

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

Dayanandra Pereira de Abreu



LIOFILIZAÇÃO DE FRUTAS: UM PANORAMA NACIONAL E
INTERNACIONAL COM BASE EM DOCUMENTOS PATENTÁRIOS

RIO DE JANEIRO

2023

Dayanandra Pereira de Abreu

LIOFILIZAÇÃO DE FRUTAS: UM PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL
COM BASE EM DOCUMENTOS PATENTÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenharia de Alimentos

Orientador: D.Sc. Ricardo Schmitz Ongaratto

Rio de Janeiro

2023

CIP - Catalogação na Publicação

P1621 Pereira de Abreu, Dayanandra
Liofilização de frutas: um panorama nacional e internacional com base em documentos patentários / Dayanandra Pereira de Abreu. -- Rio de Janeiro, 2023.
76 f.

Orientador: Ricardo Schmitz Ongaratto.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Bacharel em Engenharia de Alimentos, 2023.

1. liofilização. 2. frutas. 3. patentes. 4. mapeamento tecnológico. 5. engenharia de alimentos.
I. Schmitz Ongaratto, Ricardo, orient. II. Título.

Dayanandra Pereira de Abreu

LIOFILIZAÇÃO DE FRUTAS: UM PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL
COM BASE EM DOCUMENTOS PATENTÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Engenheira de
Alimentos

Aprovado em 20 de julho de 2023.

Ricardo Schmitz Ongaratto, D.Sc., UFRJ

Karen Signori Pereira, D.Sc., UFRJ

Aline Mara Barbosa Pires, D.Sc, INPI

Rio de Janeiro
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a minha ancestralidade e a todos que fizeram da luta pela educação e igualdades as suas causas. Houve um tempo, não tão remoto da história, em que nem mulheres tampouco pessoas negras podiam cursar o ensino superior. É através da educação que tornamos o mundo melhor, mais justo e progressista.

Obrigada a minha mãe Denise e ao meu pai Renato por todo o imenso suporte e incentivo, pelas palavras de confiança, os ensinamentos e por me ensinarem desde pequena o valor da educação.

Obrigada ao professor Dr. Ricardo pela orientação, apoio e toda a transferência de saberes durante a graduação e no desenvolvimento do TCC.

Obrigada à professora Dra. Lourdes por ter me encantado com a ciência de alimentos ainda no ensino médio. Agradeço também a todos os professores que tive na vida, pois contribuíram para a minha formação, em especial a professora Dra. Cheila Mothé (*in memoriam*) pela grande referência e orientação e aos professores Dra. Carla Reis e Dr. Daniel Perrone pela orientação nas iniciações científicas durante a graduação.

Obrigada à professora Dra. Karen Signori e à Dra. Aline Pires pela disponibilidade e contribuição.

Obrigada a minha tia e madrinha Dayse que desde criança me ensinava a olhar por outros ângulos e a minha avó Denair por todo o carinho e pela grande referência.

Obrigada ao meu parceiro Hugo pelas palavras de encorajamento, todo apoio e companheirismo.

Obrigada aos meus amigos Mateus, Itam, Lívia, Vic, Pedro e irmão Renato por toda a ajuda, estarem comigo nos momentos difíceis e terem feito dessa caminhada mais leve.

Agradeço à UFRJ, a minha segunda casa por alguns anos, por todo o apoio, pelo ensino público de excelência e por oferecer oportunidades de crescimento pessoal e profissional com diferentes atividades acadêmicas. Obrigada aos professores, técnicos e terceirizados que fazem desse espaço uma Universidade tão prestigiada. É com muito orgulho que levarei o nome dela na minha formação.

RESUMO

ABREU, Dayanandra Pereira de. **Liofilização de Frutas: um panorama nacional e internacional com base em documentos patentários**. Rio de Janeiro, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A liofilização é um método de conservação no qual o alimento é desidratado em baixas temperaturas, pois a água livre contida na matriz no estado sólido é transferida diretamente para a fase gasosa. Tendo em vista que as frutas *in natura* possuem uma vida comercial reduzida devido à alta atividade de água, a liofilização é uma estratégia eficiente para conservá-las. O presente trabalho teve como principal objetivo realizar o mapeamento tecnológico da liofilização das frutas com o viés da tecnologia de conservação através das patentes depositadas na base internacional Derwent. Com a busca pelo código A23B-007/024 e a palavra-chave “*fruit*” foram recuperados 329 documentos no intervalo de tempo entre 01/01/1970 (data mais antiga da base) e 31/01/2023. Estes foram analisados em duas partes: quantitativamente, através das áreas de conhecimento, códigos IPC, depositantes, país de depósito, ano de publicação e grupos tecnológicos (equipamentos industriais, desenvolvimento de novos processos e produtos) e, qualitativamente, com a interpretação baseada nos grupos tecnológicos. Além disso, uma análise mais detalhada dos documentos patentários depositados no Brasil foi realizada. Os resultados demonstraram a relevância do objeto de estudo através das reivindicações das tecnologias e modelos de utilidade nas áreas de engenharia, tecnologia de alimentos e química. Nos pedidos de patente foram identificados equipamentos industriais que tornam a liofilização mais eficiente, processos que tornam a operação mais vantajosa e novos produtos, tais como *snacks*, farinhas, produtos com benefício terapêutico e formulações contendo frutas liofilizadas. As diversas aplicações e novidades tecnológicas identificadas em diferentes ramos demonstram as múltiplas possibilidades da liofilização de frutas.

Palavras-chave: Derwent; mapeamento tecnológico; tecnologia de alimentos; método de conservação; patentes.

ABSTRACT

ABREU, Dayanandra Pereira de. **Liofilização de Frutas: um panorama nacional e internacional com base em documentos patentários**. Rio de Janeiro, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Freeze-drying is a method of preservation in which the food is dehydrated at low temperatures because the unattached water contained in the food in the solid state is transferred directly to the gas phase. Considering that fresh fruits have a reduced commercial life due to their high water activity, freeze-drying is an efficient strategy to preserve them. The present study aims to perform the technological mapping of freeze-dried fruits as conservation technology through the patents deposited in the international Derwent database. With the search for the code A23B-007/024 and the keyword fruit, 329 patent documents were recovered in the period between 01/01/1970 (oldest date in the base) and 31/01/2023. These were analyzed in two parts: quantitatively through the areas of knowledge, IPC, depositors, country of deposit, year of publication and technological field (industrial equipment, development of new processes and products), and qualitatively, based on the technology. In addition, it was realized a more detailed analysis of the Brazilian patent documents. The results demonstrated the relevance of the object of study through the claims of the technologies and utility models in the areas of engineering, food technology and chemistry. With the analysis it was possible to identify the various applications and novelties, new products with great market potential and new utility models focused on process efficiency. In the patent applications were identified industrial equipment that makes freeze-drying more efficient, processes that make the operation more advantageous, and new products, e.g. snacks, flours, product with therapeutic benefit, and formulations containing freeze-dried fruits. The various technological novelties identified demonstrate the multiple possibilities of freeze-drying of fruits.

Keywords: Derwent; patent mapping; food technology; preservation method; patents.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama de fases da água mostrando a sublimação do gelo	23
Figura 2 – Liofilizador de bancada.....	24
Figura 3 – Liofilizador industrial	24
Figura 4 – Principais componentes do liofilizador.....	24
Figura 5 – Transferência de calor e massa durante a liofilização.....	26
Figura 6 – Fluxograma da produção das frutas liofilizadas.....	28
Figura 7 – Exemplo de classificação internacional de patentes	33
Figura 8 – Evolução dos pedidos de patentes sobre liofilização de frutas ao longo do tempo	46
Figura 9 – Gráfico dos grupos tecnológicos	47
Figura 10 – Gráfico das áreas de conhecimento dos documentos patentários brasileiros.....	48
Figura 11 – Gráfico com a classificação dos equipamentos industriais	50
Figura 12 – Gráfico com a classificação dos novos processos.....	53
Figura 13 – Gráfico com a classificação dos novos produtos	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferenças entre a secagem convencional e a liofilização	29
Tabela 2 – Áreas de conhecimento.....	40
Tabela 3 – Principais códigos IPC.....	41
Tabela 4 – Principais países de depósito	43
Tabela 5 – Principais depositantes.....	45
Tabela 6 – Depositantes brasileiros	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAFRUTAS	Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados
B2B	Business to business
B2C	Business to consumer
CAGR	Taxa de crescimento anual composto
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
CPC	Cooperative Patent Classification
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DWPI	Derwent World Patents Index
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FLV	Frutas, legumes e verduras
FMI	Future Market Insights
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPC	International Patent Classification
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LPI	Lei da Propriedade Industrial
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PCT	Tratado de Cooperação em matéria de Patentes
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PVR	Pressão de vapor relativa

LISTA DE SÍMBOLOS

a_a	Atividade de água (-)
P	Pressão da água no alimento (Pa)
P_0	Pressão de vapor da água pura (Pa)
R	Taxa de evaporação ($\frac{g}{m^2 h}$)
A	Área da troca térmica (m^2)
m_s	Massa do sólido seco (g)
X	Umidade em base seca (-)
t	Intervalo de tempo (h)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	15
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 FRUTAS	16
3.1.1 Classificação climática das frutas	16
3.1.2 Classificação botânica das frutas	17
3.1.3 Composição química das frutas	17
3.1.4 Relação do consumo de frutas e promoção da saúde	20
3.1.5 Perdas e desperdícios das frutas	21
3.2 LIOFILIZAÇÃO	23
3.2.1 Princípios da liofilização	23
3.2.1.1 Congelamento e secagem	25
3.2.2 Frutas liofilizadas	27
3.2.3 Vantagens do método	28
3.3 MERCADO	30
3.3.1 Mercado das frutas.....	30
3.3.2 Mercado das frutas liofilizadas.....	31
3.4 SISTEMA PATENTÁRIO	32
3.4.1 Patentes.....	32
3.4.1.1 Classificação das patentes	33
3.4.2 Mapeamento e prospecção tecnológica	34
3.4.3 Patentes e alimentos	36
4 METODOLOGIA.....	38
4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA.....	38
4.2 ANÁLISE QUALITATIVA.....	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 ANÁLISE QUANTITATIVA.....	40
5.1.1 Áreas de conhecimento e códigos IPC	40
5.1.2 País de depósito	43
5.1.3 Depositantes	44
5.1.4 Ano de publicação	45
5.1.5 Grupos tecnológicos	46

5.1.6 Patentes brasileiras	47
5.2 ANÁLISE QUALITATIVA.....	50
5.2.1 Equipamentos industriais.....	50
5.2.1.1 Enfoque no aumento da eficiência.....	50
5.2.1.2 Melhorias no liofilizador	51
5.2.1.3 Equipamentos para criação de novos produtos	52
5.2.1.4 Equipamentos com outras funcionalidades	52
5.2.2 Desenvolvimento de novos processos	52
5.2.2.1 Aumento das vantagens da liofilização	53
5.2.2.2 Processos para criação de novos produtos.....	54
5.2.2.3 Processos de maior eficiência.....	55
5.2.2.4 Outros processos.....	55
5.2.3 Desenvolvimento de novos produtos.....	55
5.2.3.1 Produtos com textura alterada decorrente do processamento.....	56
5.2.3.2 Frutas liofilizadas	57
5.2.3.3 Composições.....	58
5.2.4 Patentes brasileiras	58
6 CONCLUSÕES.....	61
7 REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A – DOCUMENTOS PATENTÁRIOS SELECIONADOS PARA ANÁLISE QUALITATIVA.....	70
APÊNDICE B – DOCUMENTOS PATENTÁRIOS BRASILEIROS	76

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, justificado pela vasta extensão territorial com diversidade de climas e biomas (VIDAL, 2022). O país possui vantagem competitiva devido à presença de muitas espécies, desde as tropicais, subtropicais até as temperadas, com destaque em vendas para as tropicais e de clima temperado (DOMINGUES, 2019).

As frutas possuem um perfil nutritivo excelente, contendo diversos minerais, vitaminas, fibras e compostos antioxidantes. Devido ao teor considerável de açúcares, odor exuberante e sabor agradável são atrativas sensorialmente. Porém, devido à alta atividade de água, as frutas *in natura* possuem uma vida comercial pequena, podendo causar perdas econômicas na cadeia de alimentos. Diante disso, a perecibilidade da matriz torna-se um empecilho a ser superado nas etapas de conservação, transporte e comercialização (SILVA *et al.*, 2021).

Uma solução para aumentar a vida comercial da matriz é reduzir a atividade de água. Com esta finalidade, os métodos de secagem são utilizados desde tempos remotos, através da exposição dos alimentos ao sol (SILVA *et al.*, 2021). A secagem ocorre através da remoção da água, com o aumento da temperatura, através dos fenômenos de sublimação ou evaporação (CELESTINO, 2010).

Dentre as possíveis técnicas, destaca-se a liofilização, uma operação unitária que combina os fenômenos da secagem com o congelamento. A desidratação nesta operação ocorre em temperaturas baixas e pressão controlada e o principal fundamento é a remoção da água livre do estado sólido diretamente para o estado gasoso (FELLOWS, 2019).

Pode-se citar como vantagens da operação o aquecimento suave que garante a preservação de compostos nutricionais e das características sensoriais, a melhor capacidade de reidratação e o armazenamento em temperatura ambiente das frutas (TERRONI *et al.*, 2013). Além disso, o método pode prevenir as perdas nas fases do pós-colheita, transporte, armazenamento e comercialização, sem a adição de aditivos químicos (CELESTINO, 2010). A isenção destes compostos pode ser um fator atrativo para alguns consumidores mais exigentes por alimentação natural (FMI, 2022).

Diante desse cenário, estudos mercadológicos apontam que há um crescente perfil de consumidor mais preocupado com a qualidade de vida e relação da saúde e alimentação (FMI, 2022). Ao considerar a rotina de vida acelerada, as frutas liofilizadas ganham destaque, pois são fontes de vitaminas, compostos antioxidantes e minerais, com uma vida comercial

estendida, e estão associadas à conveniência e praticidade (TERRONI *et al.*, 2013). Por isso, as pesquisas mercadológicas projetam bons indicadores de crescimento para a área de frutas liofilizadas, devido à maior procura por produtos comumente associados à saudabilidade (FMI, 2022).

Por fim, adiciona-se ao cenário da globalização comercial, a necessidade das indústrias de alimentos de fornecerem alimentos seguros e garantirem as novidades, a fim de acompanhar a competitividade propiciada pela tecnologia atual (ABREU, 2017; TEIXEIRA, 2013). A inovação tecnológica é essencial para a criação de estratégias de crescimento, diferenciação e vantagem competitiva de uma empresa (KIMURA *et al.*, 2019).

A prospecção tecnológica mapeia os desenvolvimentos tecnológicos e científicos, influenciando significativamente a indústria, a sociedade e a economia. Através da prospecção é possível entender as potencialidades, a evolução e as características da tecnologia em diferentes setores econômicos, contribuindo diretamente para o crescimento econômico e vantagem competitiva (RODRIGUES *et al.*, 2022; OLIVEIRA E RODRIGUES, 2020).

Uma possível metodologia de prospecção tecnológica é a análise de patentes. As análises estatísticas realizadas a partir dos documentos patentários são indicadores relevantes para mensurar a inovação em ciência e tecnologia, pois refletem o estado atual da técnica (RODRIGUES *et al.*, 2022; TEIXEIRA, 2013). Além disso, o sistema de patentes incentiva de forma eficiente a inovação, garantindo a proteção da propriedade intelectual das indústrias, dos institutos, universidades e centros de pesquisa (CRECCA *et al.*, 2023).

2 OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo mapear, interpretar e analisar o conhecimento tecnológico sobre a liofilização de frutas presentes em documentos patentários.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo proposto, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- i) Criação da melhor expressão de busca para retorno adequado de documentos patentários: levantamento de palavras-chave e campo de pesquisa.
- ii) Análise quantitativa global: levantamento do número total de documentos, classificando-os em países de origem, ano de publicação, depositantes, áreas de conhecimento, códigos do sistema de classificação internacional (IPC, do inglês *International Patent Classification*) e grupos tecnológicos (equipamentos industriais, desenvolvimento de novos processos e novos produtos).
- iii) Análise qualitativa global: análise e interpretação dos documentos publicados entre 2021 e 2023 a fim de avaliar o panorama mais atual.
- iv) Análises quantitativa e qualitativa dos documentos depositados no Brasil: quantitativamente as patentes foram classificadas por códigos IPC, áreas de conhecimento, ano de publicação, depositante, região e grupos tecnológicos e, qualitativamente, foram interpretados do ponto de vista tecnológico frente às novidades relatadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 FRUTAS

A Resolução nº 12 de 1978, do Ministério da Saúde, define fruta como o produto procedente da frutificação de uma planta. As frutas surgiram a partir do processo evolutivo das plantas, cujas funções são proteger as sementes e/ou ajudar na dispersão delas (CNNPA, 1978).

Essa classe de alimentos pode ser dividida de acordo com a produção de gás carbônico no pós-colheita: climatéricas, por exemplo, maçã, abacate, mamão e banana e não climatéricas, por exemplo, uva, laranja, abacaxi e morango. As frutas climatéricas apresentam aumento da atividade respiratória até um valor máximo. A continuidade da respiração das frutas promove alterações físicas, químicas e fisiológicas, garantindo o amadurecimento. Enquanto as frutas não climatéricas, após a colheita, exibem uma queda constante na atividade respiratória (ESKIN, HOEHN, 2013).

As frutas climatéricas se modificam após a colheita, de modo que são observadas mudanças ao longo do tempo, tais como: aumento de tamanho, mudança de cor, alterações na textura e dos compostos químicos (redução do teor de ácidos ao longo da maturação) e emissão de compostos voláteis. Essas modificações não são observadas para as não climatéricas, por isso, estas devem ser colhidas já maduras e armazenadas sob as condições adequadas (CANHOTO, 2021).

Eskin e Hoehn (2013) relatam que conforme o peso das frutas aumenta, em decorrência da maturação, as concentrações de dióxido de carbono e de etileno crescem até atingirem um pico na produção, fase da plena maturação. Após o pico, as frutas climatéricas entram em estado de declínio, a fase de senescência. Diante disso, para as frutas climatéricas, alterações na concentração do gás etileno auxiliam no retardamento ou aceleração do estágio de maturação.

3.1.1 Classificação climática das frutas

De acordo com Barbieri e Vizzotto (2012), as frutas podem ser classificadas de acordo com o clima em que são cultivadas.

i) Frutas de clima temperado:

- Pomáceas: pera, maçã e outras.
- Frutas de caroço: pêssego, damasco, cereja, nectarina, ameixa e outras.

- Pequenas frutas ou bagas: framboesa, amora-preta, morango, mirtilo, uva e outras.

ii) Frutas de clima subtropical:

- Frutas cítricas: toranja, lima, limão, laranja, mandarinas e outras.
- Frutas não cítricas: figo, abacate, kiwi, romã e outras.

iii) Frutas de clima tropical:

- Mamão papaia, abacaxi, manga, banana, caju, goiaba, sapoti, maracujá e outras.

