de sólidos totais e os demais apresentaram redução à medida que se aumentava a quantidade de água.

Ferreira (2020) avaliou diferentes concentrados de extratos hidrossolúveis de sementes de girassol e para a concentração (1:5) obteve 21,2 % de sólidos totais este se assemelha com o obtido nesse estudo para a concentração (1:1,75) com 25% de sólidos totais, o que é interessante tanto do ponto de vista tecnológico para rendimento e custos posteriores de secagem, como do ponto de vista ambiental, pelo menor consumo de água. Se compararmos a maior proporção e a menor, a menor proporção apresenta 30% a menos de água, entretanto a concentração de extrato seco é de 50% maior, demonstrando que a redução na proporção da água não interferiu negativamente na capacidade de extração dos componentes.

O extrato hidrossolúvel de semente de girassol após os testes de sólidos totais foi elaborado na concentração (1:1,75) de acordo com a metodologia proposta, devido sua maior concentração de extrato seco.

Tabela 3-Concentrações de extrato hidrossolúvel de sementes de girassol para avaliação de sólidos totais

Proporção semente: água	Sólidos(%)	Desvio padrão	Coefficiente de Variação
1:2,5	18	±0,1	0,01
1:2,0	17	±0,6	0,04
1:1,75	25	±0,49	0,02

*Os valores são expressos como média.

5.3. Estudos preliminares para desenvolvimento do extrato em pó

5.3.1. Ensaio 1- Secagem por atomização

Nos testes (TS1) e (TSB2) foram testados dois parâmetros e concentrações de secagem em *spray drier*. Das três concentrações avaliadas inicialmente conforme a tabela 3, duas foi testada para secagem de acordo com teor de sólidos e parâmetros de secagem do equipamento como mostra a quadro 6.

Quadro 6-Parâmetros de secagem aplicados para obtenção de extrato em pó de semente de girassol em *spray drier*

Teste	C	Sólidos	Solução (ml)	TE (°C)	TS (°C)	VS	BA	VA
TS1	1:2,5	18%	200	160	100	0,3 l/ h	1,3 mm	0,67 m ³
TSB2	1:1,75	25%	200	150	100	0,3 l/ h	1,3 mm	1,95 m ³

*TS1 (sem farinha de banana); *TSB2 (com e sem farinha de banana) *C- Concentração; *TE-Temperatura de entrada; *TS – Temperatura de saída; *VS-Vazão de saída; *BA-Bico Atomizador; *VA-Vazão de Ar.

O rendimento de secagem em *spray drier* depende primeiramente da concentração da solução original. Neste estudo para o teste (TS1) a solução original apresentava 18% de concentração. O extrato aquoso de semente de girassol foi atomizado, contudo o pó não obteve rendimento significativo e grande parte da amostra ficou retida no equipamento. Ao final do processo o rendimento foi de 2,93%.

Em função do resultado do teste (TS1), foi proposto como solução o emprego de um material que encapsulasse as partículas do extrato, reduzindo sua adesão e proporcionando maior rendimento. Acredita-se que a adesão das partículas nas paredes do *spray dryer* se deu por causa do alto conteúdo de lipídios presente na semente de girassol. Dentro das possibilidades que poderiam ser empregadas, foi escolhida a farinha de banana, devido seu caráter funcional, a fim de manter a proposta do produto dentro do nicho mais natural, pois amidos resistentes e alguns carboidratos podem contribuir para melhorar a retenção e a solubilidade do óleo durante a secagem (CARNEIRO *et al.*, 2013). Portanto a aplicação da farinha de banana para a proposta do produto é cabível.

No teste (TSB2) a solução original apresentava 25% de concentração, onde foi incorporada a farinha de banana. Em 200 ml de extrato hidrossolúvel de sementes de girassol foi adicionado 20 gramas de farinha de banana. Ao final da secagem, obtiveram-se respectivamente rendimentos de 0,5% e 1,45% para solução incorporada com farinha de banana e solução sem farinha de banana. Nota-se que a adição de farinha de banana não melhorou o rendimento do pó se comparado ao teste (TS1) e (TSB2) sem sua adição.

Foi observado que houve a secagem, contudo em ambos os ensaios grande parte do material seco ficou aderida as paredes do equipamento, na câmara de secagem. Tal material apresentava aspecto bastante oleoso como mostra a figura 8.

Figura 8- Aderência da solução de extrato de girassol e farinha de banana



Fonte: Aatoria (2022)

Esta ineficiência no processo pode está relacionado a parâmetros de secagem aplicados. Segundo Muzaffar et al (2018) matérias primas de base vegetal podem apresentar algumas limitações tecnológicas que estão ligadas às propriedades higroscópicas e termoplásticas ou seja, a capacidade do produto aderir nas paredes do secador, reduzindo a eficiência de secagem, o rendimento e um pó estável.

Os testes (TS1) e (TSB2) em secagem por *spray drier* não apresentaram resultados satisfatórios para secagem da solução hidrossolúvel de girassol dentro dos parâmetros e possibilidades definidas. Ao invés disso, optou-se por mudar a tecnologia de secagem e realizar testes com a liofilização.

5.3.2. Ensaio 2- Secagem por liofilização

No teste (LIO2), foi utilizado um extrato hidrossolúvel com concentração de 25%. Os parâmetros utilizados para obter o extrato seco utilizando a técnica de liofilização são descritos no quadro 7.

Quadro 7-Parâmetros de secagem aplicados para obtenção de extrato em pó de semente de girassol em liofilizador

Teste	Concentração de sólidos(%)	Quantidade da solução (ml)	Temperatura de secagem (°C)	Tempo de secagem (h)
LIO2	25	400	- 62	168

Fonte: Aatoria (2022)

Para obtenção do pó por liofilização não foram testadas novas concentrações do extrato hidrossolúvel, pois a proporção (1:1,75), apresentou uma quantidade significativa de sólidos. Devido o método não apresentar os problemas de aderência e baixo rendimento como constatado nos testes com *spray drier*, não foi incorporada na solução farinha de banana. Ao final do processo o extrato hidrossolúvel apresentou rendimento de 0,33 g/ ml, por esta razão foi definido como método de secagem para este experimento. Na figura 9 é possível observar as características visuais do produto após a secagem por liofilização.

Figura 9- Aspecto visual do extrato hidrossolúvel de semente de girassol liofilizado



Fonte: Aatoria (2022)

5.4. Composição físico-química do extrato hidrossolúvel de semente de girassol liofilizado

Os resultados da composição físico-química do extrato hidrossolúvel em pó são apresentados na tabela 4. Também foi determinada a atividade de água que apresentou resultado ao final de 0,62. A A_w ideal para leite em pó é de 0,70 para que produto não seja deteriorado por microrganismos (FDA, 2014).

De acordo com Ribeiro e Seravalli (2007) os alimentos podem ser classificados de acordo com a atividade de água em baixa umidade até 0,60, umidade intermediária 0,60 e 0,90 e alta umidade acima de 0,90. Portanto neste estudo o produto está classificado como umidade intermediária. O valor encontrado é interessante para controle de reações químicas enzimáticas, aspectos sensoriais e microbiológicos, contudo se o alimento for vulnerável a rancidez oxidativa os valores de atividade de água não devem ter uma redução muito grande, pois as reações acontecerão com maior rapidez. (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Tabela 4- Características físico-químicas do extrato em pó liofilizado

	Umidade(%)	Cinzas(%)	Proteína(%)	Lipídios(%)	Carboidratos
Extrato	6,9± 2,5	3,0 ± 0,07	18 ± 1,8	34,7 ± 0,3	44,3 ± 1,6
Coefficiente de variação	0,03%	0,02%	0,10%	0,01%	0,02%

*Os valores são expressos como média ± desvio padrão

Interessante observar que a composição do extrato hidrossolúvel em pó de semente de girassol obtido apresenta valores de cinzas, proteínas e lipídeos semelhantes aos do grão original. Foi possível observar que ao final obteve um produto que manteve o percentual de composição muito semelhante ao da matéria-prima, apresentando valores muito próximos para a maioria dos nutrientes e da umidade. Isso não indica, entretanto que todos esses componentes foram integralmente extraídos dos grãos. Embora se trate de um extrato em pó e haja diferença de afinidade dos seus constituintes com a água (EMBRAPA, 1994).

O teor de umidade é o fator mais importante para a prevenção da qualidade de um alimento e sua estabilidade frente ao armazenamento. Demonstra também a eficiência do processo de liofilização em retirar água do processo, obtendo um produto final seco de fácil conservação, menor volume e menor peso para armazenamento, embalagem e transporte (MUNDER; ARGYROPOULOS; MÜLLER, 2017).

O extrato liofilizado de girassol foi comparado com três marcas comerciais de produtos em pó que seriam concorrente direto dentro do segmento de bebidas vegetais (extrato de soja e de arroz) e o leite em pó, um concorrente indireto, mas um produto referência no segmento. É possível observar na tabela 5 que o extrato liofilizado de girassol apresentou o maior valor de proteína dentre as bebidas vegetais, o maior de lipídios e o menor em carboidratos. Comparando com o leite em pó, os valores de proteína são menores no extrato de girassol, lipídios são maiores e carboidratos se equivalem. Importante ressaltar que para cada um desses grupos de nutrientes temos composições completamente diferentes, como perfis de aminoácidos, ácidos graxos e teores de amido e carboidratos não-amido.

Tabela 5-Comparação da composição proximal do extrato hidrossolúvel liofilizado de girassol com outros produtos comerciais

Produto g (100g)	Umidade(%)	Proteína (%)	Lípidios(%)	Carboidratos(%)
Extrato Liofilizado de girassol	6,8 ± 2,54	18 ± 1,87	34.7 ± 0,3	44,3 ± 1,6
Extrato de soja em pó	-	*40	*21	*21
Leite em pó	-	*24,8	*26,8	*40
Extrato de arroz em pó	-	*6,7	*0	*83

*Resultados calculados

Para o valor de lipídio, dentre as bebidas, o extrato de girassol se destaca pelo seu alto conteúdo de ácidos oleico e linoleico (Food Standards Agency e Institute of Food Research, 2002). E por contribuir para manutenção da imunidade, devido seu grande teor de antioxidantes (ISLAM *et al.*, 2016).