3.1.2 Classificação botânica das frutas

Botanicamente, nem toda fruta pode ser considerada um fruto. Pela classificação botânica, as frutas se dividem em:

- Fruto: desenvolvimento completo do ovário das flores de angiospermas, depois da fecundação do óvulo, com ou sem sementes. A maioria dos frutos confere uma camada de proteção das sementes e, devido às características sensoriais agradáveis e atrativas para os animais, desempenha a função de dispersão das sementes (BARBIERI, VIZZOTTO, 2012).
- Infrutescência: derivada de diversas flores de uma inflorescência, e, além dos ovários, outras partes da flor contribuem para a estrutura. Representantes dessa classificação são o abacaxi e a jaca (BARBIERI, VIZZOTTO, 2012).
- Pseudofruto: órgão semelhante a uma baga, formado pelo crescimento das partes acessórias da flor, por exemplo, o pedúnculo do caju (BARBIERI, VIZZOTTO, 2012).
- Fruto agregado: resultado da associação de vários frutos, sendo cada um oriundo de um carpelo individual de uma flor, como a framboesa, morango e amora (CANHOTO, 2021).

3.1.3 Composição química das frutas

As frutas possuem em sua composição química: água, proteínas, lipídios, minerais, enzimas, ácidos orgânicos, substâncias aromáticas, pigmentos, vitaminas e carboidratos. O teor destas substâncias depende de diferentes fatores, tais como: espécie, cultivar, condições de plantio, fase de maturação e condições de armazenamento (VICENZI, 2007).

O principal componente químico das frutas é a água, representando cerca de 80 a 95% da composição. O composto majoritário é responsável por características sensoriais importantes, com destaque para a suculência e textura. A água presente na matriz pode ser dividida em água livre e água ligada (BAUER *et al.*, 2014).

Fellows (2019) define a atividade de água (a_a) ou pressão de vapor relativa (PVR) como a razão da pressão de vapor da água no alimento (P) e a pressão de vapor saturada da água (P_0) na mesma temperatura, conforme a equação 1.1.

$$a_a = \frac{P}{P_0} \quad (1.1)$$

A atividade de água relata a disponibilidade da água para a atividade enzimática, a ocorrência de reações químicas e a multiplicação de micro-organismos (FELLOWS, 2019). Como a atividade de água das frutas se encontra acima de 0,9, o alimento *in natura* é muito suscetível à deterioração microbiana e possui baixa vida comercial. Dessa forma, a manipulação deste parâmetro é uma ferramenta importante para a extensão da conservação do alimento (BAUER *et al.*, 2014).

Os carboidratos possuem teor variando entre 2 e 20%, a depender da espécie e do estado de maturação do fruto. O composto é fundamental para a saúde humana, pois fornece energia. O grau de polimerização é o principal critério de classificação destes componentes (TOBARUELA, 2016), sendo que as frutas contêm diferentes sacarídeos, destacando-se, segundo Vicenzi (2007):

- Monômeros simples: glicose e frutose.
- Dímero: sacarose.
- Polímeros: as substâncias pécicas, formadas pelo monômero de ácido galacturônico, celulose e hemicelulose, presentes na parede celular. Os três polissacarídeos relatados não são digeridos pelo organismo dos humanos, caracterizando as fibras alimentares (VICENZI, 2007).

O teor de proteína nas frutas é baixo, entre 1 e 2% da composição nutricional. Além disso, os aminoácidos contidos são os não essenciais, aqueles cujo corpo humano consegue sintetizar. Por isso, as frutas não são boas fontes proteicas (BAUER *et al.*, 2014).

As enzimas são proteínas globulares solúveis com atividade biológica específica que catalisam reações metabólicas sem efeitos secundários. Estas são ativadas em condições de pH e temperatura adequadas e causam diferentes mudanças nas características organolépticas das frutas, as quais podem ser desejáveis ou indesejáveis. Por exemplo, um impacto positivo é

que, após a colheita, as frutas climatéricas se tornam mais amolecidas. Em contrapartida, exemplo de efeito indesejável é a mudança na coloração com as reações de escurecimento enzimático (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

De acordo com Vicenzi (2007), as frutas possuem em sua composição, de forma majoritária, os seguintes grupos de enzimas:

- Pectinases: responsáveis pela clarificação de sucos e pelo amolecimento dos tecidos no decorrer da maturação, devido à degradação das substâncias pécticas.
- Amilases: atuam na hidrólise do amido.
- Proteases: hidrolisam as proteínas.
- Fenolases: polifenolases e polifenoloxidasas, causadoras do escurecimento enzimático.

As frutas apresentam baixo valor de lipídios, variando entre 0,1 e 0,7%, com exceção do abacate (8,4%) e do açaí (3,9%) (TACO, 2011). Ainda, o morango, a uva e o tomate possuem uma parcela maior de gordura nas sementes (VICENZI, 2007).

Os minerais estão contidos em torno de 0,3 a 0,8%, sendo o potássio o composto majoritário. Outros micronutrientes desta categoria são cálcio, magnésio, fósforo, sódio, cloro, enxofre, zinco, cobre, manganês, cobalto, molibdênio e iodo (VICENZI, 2007). No entanto, devido à alta solubilidade desses componentes, os mesmos são facilmente perdidos por lixiviação durante o processamento envolvendo operações de imersão em água (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

As substâncias aromáticas são formadas por diferentes compostos químicos orgânicos, podendo ser ésteres, álcoois, cetonas, aldeídos, terpenos, fenóis e/ou lactonas. Essas são responsáveis pelas características de sabor e aroma das frutas e variam com o grau de maturação (VICENZI, 2007).

As vitaminas variam de 10 a 2000 mg/100g, com destaque para as vitaminas C, hidrossolúvel, A e E, lipossolúveis (VICENZI, 2007; BAUER *et al.*, 2014). O teor destes micronutrientes é influenciado pelo pH do meio, presença de oxigênio, metais e da luz. Contudo, devido ao processamento térmico ser a principal causa da redução da atividade das vitaminas, outras operações unitárias podem ser utilizadas para preservá-las (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Os pigmentos são responsáveis pelas diferentes cores da matriz alimentar e encontram-se nos vacúolos, cloroplastos e líquido citoplasmático das células. A classe pode

ser dividida em pigmentos lipossolúveis, cuja solubilidade ocorre em moléculas apolares, como os lipídios, e hidrossolúveis, que são solubilizados em moléculas polares, comumente a água. Os principais pigmentos presentes nas frutas são as clorofilas, responsáveis pela cor verde, os carotenoides, atribuem as cores laranja, amarela e vermelha e os flavonoides, que se dividem em antocianinas e colorem com as cores vermelha, roxa e azul, e antoxantinas, que conferem as cores incolor, amarelo e laranja (VICENZI, 2007).

Vicenzi (2007) relata como exemplos dos pigmentos majoritários nas frutas:

- Carotenoides: goiaba, laranja, manga e maracujá.
- Clorofilas: kiwi e maçã verde.
- Flavonoides: limão, banana, morango, ameixa e amora.

Ademais, estão presentes em menor quantidade, com cerca de 0,4% a 1%, os ácidos orgânicos, sendo estes, o ácido cítrico (laranja, limão, tomate), málico (maçã, pera), tartárico (uva, abacate) e oxálico (carambola). A classe se encontra na forma livre, disponível para as reações químicas, e é responsável pela garantia do baixo pH das frutas, que fica em torno de 3,5 (BAUER *et al.*, 2014). Estas substâncias químicas conferem também os gostos amargo e ácido, de acordo com o percentual contido. Conforme a fruta avança na maturação o teor dos ácidos diminui, por isso, sensorialmente, percebe-se que as frutas mais maduras tendem a ser mais doces (VICENZI, 2007).

3.1.4 Relação do consumo de frutas e promoção da saúde

As frutas possuem diversos macronutrientes e micronutrientes, tais como: fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos, substâncias químicas não essenciais que conferem benefícios para a saúde humana. Estudos científicos e a Organização Mundial da Saúde (OMS) relatam que o consumo de frutas, legumes e verduras (FLV) pode apresentar um potencial de prevenção e fator de proteção das doenças crônicas não transmissíveis (alguns tipos de câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares) (OMS, 2020).

Ainda, de acordo com Souza *et al.* (2019), o consumo regular, em porções satisfatórias de FLV, associado a hábitos de vida saudáveis, pode estar relacionado com menor risco de mortalidade em doenças cardiovasculares e neoplasias. Por isso, a OMS preconiza um consumo de 400g/dia, sendo equivalente a cinco porções, de 80g cada, de frutas, legumes e/ou verduras.

Os corantes naturais presentes nas frutas, além de conferirem a cor, podem apresentar benefícios para a saúde devido às características funcionais, ações antioxidantes e potencial na

melhora da resposta imune e anti-inflamatória (BERGMANN *et al.*, 2021). A clorofila, por exemplo, foi descrita por Ferreira e Sant'Anna (2017) como um agente antitumoral.

Os carotenoides, como β -caroteno e licopeno, são fontes de pró-vitamina A, isto é, são convertidos em vitamina A pelo organismo. Por isso, conferem efeito protetor para a pele contra a radiação ultravioleta, possuem ação antioxidante, protegem as células do estresse oxidativo e previnem as doenças crônicas não transmissíveis (BERGMANN *et al.*, 2021).

De acordo com Birt e Jeffery (2013), os flavonoides podem prevenir as doenças crônicas cardiovasculares, com relatos de melhorias na dilatação do fluxo sanguíneo e na pressão arterial. Ainda, estudos confirmaram que as frutas silvestres podem conferir proteção contra a diabetes tipo II e doenças cardiovasculares (BIRT, JEFFERY, 2013).

Os compostos fenólicos estão contidos em diversas frutas, como limão, laranja, uva, cereja, ameixa e mamão. Quimicamente, a classe pode ser definida como um conjunto de substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxílicos. Os compostos fenólicos possuem ação antioxidante comprovada por estudos científicos e um dos benefícios é a atividade anticarcinogênica para diversos tipos de câncer, por exemplo, de cólon, esôfago, pulmão, mama e pele (ANGELO, JORGE, 2007).

Uma alimentação diversa, colorida e equilibrada garante a ingestão dos nutrientes necessários para o funcionamento do organismo humano e dos compostos bioativos (BERGMANN *et al.*, 2021; ESKIN, HOEHN, 2013). Portanto, diante desse cenário, justifica-se a relação do consumo de frutas com um estilo de vida mais saudável, possível prevenção das doenças crônicas não transmissíveis, promoção da saúde e melhora do bem-estar (RAMÍREZ *et al.*, 2015).

3.1.5 Perdas e desperdícios das frutas

Segundo Silva *et al.* (2021) as perdas no setor de frutas ocorrem em torno de 40%, após a colheita até a chegada ao local de venda direto ao consumidor. O alto percentual ocasiona perdas econômicas e de produtividade, podendo causar um aumento no preço para a venda.

De acordo com a (FAO, 2019), cerca de 14% dos alimentos produzidos no mundo, destinados para o consumo humano, avaliados em US\$ 400 bilhões, são perdidos anualmente entre a colheita e o mercado varejista. Estima-se ainda que 17% dos alimentos sejam desperdiçados entre o varejo e o consumidor, totalizando um total de 31% de perdas e desperdícios.

Alguns estudos sugerem que a perda das frutas e dos vegetais, ao longo da cadeia produtiva, é a de maior proporção. Em contrapartida, a população humana global cresce de forma acelerada. Por isso, a redução das perdas e desperdícios de alimentos é um dos fatores estratégicos e possui uma meta específica (meta 12.3) nos objetivos de desenvolvimento sustentável preconizados pela ONU (AUGUSTIN *et al.*, 2020).

Com a meta 12.3, a ONU recomenda que até 2030, seja reduzido pela metade o desperdício de alimentos *per capita* mundial, nos níveis de varejo e do consumidor. Preconiza também a redução das perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita (IPEA, 2019).

No Brasil, a meta 12.3 foi desmembrada em dois subitens. O subitem 12.3.1 planeja que até 2030, o desperdício de alimentos *per capita* nacional seja reduzido, em nível de varejo e do consumidor, com a redução das perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita. O subitem 12.3.2, por sua vez, regula sobre a necessidade de estabelecer um marco regulatório para a redução do desperdício de alimentos no Brasil. Esse marco a ser criado, além da redução das perdas e do desperdício, deve estar orientado para ampliar o acesso da população brasileira para uma alimentação adequada e saudável (IPEA, 2019).

Portanto, a partir da meta 12.3, o Brasil pretende realizar um levantamento multifatorial com os pontos críticos das causas da perda e do desperdício de alimentos, as possíveis soluções e os graus de intervenção. A partir disso será possível criar um plano de ação para solucionar o problema, incluindo os diferentes atores da sociedade (IPEA, 2019).

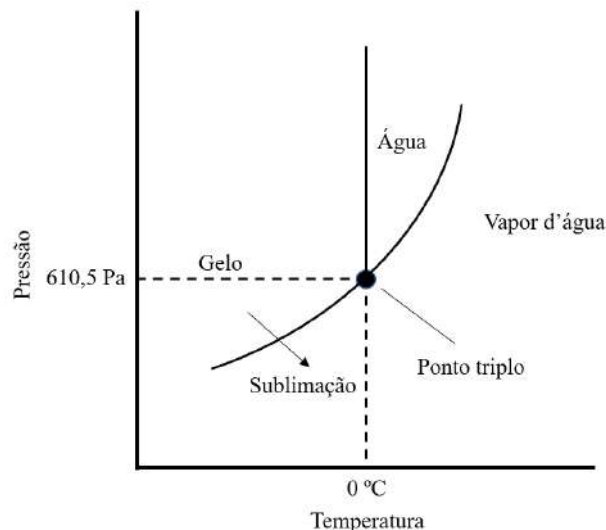
Além do desperdício das matrizes alimentares, que poderia alimentar pessoas em situação de insegurança alimentar, perde-se também recursos importantes, tais como: terra, água, energia e horas de trabalho. Diante desse cenário, a liofilização pode ser um método promissor no combate à perda e desperdício da cadeia produtiva das frutas, entre o varejo e o consumidor, uma vez que a operação unitária aumenta a vida comercial das frutas (DOMINGUES, 2019; TERRONI *et al.*, 2013).

3.2 LIOFILIZAÇÃO

3.2.1 Princípios da liofilização

Fellows (2019) descreve a liofilização, também chamada de criodesidratação, como uma operação unitária de diferentes finalidades, dentre as quais a conservação de alimentos. O processo ocorre em duas etapas: congelamento e secagem (sublimação e dessorção). Um dos princípios físico-químicos do método é a sublimação (Figura 1), que ocorre quando a pressão do vapor de água se encontra abaixo de 610,5 Pa e a água está congelada. Ao promover o aquecimento, o gelo sólido sublima imediatamente para o estado de vapor.

Figura 1 – Diagrama de fases da água mostrando a sublimação do gelo



Fonte: Fellows , 2019

O liofilizador (Figuras 2 e 3) contém uma câmara a vácuo, aquecedor, câmara de condensação e bomba de vácuo (MARQUES, COSTA, 2015). A Figura 4 apresenta os principais componentes de um liofilizador, os quais possuem as seguintes funções (TERRONI *et al.*, 2013):

- Câmara de vácuo: o principal objetivo é a redução da pressão para que não haja a fusão do gelo e o alimento fica contido nesse compartimento.
- Aquecedor: fornece o calor latente necessário para a sublimação.
- Câmara de condensação: é formado por serpentinas de refrigeração e transforma os vapores produzidos em água.
- Bomba de vácuo: remove os vapores não condensáveis.

Figura 2 – Liofilizador de bancada



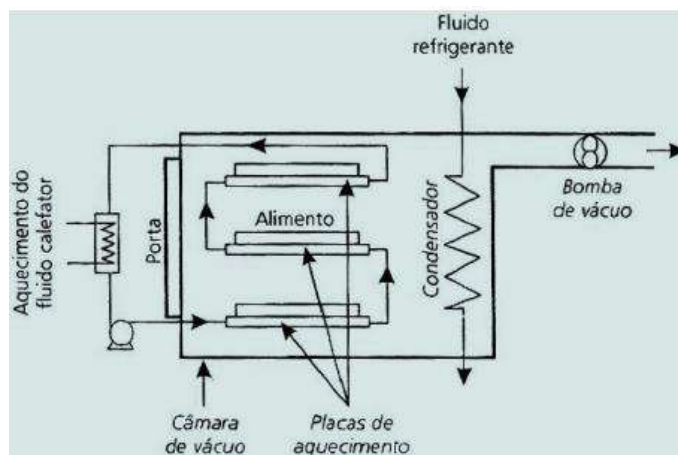
Fonte: Celestino, 2010

Figura 3 – Liofilizador industrial



Fonte: Marques, Costa, 2015

Figura 4 – Principais componentes do liofilizador



Fonte: Ordóñez *et al.* (2005) apud Garcia (2009)

Existem diferentes tipos de equipamento, diferenciando-se no modo do fornecimento de calor para a superfície do alimento. Além disso, esses equipamentos podem operar de forma contínua ou em batelada (TERRONI *et al.*, 2013).

3.2.1.1 Congelamento e secagem

Durante a liofilização a etapa prévia é o congelamento e ela ocorre em três etapas (MARQUES e COSTA, 2015):

- i. Redução da temperatura do alimento até 0°C, com remoção de calor sensível.
- ii. Formação e crescimento dos cristais de gelo representando a mudança de fase da água, por meio da remoção de calor latente. A temperatura varia entre -1°C a -5°C durante o congelamento.
- iii. Redução da temperatura do alimento com retirada de calor sensível, até atingir a temperatura de equilíbrio com o meio refrigerante.

Dessa forma, pequenas frações do alimento são congeladas de forma rápida, de modo a reduzir o tamanho dos cristais do gelo e, conseqüentemente, inibir as mudanças negativas relativas à estrutura celular e promover uma melhor reidratação, se houver (FELLOWS, 2019).