O regulamento técnico de identidade e qualidade de alimentos classifica alguns aminoácidos como de boa qualidade e alguns destes estão presentes em sementes de girassol (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998). Com a composição do extrato determinada foi possível elaborar um quadro contendo as informações nutricionais a respeito do produto pronto para consumo. Em seu preparo seriam utilizadas 25 gramas de extrato em pó e 100 ml de água. Levando em consideração uma dieta de 2000 Kcal pode-se observar no quadro 8 que a porção de 25 g de extrato liofilizado de semente de girassol está dentro dos limites de valores diários recomendados para energia diária de um indivíduo. Portanto mesmo que a semente de girassol seja um produto calórico, considerando uma porção de 100g, quando diluída para preparo de bebida, nota-se que há uma redução na ingestão calórica.

Ou seja, uma porção de 25 g pode fornecer os nutrientes necessários dentro dos limites de recomendação de ingestão diária de cada nutriente.

Quadro 8-Tabela nutricional de bebida em pó de semente de girassol

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
1 porção de 25 g			
Porção: 25g ((1 colher e ½ de sopa)			
	100 g	25g	%VD*
Valor energético (kcal)	524	131	6,5
Carboidratos totais (g)	44,3	11,06	3,5
Açúcares totais (g)	0	0	**
Açúcares adicionados (g)	0	0	0
Proteínas (g)	18	4,7	7,8
Gorduras totais (g)	34,7	7,57	12,6
Gorduras saturadas (g)	*5,20	*1,13	1,76
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	*	*	*
Sódio (mg)	*	*	*

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

* Não determinados nesse estudo

Fonte: Aatoria (2022)

De acordo com Ministério da Saúde (2008) uma alimentação saudável adequada, deve conter todos os nutrientes em uma ingestão diária, sendo considerados os carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, fibras e minerais para um bom funcionamento do organismo. Na alimentação em geral, os carboidratos são predominantes por serem responsáveis pelo maior fornecimento de fonte de energia. Grande parte da ingestão diária recomendada é proveniente de carboidratos (BLUM *et al.*, 2016).

O produto em pó liofilizado de semente de girassol de acordo com a tabela nutricional apresenta baixo valor de carboidratos o que é interessante para dietas com menos ingestão desse nutriente. O valor calórico é em maior predominância devido às gorduras, contudo a maior quantidade é de caráter poliinsaturado. As gorduras saturadas não foram analisadas neste estudo, mas determinadas

baseando-se a partir do valor obtido da composição de lipídeos do extrato em pó liofilizado a fim de ser informado na tabela nutricional. A composição lipídica nas sementes de girassol se divide em 15% de ácidos graxos saturados e 85% de ácidos graxos insaturados, ou seja, contém a maior parte em predominância de gorduras consideradas boas e pobre em gorduras saturadas (AKKAYA, 2018).

O consumo dessas gorduras é benéfico devido à presença de ácido oleico e linoleico que tem mostrado resultados na redução do colesterol da lipoproteína de baixa densidade e o colesterol total (TENYANG *et al.*, 2022). Em relação à quantidade de proteína, pode se considerada significativa uma vez que ao ser preparado, quase 8% da necessidade diária, seriam satisfeitas.

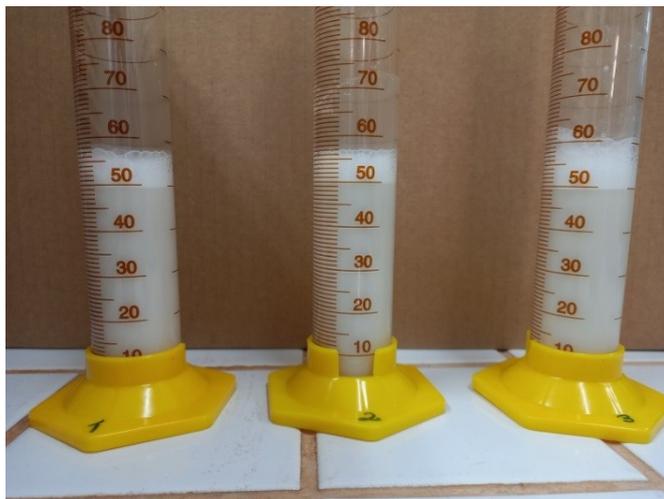
5.4.1. Capacidade espumante

Na figura 10 é possível observar as amostras do teste de capacidade de espuma. Estes foram adaptados ao tempo de controle para estabilidade em 2 minutos a fim de avaliar se haveria alguma alteração, contudo ambos os testes não apresentaram diminuição no volume inicialmente formado.

O extrato apresentou uma capacidade de formação de espuma de 16%, esse resultado está abaixo do obtido por Murate (1995) em seu estudo com concentrado protéico de sementes de girassol em diferentes temperaturas, obteve 17 e 24% de formação de espuma. A qualidade de um produto está associada à composição, sua propriedade funcional e nutricional, sendo que a propriedade tecnológica influencia no comportamento das proteínas, e uma dessas alterações está relacionada na formação da espuma. Além do aspecto tecnológico, a espuma possui um grande apelo visual e sensorial se tornando mais atraente para consumidor (BERTUCCI *et al.*, 2020).

De acordo Deotale *et al* (2020) a espuma é uma característica importante sensorialmente desejável pelo consumidor, além de ser vista como um atributo que melhora a aceitabilidade e o corpo da bebida. É possível observar na (figura 10) que a formação de espuma no extrato proporcionou um aspecto visual interessante simulando a bebida pronta para consumo.

Figura 10- Formação de espuma em amostras de extrato hidrossolúvel de girassol



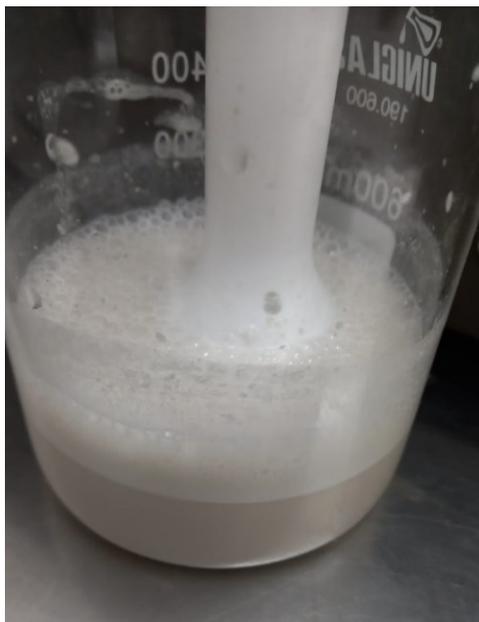
Fonte: Aatoria (2022)

5.4.2. Solubilidade

Os valores de solubilidade foram superiores a 99 %, sugerindo que a retenção é bem pequena, considerando que a solubilidade foi quase que total do extrato liofilizado em pó. No estudo com achocolatados em pó, Vissoto et al (2006) obteve solubilidade acima de 99%, contudo foi necessário um processo adicional onde foi incorporado lecitina para promover a eficiência na solubilidade. Oliveira e Virginio (2018) analisaram solubilidade em extratos liofilizados de dois tipos de arroz (branco e vermelho), tanto um quanto o outro apresentaram valores acima de 99% de solubilidade. A alta solubilidade era esperada, uma vez que se trata de um produto onde apenas água agiu como solvente. De modo geral os resultados deste estudo demonstram que o processo de obtenção do extrato de sementes de girassol e a eficiência da etapa de filtração foram eficientes, evitando a incorporação de compostos pouco solúveis e de frações mais grosseiras do produto.

De acordo com Felix (2016) a solubilidade é um atributo importante para a indústria de alimentos e também requisitada pelos consumidores, que a consideram um fator de qualidade, pois produtos com maior solubilidade são reconstituídos rapidamente e de forma homogênea, sem a presença de partículas suspensas ou parte do produto depositado no fundo. O aspecto do produto é visto na figura 11.

Figura 11- Aspecto visual do produto reconstituído



Fonte: Aatoria (2022)

6. CONCLUSÃO

Em função do resultado obtido quanto á composição proximal e as propriedades tecnológicas do extrato em pó sugerem que o método de secagem por liofilização foi mais eficiente para um melhor rendimento do produto. Também devido as suas características se apresenta como um produto que possui potencial para comercialização mediante a incorporação de novas análises de estabilidade e testes sensoriais principalmente quanto à aparência que é um dos principais requisitos responsáveis em agregar valor para aceitação do produto. Além disso, devido à natureza rica em lipídeos e sua atividade de água podem ser avaliados tipos de embalagem a que venham garantir a qualidade do produto durante o armazenamento evitando possíveis degradações.

Apesar do melhor rendimento na técnica de liofilização, o processo é demorado e de alto custo, portanto a avaliação de novos parâmetros de secagem em *spray drier* é interessante a fim de garantir um produto em pó com custo mais acessível. Estudos envolvendo novas matrizes encapsulantes e mudanças em parâmetros de processo podem ser exploradas.

Os estudos de secagem com o extrato aquoso de semente de girassol mostrou que a semente é uma matéria prima de alto valor que pode ser inserida na linha de bebidas vegetais em pó, uma vez que o mercado para esses produtos vem crescendo de forma exponencial.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. **Diário Oficial da União**. 03 de maio de 1999.

_____. RESOLUÇÃO-RDC Nº 268, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. Regulamento técnico para produtos protéicos de origem vegetal. **Diário Oficial da União**, 22 DE SETEMBRO DE 2005.