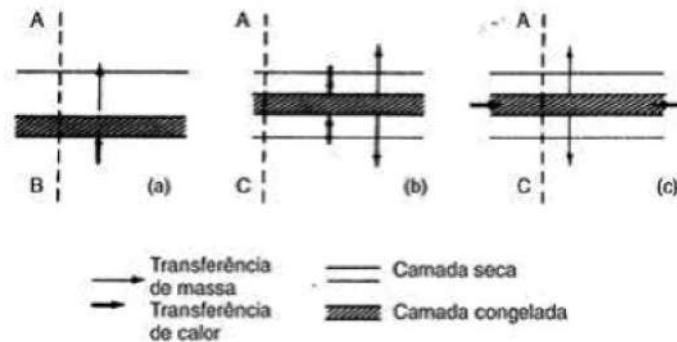
A secagem, influenciada pelos fenômenos de transferência de calor e massa, ocorre em duas etapas: sublimação, até um teor de 15% de umidade e, subseqüentemente, dessorção, com a evaporação da água não congelada até alcançar cerca de 2% de umidade. A taxa de secagem (R), quantidade de água a ser evaporada em um intervalo de tempo (t) para uma área de troca térmica (A), conforme a equação (1.2), depende de alguns fatores, sendo estes: resistência à transferência de calor e, de menor relevância, resistência à transferência de massa através do fluxo de calor (MARTINS *et al.*, 2020; YANNIOTIS, 2008).

$$R = - \frac{m_s}{A} \frac{dx}{dt} \quad (1.2)$$

Durante a primeira etapa da secagem, a água congelada é retirada por sublimação. O calor entra em contato com a frente de sublimação através de três vias: a) camada congelada, b) camada seca (fase não congelada) e c) por geração interna (por micro-ondas) (FELLOWS, 2019). Para os três caminhos (a, b e c) (Figura 5), a transferência do vapor de água pela frente de sublimação ocorre através da camada seca. O vapor se desloca para uma região de baixa pressão através do alimento parcialmente desidratado. O calor necessário, ofertado para o

sistema por micro-ondas ou por condução, depende da espessura do alimento e da área de exposição (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Figura 5 – Transferência de calor e massa durante a liofilização



Fonte: Fellows, 2019

Durante a secagem ocorre a remoção da água através do movimento dos cristais de gelo para a fase do vapor de água, caminho a. Uma grama de gelo produz 2m^3 de vapor a 67Pa, por isso, vários metros cúbicos de vapor são removidos com a pressão da câmara do liofilizador abaixo da pressão de vapor na superfície do gelo. Na etapa de remoção utiliza-se a bomba de vácuo e, posteriormente, ocorre a condensação através da serpentina de refrigeração (FELLOWS, 2019).

Como o gradiente de temperatura é pequeno, a velocidade de desidratação é eficiente apenas se o produto possuir uma espessura pequena. Por isso, ao decorrer da liofilização, a espessura diminui e a transferência é facilitada. Porém, a transferência do vapor de água pela camada seca torna-se mais difícil, devido ao aumento dessa camada ao longo do processo. Esse é o fator limitante da velocidade de secagem (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Além disso, o aumento da diferença de temperatura provoca o aumento da taxa de calor. Contudo, o aquecimento é limitado visto que na liofilização a temperatura da superfície está entre 40°C e 65°C , de forma a evitar a desnaturação proteica (FELLOWS, 2019).

Para a transferência através da camada seca, caminho b, a transferência depende da área superficial do alimento, do gradiente de temperatura entre a superfície do alimento e da camada de gelo e da condutividade térmica da camada seca, formada pela sublimação do gelo. A câmara é mantida a pressão constante, logo, a temperatura da frente de gelo permanece constante (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Para a geração interna, caminho c, o calor é produzido no interior da matriz alimentar congelada, dessa forma a espessura da camada seca não é tão crítica e a velocidade da

secagem é mais rápida. Porém, a perda de gelo é maior do que a eliminação da água, o gasto energético é maior e podem ocorrer alterações indesejáveis nos alimentos. Comumente, as micro-ondas são combinadas com a superfície aquecida, o que reduz o tempo total de secagem entre 33% e 50% (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Na segunda etapa da secagem ocorre a dessorção, onde a água ligada (em torno de 5 a 10% do total da água do alimento) é removida na faixa de 30°C a 50°C, garantindo a estabilidade da matriz alimentar. Após, o gelo é removido e o alimento parcialmente seco continua no liofilizador até que a temperatura se iguale à da placa (20°C a 60°C). Esse processo demora entre 2 a 6 horas. Posteriormente, um gás inerte é utilizado, quebrando o vácuo, garantindo que não haja uma nova absorção de umidade pelo alimento. O alimento liofilizado possui uma estrutura porosa frágil, por isso, é necessária a proteção eficiente contra choques mecânicos (MARQUES *et al.*, 2014; TERRONI *et al.*, 2013).

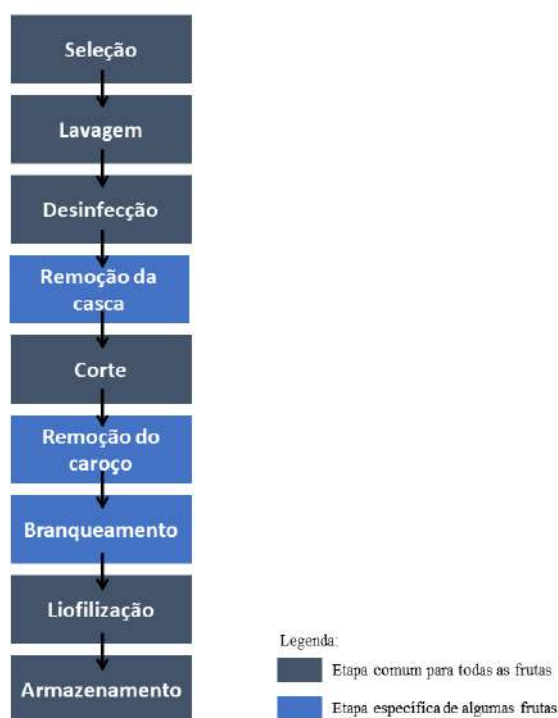
3.2.2 Frutas liofilizadas

A resolução nº 12 de 1978 do Ministério da Saúde estabelece que a fruta liofilizada seja o produto obtido pela desidratação quase completa da fruta madura, inteira ou em pedaços, a partir do processo tecnológico da liofilização (Figura 6). O produto deve ser preparado com frutas maduras, sãs e limpas, isentas de matéria terrosa, de parasitas e detritos de animais ou vegetais. Além disso, o produto não pode conter substâncias estranhas à composição normal, exceto as previstas na legislação. Para o produto embalado em recipiente hermeticamente fechado, o espaço livre não pode ultrapassar 10% da altura da embalagem, e o ar do espaço livre deve ser substituído por gases inertes (CNNPA, 1978).

A legislação estipula que as características organolépticas são as próprias das frutas. Para os parâmetros físicos e químicos, a umidade deve ser de no máximo 5% p/p (CNNPA, 1978). Legisla-se ainda pelas características microbiológicas. Neste caso, as bactérias *Escherichia coli* devem ter no máximo 2×10^2 UFC/g, bolores e leveduras devem ter no máximo 1×10^4 UFC/g e as bactérias *Salmonellas* devem ter ausência em 25g (ANVISA, 2022).

As frutas liofilizadas são produtos de alta qualidade, sendo utilizadas como ingredientes de sucos naturais, bebidas, preparações de panificação, fitoterápicos em cápsulas e mix práticos (TERRONI *et al.*, 2013). Algumas frutas liofilizadas reportadas pela literatura brasileira são amora, abacaxi, maracujá, manga, morango, maçã, goiaba, tomate, framboesa, entre outras (BHATTA *et al.*, 2020; MORAES *et al.*, 2012).

Figura 6 – Fluxograma da produção das frutas liofilizadas



Fonte: elaboração própria, 2023

No estudo de Quispe *et al.* (2023) sobre o efeito da liofilização da fruta *opuntia ficus-indica*, observou-se a preservação dos atributos sensoriais, dos compostos bioativos, polifenóis, dos minerais e das vitaminas. Para as características organolépticas, o painel de análise sensorial classificou a cor e o sabor com o termo "gosto muitíssimo" e a textura como "indiferente". Vieira *et al.* (2012) verificaram que o índice de reidratação e retenção da vitamina C do abacaxi liofilizado foi mais eficiente para fatias de menor espessura.

As amostras de *chips* de maçã liofilizada de Zhu *et al.* (2022) apresentaram bons resultados na análise sensorial (cor, sabor, odor e aparência global), com exceção da crocância. Os atributos sensoriais da coloração e odor, a taxa de reidratação e porosidade foram os resultados mais altos do trabalho, que comparou diferentes métodos de secagem.

3.2.3 Vantagens do método

Martins *et al.* (2020) relatam que a redução da atividade de água decorrente do processo de conservação a frio impede o crescimento de micro-organismos patogênicos e inativa enzimas causadoras do escurecimento enzimático.

A água no estado sólido confere uma proteção da estrutura da matriz alimentar causando um encolhimento mínimo. As alterações causadas pela técnica são mínimas,

incluindo uma preservação maior dos macronutrientes e micronutrientes das frutas. Ressalta-se, também, que a retenção dos minerais e vitaminas contribui para uma preservação das características sensoriais após a criodesidratação (MARQUES *et al.*, 2009).

As vantagens da liofilização são a preservação das características sensoriais do alimento, inativação enzimática, maior retenção da qualidade nutricional e a qualidade do produto final seco. Este possui uma estrutura rígida com encolhimento reduzido, alta capacidade de reidratação e qualidade superior, se comparado à secagem convencional. Outras vantagens do método, frente ao método da secagem convencional, são descritas na Tabela 1. Estas características agregam valor de mercado ao processo de conservação e ao produto final (ANANDHARAMAKRISHNAN, 2017).

Tabela 1 – Diferenças entre a secagem convencional e a liofilização.

Secagem convencional	Liofilização
Bem-sucedida para alimentos que secam facilmente (grãos e hortaliças)	Bem-sucedida para a maioria dos alimentos, mas limitada àqueles difíceis de secar por outros métodos
Geralmente insatisfatória para carnes	Bem-sucedida com carnes cruas e cozidas
Temperaturas entre 37°C e 93°C	Temperaturas abaixo do ponto de congelamento
Pressões atmosféricas	Pressões reduzidas (27 a 133 Pa)
Evaporação da água na superfície do alimento	Sublimação da água no ponto de formação de gelo
Movimento dos solutos e, em alguns casos, formação de crostas	Movimento mínimo de solutos
Estresse em alimentos sólidos causa danos estruturais e encolhimento	Mudanças estruturais ou encolhimento mínimo
Reidratação lenta, incompleta	Reidratação rápida e completa
Partículas secas, sólidas ou porosas frequentemente com uma densidade mais alta do que o alimento original	Partículas secas, porosas com uma densidade mais baixa do que o alimento original
Odor e sabor com alterações sensoriais	Odor e sabor comumente sem alterações sensoriais
Frequentemente a cor é mais escura	Cor comumente normal
Valor nutricional reduzido	Nutrientes retidos em grande proporção
Custos geralmente baixos	Custos geralmente altos, até quatro vezes os da secagem convencional

Fonte: Fellows, 2019

Ademais, o método permite a ocorrência dos FLV nos momentos da entressafra e em outros períodos com imprevistos climáticos que atrapalhem o cultivo e plantio. Cita-se ainda

como benefício a redução das perdas e diminuição dos custos de transporte e armazenamento, pois ocorre a redução de volume e peso, devido à secagem. Além disso, o produto final pode ser acondicionado em temperatura ambiente (ANANDHARAMAKRISHNAN, 2017).

De acordo com Anandharamakrishnan (2017), a criodesidratação, se comparada com outras técnicas de secagem, é um processo mais caro devido aos custos de investimento dos equipamentos, operação (baixas temperaturas e vácuo) e para garantir os parâmetros necessários do processo visto que a velocidade da desidratação é lenta. Ordóñez *et al.* (2005) relatam que a operação é lenta, pois um liofilizador de 15m³ sublima apenas 50 a 60kg de água por hora. Por isso, os produtos liofilizados apresentam valores elevados (SAVO *et al.*, 2012).

3.3 MERCADO

3.3.1 Mercado das frutas

Globalmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, com valores de produção menores apenas do que a China e a Índia, respectivamente. O consumo interno e a agroindústria consomem majoritariamente a safra, por isso o país exporta menos do que 1,9% do total colhido (VIDAL, 2022).

Em 2020, a produção de frutas no Brasil foi de cerca de 41,9 milhões de toneladas, ocupando aproximadamente 2,6 milhões de hectares. A produção anual teve valor estimado em R\$ 49,8 bilhões. As cinco frutas mais produzidas no território nacional, em ordem decrescente por peso, foram laranja (16,7 milhões de t), banana (6,6 milhões de t), melancia (2,1 milhões de t), coco (1,6 milhões de t) e abacaxi (1,6 milhões de t) (CNA, 2020).

Em 2021, o Brasil exportou cerca de 1,2 milhão de toneladas, 18% a mais do que o ano de 2020, representando U\$\$ 1,1 bilhão, um recorde de vendas. As cinco frutas mais exportadas, em ordem decrescente por peso, foram: manga (272,6 milhões de kg), melão (257,9 milhões de kg), limão (144,9 milhões de kg), melancia (117,8 milhões de kg) e banana (108,7 milhões de kg) (ABRAFRUTAS, 2021).

No Brasil, são mais de 940 mil estabelecimentos agropecuários, sendo que 81% se classificam como agricultura familiar. Em 2021, o mercado das frutas empregou mais de 193,9 mil trabalhadores formais, aumento de 9% em relação ao ano anterior, representando 11,5% dos postos de trabalho da agropecuária. Ao considerar o território nacional, a região Sudeste se destaca na produção (51%), seguida pela região Nordeste (24%), Sul (12%) e

regiões Norte e Centro-Oeste (13%). A gama de frutas exportadas compreende 40 espécies diferentes, sendo que os principais importadores da fruticultura brasileira são a União Europeia (52,6%), Reino Unido (15,7%) e Estados Unidos (12,8%) (FONSECA, 2022).

3.3.2 Mercado das frutas liofilizadas

De acordo com o Future Market Insights - FMI (2022), em 2021, o mercado global de frutas liofilizadas exibiu um crescimento anual de 5%, totalizando U\$\$ 7,5 bilhões em vendas. A projeção é que até 2032 a área atinja uma receita de U\$\$ 15 bilhões, com um crescimento estimado, em torno de 7% ao ano.

A projeção baseia-se que, após a pandemia da COVID-19, houve uma busca por um estilo de vida mais saudável pelos consumidores, que estão mais preocupados com a relação entre a alimentação e saúde. As frutas liofilizadas possuem os benefícios nutricionais das frutas *in natura* com uma vida comercial estendida e sem aditivação química, um dos principais fatores de diferenciação do produto industrializado (FMI, 2022).

Atualmente, o maior mercado das frutas liofilizadas é a América do Norte, seguida pela Europa e o Leste Asiático. O estudo aponta ainda que para os mercados da China e da Índia, os dois maiores produtores de frutas do mundo, observa-se um aumento na demanda do produto alimentício (FMI, 2022).

Tendo em vista que o Brasil se destaca como produtor mundial de frutas, o país possui grande vantagem competitiva para adentrar e ocupar com êxito o mercado das frutas liofilizadas, aumentando a produtividade da fruticultura, visto que as perdas das frutas *in natura* correspondem a cerca de 40% (SILVA *et al.*, 2021).

Para a indústria de alimentos cabe ainda superar desafios colocados, como barreiras comerciais, fatores de produção e suprimentos das matérias-primas. Ademais, o mercado em crescimento das frutas liofilizadas pode ser aproveitado por duas vias: mercado para consumidores (B2C, do inglês *business to consumer*), como diversificação no mercado das frutas, e mercado direto para outras empresas (B2B, do inglês *business to business*), através do fornecimento de ingredientes naturais para diferentes setores de alimentação, por exemplo, panificação, confeitaria, cereais matinais e ingredientes para lanches (FMI, 2022).

3.4 SISTEMA PATENTÁRIO

3.4.1 Patentes

A invenção e o modelo de utilidade são patenteáveis quando satisfazem, simultaneamente, os requisitos de novidade, aplicação industrial e atividade inventiva no caso da invenção e ato inventivo no caso do modelo de utilidade. Essas devem ser analisadas por corpo técnico da área (INPI, 2021). Mello (1998) define invenção como a solução para um problema técnico-científico, tecnológico ou industrial existente. A nova resposta a ser atribuída para o desafio pode ser através de processos, equipamentos e produtos. Enquanto isso, Franco (2009) afirma que a tecnologia é o conhecimento que é utilizado para realizar alguma tarefa.

A patente é um documento que garante a proteção da invenção e modelo de utilidade por um tempo de 20 anos e 15 anos, respectivamente, a partir da data de depósito, contra comercialização, importação e outros fins de negócios. A patente vale para todo o território do país em que foi solicitada. Caso deseje, o inventor pode solicitar a patente para mais de um país (BRASIL, 1996).

O tratado de cooperação em matéria de patentes (PCT) é administrado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e, atualmente, possui 157 países participantes (WIPO, 2022). Nessa modalidade o depositante pode pedir a concessão da patente em mais de um país do tratado, simultaneamente, através de um único depósito chamado de depósito internacional da patente. O PCT tem por objetivo facilitar o trâmite internacional na proteção da invenção (INPI, 2022).

As patentes podem ser agrupadas em família, que referencia a mesma invenção do mesmo depositante em mais de um país. Uma das vantagens do agrupamento é a concessão das mesmas prioridades no processo de pedido de patente (INPI, 2021).

A patente garante uma proteção importante para a invenção, possibilitando que a criação industrial se torne rentável para o inventor. Assim, o sistema de patentes tem por finalidade a proteção contra imitações e auxilia na propagação das informações tecnológicas, facilitando a inovação e estimulando a criatividade (VERSPAGEN, 1999). Crecca *et al.* (2013) defendem que as patentes são importantes para fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico, pois disseminam conhecimento através da categorização de informações relevantes.

De acordo com a OMPI, a patente garante a propriedade intelectual, desde que comprovado o teor inventivo por análise técnica, para as criações da mente, sendo essas as

invenções, símbolos, trabalhos literários, artísticos e imagens. Rosenthal *et al.* (2008) classifica a propriedade intelectual em:

- i) Propriedade industrial: engloba as invenções, modelos de utilidade, marcas, desenhos industriais e indicações geográficas.
- ii) Direito de autor e conexos: abrange os trabalhos literários e artísticos.

Através do monopólio temporário, a proteção da propriedade intelectual estimula a inovação tecnológica e científica. Com o possível retorno econômico das pesquisas, esforços e estudos tecnológicos e científicos, concedido pelo sistema de patentes, os inventores são estimulados para o progresso. Além disso, o sistema de patentes permite a criação de um banco de dados global com todas as invenções acerca de diferentes temas industriais e técnico-científicos (ROSENTHAL *et al.*, 2008).

3.4.1.1 Classificação das patentes

Um dos métodos de classificação das patentes nas bases é o sistema de classificação internacional (IPC, do inglês *International Patent Classification*), estabelecido em 1971 pelo acordo de Estrasburgo e regido pela OMPI. Todo o pedido de patente deve ser classificado através deste antes de ser publicado (INPI, 2021).

A classificação IPC, sequência de letras e números, divide as categorias tecnológicas em códigos com as seções variando de A até H, abrangendo ainda classes, subclasses, grupos e subgrupos em um sistema hierárquico, conforme Figura 7 (INPI, 2021).

Figura 7 – Exemplo de classificação internacional de patentes



Fonte: INPI, 2021

As seções representam grandes áreas tecnológicas, sendo estas:

- Seção A: necessidades humanas

- Seção B: operações de processamento e transporte
- Seção C: química e metalurgia
- Seção D: têxteis e papel
- Seção E: construções fixas
- Seção F: engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosão
- Seção G: física
- Seção H: eletricidade

A categorização indica as áreas de conhecimento que a invenção e o modelo de utilidade pertencem. Tendo em vista que as patentes podem ser multidisciplinares, então um único documento pode ter mais de um código IPC (INPI, 2021).