_____. RESOLUÇÃO-RDC Nº 272, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, 22 DE SETEMBRO DE 2005.

_____. RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 269, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. “Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (idr) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União** 23 de setembro de 2005.

GHARSALLAOUI, A; ROUDAUT, G; CHAMBIN, O; VOILLEY, A; SAUREL, R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: **An overview**. 2007.

AKKAYA, M, R. Prediction of fatty acid composition of sunflower seeds by near-infrared reflectance spectroscopy. **J Food Sci Technol**. v. 6, p. 2018.

ADELEKE, B, S; BABALOLA, O. Oluranti. Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. **Food Sci Nutr**. v. 8, n. 9, p. 4666-4684, 2020.

ALVES, M. Lançada Norma para Alimentos Veganos e Vegetarianos – ISO 23662. Alimentarius Consultoria. 2021. <[https://alimentusconsultoria.com.br/lançada-norma-para-alimentos-veganos-e-vegetarianos-iso->](https://alimentusconsultoria.com.br/lançada-norma-para-alimentos-veganos-e-vegetarianos-iso-) Acesso em 15 nov. 2021.

AVILA, A. Alimentos plant-based – Definição e Regulação no Brasil. 2020. <<https://formulajr.com.br/alimentos-plant-based-definicao-e-regulacao-no-brasil/>> Acesso em 15 nov. 2021.

ASSEGEHEGN, G; BRITO DE LA FUENTE, E; FRANCO, J, M; GALLEGOS, C. The importance of understanding the freezing step and its impact on freeze-drying process performance. **J. Pharm. Sci**. v. 108, p. 1378–1395. 2019.

AGROTIMES. Sunflower, 2021. Disponível em : <https://agrotimes.ua/>

AGRITEMPO. Clima e Agricultura. Disponível em:
<https://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/girassol.html>

BERK Z. Food Process Engineering and Technology. **Elsevier BV**; Amsterdam, The Netherlands: 2009.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**, Brasília, BR, 2008. Disponível em:
<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2008.pdf> Acesso em 15 nov. 2021.

BUECH, J. INNOVATE DRINKS LAUCHED GERMANY IN 2017. Disponível em: <
<https://www.mintel.com/blog/drink-market-news/innovative-drinks-launched-in-germany-in-2017>>

BLUM, J. E. ; RAMONI, E. O; BALBI, M. E. **Elaboração de extrato hidrossolúvel (leite) a partir de Semente de girassol germinada (*helianthus annus* L., asteraceae) e Avaliação de sua composição nutricional**. Universidade Federal do Paraná. 2016.

CHANG W., TAYLOR S.A. The effectiveness of customer participation in new product development: a meta-analysis. **J. Mark.** v. 80, p. 47–64. 2016.

CALEGARI, F, SOUSA, I, FERREIRA, M, G, S; BERTON, M,A,C; MARINO, C,E,B. Influence of the Operating Conditions on the Release of Corrosion Inhibitors from Spray-Dried Carboxymethylcellulose Microspheres. 2022.

CARNEIRO, H, C. F.; TONON, R. V; GROSSO, C. R. F; HUBINGER,M, D. Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. **Journal of Food Engineering**, v. 115, n. 4, p.443-451, 2013.

CECCHI, H, M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Editora Unicamp, Edição: 2, Campinas, 2003.

CHENG C; YANG, M. Creative process engagement and new product performance: The role of new product development speed and leadership encouragement of creativity. 2019.

CONCEIÇÃO, M, C; FERNANDES, T, N; DE RESENDE, J, V. Stability and microstructure of freeze-dried guava pulp (*Psidium guajava* L.) with added sucrose and pectin. **Journal of Food Science and Technology**. v. 53, n. 6 p. 2654–2663. 2016.

CRUZ. Matheus de souza. **Mercado de produtos plant-based análogos aos lácteos: Uma revisão do perfil alimentar Processamento e perspectivas futuras**. Trabalho de Conclusão de Curso obtenção do título de Bacharel. Universidade Federal de Lavras. MG, 2021.

DANTAS, D; PASQUALI, M, A; CAVALCANTI – MATA, M; DUARTE, M, E; LISBOA, H, M. Influence of spray drying conditions on the properties of avocado powder drink. **Food Chemistry**. n. 266, p. 284,291, 2018.

DIJKSTERHUIS G. New product failure: Five potential sources discussed. **Trends Food Sci. Technol**. v. 50, p. 243–248, 2016.

DEOTALE, S; DUTTA, MOSES, J,A; BALASUBRAMANIAM, V,M; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Foaming Characteristics of Beverages and Its Relevance to Food Processing. **Food Engineering Reviews** v. 12, p. 229-250, 2020.

DAS, A; CHAUDDHURI, U, R; CHAKRABORTY, R. Cereal based functional food of Indian subcontinent: a review. **J Food Sci Technol**, v. 49, n. 6, p. 665-672, 2012.