De acordo com o INPI (2021), a classificação IPC é vantajosa, pois:

- Auxilia na busca e recuperação dos documentos.
- Avalia o monitoramento tecnológico de setores, tendências de mercado, concorrência e área de atuação das empresas.
- Organiza os documentos, facilitando o acesso às informações tecnológicas.
- Fornece uma base de diferentes áreas tecnológicas.

Outra classificação possível é a Classificação de Cooperação de Patentes (CPC, do inglês *Cooperative Patent Classification*), criada em 2013 e regida pelo Escritório de Patentes Europeu (EPO) e o Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO). A categorização é baseada na classificação IPC, seguindo os mesmos critérios de classificação, porém mais detalhada em algumas áreas técnicas (VALDMAN *et al.*, 2021).

3.4.2 Mapeamento e prospecção tecnológica

Após o pós-guerra, por volta de 1949, o governo norte-americano iniciou a prospecção tecnológica, onde foi identificada uma relação linear entre a pesquisa científica e o desenvolvimento de tecnologia. Atualmente, a atividade prospectiva tem por objetivo identificar as tecnologias emergentes e relacioná-las com as vantagens econômicas e sociais (FRANCO, 2009).

Kupfer e Tigre (2004) apud Teixeira (2013) definem "a prospecção tecnológica como um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, economia ou a sociedade como um todo". Dessa forma, a prospecção tecnológica é uma forma de olhar para o futuro da ciência,

tecnologia, economia e sociedade, visando antecipar e entender as potencialidades, evolução, características e efeitos das mudanças (TEIXEIRA, 2013).

De acordo com Oliveira e Rodrigues (2020), o mapeamento tecnológico é um indicador relevante das potencialidades de um produto ou tecnologia. Sabendo esses potenciais é possível promover o crescimento econômico e empresarial, bem como estimular invenções por empresas que disputam entre si espaço no mercado (FRANCO, 2009).

Crecca (2023) e Teixeira (2013) relatam como vantagens da prospecção tecnológica:

- Orientação das tendências tecnológicas;
- Análise do avanço tecnológico e científico;
- Suporte nas decisões de investimento;
- Redução de incertezas nas tomadas de decisão.

De acordo com Teixeira (2013) existem diversos métodos para a prospecção tecnológica. Franco (2009) aponta para três possíveis abordagens:

- i. Extrapolativa: baseada no que vai acontecer, elaborada a partir da projeção de dados históricos, por exemplo, séries de tempo, ajustes de curva, regressões e correlações e curvas de crescimento.
- ii. Exploratória: baseada no que pode acontecer, desenvolvida pelo uso de conhecimento de especialistas, por exemplo, Delphi, cenários e análises morfológicas.
- iii. Normativa: baseada no que deve acontecer, criada com decisões baseada em valores, por exemplo, cenários normativos, análise de políticas setoriais e árvores de relevância.

Essas três abordagens abarcam uma variedade de técnicas de prospecção, que foram classificadas em três grupos por Teixeira (2013):

- i. Monitoramento (*assessment*): acompanhamento da evolução de fatos de forma sistemática e contínua, identificando possíveis fatores de mudança do cenário atual.
- ii. Métodos de previsão (*forecasting*): as projeções são criadas por previsão probabilística das informações históricas e modelagem, quantificação e extrapolação de tendências.
- iii. Métodos de visão (*foresight*): o método é baseado na antecipação de futuras possibilidades através das construções subjetivas e conhecimentos de especialistas.

Diante desse cenário, uma possível metodologia de prospecção é a análise de patentes que incorpora fatores sociais, políticos, tecnológicos e econômicos relevantes. A avaliação ocorre através do tratamento de um grande número de dados por análises qualitativas e quantitativas.

Desse modo, as estatísticas dos documentos são indicadores relevantes para mensurar a inovação em ciência e tecnologia (TEIXEIRA, 2013).

3.4.3 Patentes e alimentos

No Brasil, o sistema de patentes para a área de alimentos tem registros desde 1830, com a lei s/n, de 28 de agosto de 1830 e, subsequentemente, a lei nº 3129, de outubro de 1882. Essas conferiam privilégios aos inventores com inovações relacionadas à agricultura, apesar de não conferirem significado técnico (ROSENTHAL *et al.*, 2008).

Após algumas décadas, pelo decreto-lei nº 7903, de 27 de agosto de 1945, o código de Propriedade Intelectual criou um artigo para a concessão de patentes para compostos, produtos alimentícios e relacionados. Em 1971, com a lei nº 5772, de 21 de dezembro de 1971, consolidaram-se os documentos da área de alimentos através do artigo 9 pela classificação da linha c, porém, considerando a matéria não privilegiável (ROSENTHAL *et al.*, 2008).

“São invenções não privilegiáveis as substâncias, matérias, misturas ou produtos alimentícios, químico-farmacêuticos e medicamentos, de qualquer espécie, bem como os respectivos processos de obtenção ou modificação.” (Artigo 9 linha c da lei 5772 de 21 de dezembro de 1971).

Atualmente, a lei que vigora nacionalmente é a Lei da Propriedade Industrial, lei nº 9279, de 14 de maio de 1996 que confere proteção exclusiva para o inventor por patentes por invenção, novas tecnologias, ou modelo de utilidade, novas disposições de objetos de uso prático. Nesta, o artigo 230 legisla sobre a área de alimentos, o qual regula que pode ser depositado pedido de patente relativo às substâncias, matérias ou produtos obtidos por processos químicos e substâncias, misturas ou produtos alimentícios, bem como vias de obtenção ou modificação. Assim, fica garantida a proteção no Brasil, a partir da data do primeiro depósito, desde que atenda aos critérios de patenteabilidade, para a exploração do objeto (BRASIL, 1996).

Na área de alimentos, as patentes, além da proteção concedida, servem como bons indicadores de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Neste campo, o perfil dos documentos é bem diverso devido à especificidade de cada invenção. Estudos recentes apontam que a biotecnologia é uma das principais tendências tecnológicas para as invenções da área de alimentos (NEVES *et al.*, 2023).

De forma geral, as invenções estão relacionadas com micro-organismos geneticamente modificados, embalagens, formulações, processamento de vegetais e sínteses químicas com diferentes aplicações na indústria de alimentos. Por exemplo, processamento de frutas e legumes, fabricação de leite, queijo e produtos lácteos, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, suplementos e ingredientes alimentares com alegações funcionais (NEVES *et al.*, 2023).

Ao considerar o Brasil, as inovações são relacionadas a formulações de ingredientes e aditivos, alimentos funcionais, transgênicos e embalagens. Ao analisar as patentes de alimentos industrializados, Marques *et al.* (2014) perceberam que o desenvolvimento tecnológico acompanhou, além do aumento da demanda, as exigências e hábitos dos demandantes. Tendo em vista que há uma forte tendência em buscar uma melhora na qualidade de vida através da alimentação, então as exigências do mercado impulsionam o desenvolvimento de tecnologias relacionadas aos alimentos funcionais (MARQUES *et al.*, 2014).

Diversos trabalhos focaram no mapeamento e prospecção tecnológica em diferentes áreas do setor alimentício. Oliveira e Rodrigues (2020) realizaram uma prospecção através de pedidos de patentes para o caju em três bancos de dados. Lagos *et al.* (2015) estudaram patentes publicadas entre 2010 e 2015 na área de compostos bioativos dos alimentos. Marques *et al.* (2014) analisaram as patentes de alimentos industrializados globalmente com base na classificação "A" da OMPI através da base Espacenet. Amorim *et al.* (2015) estudaram através das patentes as tecnologias desenvolvidas com compostos bioativos de uva, utilizando o banco de dados da base Espacenet.

Rodrigues *et al.* (2022) realizaram o mapeamento tecnológico dos documentos patentários envolvendo a utilização dos subprodutos do cacau com propriedades funcionais entre 2003 e 2019, por meio da base *Derwent World Patents Index*. Através deste trabalho examinaram-se os principais detentores da tecnologia e as possibilidades de inovação do setor cacauero. Santos *et al.* (2016) estudaram o mapeamento tecnológico de pigmentos naturais através de documentos patentários presentes no Espacenet.

Machado *et al.* (2014) avaliaram o panorama mundial através das patentes de processos e produtos relacionados ao kefir na base Espacenet. Gélinas (2010) realizou o mapeamento tecnológico, desde as primeiras patentes publicadas até as publicações recentes, dos fermentos de panificação através das bases Espacenet, DEPATISnet e USPTO. Brito *et al.* (2017) analisaram as patentes dos alimentos contendo proteínas do soro do leite entre 1995 e 2015 nas bases do INPI e Espacenet.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da busca por pedidos de patentes na base internacional *Derwent World Patents Index (DWPI)*, disponível no Portal de Periódicos da CAPES. Nesta base é possível escolher os documentos com um intervalo de datas de publicação e buscar por palavras-chave no tópico (título e resumo) ou apenas no título.

O DWPI é um dos bancos de dados mais robustos disponíveis atualmente, pois contém os pedidos e as concessões de patentes, possuindo como fonte 44 autoridades mundiais emissoras de patentes, de 90 países e organizações (RODRIGUES *et al.*, 2022).

A ferramenta permite, também, a pesquisa por nome do depositante, código de depositante, número da patente, classificação internacional da patente, número de indexação do anel químico, código de depositante citado, inventor citado, número de registro ou de composto da base, código de classe ou código manual no Derwent e número de *Derwent chemistry resource*.

Tendo em vista que o presente trabalho tem interesse na liofilização como método de conservação, escolheu-se para a pesquisa a classificação A23B-007/024 como principal critério de busca. Este subgrupo se refere ao método de conservação de frutas ou legumes por meio da secagem por congelamento, que consiste na técnica de liofilização. Além disso, para restringir os documentos recuperados ao campo de aplicação em frutas, a palavra-chave *fruit** foi associada nos campos de busca de título e resumo.

A avaliação dos documentos recuperados foi dividida em dois momentos. Primeiramente foi realizada uma análise quantitativa, a qual levou em consideração todos os documentos recuperados com intervalo de tempo entre 01/01/1970 (data mais antiga da base) e 31/01/2023. Posteriormente foi realizada a análise qualitativa, considerando os documentos publicados entre 2021 e 2023, a fim de avaliar o panorama mais atual sobre o assunto estudado. A partir da leitura do título e resumo dos documentos, aqueles que não faziam referência à liofilização de frutas foram excluídos.

4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA

Na análise quantitativa os documentos foram classificados e interpretados de acordo com as áreas de conhecimento (filtro fornecido pela base de dados), códigos IPC, depositantes, país de depósito, ano de publicação e grupos tecnológicos. Os países de depósito foram obtidos a partir dos códigos de origem presentes nos documentos. Estes códigos foram

relacionados com os países através da tabela fornecida pela WIPO (2023). Para a análise dos grupos tecnológicos, fez-se a leitura do título de todos os documentos recuperados e os mesmos foram classificados em três categorias: equipamentos industriais, desenvolvimento de novos processos e novos produtos.

Após a análise quantitativa global, diante do número expressivo de documentos brasileiros, realizou-se o estudo quantitativo específico para este grupo. Este ocorreu através da classificação em grupos tecnológicos e regiões do Brasil, por meio da leitura dos documentos e dos campos disponibilizados pela base: áreas de conhecimento, códigos IPC, depositantes e ano de publicação.

4.2 ANÁLISE QUALITATIVA

A base de dados do Derwent fornece o resumo contendo as seguintes informações sobre cada documento patentário: definição, aplicação e vantagem da novidade, descrição detalhada e reivindicação. Por isso, a análise qualitativa foi realizada através da leitura do resumo de cada documento. A partir disso, fez-se a interpretação e o mapeamento tecnológico baseado nos grupos tecnológicos com o intuito de avaliar os conhecimentos técnicos associados aos documentos recuperados.

Após a análise qualitativa global, realizou-se também o estudo dos documentos brasileiros em todo o período de tempo. A análise foi conduzida a partir da leitura do documento completo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE QUANTITATIVA

A partir da busca realizada foram recuperados 346 documentos. Após a leitura foi observado que 17 não tratavam do tema de estudo e foram excluídos da análise, resultando 329 documentos.

5.1.1 Áreas de conhecimento e códigos IPC

Os 329 documentos encontrados foram divididos em 13 áreas de conhecimento, fornecidas pela própria base de dados (Tabela 2). Cada documento pode ser classificado em mais de uma área de conhecimento, o que justifica os números reportados na Tabela 2.

Tabela 2 – Áreas de conhecimento

Áreas de conhecimento	Patentes
Química	325
Tecnologia da ciência de alimentos	325
Engenharia	61
Instrumentação	58
Ciência de polímeros	35
Microbiologia/Biotecnologia aplicada	28
Farmácia/Farmacologia	16
Ciência da computação	6
Agricultura	2
Eletroquímica	1
Medicina geral	1
Ciência de materiais	1
Engenharia metalúrgica	1

Fonte: Derwent, 2023

Dentre as 13 áreas de conhecimento, as áreas da química e da tecnologia de alimentos possuem destaque com 325 documentos cada, sendo equivalente a 98,7% dos pedidos de patente encontrados. As duas áreas se relacionam com a liofilização das frutas, uma vez que é uma tecnologia da área de alimentos e o processamento ocorre através de reações ou transformações físico-químicas (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

As áreas de instrumentação, ciência da computação e engenharia estão relacionadas com inovações em equipamentos e utilidades industriais para produzir com mais eficiência, tal como os modelos de utilidade relatados nos documentos CN218104739-U e CN215013438-U com aumento da eficiência da liofilização e com reaproveitamento de calor,

respectivamente. Além disso, as áreas de farmacologia, medicina geral e microbiologia/biotecnologia aplicada retomam as diversas aplicações das frutas liofilizadas, por exemplo, o documento BR102020004834-A2 reivindica um produto da fruta de pitaya com viés de benefício terapêutico e o documento BR102018068374-A2 descreve pó de quiabo integral por liofilização que, devido ao bom teor de pectina, pode ser utilizado como ingrediente em formulações alimentícias.

Para entender, além das áreas de conhecimento, os documentos podem ser agrupados em áreas tecnológicas a partir da classificação internacional de patentes (IPC). A Tabela 3 apresenta os códigos de classificação mais recorrentes dentre os documentos recuperados. Uma vez que a classificação A23B-007/024 foi utilizada como critério de busca, é esperado que todos os documentos recuperados apresentem tal classificação, mesmo que esta não seja a principal classificação que define a matéria do documento patentário.

Tabela 3 – Principais códigos IPC

Códigos IPC	Nome Código	Patentes
A23B-007/024	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: secagem por congelamento	329
A23L-019/00	Produtos à base de frutas ou legumes; preparo ou tratamento	117
A23B-007/02	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: desidratação; reidratação subsequente (batatas cozidas secas)	70
A23L-001/212	Alimentos ou gêneros alimentícios; preparação ou técnica de produção: preparação de frutas ou legumes	44
A23B-007/04	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: congelamento; degelo subsequente; resfriamento	31
A23B-007/154	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: compostos orgânicos; micro-organismos; enzimas	29
A23L-003/44	Conservação de alimentos ou produtos alimentícios: secagem por congelamento	25
A23B-007/157	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: compostos inorgânicos	22
A23B-007/00	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes	21
A23B-007/015	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: conservação por irradiação ou tratamento elétrico sem efeito de aquecimento	18
A23L-033/00	Modificações nas qualidades nutritivas de alimentos; produtos dietéticos; preparo ou tratamento	17
A23L-002/39	Bebidas não alcoólicas; composições secas ou concentrados; preparações: composições secas	17
A23L-005/00	Preparo ou tratamento de alimentos ou produtos alimentícios	16
A23L-005/20	Preparo ou tratamento de alimentos ou produtos alimentícios: remoção de matéria indesejada	16
A23B-007/005	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: conservação por aquecimento	15

A23B-007/16	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: revestimento com uma camada protetora; composições ou aparelhos para esse fim	15
A23L-005/41	Preparo ou tratamento de alimentos ou produtos alimentícios: conservação ou modificação da cor natural por meio de aditivos	15
A23B-007/08	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: conservação com açúcar (doces em massa, geleias ou gelatinas de frutas)	14
A23L-029/30	Alimentos ou produtos alimentícios contendo aditivos; preparo ou tratamento: contendo xaropes de carboidratos; açúcares; álcoois de açúcares; hidrolisados de amido	13
A23L-001/29	Alimentos ou gêneros alimentícios; preparação ou técnica de produção: modificação das qualidades nutritivas dos alimentos; produtos dietéticos	12
A23G-003/48	Doces; confeitos; marzipan; produtos revestidos ou recheados: contendo plantas ou partes destas	11
A23B-007/148	Conservação ou amadurecimento químico de frutas ou legumes: numa atmosfera controlada, p. ex. vácuo parcial, compreendendo apenas CO ₂ , N ₂ , O ₂ ou H ₂	10
A23L-005/30	Preparo ou tratamento de alimentos ou produtos alimentícios: tratamento físico	10
A23L-033/10	Modificações nas qualidades nutritivas de alimentos; produtos dietéticos; preparo ou tratamento: com aditivos	10
A23B-004/037	Métodos gerais para conservação de carnes e linguças, peixes ou produtos à base de peixe: secagem por congelamento	7

Fonte: Derwent, 2023

Dentre as principais classificações reportadas foi observada a relevância de três subclasses:

- A23B: conservação, por exemplo, por meio de enlatamento, de carnes, peixes, ovos, frutas, legumes, sementes comestíveis; amadurecimento químico de frutas ou legumes; produtos conservados, amadurecidos ou enlatados.
- A23G: cacau; produtos de cacau, por exemplo, chocolate; substitutos de cacau ou produtos de cacau; confeitos; goma de mascar; sorvetes; preparações.
- A23L: alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas; seu preparo ou tratamento, por exemplo, cozimento, modificação das qualidades nutritivas, tratamento físico; conservação de alimentos ou produtos alimentícios.

De acordo com a Tabela 3, os subgrupos retornados em destaque são da área de ciência e tecnologia de alimentos em diferentes ramos: métodos de produção e conservação, uso de aditivos químicos e modificações físico-químicas em diferentes matrizes alimentares. Estes campos convergem com as áreas de conhecimento registradas na Tabela 2.

Dessa forma, percebe-se que o código IPC A23B-007/024 possui interface com diferentes áreas de conhecimento e códigos IPC dentre as múltiplas áreas de alimentos, incluindo a associação com outros métodos de conservação, por exemplo, aquecimento, irradiação ou tratamento elétrico, revestimento com camada protetora, uso de aditivos químicos, armazenamento em atmosfera controlada e conservação por uso de açúcares. Alguns códigos e áreas de conhecimento retornados demonstram também as frutas liofilizadas como matérias-primas de novos produtos. Estas podem, ainda, estar associadas, ou não, com outros produtos alimentícios de origem animal e vegetal, tais como: legumes, carnes, bebidas não alcoólicas, doces, produtos dietéticos e nutracêuticos. Estas conexões demonstram que a liofilização possui diferentes aplicações e interfaces dentro da indústria de alimentos, com destaque para as inovações tecnológicas de processos, produtos e equipamentos em desenvolvimento e em potencial na área de frutas.