ESTADÃO. Plant-based: como está a regulamentação no Brasil?. 2022. <https://summitagro.estadao.com.br/saude-no-campo/plant-based-como-esta-a-regulamentacao-no-brasil/> .

EMBRAPA. **Girassol: cultivar precoce e produtiva é opção para safrinha no cerrado**. Cerrados, DF, 2010.

EMBRAPA. Cultura do girassol. EMBRAPA- CNPSO. **Circular técnica nº 13**. p. 36, Londrina, 1997.

_____. Disponível em <https://www.embrapa.br/girassol>

_____. **Girassol Derivados protéicos**. Londrina, 1994.

FANG, Z; BHANDARI B. Encapsulation of Polyphenols - A Review. **Trends Food Sci. Technol**. 2010.

FELIX, C, H, P. **Microencapsulação de óleo essencial de canela por Atomização com emprego de diferentes materiais de Parede**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química. Universidade federal de minas gerais departamento de engenharia química, 2014.

FORLEO, MB; PALMIERI, N; SUARDI, A; COALOA, D; PARI, L. The eco-efficiency of rapeseed and sunflower cultivation in Italy. Joining environmental and economic assessment. **Journal of Cleaner Production** , v.172 , p.3138–3153. 2018.

FOOD STANDARDS AGENCY. 2002. Disponível em: <<https://www.food.gov.uk/>> Acesso em 15 nov. 2021.

FOOD CONECTION. Regulação brasileira precisa avançar para acompanhar setor plant-based. 2022. <<https://www.foodconnection.com.br/ingredientes/regulacao-brasileira-precisa-avancar-para-acompanhar-setor-plant-based>> Acesso em 15 nov. 2021.

FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. Freeze dried vegetable powder market. 2020. <<https://www.fortunebusinessinsights.com/freeze-dried-vegetable-powder-market-103256>. > Acesso em 15 nov. 2021.

FOOD BEVERAGE INSIDER. Dairy's big splash: Traditional staple moves into the future digital magazine. 2022. <<https://www.foodbeverageinsider.com/dairy/dairys-big-splash-traditional-staple-moves-future-digital-magazine>>

FAOSTAT. Sunflower Crude and refined oils. **Agribusiness handbook**, 2010.

FERREIRA, C, N, P. **DETERMINAÇÃO DA ANÁLISE QUÍMICA E PROPRIEDADES EMULSIFICANTES E ESPUMANTES DA FARINHA DE GIRASSOL**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto municipal de Ensino Superior de Assis. 2011. <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811290062.pdf>> Acesso em 15 nov. 2021.

FDA. ITG SUBJECT: WATER ACTIVITY (a w) IN FOODS. 2014. Disponível em: [https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods#:~:text=The%20water%20activity%20\(a%20w\)%20of,distilled%20water%20under%20identical%20conditions](https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods#:~:text=The%20water%20activity%20(a%20w)%20of,distilled%20water%20under%20identical%20conditions)

FUTURE MARKET INSIGHTS. Vegetable beverage Market. 2021. Disponível em: <<https://www.futuremarketinsights.com/>>

GAZZOLA, Adriano et al. **A cultura do girassol**. 2012. Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na Disciplina LPV0506: Plantas Oleaginosas, graduação em Engenharia Agrônômica. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

GRASSO, S; OMOARUKHE, E; WEN, X; PAPOUTSIS, K; METHVEN, L. The use of upcycled defatted sunflower seed flour as a functional ingredient in biscuits. **Foods**. v. 8 p.305. 2019.

GRAND VIEW RESEARCH. **Plant Based Beverage Market**. 2020. Disponível em : <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/plant-based-beverages-market>>

GUO, S; GE, Y; JOM, Kriskamol, N, J. A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common sunflower seed and sprouts (*Helianthus annuus* L.) **Chemistry Central** v. 95, 2017.

HUA T; C, LIU, B, L; ZHANG, H. Liofilização de Produtos Farmacêuticos e Alimentares. v.198. **Elsevier Science Bv**; Amsterdam, Holanda. Liofilização de Produtos Farmacêuticos e Alimentares; págs. 1–257. 2010.

HOTTOT, A; VESSOT, S; ANDRIEU, J. Freeze drying of pharmaceuticals in vials: Influence of freezing protocol and sample configuration on ice morphology and freeze-dried cake texture. **Chem. Eng. Process.** v.46 p. 666–674. 2007

HORVAT, A; BEHDANI, B, FOGLIANO, V; LUNING, P,A. A systems approach to dynamic performance assessment in new food product development.2019.

ISLAM R.T., HOSSAIN M.M., MAJUMDER K., TIPU A.H. In vitro Phytochemical Investigation of Helianthus annuus Seeds. **Bangladesh Pharm. J.** v. 19 p. 100–105. 2016.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físicos e químicos para análises de alimentos. 4. ed. São Paulo: 2008.

JALALABAD, F; SAMERI, A; REECE, E, M. Product Development: From Concept to Marke. **Semin Plast Surg.** v. 4 p. 191–195, 2018.

KUDRA, T; MUJUMDAR, AS. Advanced Drying Technologies. Informa UK Limited; Colchester, Reino Unido: 2009.

LINDSETH, Glenda; HELLAND, Brian; CASPERS, Julie The Effects of Dietary Tryptophan on Affective Disorders. **Arch Psychiatr Nurs.** n. 2 v. 29, p. 102-107, 2015.

LEÃO, R. LEIA ESSE TEXTO ANTES DE COLOCAR “VEGANO” NO SEU RÓTULO. Alimentarius Consultoria. 2020. <<https://alimentusconsultoria.com.br/>> Acesso em 15 nov. 2021.

LUZ, D,V,D. **Desenvolvimento de produtos: um estudo de caso.** Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, 2016.

LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. Girassol no Brasil. **Embrapa. Soja.** Londrina, 641p., 2005.

MARQUES, L, G. **Liofilização de frutas tropicais.** 293 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MARTIN, Peter. Plant based food labelling : What the law says. 2021.
<https://www.foodmanufacture.co.uk/Article/2021/11/29/Vegan-food-labelling-what-the-law-says>

MONTOYA-WEISS, M, M; O'DRISCOLL, T, M. From experience: Applying performance support technology in the fuzzy front end. **Journal of Product Innovation Management**, v.2, p. 143–161, 2000.

MINTEL.PLANT-BASED DRINKS OFFER OPPORTUNITIES FOR THE CHINESE MARKET. 2020. Disponível em: < <https://www.mintel.com/blog/drink-market-news/plant-based-drinks-offer-opportunities-for-the-chinese-market>>

MUNDER, S; ARGYROPOULOS, D; MÜLLER, J. Class-based physical properties of air-classified sunflower seeds and kernels. **Biosyst. Eng.** v. 64 p.124–134 2017

MUZAFFAR K, DINKARRAO BV, KUMAR P. Optimization of spray drying conditions for production of quality pomegranate juice powder. **Cogent Food Agric.** v.2 p.1–9. 2016.

Ministério da Saúde. PORTARIA Nº 222, DE 24 DE MARÇO DE 1998. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e qualidade de alimentos para praticantes de atividade física. Secretaria de Vigilância Sanitária. Brasília, 1998.

MOHAMMED, N.K.; TAN, C.P.; MANAP, Y.A.; MUHIALDIN, B.J.; HUSSIN, A.S.M. Spray Drying for the Encapsulation of Oils—**A Review. Molecules.** 2020.
<https://doi.org/10.3390/molecules25173873>

MUTTAGI, G, C; JOSHI, N. Physico-chemical composition of selected sunflower seed cultivars. **Int. J. Chem. Stud.** v.8 p.2095–2100, 2020.

MURATE, E, H; PRUDENCIO-FERREIRA, S, H. Propriedades Funcionais de Concentrado Protéico Extrusado de Sementes de Girassol. **Brazilian Archives of Biology and Technology** v. 42. n 2. 1998.

NATIONAL LAW REVIEW. Plant-Based Food Labeling Legislative Update. 2021.
 <<https://www.natlawreview.com/article/plant-based-food-labeling-legislative-update>> Acesso em 15 nov. 2021.

NEW HOPE. Rooted in plants: Innovation expands market for plant-based foods. 2021. Disponível em: <https://www.newhope.uat.gcp.informamarkets.com/food-and-beverage/rooted-plants-innovation-expands-market-plant-based-foods>

IHEANACHOR, I; UMUKORO, O, I; DAVID-WEST, O. The role of product development practices on new product performance: Evidence from Nigeria's financial services providers, v. 164. **Technological Forecasting and Social Change**, 2021.

NOWAK, D; JAKUBCZYK, E. The Characteristic of the Process Course and the Effect of Its Parameters on the Physical Properties of Food Materials, v.9, n. 10 , p. 1488, 2020.

NOWAK, D, O. New lyophilization kinetics evaluation system and sorption properties of dry products or lyophilization tool how to control and evaluate the course of lyophilization. **Imprensa da Universidade de Ciências da Vida de Varsóvia**; Varsóvia, Polônia: p. 217, 2017.

OLIVER; M;C. ALQUICIRA; E;P. The Role of Microencapsulation in Food Application. **Molecules**. 2022.

OLIVEIRA, D, M; VIRGINIO, G, V. Obtenção do extrato de arroz liofilizado para elaboração de bebida de extrato hidrossolúvel de arroz com jambolão. **Revista Tecnológica**. v. 27, n. 1, p, 38-47. 2019.

OIKONOMOPOULOU V.P; KROKIDA M.K; KARATHANOS, V,T. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. **Procedia Food Sci**. v. 1 p. 647–654. 2011.

PAREKH J, CHANDA S. In vitro screening of antibacterial activity of aqueous and alcoholic extract of various Indian plant species against selected pathogens from Enterobacteriaceae. **Afr J Microbiol Res**. n. 6, v. 1, p. 92–99, 2007.