5.1.2 País de depósito

Os dez principais países receptores, ou seja, países nos quais os pedidos de patente foram depositados, estão listados na Tabela 4.

Tabela 4 – Principais países de depósito

País	Patentes
China	224
Organização Mundial da Propriedade Intelectual	30
República da Coreia	20
Japão	15
Brasil	9
Estados Unidos da América	5
Alemanha	5
Polônia	5
Filipinas	4
México	3

Fonte: Derwent, 2023

China, República da Coreia, Japão e Brasil são os principais países receptores de pedidos de patentes, com destaque para a China que detém 68% dos documentos depositados. A posição de liderança da China é justificada por, além da economia forte, o maior investimento em pesquisa e desenvolvimento do mundo (CHEN, ZHANG, 2019).

A China ocupa o primeiro lugar na publicação de todas as patentes do mundo, sendo que, de 2000 para 2010 teve um crescimento anual de 31,17% no depósito das invenções

(CHEN, ZHANG, 2019). Além disso, o país é o maior produtor de frutas do mundo (VIDAL, 2022), por isso, a posição de destaque na área estudada demonstra harmonia com a posição de liderança global.

Além disso, percebe-se que a Ásia tem soberania, uma vez que, China, República da Coreia, Japão e Filipinas juntos correspondem a 80% dos documentos patentários publicados. Wang e Zheng (2023) apontam que, como o desenvolvimento tecnológico é cumulativo, a transferência da inovação é facilitada em localidades próximas.

Observa-se também que a OMPI aparece na segunda colocação. Esses documentos correspondem a uma modalidade de depósito internacional, onde o depositante pode escolher em quais países a proteção patentária será solicitada. Essa posição demonstra a facilidade no depósito via PCT, uma vez que o direito à propriedade industrial é territorial (INPI, 2021).

O Brasil, terceiro produtor mundial de frutas (DOMINGUES, 2019), aparece na quinta posição, com 3% dos pedidos de patentes. As patentes nacionais foram estudadas, quantitativamente, de forma específica no item 5.1.6.

Estados Unidos, Alemanha, Polônia, Filipinas e México também ocupam papel de destaque. Em contrapartida, a Índia, segunda produtora mundial de frutas (VIDAL, 2022), não aparece nos 10 principais países receptores, tendo recebido apenas um pedido de depósito de patente.

5.1.3 Depositantes

Os dez principais depositantes dentre os 356 relatados estão referenciados na Tabela 5. O número é maior do que o de documentos analisados, pois uma mesma patente pode ter mais de um depositante ou requerente. O documento CN114304251-A, por exemplo, é fruto da parceria entre a Universidade Jiangnan e a empresa Ningbo Haitong Food Technology Co Ltda.

Tabela 5 – Principais depositantes

Nome dos depositantes	Patentes
Universidade Jiangnan	11
Universidade Federal de Campina Grande	6
Universidade Dalian Polytechnic	5
Chen S	4
Fujian Academic Agricultural Science Fruit Trees Institute	4
Liu S	4
Universidade Nanjing Xiaozhuang	4
Hunan Erkang Pharm Co Ltda	3
Haitong Food Group Co Ltda	3
Hu J	3

Fonte: Derwent, 2023

Quatro universidades ocupam as primeiras posições, três chinesas (Universidade Jiangnan, Universidade Dalian Polytechnic e Universidade Nanjing Xiaozhuang) e uma brasileira (Universidade Federal de Campina Grande). Ademais, três depositantes são inventores isolados (Chen S, Liu S e Hu J), dois são empresas (Hunan Erkang Pharm Co Ltda e Haitong Food Group Co Ltda) e um é instituto de pesquisa (Fujian Academic Agricultural Science Fruit Trees Institute).

Todos os principais depositantes são chineses, exceto a Universidade Federal de Campina Grande. Os resultados comprovam o interesse da comunidade científica e da iniciativa privada chinesas por pesquisa tecnológica (PU *et al.*, 2022) e são condizentes com o investimento em pesquisa e desenvolvimento do território (CHEN, ZHANG, 2019). De acordo com Pu *et al.* (2022), após a aprovação da lei nacional chinesa de 2015 sobre transformação científica tecnológica, observa-se um aumento contínuo na produção de pesquisa tecnológica nas universidades, contribuindo com o desenvolvimento econômico e social do país.

Para a Universidade Federal de Campina Grande identificaram-se publicações a partir de 2018 até 2022 por dois grupos de pesquisa distintos. Os documentos BR102020016457-A2 e BR102017023765-A2 são frutos da parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Fundação Federal do Vale do São Francisco, respectivamente.

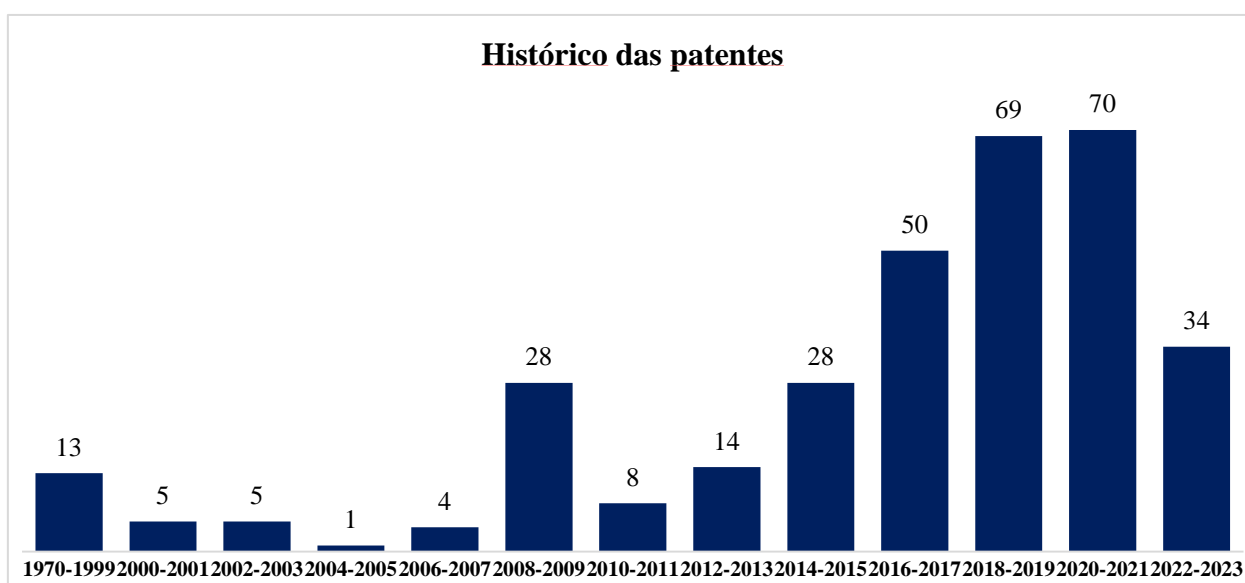
5.1.4 Ano de publicação

Os anos de publicação dos pedidos das patentes encontrados foram divididos por períodos de 2 anos a partir do ano de 2000, sendo que o período de 1970 até 1999 foi agrupado devido ao volume baixo de documentos publicados (Figura 8).

Observou-se que apenas 8% dos pedidos foram publicados até 2007, sendo que a partir de 2008 iniciou-se uma fase crescente na publicação de pedidos de patentes na área de liofilização de frutas. De acordo com Oliveira *et al.* (2012) a liofilização na área de alimentos como um todo era limitada, e poderia ser mais aplicada pela indústria para desenvolvimento de novos produtos de valor agregado. O resultado crescente nos últimos 10 anos demonstra um cenário diferente, evidenciando a atualidade do tema.

A partir de 2018 o número de documentos patentários publicados na área de estudo atingiu um patamar. Esse comportamento pode indicar o amadurecimento da tecnologia. Ao mesmo tempo, observa-se que a partir do ano de 2022 ocorre um decréscimo, o qual está relacionado com o tempo de sigilo. O depositante, depois da data de depósito, recebe um período de 18 meses no qual o documento fica em sigilo, sem nenhuma divulgação, exceto o depositante faça solicitação da publicação antecipada

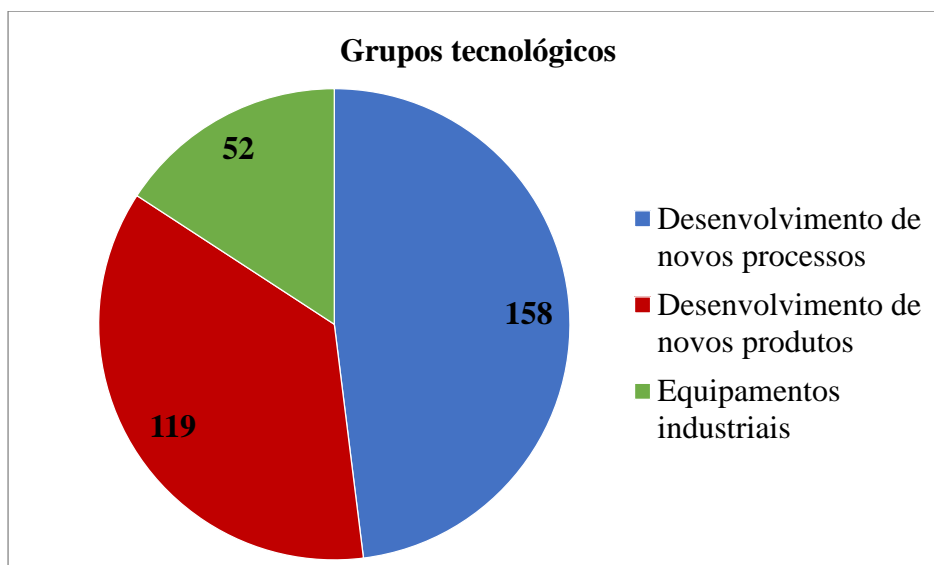
Figura 8 – Evolução dos pedidos de patentes sobre liofilização de frutas ao longo do tempo



Fonte: Elaboração própria, 2023

5.1.5 Grupos tecnológicos

Os 329 resultados foram divididos em três vertentes, a partir da análise do título, sendo classificados em desenvolvimento de novos processos, desenvolvimento de novos produtos e equipamentos industriais (Figura 9). Essa divisão foi realizada para melhor interpretação das tecnologias reivindicadas nos documentos patentários.

Figura 9 - gráfico dos grupos tecnológicos

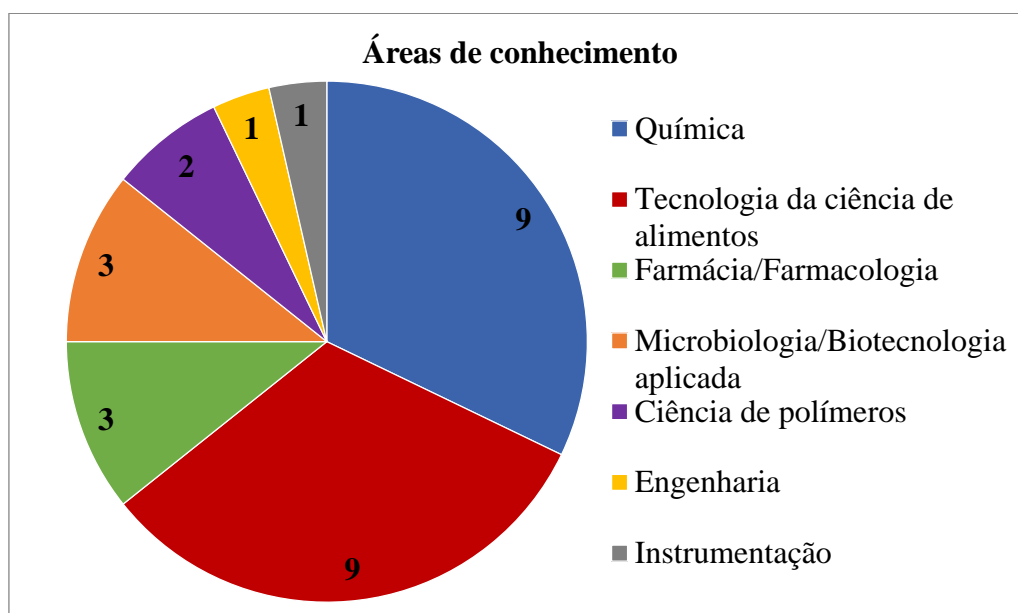
Fonte: Elaboração própria, 2023

Foi possível observar que 48% dos documentos recuperados referem-se ao desenvolvimento de novos processos, nos quais a liofilização aparece como uma das etapas de processamento. Em seguida, o desenvolvimento de novos produtos representa 36% dos documentos patentários. Nesta categoria observa-se a aplicação das frutas liofilizadas como ingredientes de produtos alimentícios. Por fim, 16% dos documentos tratam de novos equipamentos ou melhorias em equipamentos já conhecidos no estado da técnica para aplicação no processo de liofilização.

5.1.6 Patentes brasileiras

A partir da busca realizada, nove documentos brasileiros foram encontrados. Conforme a Figura 10, observa-se que esses documentos estão distribuídos nas áreas de conhecimentos química e tecnologia da ciência de alimentos, seguindo a tendência geral apontada na Tabela 2. Ao mesmo tempo, avaliando as classificações desses documentos, destacam-se as categorias A23C, A23L e A61P, relacionadas com produtos lácteos, tratamento, preparo ou conservação de produto à base de frutas e preparações médicas e farmacêuticas, respectivamente.

Figura 10 – Gráfico das áreas de conhecimento dos documentos patentários brasileiros



Fonte: Elaboração própria, 2023

Todos os documentos patentários brasileiros analisados tiveram ano de publicação a partir de 2018, destacando-se os anos de 2018 e 2021 com 2 e 3 publicações, respectivamente. Os demais anos tiveram uma publicação anual. Dessa forma, percebe-se a atualidade do tema e o recente interesse de pesquisadores brasileiros por frutas liofilizadas. Do ponto de vista tecnológico, todos os nove resultados foram classificados em desenvolvimento de novos produtos.

Percebe-se que o número de depositantes é maior do que o número de patentes analisadas (Tabela 6), pois três resultados obtidos são parcerias, sendo estas:

- Universidade Federal de Campina Grande e Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Universidade Federal de Campina Grande e Universidade Fundação Federal do Vale do São Francisco.
- Universidade Estadual do Ceará com a empresa Greenbean Biotecnologia Ltda.

Os documentos patentários brasileiros são das regiões Nordeste (8) e Centro-oeste (1), apontando um interesse concentrado nessas regiões. Desse modo, considerando a predominância do estudo na região Nordeste e que apenas uma universidade, Universidade

Federal de Campina Grande, é responsável por 6 dos 9 documentos, observa-se que a pesquisa nacional na área é bastante concentrada.

Todos os documentos depositados no Brasil foram registrados por universidades públicas, sendo cinco federais e uma estadual. De acordo com Durham (1998), as universidades públicas formam o principal polo de pesquisa no país, incluindo o ensino dos pesquisadores. O resultado do presente trabalho comprova a importância das universidades na pesquisa e, conseqüentemente, na formação da estratégia tecnológica do país.

Além disso, devido ao grande consumo de energia do processo e elevados custos de operação e manutenção, a criodesidratação possui custos bem maiores, se comparada a outras técnicas de secagem. Este alto custo pode ser um fator limitante na área de frutas liofilizadas, afetando o interesse de empresas brasileiras (SAVO *et al.*, 2012; FELLOWS, 2019).

Tabela 6 – Depositantes brasileiros

Nome dos depositantes	Região	Patentes
Universidade Federal Campina Grande	Nordeste	6
Universidade Estadual do Ceará Fundação	Nordeste	1
Universidade Federal da Paraíba	Nordeste	1
Universidade Federal da Grande Dourados	Centro-Oeste	1
Universidade Fundação Federal do Vale do São Francisco	Nordeste	1
Universidade Federal Rural Pernambuco	Nordeste	1
Greenbean Biotecnologia Ltda	Nordeste	1

Fonte: Derwent, 2023

Portanto, percebe-se que o Brasil possui destaque e relevância na área da criodesidratação como método de conservação para a matriz alimentar estudada. Ao considerar a concentração das patentes no Nordeste relaciona-se com a importância da região para a produção nacional das frutas. Souza *et al.* (2020) descrevem os fatores principais para a produtividade alta da fruticultura do Nordeste, sendo estes o clima, solo favorável, mão-de-obra disponível e localização favorável para exportação.

Moraes *et al.* (2012) relatam que o polo Petrolina-Juazeiro, localizado na região de São Francisco, possui condições naturais para o cultivo de frutas de qualidade, tornando o polo muito competitivo mundialmente. Relacionando com os resultados obtidos, há um campo de estudo com grande potencial para a pesquisa tecnológica.

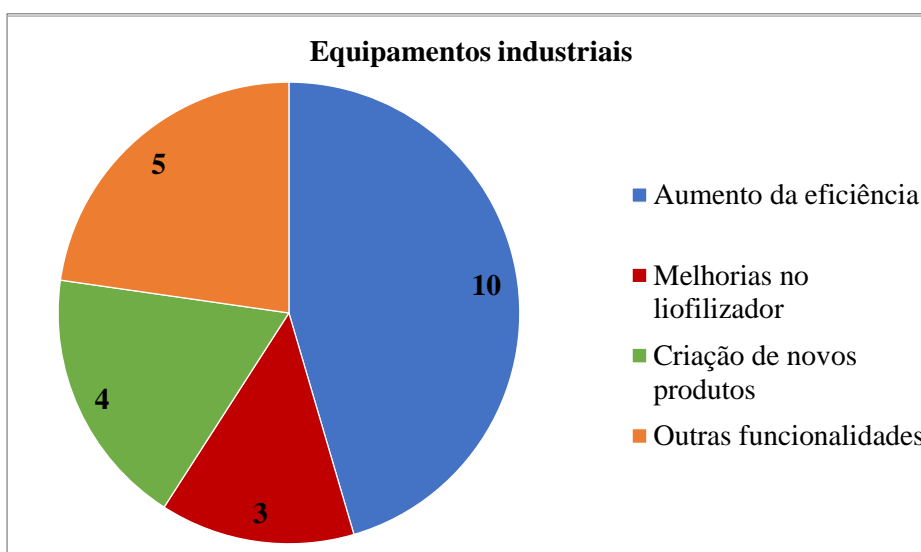
5.2 ANÁLISE QUALITATIVA

Para a análise qualitativa, após as restrições definidas (ano de publicação entre 2021 e 2023), 70 documentos patentários foram recuperados para a leitura. Dentre esses documentos, os países de depósito são: China (51), Brasil (5), WIPO (3), Japão (3), Polônia (3), Filipinas (2), EUA (1), Alemanha (1) e Índia (1). Do ponto de vista de grupo tecnológico, 22 documentos são sobre equipamentos industriais, 25 acerca do desenvolvimento de novos processos e 23 relatam novos produtos.

5.2.1 Equipamentos industriais

Os 22 documentos selecionados nesta categoria foram classificados de acordo com o principal objetivo do equipamento: aumento de eficiência, melhorias no liofilizador, criação de novos produtos e outras finalidades (Figura 11).