PARK, J, S ;SUZUKI, S. Product Creativity as an Identity Issue: Through the Eyes of New Product Development Team Members. **Front Psychol**. 2021.

PEREIRA, Alexandre. **Uma abordagem bibliográfica sobre bebidas vegetais: seu potencial econômico, consumo, características de composição e processo produtivo**. 2020. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

PRO VEG INTERNACIONAL. **European Consumer Survey on Plant-based Foods**. 2020

PRETARU, A; URSACHI, F, AMARIEI, S. Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient. **Plants Basel**. v.17, p. 2487. 2021.

RIBEIRO, J.L. et al. Comunicado técnico - Comportamento de genótipos de girassol no município de Mata Roma, MA, no período de 2008 a 2011. Teresina, PI: 2012.

RIBEIRO, E, P; SERAVALLI, E, A,G. Química de Alimentos, 2º ed. São Paulo, 2007.

ROSA, Jéssica et al. **Análise físico-química de sementes de girassol (Helianthus annuus) E SEU CONTEÚDO NUTRICIONAL**.. In: Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos, 2013, . Anais eletrônicos Mato Grosso: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2013.

ROZENFELD, H; FORCELLINI, F, A; AMARAL, D, C.; TOLEDO, J.C; SILVA, S,L; ALLIPRANDINI, D, H; SCALICE, R,K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANCHEZ V., BAEZA R., GALMARINI M.V., ZAMORA M.C., CHIRIFE J. Freeze-Drying Encapsulation of Red Wine Polyphenols in an Amorphous Matrix of Maltodextrin. **Food Bioprocess. Technol.** 2020.

SOUZA, A,V; FERNANDES, J, F; TRALLI, J;B; GALVÃO, P.
Aplicação da secagem por spray drying para a produção de extratos vegetais secos. **Revista Científica Unilago.** 2016.

STATISTA. Forest Market value of sunflower seeds worldwide from 2015 to 2025. <<https://www.statista.com/statistics/982107/global-sunflower-seed-market-value/>> Acesso em 15 nov. 2021.

SILVA, Joyce Grazielle Siqueira; REBELLATO, Ana Paula PALLONE, Juliana Azevedo Lima. Bebidas alternativas ao leite: tendências, composição nutricional, potencial biativo e bioacessibilidade. **Avanços em ciência e tecnologia de alimentos.** v.4. 2021.

SZYCHOWSKI P.J; LECH K; SENDRA E; HERNÁNDEZ F; FIGIEL A; WOJDYŁO A; CARBONELL-BARRACHINA Á. K. Biocompounds, antioxidant activity, and sensory attributes of quinces as affected by drying method. **Food Chem.** 2018;

SETTY Y., RAMANA MURTHY J.V. Development of a model for drying of solids in a continuous fluidized bed dryer. *Indian J. Chem. Technol.* 2003

TAKAHASHI, S; TAKAHASHI, V. P. Gestão de inovação de produtos: estratégia, processo, organização e conhecimento. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007.

THE GUARDIAN. **White gold : The unstoppable rise of alternative milks.**
Disponível em: <<https://www.theguardian.com/news/2019/jan/29/white-gold-the-unstoppable-rise-of-alternative-milks-oat-soy-rice-coconut-plant>>

TRELEA I.C; FONSECA, F; PASSOT, S. Dynamic modeling of the secondary drying stage of freeze drying reveals distinct desorption kinetics for bound water. **Dry. Technol.** v. 34 p. 335–345, 2016.

TENYANG, N, PONKA, R, TIENCHEU, B; DJIKENG; F, T; WOMENI, N, H.
Effect of boiling and oven roasting on some physicochemical properties of sunflower seeds produced in Far North, **Cameroon.Food Sci Nutr.** v. 2, p. 402–411. 2022.

VISSOTTO, F,Z; MONTENEGRO, F, M; SANTOS, J,M ; OLIVEIRA, S, J, R.
avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas

propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, v. 26 n. 3, p. 666-671, 2006.

WANG Y; KOTSIS, S, V; CHUNG, K, C. Applying the concepts of innovation strategies to plastic surgery. **Plast Reconstr Surg**. v. 2, p. 483-490, 2013.

YEGOROV, B; TURPUROVA, T; SHARABAEVA, E; BONDAR, Y. Prospects of using by-products of sunflower oil production in compound feed industry. **Journal of Food Science Technology** Ucrânia , 2019.

YUYAMA, T, S. **Secagem da polpa de camu-camu pelo método de *spray dryer* usando dextrinas como material de parede**. Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos. Campo Mourão, 2016.

YAMASAKI, F, Y. **Aplicação da tecnologia de *spray drying* em encapsulação de aromas na indústria de alimentos**. Trabalho de conclusão de curso. Bacharel em Farmácia. Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2020.

YANG, Tingyi; DHARMASENA, Senarath. U.S. Consumer Demand for Plant-Based Milk Alternative Beverages: Hedonic Metric Augmented Barten's Synthetic Model. **Foods**. n. 10, v. 2. p. 265. 2021.