Figura 11 - gráfico com a classificação dos equipamentos industriais



Fonte: Elaboração própria, 2023

5.2.1.1 Enfoque no aumento da eficiência

De forma geral, observa-se que os principais equipamentos desenvolvidos possuem como grande objetivo o aumento da eficiência (Figura 11), através de equipamentos com manuseio e limpeza facilitados, maior rapidez no congelamento, melhorias na secagem, circulação de ar, adição de vácuo, inserção de polias e placas e reaproveitamento do calor e vapor de água.

O documento CN114451448-A descreve um equipamento de secagem com a superfície da placa em forma de ondas, o documento CN212471611-U relata um cortador de frutas e legumes para liofilizador e o documento CN115363087-A refere-se a um liofilizador contínuo para frutas e legumes. Com o objetivo de economizar recursos, no documento CN217067869-U é descrito um sistema composto por filtragem com várias fases, extrusora, desidratador e liofilizador para a produção de formulação em pó. O modelo descrito reduz o tempo de processamento e, conseqüentemente, o custo. Com a finalidade de ganho energético, os documentos CN215013438-U e CN112556322-A reivindicam equipamentos para reaproveitamento do vapor de água produzido durante a sublimação. O documento CN214126800-U relata maior eficiência no consumo de água e o documento CN218164241-U reivindica melhora na circulação de ar, promovendo o acréscimo da eficácia da liofilização. O documento CN218104739-U descreve um modelo de utilidade em que o material aumenta o contato da fruta a ser liofilizada com o vapor térmico, tornando a secagem uniforme. Por fim, o documento CN213848538-U revela um dispositivo de desidratação a vácuo em baixas temperaturas, sendo a principal reivindicação a melhora no vácuo produzido, reduzindo o teor de óleo do produto.

Portanto, os equipamentos desenvolvidos são inovações das áreas de engenharia através de princípios de operações unitárias e transferências de calor e massa. O aumento da eficiência é decorrente do reaproveitamento de calor, menor consumo de água e de melhorias da circulação de ar, refrigeração e do vácuo. Ainda, alguns inventores relatavam que os aparelhos são fáceis de operar e não poluentes.

5.2.1.2 Melhorias no liofilizador

O documento CN115119876-A relata um equipamento com corpo cilíndrico, rotor e conjunto de placas múltiplas, no qual a baixa temperatura do equipamento acelera a sublimação da água. O documento CN112120075-A reivindica um liofilizador com congelador a vácuo e o documento CN112244079-A descreve um equipamento para goji berry, no qual a adição de polias promove o aumento da mobilidade no recolhimento das frutas.

De acordo com os depositantes, as vantagens relatadas reduzem a perda de nutrientes, aumentam a velocidade da etapa de conservação, facilitam a limpeza e possuem maior conexão entre as etapas devido ao melhor posicionamento das frutas a serem liofilizadas nas bandejas.

5.2.1.3 Equipamentos para criação de novos produtos

Alguns documentos encontrados desenvolveram equipamentos que possibilitam a produção de novos produtos. No documento CN114468035-A é relatado um aparelho no qual se produz um alimento em camadas de carnes, frutas e vegetais liofilizados. No documento PL435236-A1 é descrito um mecanismo para produção de frutas crocantes e *chips*. O documento CN212697490-U descreve uma inovação para processamento de amora liofilizada. Por fim, o documento CN218126722-U refere-se a um modelo de utilidade para aplicação em formulação em pó.

5.2.1.4 Equipamentos com outras funcionalidades

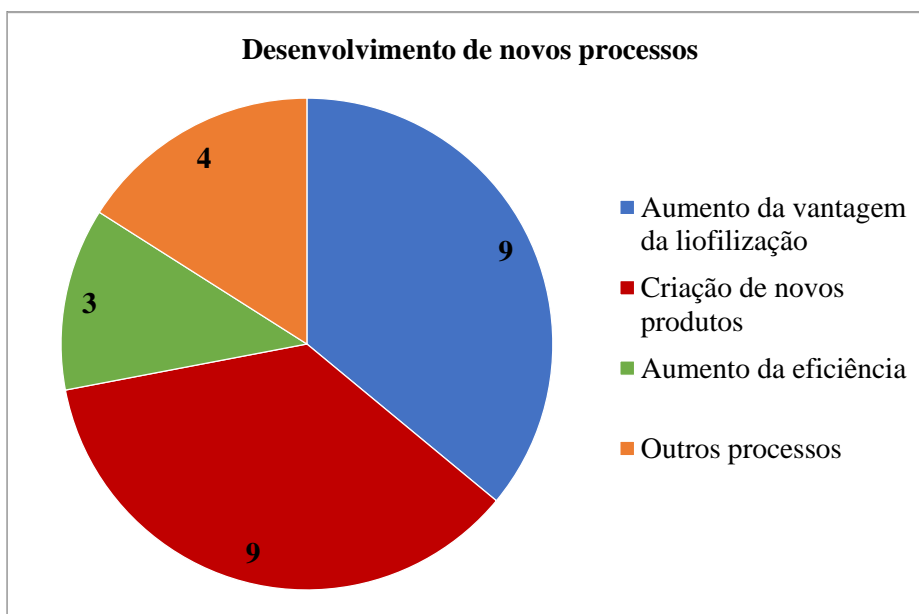
Dois resultados recuperados possuem associação com outras operações unitárias. O documento CN114223712-A reivindica um liofilizador com um equipamento de limpeza, o qual desumidifica o ar no aparelho e limpa os resíduos das frutas e legumes resultantes da liofilização. O documento CN213604235-U relata um liofilizador combinado com concentrador por membrana, possuindo como vantagem a redução do custo de processo.

O documento CN214178910-U descreve um modelo de utilidade para dissolução de grãos, o documento CN213404708-U refere-se a um modelo de utilidade conveniente para pegar e posicionar a fruta e o documento CN114052067-A revela um dispositivo de pulverização de frutas liofilizadas e xarope de vegetais.

5.2.2 Desenvolvimento de novos processos

Os 25 documentos encontrados foram agrupados de acordo com a finalidade do novo processo, sendo elas: aumento das vantagens da liofilização, criação de novos produtos, aumento da eficiência e outros processos (Figura 12).

Muitos documentos patentários relatavam procedimentos para aumentar a preservação dos nutrientes, dos compostos bioativos e das características sensoriais, tais como cor, sabor e textura. Identificaram-se também procedimentos para alterar a textura do produto, formação de grânulos, pó e aumento da crocância. Ainda, aponta-se para procedimentos cujo objetivo principal é o aumento da eficiência e economia de energia, diminuindo os custos da produção do alimento liofilizado.

Figura 12 – gráfico com a classificação dos novos processos

Fonte: Elaboração própria, 2023

5.2.2.1 Aumento das vantagens da liofilização

Para os documentos patentários estudados nesse subitem, os resultados obtidos foram sobre a preservação da cor e nutrientes, assim como a garantia do sabor e textura sensorialmente agradáveis.

O documento IN202141020276-A descreve uma fórmula para reter os nutrientes e sabor das frutas até obtenção da formulação em pó. Esta é formada por um anticongelante artificial, propilenoglicol e solução aquosa, agente cristalizante, mistura de mel *in natura* filtrado e tratado por ultrassom, agente encapsulante, maltodextrina, dextrina, amido hidrolisado, metabissulfito de sódio, sal de amônio e mistura de frutas e vegetais.

Visando o aumento da biodisponibilidade dos nutrientes, no documento CN114271455-A é relatado um método de trituração, antes da liofilização, para as frutas em que ocorre a quebra da parede celular, sendo o material difundido no meio. Isto libera os nutrientes e substâncias ativas e, conseqüentemente, facilita a ingestão humana.

O documento CN215124114-U reivindica um modelo de utilidade com pectina e o documento CN113598333-A descreve a nano incorporação das substâncias. Ambas as invenções possuem como objetivo melhorar o sabor das frutas após a criodesidratação. O documento CN114847453-A relata maior preservação da concentração dos compostos

fenólicos e proantocianidinas do pêssego através das etapas de congelamento ultrassônico e secagem com congelamento a vácuo.

Para evitar a perda de cor, no documento CN114788537-A é revelado como novidade a mistura da fruta a ser liofilizada com sorbitol, éster de luteína, isomaltulose e água, em uma quantidade específica relatada. Com esse mesmo propósito, o documento CN114304251-A descreve que antes da liofilização, os blocos de frutas são processados em dióxido de carbono em alta pressão por radiofrequência.

No documento CN113632826-A é descrita uma combinação de congelamento e descongelamento em um ciclo de 2 a 6 vezes, antes da operação unitária de conservação, seguida por drenagem e criodesidratação. Com isso, de acordo com o documento, é possível produzir a textura desejada, permitindo o ajuste das concentrações e proporções dos polissacarídeos, amido, proteínas e pectina.

Ademais, o documento CN113142519-A revela um método para produção de pitaya por liofilização a vácuo, controlando a embalagem e selagem. A espessura do corte, o tempo de pré-congelamento, pressão do ar de secagem, tempo de secagem e grau de vácuo são devidamente ajustados nos respectivos aparelhos formulando um produto de melhor crocância.

5.2.2.2 Processos para criação de novos produtos

Oito pedidos de patente retornados durante a pesquisa reivindicavam novos processos para a formulação de produtos. O documento CN115553332-A descreve a fabricação de um produto seco de fina granularidade por liofilização e ultra-micro-esmagamento. De acordo com o depositante o alimento produzido facilita a absorção pelo corpo humano com a preservação do sabor da fruta *in natura*.

O documento PL436147-A1 revela a produção de grânulos de frutas liofilizadas. As etapas englobavam pré-seleção da fruta, desgaseificação, remoção de, pelo menos, 20% do teor da água, liofilização a -35°C com pulverização de nitrogênio líquido, onde ocorre o esmagamento da camada da fruta até atingir granulometria de 0,1 a 0,3mm.

Outros procedimentos são descritos nos documentos patentários, sendo estes: método de preparação de grânulos (JP2021126115-A e PL435659-A1), fluxograma da secagem a frio (US2022330563-A1), aplicação da criodesidratação em diferentes frutas: amora (CN114982923-A), fruta-milagrosa (CN115211541-A), morango (CN115553442-A) e ameixa (CN114698684-A).

5.2.2.3 Processos de maior eficiência

Os documentos CN112385805-A e CN112617144-A relatavam uma técnica que envolve as etapas de trituração das frutas em baixas temperaturas, filtração e liofilização até obtenção do produto final. O processo é desenvolvido para dois produtos distintos: frutas em geral e fontes de celulose. Nesses processos ocorrem a redução da energia devido à redução de até 50% do tempo de secagem.

Por fim, o documento CN213604236-U reivindica um método de liofilização com a separação por membranas, produzindo uma formulação em pó. Além disso, ocorre a redução dos custos de processamento das frutas e do tamanho da área de produção.

5.2.2.4 Outros processos

O documento CN112425644-A relata melhorias no método de secagem, no documento JP2021132562-A é revelado um método com viés de melhorar o grau de solubilidade das frutas para aplicação em alimentos líquidos e no documento CN114304251-A é descrita a pulverização da fruta com óleo essencial de flor de laranjeira antes da etapa de liofilização. A pulverização formava uma camada protetora que auxiliava na preservação de compostos polifenólicos.

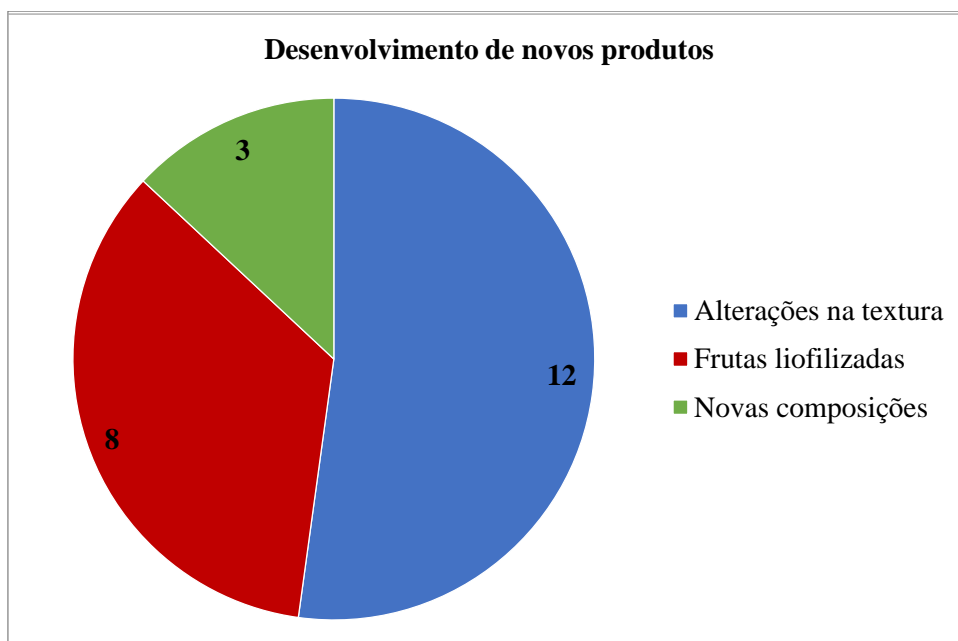
O documento CN112450394-A relata a aplicação de campo eletromagnético de alta frequência, antes da liofilização. Os objetivos com o processo são a inativação enzimática, a fixação dos pigmentos da fruta e o melhor pré-processamento da fruta. O documento descreve, também, que o processo resultava na formação de partículas finas, lisas e uniformes, garantindo a dispersividade, solubilidade e boa fixação dos pigmentos.

5.2.3 Desenvolvimento de novos produtos

Os 23 documentos patentários categorizados como desenvolvimento de novos produtos foram agrupados em três tópicos em função do resultado técnico: alterações na textura, frutas liofilizadas e novas composições (Figura 13).

Neste grupo, percebeu-se que a formulação em pó possui grande destaque, com diversas aplicações como ingrediente industrial. Este estado físico, em função da baixa atividade de água resultante, preserva os compostos bioativos e facilita o armazenamento e transporte.

Figura 13 - gráfico com a classificação dos novos produtos



Fonte: Elaboração própria, 2023

5.2.3.1 Produtos com textura alterada decorrente do processamento

Um dos destaques é a mudança da textura através do processamento da liofilização para elaboração de snacks, farinhas, pastas, polpas e pó. A formulação em pó é a mais recorrente, na qual foi utilizada como insumo da indústria de alimentos e como produto final para o consumidor.

No documento BR102018068374-A2 é descrita a produção de quiabo em pó. O inventor reivindica como aplicação a substituição da pectina comercial e utilização no tratamento de problemas de pele, queimaduras, alergias, hidratação cosmética e crescimento capilar. No documento CN113180215-A é revelada uma formulação com uma mistura natural de frutas em pó, incluindo amora, mirtilo e waxberry. O depositante reivindica que o produto tem alto teor nutritivo, propriedades funcionais, boa reidratação e cor atraente. O documento CN114468248-A refere-se à obtenção de *Mespilus germanica* em pó, sendo a principal aplicação como alimento funcional devido às propriedades antioxidante, antienvhecimento e antitumoral. No documento BR102021011552-A2 descreve-se a produção de araçá-boi (*eugenia stipitata*) em pó, com adição de maltodextrina, para aplicação em bebidas, tais como iogurte e bebidas lácteas.

A formulação em pó possui como principal aplicação à utilização das frutas como ingrediente industrial, cabendo ainda, para muitas formulações, a alegação de alimento

funcional. Além disso, a liofilização conserva o alimento, facilita o armazenamento e transporte, possui boa capacidade de reidratação e preserva de forma satisfatória o teor de nutrientes e compostos bioativos (TERRONI *et al.*, 2013; FELLOWS, 2019).

Dois documentos relatavam novidades combinadas com outros alimentos. No documento BR102020016457-A2 é descrito um iogurte com pó de jabuticaba liofilizada, onde a produção engloba a obtenção da jabuticaba em pó, a partir da casca e polpa, fermentação e produção do iogurte, quebra de coágulos, mistura do extrato com o iogurte e embalagem. No documento BR102020004834-A2 é reivindicado um sachê com pó de pitaya com viés terapêutico para doenças do sistema nervoso.

Dentre os novos produtos reivindicados estão os snacks. O documento WO2022161811-A1 revela um alimento liofilizado para bebês feito com frutas, legumes, clara de ovo, suco de limão (acidificante) e amido de batata, milho ou tapioca (espessante). No documento CN113558201-A são descritos snacks de abacaxi e goji berry obtidos por liofilização, garantindo a retenção dos nutrientes e compostos bioativos da fruta, mantendo a cor, aparência e sabor. O documento CN112544921-A, por sua vez, reivindica *chips* orgânicos de kiwi arguta.

Revela-se em dois documentos uma pasta. O documento JP2021122267-A relata uma pasta de caroço de frutas e o documento CN113475692-A descreve uma pasta de abóbora. A produção abrange o pré-tratamento com ultrassom, liofilização e secagem por infravermelho. O método diminui o tempo e melhora a taxa de secagem, produzindo uma pasta de boa aparência e com um conteúdo maior de compostos fenólicos e carotenoides, se comparado à operação de secagem com ar quente.

Por fim, durante a análise identifica-se a formulação de polpa de frutas do cerrado no documento BR102019023140-A2 e a produção de farinha de subprodutos de fruta tropical descrita no documento BR102019023035-A2.

5.2.3.2 Frutas Liofilizadas

Oito documentos patentários reivindicavam como principal inovação frutas específicas liofilizadas. O fluxograma, de forma geral, engloba etapas de pré-processamento, sendo seleção, lavagem, higienização, desinfecção, corte, remoção do caroço, branqueamento e adição em solução salina. Após, ocorre o pré-congelamento, congelamento e, por fim, a liofilização. Dentre as frutas liofilizadas relatadas estão ameixa (CN112544691-A e CN112971068-A), pitaya (PH2202050780-U), amora (CN115176840-A), jabuticaba

(WO2022150890-A1), figo (CN113080246-A), tangerina (CN112869072-A) e uma mistura de lichia e durian (CN113207950-A).

Os inventores relatavam como vantagens do processo o maior tempo de armazenamento, a facilidade no transporte, a retenção dos nutrientes, incluindo vitaminas e compostos bioativos. Por exemplo, no documento CN115176840-A é relatado que a liofilização da amora preservou mais de 92% do teor das antocianinas. Outros documentos informavam também que os produtos finais possuem boas características sensoriais, sendo as principais aparência, odor, sabor e crocância.

5.2.3.3 Composições

O documento DE102020124073-A1 descreve uma mistura probiótica de frutas, seguindo as etapas de mistura com polpa das frutas, congelamento, esmagamento e liofilização das partículas. O documento também relata a facilidade de armazenamento, a extensão da vida comercial e que não há alterações do sabor e odor devido à adição das bactérias. O documento PH2202050784-U revela uma mistura com pitaya liofilizada contendo 2100g da fruta para 210g da maltodextrina. O documento WO2022168086-A1 traz uma composição nutracêutica liofilizada, formada pela mistura de purê de frutas e legumes (10% p/p), óleo comestível (5% p/p) e composto exógeno (0,05% p/p), possuindo como principal objetivo derreter na boca.

A tecnologia empregada na matriz alimentar, além da eficiência na conservação, possui grandes potenciais de inovação, diversificação de mercado e aumento da oferta das frutas liofilizadas. Considerando ainda que muitos equipamentos industriais e processos possuíram como vantagens o aumento da eficiência e redução de custos, então há indícios de que, em um futuro próximo, a criodesidratação se torne uma operação mais barata e produtiva, popularizando mais a técnica.

5.2.4 Patentes brasileiras

Os documentos patentários brasileiros retornados tiveram como foco o desenvolvimento de novos produtos através da liofilização. Alguns documentos recuperados relataram a adição da maltodextrina em diferentes concentrações, a qual tem característica encapsulante e possui como objetivo estender a vida comercial do produto, bem como protegê-lo de oxidação (MORAGA *et al.*, 2012).

O documento BR102018068374-A2 reivindica a produção de pó de quiabo integral, o qual é obtido após 72h de liofilização, seguida por trituração. O produto final pode ser utilizado como ingrediente de alto teor nutritivo para outros alimentos, aumentando a disponibilidade do fruto do quiabeiro.

O documento BR102017023765-A2 descreve um produto em pó formulado por polpa de mangaba adicionada de maltodextrina (0 a 30%). A mistura é liofilizada em $-50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, sob vácuo, por até 96 horas. Com a adição de água, o produto pode ser consumido como suco integral ou ingrediente. A mangaba, nativa do Brasil, é uma fruta tropical de altíssima qualidade do ponto de vista nutricional. Possui grande potencial econômico (MOURA *et al.*, 2011), porém, devido à sazonalidade, é cultivada durante 3 a 4 meses ao longo do ano. Diante disso, a liofilização pode ser uma alternativa viável para o aumento da comercialização.

O documento BR102016027711-A2 relata um produto em pó criado com polpa de umbu com a adição de maltodextrina (0 a 30%). A mistura é liofilizada em $-50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, sob vácuo, por 72 horas. O umbu, fruta tropical nativa do Brasil, possui grande potencial econômico para o nordeste (GALVÃO *et al.*, 2011). Sua polpa possui bom teor nutricional, baixo valor calórico (cerca de 34 calorias/100 g de polpa) (TACO, 2011) e compostos antioxidantes.

O documento BR102017023765-A2 descreve um produto em pó da manga da cultivar ataulfo obtido por liofilização. A criodesidratação ocorre entre -45°C a -55°C entre 8 a 24 horas. O alimento em pó pode ser consumido em sucos, com a dissolução em água e como ingrediente para outros produtos alimentícios.

O documento BR102021011552-A2 refere-se ao pó de araçá-boi (*eugenia stipitata*) obtido por liofilização em -40°C durante 48h, seguida por trituração, com adição da maltodextrina (14, 21 e 28%), que foi misturada à fruta antes da operação. A acidez do araçá-boi o caracteriza como bom insumo na preparação de doces, geleias e sucos. No entanto, é fundamental a aplicação de tecnologias de conservação, pois o fruto é altamente perecível, devido às altas taxas respiratórias e perda de água durante o armazenamento (VIANA *et al.*, 2012).

O documento BR102019023140-A2 descreve a produção de polpa liofilizada de frutos nativos do cerrado: pequi, marolo, mangaba, araçá, guavira e baru. A liofilização consegue preservar as propriedades funcionais e nutraceuticas dos frutos, sendo que a conservação destas foi comprovada através de análises físico-químicas. O produto é obtido com as etapas de primeira lavagem, seleção, sanitização, segunda lavagem, despulpamento, congelamento, liofilização em -40°C por 48h, maceração, peneiramento e armazenamento.

O documento BR102020016457-A2 reivindica a produção de iogurte suplementado com pó de jabuticaba liofilizada com a adição de maltodextrina (25%). As etapas de produção consistem no congelamento da jabuticaba integral, casca e polpa, em -18°C por 48 horas, liofilização em 72 horas e obtenção do pó, fermentação e elaboração do iogurte com leite e formulação do produto.

O documento BR102019023035-A2 revela o processamento de farinha probiótica de acerola, caju, goiaba e jabuticaba. As etapas da preparação consistem no congelamento a -18°C, liofilização a -55°C em 60 mmHg por 12 a 14 horas, trituração, peneiramento e armazenamento sob temperatura ambiente. O produto final apresenta ação comprovada no estímulo seletivo dos gêneros de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.

Por último, o documento BR102020004834-A2 descreve a elaboração de uma composição em sachê obtida a partir da polpa, sementes e casca de pitaya, com potencial ansiolítico. A produção engloba a separação da casca e polpa, congelamento e liofilização, obtendo um farelo seco. A composição do produto apresenta pelo menos um agente ativo no tratamento ou prevenção da ansiedade, dentre os quais: quercetina-3-O-galactosídeo, apiosil-malonil-betanina e 6'-O-malonil-2-descarboxi-betanina. A quantidade terapêutica recomendada varia entre 0,1 a 1,0 mg/mL do sachê da fruta.

6 CONCLUSÕES

A partir do presente estudo, concluiu-se que o ramo de frutas liofilizadas tem suma importância econômica e tecnológica, a nível global. Pelo mapeamento tecnológico identificaram-se diversas competências tecnológicas nas áreas de tecnologia de alimentos, engenharia e química. Percebeu-se, também, que a liofilização se apresenta como um método de conservação eficiente com diversas vantagens no campo da secagem, dentre elas, a preservação das características sensoriais, dos nutrientes e compostos bioativos.

Os resultados obtidos trouxeram como novidades novos produtos com potencial de mercado, inovações em equipamentos industriais, vias de tornar o processo mais eficiente, aplicações da matriz alimentar em áreas da saúde, boas associações do método com outras operações unitárias e melhorias do processo atual. Observou-se também que a liofilização pode agregar um valor mais natural, pois grande parte dos documentos patentários recuperados possui interface com produtos nutracêuticos, alimentos funcionais, formulações naturais e alimentos destinados à dieta especial.

Além disso, os resultados apontam para a versatilidade do alimento liofilizado. Este pode estar associado com diferentes ingredientes, composições e texturas resultantes do processamento. Os processos relatados nos documentos permitem a diversificação de produtos através das formulações, destacando as frutas desidratadas, em pó e granuladas.

Concluiu-se também, diante dos 329 documentos patentários retornados, a relevância do assunto para a área das frutas e, conseqüentemente, para a engenharia de alimentos. O perfil crescente das patentes, nos níveis nacional e internacional, ao longo do tempo demonstra a atualidade do tema, a possibilidade de novidades e a existência de um vasto campo de pesquisa.

Em perspectiva de trabalho futuro, sugere-se a interpretação e fundamentação geral dos documentos na base Derwent, relacionando a operação unitária com as aplicações das frutas liofilizadas nas áreas de saúde, a fim de investigar o desenvolvimento de novos alimentos funcionais.

7 REFERÊNCIAS

Abreu, J. C. **Prospecção tecnológica aplicada na otimização da concessão de patentes no Brasil: estudo de caso em patentes de medicamentos imunossupressores**. Orientador: Pinto, J. P. M. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, 2017. Disponível em: <https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPED/Teses/2017/Jussana%20Cristina%20de%20Abreu%20.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2023.

Angelo, P. M., Jorge, N. **Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão**. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 66(1): p.1-9, 2007. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32841/31672>. Acesso em: 24 jan. 2023.

Associação Brasileira dos Produtos e Exportadores de Frutas e Derivados - ABRAFRUTAS. **Dados de Exportação em 2021**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2022/02/dados-de-exportacao-em-2021/>. Acesso em: 26 jan. 2023.

Amorim, F. L., Rocha, I. S., Ferreira, E. S., Machado, B. A. S., Guez, M. A. U. **Prospecção tecnológica relativa a depósitos de patentes relacionadas aos compostos bioativos presente em uvas**. Cad. Prospec., Salvador, v. 8, n. 4, p. 801-807, out./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/13913>. Acesso em: 06 jul. 2023.

Anandharamakrishnan, C. Freeze Drying. **Handbook of Drying for Dairy Products**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2017. 95-121. Web.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa – IN nº 161, de 2022**. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2. Acesso em: 21 jul. 2023.

Augustin, M. A., Sanguansri, L., Fox, E. M., Cobiac, L., Cole, M. B. **Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets**. Trends in Food Science & Technology, v. 95, jan. 2020, p. 75-85. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419303243>. Acesso em: 17 jan. 2023.

Barbieri, R. L., Vizzotto, M. **Pequenas frutas ou frutas vermelhas: tecnologias de produção**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.7-10, jun. 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/938851/1/RosaliaInfoagropec.p710.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2023.

Bauer, V. R. P., Wally, A. P., Peter, M. Z. **Tecnologia de Frutas e Hortaliças**. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, Pelotas, 2014. Disponível em: http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1480/Tec_Frut_Horta_Book_Ag.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 23 jan. 2023.

Bergmann, A., Eymael, D. A., Gomes, N. R., Frasson, S. F., Silva, C. S. **Benefícios do consumo de carotenoides a partir de frutas nativas do Brasil: uma revisão de literatura.** Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento, São Paulo. v. 15. n. 97. p.1158-1168. Nov./Dez. 2021. Disponível em:

<http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1456/1194>. Acesso em: 24 jan. 2023.

Bhatta, S., Janezic, T. S., Ratti, C. **Freeze-Drying of Plant-Based Foods.** Foods 2020, 9(1), 87. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods9010087>. Acesso em: 26 jan. 2023.

Birt, D. F., Jeffery, E. **Flavonoids.** Advances in Nutrition, v. 4, Issue 5, Set. 2013, p. 576–577. Disponível em: <https://doi-org.ez29.periodicos.capes.gov.br/10.3945/an.113.004465>. Acesso em: 25 jan. 2023.

Brito, F. C. R., Pontes, C. R., Castro, L. M. S., Cunha, P., Souza, I. P., Veras, M. O. V., Freire, G. E., Santos, A. A. Q. A., Moreira, M. R., Morais, V. D., Silva, F. R. O., Figueiredo, I. G. A., Guedes, M. I. F. **Mapping of foods with whey protein by patent documents.** International Journal of Development Research, v. 07, n. 09, p.15594-15597, set., 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/28270>. Acesso em: 06 jul. 2023.

Brasil. **Lei nº 5772, 21 de dezembro de 1971. Presidência da República, Brasília, 1971.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-5772-21-dezembro-1971-357860-publicacaooriginal-1-pl.html> . Acesso em: 13 jun. 2023.

Brasil. **Lei nº 9279, 14 de maio de 1996. Presidência da República, Brasília, 1996.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9279-14-maio-1996-374644-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 13 jun. 2023.

Canhoto, J. M. **Fruto.** Rev. Ciência Elem., v.9:010, 2021. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2021/010/>. Acesso em: 24 jan. 2023.

Celestino, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos.** Planaltina, DF: EMBRAPA, Cerrados, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77765/1/doc-276.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.

Chen, Z., Zhang, J. **Types of patents and driving forces behind the patent growth in China.** Economic Modelling, v.80, p.294–302, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.015>. Acesso em: 09 jun. 2023.

CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução nº 12, de 1978.** Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/cnnpa/1978/res0012_30_03_1978.html. Acesso em: 24 jan. 2023.

CNA - Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil. **Mapa da produção de hortifrúti 2020.** Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/mapa-da-producao-de-hortifrutu>. Acesso em: 26 jan. 2023.

Crecca, V. M. T., Silva, J. M., Souza, P. A. R. **Technological prospecting: Patent mapping of bioremediation of soil contaminated with agrochemicals using fungi**. World Patent Information, v. 73, 2023, 102196. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.wpi.2023.102196>. Acesso em: 12 jun. 2023.

DWPI - Derwent World Patents Index. Disponível em: <https://clarivate.com/products/ip-intelligence/ip-data-and-apis/derwent-world-patents-index/>. Acesso em: 24 jan. 2023.

Domingues, G. P. **A viabilidade econômica e mercadológica das frutas liofilizadas**.

SEMESP, 2019. Disponível em: <https://www.conic-semesp.org.br/anais/files/2015/trabalho-1000020670.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

Durham, E. R. **As Universidades Públicas e a Pesquisa no Brasil**. Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior (NUPES) - USP, 1998. Disponível em: <https://sites.usp.br/nupps/wp-content/uploads/sites/762/2020/12/dt9809.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2023.

Eskin, M. N. A., Hoehn, E. **Fruits and Vegetables**. Biochemistry of Foods, 2013, chapter 2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-242352-9.00002-3>. Acesso em: 24 jan. 2023.

Fellows, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

Ferreira, V. S., Sant'Anna, C. **Impact of culture conditions on the chlorophyll content of microalgae for biotechnological applications**. World Journal of Microbiology and Biotechnology v. 33, Article number: 20 (2017). Disponível em: <https://link.springer.com.ez29.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11274-016-2181-6>. Acesso em: 25 jan. 2023.

Fonseca, L. A. B. V. **Fruticultura Brasileira: Diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o Mundo**. CNA, 2022. Disponível em:

<https://cnabrazil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo#:~:text=A%20produção%20brasileira%20de%20frutas,%2C8%25%20ocupados%20por%20lavouras>. Acesso em: 26 jan. 2023.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Nutrition**. Disponível em: <https://www.fao.org/nutrition/capacity-development/food-loss-and-waste/en/>. Acesso em: 23 jan. 2023.

FMI - Future Market Insights. **Freeze Dried Fruits Market 2022**. Disponível em: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/freeze-dried-fruits-market>. Acesso em: 23 set. 2022.

Franco, R. R. **O Mapeamento Tecnológico e a Gestão de Tecnologia no CNPDIA - Embrapa**. Orientador: Pinho, M. S. Dissertação (Doutorado) – Engenharia de Produção Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2009. Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3599/2495.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 jun. 2023.

Garcia, Laura Pereira. **Liofilização aplicada a alimentos**. 2009. 46 f. Monografia (Química em Alimentos). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

Galvão, M. S., Narain, N., Santos, M. S. P., Nunes, M. L. **Volatile compounds and descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation**. Food Research International, v. 44, Issue 7, p. 1919-1926, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.020>. Acesso em: 09 jun. 2023.

Gélinas, P. **Mapping Early Patents on Baker's Yeast Manufacture**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2010, v.9, n. 5, p. 483–497. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2010.00122.x>. Acesso em: 06 jul. 2023.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Consumo e Produção Sustentáveis**. Disponível em: <https://ipea.gov.br/ods/ods12.html>. Acesso em: 17 jan. 2023.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Publicação IPC**. INPI, 2022. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20230101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipcpc=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. Acesso em: 02 fev. 2023.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade industrial. **Tratado de Cooperação em matéria de Patentes (PCT)**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/Como-protoger-patente-no-exterior/pct/tratado-de-cooperacao-em-materia-de-patentes-pct>. Acesso em: 13 jun. 2023.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Manual Básico para Proteção por Patentes de Invenções, Modelos de Utilidade e Certificados de Adição**. Ministério da Economia, Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/guia-basico/ManualdePatentes20210706.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

Kimura, P. C., Silva, S. B., Costa, S. C. **Prospecção tecnológica para verificação do potencial de patenteabilidade de alimento formulado com produtos de estévia**. Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 12, n. 4, p. 890-906, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v12i4.30512>. Acesso em: 21 jul. 2023.

Kupfer, D., Tigre, P. B. Prospecção tecnológica. In: Caruso, L. A., Tigre, P. B. (Org.). **Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico**. Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004. Papeles de la Oficina Técnica, n.14.

Lagos, J. B., Vargas, F. C., Oliveira, T. G., Makishi, G. L. A., Sobral, P. J. A.. **Recent patents on the application of bioactive compounds in food: a short review**. Current Opinion in Food Science v. 5, out. 2015, p. 1-7. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799315000818>. Acesso em: 14 jun. 2023.

Machado, B. A. S., Reis, J. H. O., Pires, E. A., Santos, F. L. **Mapeamento tecnológico de patentes de kefir**. Cadernos De Prospecção, v. 5, n. 2, p.86, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/11460>. Acesso em: 06 jul. 2023.

Marques, E. C., Costa, S. R. R. **Estudo da liofilização pela engenharia de produto no processamento industrial de alimentos**. Acta Tecnológica, v. 10, n. 1, p. 44–52, 2015. DOI: 10.35818/acta.v10i1.173. Disponível em: <https://periodicos.ifma.edu.br/actatecnologica/article/view/173>. Acesso em: 27 jan. 2023.

Marques, L. G., Prado, M. M., Freire, J. T. **Rehydration Characteristics of Freeze-dried Tropical Fruits**. Food Science & Technology, 42.7, 2009, p. 1232-237. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.02.012>. Acesso em: 23 set. 2023.

Marques, N. S., Cajavilca, E. S. R., Melo, E. M., Santana, V. G., Sales, G. F., Lobo, R. S. **Análise de patentes do mercado de alimentos industrializados no mundo com base na classificação “A” da WIPO**. Cad. Prospec., Salvador, v. 7, n. 4, p. 612-621, 2014. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/11944/pdf_71. Acesso em: 14 jun. 2023.

Martins, F. P., Bosch, J. C., Silva, A. J. O., Siqueira, A. M. **Secagem: uma revisão**. The Journal of Engineering and Exact Sciences, 2020, 6(4), 0600–0607i. Disponível em: <https://doi.org/10.18540/jcecv16iss4pp0600-0607i>. Acesso em: 12 jan. 2023.

Mello, M. T. L. PATENTES EM BIOTECNOLOGIA. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v.15, 1998. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8917>. Acesso em: 27 jan. 2023.

Moura, N. F., Chaves, L. J., Vencovsky, R., Naves, R. V., Aguiar, A. V., Moura, M. F. **Genetic structure of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) populations in the cerrado region of Central Brazil**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 473-481, 2011. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/19185/3/Artigo%20-%20Nara%20Fernandes%20Moura%20-%20202011.pdf> . Acesso em: 09 jun. 2023.

Moraes, L. R.V., Azevedo, L. C., Santos, V. M. L., Leitão, T. J. V. **Estudo comparativo da desidratação de frutas para fins de infusão, por método tradicional e liofilização**. Revista Semiárido De Visu, v.2, n.2, p.254-264, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiaridodevisu/article/view/101/83>. Acesso em: 06 jun. 2023.

Moraga, G., Igual, M., Martínez, E. G., Mosquera, L. H., Navarrete, N. M. **Effect of relative humidity and storage time on the bioactive compounds and functional properties of grapefruit powder**. Journal of Food Engineering, Oxford, v. 112, n. 3, p. 191-199, 2012.

Neves, R. F., Chiarello, M. D., Lima, L. A., Ghesti, G. F. **Forecasting study of food-related patents protected by the University of Brasilia, Brazil: Case study**. Heliyon, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17111>. Acesso em: 12 jun. 2023.

Ordóñez, J. A. P. Rodríguez, M. I. C., Álvarez, L. F., Sanz, M. L. G., Minguillón, G. D. G. F., Perales, L. H., Cortecero, M. D. **S.Tecnologia de Alimentos: volume 1 – componente dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Oliveira, D. F. M. O., Rodrigues, T. M. **Análise Prospectiva do Caju: mapeamento tecnológico por meio de pedidos de patentes.** Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 13, n. 3, p. 852-861, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/30651/21145>. Acesso em: 13 jun. 2023.

Oliveira, G. R., Santos, J. T. S., Campos, A. F. P., Nunes, T. P., Russo, S. L., Junior, A. M. O. **Prospecção tecnológica: processo de liofilização na indústria de alimentos.** Revista GEINTEC– ISSN: 2237-0722. São Cristóvão/SE – 2012. v. 3, n. 1, p.92-102. D.O.I.:10.7198/S2237-0722201300010008.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Healthy diet.** 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Acesso em: 20 jul. 2023.

Pu, G., Zhu X., Dai J., Chen X. **Understand technological innovation investment performance: Evolution of industry-university-research cooperation for technological innovation of lithium-ion storage battery in China.** Journal of Energy Storage, v. 46, 103607, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103607>. Acesso em: 09 jun. 2023.

Quispe, D. C., Samanez, C. A. L., Rosales, E. R. H., Landa, J. P. A., Cerna, H. W. A., Puma, M. M. Z., López, G. J. A., Palomino, G. I. B., Flores, H. A., Villanueva, W. G. **Bioactive Compounds and Sensory Analysis of Freeze-Dried Prickly Pear Fruits from an Inter-Andean Valley in Peru.** Molecules, 2023, v.28, 3862. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules28093862>. Acesso em: 06 jun. 2023.

Ramírez, M. J., Giraldo, G. I., Orrego, C. E. **Modeling and Stability of Polyphenol in Spray-dried and Freeze-dried Fruit Encapsulates.** Powder Technology 277 (2015): 89-96. Web.

Rodrigues, L. A. P., Leal, I. L., Hodel, K. V. S., Góes, G. B. T. **Mapeamento tecnológico de bebidas fermentadas funcionais com cacau.** Cadernos De Prospecção, 2022, v.15, n. 3, p. 865–880. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/47803>. Acesso em: 06 de jul. 2023.

Rosenthal, A., Vitali, A. A., Almeida, A. F. L., Furtado, A. A. L., Soares, A. G., Amaya, D. B. R., Dunham, F. B., Cornejo, F. E. P., Teixeira, F. G. M., Vital, H. C., Farfán, J. A., Hamú, L., Cabral, L. M. C., Fonseca, M. J. O., Fortes, M. H. P., Amâncio, M. C., Junior, M. F., Cruvinel, P. E., Júnior, P. P. M. U., Nogueira, R. I., Nóbrega, R., Deliza, R., Tahara, S. T., Wilberg, V. C., Matta, V. M.. **Tecnologia de alimentos e inovação: tendências e perspectivas.** EMPRABA, Informação Tecnológica, Brasília, DF. 2008.

Santos, P. O., Pinheiro, L. K. X., Roque, M. R. A. **Mapeamento tecnológico dos pigmentos naturais.** Cad. Prospec., Salvador, v. 9, n. 1, p. 121-128, jan./mar. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Milton-Roque-2/publication/299496810_MAPEAMENTO_TECNOLOGICO_DOS_PIGMENTOS_NATURAIS/links/5acfc6870f7e9b18965cd221/MAPEAMENTO-TECNOLOGICO-DOS-PIGMENTOS-NATURAIS.pdf . Acesso em: 06 jul. 2023.

Savo, I., Dragan, M., Miladin, B. **Specificities of fruit freeze drying and product prices.** Economics of Agriculture, v. 59, n. 297-2016-3474, p. 461-471, 2012.

Silva, A. B. S., Silva, E. G., Rigo, L., Oliveira, M. P., Loss, R. A., Guedes, S. F., Paula, J. M., Geraldi, C. A. Q. **Técnicas de secagem de frutas: uma revisão**. Scientific Electronic Archives: v14, nº10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36560/141020211424>. Acesso em: 13 jan. 2023.

Souza, B. B., Cembranel, F., Hallal, A. L. C., Orsi, E. **Consumo de frutas, legumes e verduras e associação com hábitos de vida e estado nutricional: um estudo prospectivo em uma coorte de idosos**. Ciência & Saúde Coletiva. 2019, v. 24, n. 4, p. 1463-1472. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018244.03782017>. Acesso em: 13 jan. 2023.

Souza, I. C. C., Carvalho, A. C. B., Neto, J. M. D. S., Fernandes, J. P. C., Junior, J. D. R., Araújo, F. M. M. C., Melo, R. L. F. **Caracterização físico-química dos frutos tropicais do Nordeste brasileiro**. Research, Society and Development, v. 9, n.6, e125963562, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3562/3850>. Acesso em: 09 jun. 2023.

Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. NEPA - UNICAMP, 4 ed. rev. e ampl. Campinas, SP: 2011. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

Teixeira, L. P. **Prospecção tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100348/1/doc-317.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

Terroni, H. C., Jesus, J. M., Artuzo, L. T., Ventura, L. V., Santos, R. F., Damy-Benedetti, P. C. **Liofilização**. Revista Científica: Unilago, 2013. Disponível em: <http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/LIOFILIZACAO.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

Tobaruela, E. C. **Avaliação do conteúdo de carboidratos de frutas cultivadas em diferentes regiões do Brasil**. Orientadora: Menezes, E. W. Dissertação (Mestrado) – Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2052/b1b614d07a25009dc234dc9bc5f0a4788007.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

Valdman, C. Sousa, M. R. C. Bernardo, S. **Classificação de patentes (IPC/CPC)**. Ministério da Economia, Brasília, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao/RelatorioExecutivoClassificacaoPatentes2020_DIRPA_26022021.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

Verspagen, B. **Intellectual property rights in the world economy**. Maastricht: Maastricht University, 1999.

Viana, E. S., Jesus, J. L., Reis, R. C., Fonseca, M. D., Sacramento, C. K. **Caracterização físico-química e sensorial de geleia de mamão com araçá-boi**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1154-1164, 2012.

Vicenzi, R. **Tecnologia de frutas e hortaliças**. Apostila didática do curso de Química Industrial de Alimentos. Santa Rosa, RS: UNIJUI, 2007. Disponível em: www.sinprors.org.br/raul.vicenzi. Acesso em: 24 jan. 2023.

Vidal, M. F. **Agropecuária - Fruticultura**. Caderno Setorial ETENE, ano 7, n. 228, 2022. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1326/3/2022_CDS_228.pdf . Acesso em: 20 jul. 2023.

Vieira, A. P., Nicoleti, J. F., Telis, V. R. N. **Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto**. Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 15, n. 1, p. 50-58, jan./mar. 2012, 51. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/XJKWdHdV4Q3Hf3FPNMKJj8w/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2023.

Wang, Q. R., Zheng, Y. **Patent regime and the geography of cumulative innovation**. Research Policy Ed. 52, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104809>. Acesso em: 13 jun. 2023.

WIPO - World Intellectual Property Organization. **International Patent Classification (IPC)**. Disponível em: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>. Acesso em: 02 fev. 2023.

WIPO - World Intellectual Property Organization. **O PCT conta agora com 157 Estados Contratantes. 2022**. Disponível em: https://www.wipo.int/pct/pt/pct_contracting_states.html. Acesso em: 03 fev. 2023.

Yanniotis, S. **Solving Problems in Food Engineering**. Springer, New York, NY, 2008.

Zhu, J., Liu, Y., Zhu, C., Wei, M.. **Effects of different drying methods on the physical properties and sensory characteristics of apple chip snacks**. WT - Food science and technology v. 154, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112829>. Acesso em: 13 jun. 2023.

APÊNDICE A – Documentos patentários selecionados para análise qualitativa

Título	Resumo	Nº do documento	Ano
Equipamentos Industriais			
Cilindro para liofilização	O equipamento é composto por um corpo cilíndrico, rotor e conjunto de placas múltiplas. O documento reivindica que a baixa temperatura no cilindro acelera a sublimação da água, reduzindo a perda de nutrientes das frutas.	CN115119876-A	2022
Secador de liofilização	O pedido de patente reivindica que o equipamento com a superfície da placa em forma de ondas melhora a eficiência do processo. Ainda, o dispositivo é rápido e fácil de operar.	CN114451448-A	2022
Liofilizador	Composto por corpo do equipamento, bandejas e mecanismos de refrigeração, aquecimento e vácuo. Os principais benefícios são a facilidade da limpeza e rapidez no processo. Ainda, possui maior eficiência no consumo de água e permite o contato da fruta liofilizada no recipiente de coleta com pequenas aberturas.	CN214126800-U	2021
Liofilizador para goji berry com polias	Composto por caixa do equipamento de liofilização, dispositivos de retenção, elevação, selagem, estrutura de suporte e polias. Ainda, o equipamento móvel possui alta eficiência, pois aumenta a mobilidade da recolha da fruta proveniente da etapa anterior.	CN112244079-A	2021
Modelo de utilidade para formulação em pó	O documento reivindica um equipamento para aplicação em polpas de fruta com a formulação em pó.	CN218126722-U	2023
Modelo de utilidade para liofilização	O equipamento é conveniente para pegar e posicionar a fruta, o uso do aparelho é conveniente e melhora a eficiência do processo.	CN213404708-U	2021
Modelo de utilidade para secagem uniforme	O documento reivindica que o material aumenta o contato da fruta a ser liofilizada com o vapor térmico do liofilizador. Dessa forma, permite que o alimento seja totalmente aquecido com o vapor e, conseqüentemente, aumenta a eficiência da liofilização.	CN218104739-U	2023
Modelo de utilidade para reaproveitamento de calor	O equipamento é formado por uma câmara de liofilização a vácuo, placas de aquecimento, vaporizador, dispositivo de arrefecimento, bomba, tubos e um tanque de recolhimento. A principal vantagem é o recolhimento do vapor da água da fruta durante a liofilização, melhorando a eficiência da operação.	CN215013438-U	2022
Liofilizador com reaproveitamento do vapor de água	O aparelho consiste em placas, dispositivos de condensação e de transporte. O método reaproveita o vapor de água gerado no aquecimento e sublimação da água da fruta, pois o condensa em gotículas de água. Ainda, não causa poluição secundária e remove o gelo de forma eficiente, melhorando a refrigeração da tubulação do condensador.	CN112556322-A; CN112556322-B	2021
Liofilizador com equipamento de limpeza	O pedido de patente reivindica que o equipamento desumidifica o ar no aparelho e limpa, com alta eficiência, os resíduos das frutas e legumes resultantes da liofilização.	CN114223712-A	2022
Liofilizador com concentrador por membrana	A tecnologia da concentração por membrana é combinada com a liofilização, reduzindo o custo de processamento para obtenção de frutas e legumes em pó.	CN213604235-U	2021
Dispositivo de desidratação a vácuo a baixa temperatura	O instrumento abarca válvulas de controle, tanques de equipamento, tubulações e uma claquete conectado ao condensador. A reivindicação é a melhora no teor de vácuo em todo o aparelho, reduzindo o teor de óleo do produto. Assim como, tem uma estrutura simplificada e é fácil de operar.	CN213848538-U	2021
Dispositivo de liofilização para produto com camadas de carnes, frutas e vegetais	A principal vantagem do aparelho é a haste deslizante, que, ao ser engatada no limite máximo, faz com que os alimentos sobrepostos não sejam apertados ou esmagados, pois, permite que a placa de drenagem funcione de forma mais suave. Ainda, o suporte de material é de fácil bloqueio, se comparado ao equipamento tradicional do liofilizador.	CN114468035-A	2022
Liofilizador contínuo para frutas	O equipamento permite o congelamento e secagem de forma contínua através das placas, garantindo uma secagem uniforme e completa dos alimentos.	CN115363087-A	2022
Linha tecnológica de liofilização para produção de tiras crocantes e <i>chips</i>	Engloba misturador, dispositivo de enchimento, congelador, cortador, que permite o corte em tiras ou <i>chips</i> , liofilizador e dispositivo de dosagem para embalagem. A vantagem relatada é que o equipamento mantém as características físicas e sensoriais (sabor, cor e aparência) das frutas e vegetais e garante a crocância do produto final.	PL435236-A1	2022
Modelo de utilidade	O documento reivindica um sistema de filtragem em várias fases com	CN217067869-U	2022

para desidratação mecânica	extrusora, desidratador e liofilizador para a produção da formulação em pó. O depositante descreve que a desidratação mecânica reduz o tempo de processamento, diminuindo o custo.		
Modelo de utilidade para processamento de amora liofilizada	O pedido de patente descreve as partes de um modelo de utilidade para processamento de amora liofilizada.	CN212697490-U	2021
Modelo de utilidade para dissolução de grãos	O documento patentário reivindica uma linha automática formada por um liofilizador com ultracongelamento e despolpadora para dissolução de grãos das frutas.	CN214178910-U	2021
Cortador de frutas e legumes para liofilizador	O documento descreve que o dispositivo automático permite o corte e melhora o processamento da fruta para a liofilização, o equipamento opera de forma automática.	CN212471611-U	2021
Dispositivo de pulverização de frutas liofilizadas e xarope de vegetais	O dispositivo descrito no documento patentário é a pulverização de frutas liofilizadas e xarope de vegetais. Este, de acordo com o documento, é econômico, melhora a qualidade da pulverização e a eficiência do processamento de revestimento de açúcar, prolonga o prazo de validade e realiza o processamento uniforme com eficiência e qualidade.	CN114052067-A	2022
Liofilizador com congelador a vácuo	Liofilizador com congelador a vácuo para frutas e vegetais, com o equipamento ocorre à preservação dos nutrientes, produzindo um produto com qualidade e um bom prazo de validade.	CN112120075-A	2021
Desenvolvimento de novos processos			
Preparação de fruta liofilizada em pó	Os processos são congelamento rápido, seguido por liofilização e ultra-micro-esmagamento da fruta desidratada para obtenção do pó. O método proporciona um produto seco de fina granularidade, facilitando a absorção pelo corpo humano, com o sabor da fruta <i>in natura</i> preservado.	CN115553332-A	2023
Maior preservação dos compostos fenólicos e proantocianidinas	O documento traz como procedimentos peneiramento, limpeza em água, corte em fatias, congelamento ultrassônico, pré-congelamento, congelamento e liofilização para obtenção de fatias de pêssego com a melhora no teor.	CN114847453-A	2022
Fórmula de retenção de sabor	A formulação compreende um anticongelante artificial, propilenoglicol e solução aquosa, agente cristalizante, mistura de mel <i>in natura</i> , silvestre, filtrado e tratado por ultrassom, agente encapsulante, maltodextrina, dextrina, amido hidrolisado, metabissulfito de sódio e sal de amônio e mistura de frutas e vegetais. O documento reivindica que o produto ajuda na preservação do sabor e do perfil nutritivo durante a liofilização das frutas, até a obtenção do pó.	IN202141020276-A	2022
Modelo de utilidade com pectina da fruta liofilizada	O documento relata a formação em camadas com a fruta liofilizada, incluindo uma ranhura no núcleo, xarope e filme de arroz comestível. O documento patentário reivindica a melhora no sabor da fruta liofilizada.	CN215124114-U	2022
Modelo de utilidade de circulação de ar	O documento descreve que o equipamento torna a liofilização mais eficiente, pois, com a melhora na circulação, o ar flutua melhor no fundo da fruta.	CN218164241-U	2023
Tecnologia para prevenir o descoloramento	As etapas incluem a seleção das frutas sem manchas, limpeza com água, retirada de partes indesejadas, corte, alocação dos blocos de frutas em dióxido de carbono de alta pressão e tratamento por radiofrequência. Após, ocorre a liofilização. O procedimento é recomendado para evitar a perda de cor das frutas e vegetais liofilizados armazenados a temperatura ambiente. O pedido de patente reivindica que as etapas estudadas evitam a perda dos pigmentos, garantindo o teor de água inferior a 5% do produto.	CN114304251-A	2022
Produção de grânulos de frutas	Antes da liofilização, ocorre o pré-tratamento com as etapas da homogeneização, desgaseificação e concentração, até remoção de, pelo menos, 20% do teor de água. Após essas etapas, o material é refrigerado em membrana seguido por trituração até a formação de grânulos de 0,1-30 mm. Então, ocorre a liofilização sob pressão de 0,1 a 1,5hPa pelo tempo necessário, até a redução do teor de água de menos de 5%.	PL436147-A1	2022
Maior preservação e uniformidade das cores	O documento reivindica como novidade a produção das frutas liofilizadas com a mistura de frutas, sorbitol, éster de luteína, isomaltulose e água de acordo com a relação de massa de 50:2:0,5:1:5 com homogeneização durante 2 a 3 horas, secagem até redução de 50 a 60% do teor de água, adição em solução de ácido cítrico e liofilização a -30°C por 5 horas. A maior vantagem é a produção do alimento liofilizado com cores uniformes.	CN114788537-A	2022
Produção de grânulos	As etapas englobam pré-seleção da fruta, desgaseificação, remoção de, pelo	PL435659-A1	2022

de frutas liofilizadas	menos, 20% do teor da água, liofilização a -35°C com pulverização de nitrogênio líquido, onde ocorre o esmagamento da camada da fruta até atingir granulometria de 0,1 a 0,30mm. Após, o alimento congelado seca em temperaturas inferiores a 60°C, sob pressão de 0,1 a 1,5hPa, durante o tempo necessário para alcançar um teor de água inferior a 5% em peso.		
Método para regular e controlar a textura das frutas liofilizadas	As etapas incluem limpeza, corte, branqueamento, descongelamento por ultrassom, combinação de congelamento de 4 a 6 horas, por -20 a -30°C, e descongelamento assistido, por 1 a 2h em 20°C a 25°C, estas duas etapas são repetidas por 2 a 6 vezes. Após, ocorre liofilização a vácuo durante 8 a 10 horas, inserção de vácuo, drenagem e liofilização novamente por 10 a 14 horas, de modo a produzir a textura desejada da fruta. A preparação consegue ajustar as concentrações e proporções dos polissacarídeos, amido, proteínas e pectina, permitindo alterar a textura.	CN113632826-A	2021
Esterilização da noz de areca liofilizada	O documento patentário reivindica que, antes da liofilização, a fruta seja pulverizada com óleo de flor da laranja de sevilha e camada protetora formada por etanol, beldroega, extrato de cidreira e água. Ambas as substâncias são aplicadas na superfície, após ocorre a esterilização em micro-ondas. Dessa forma, o produto é esterilizado comercialmente, com boa vida comercial, forma preservada e teor estável de polifenóis e arecolina.	CN114304251-A	2021
Método de liofilização com nano incorporação	O documento reivindica que a integração com nano-incorporação reduz significativamente a perda de sabor proveniente da liofilização, melhorando a característica sensorial.	CN113598333-A	2021
Método de liofilização de pitaya com maior crocância	As etapas englobam corte, pré-tratamento e liofilização a vácuo, controlando a embalagem, selagem e vácuo. Ainda, a espessura da pitaya, o tempo de pré-congelamento, pressão do ar de secagem, tempo de secagem e grau de vácuo são devidamente ajustados. Por isso, tem-se a melhora da porosidade do produto e, conseqüentemente, da crocância.	CN113142519-A	2021
Campo eletromagnético de alta frequência antes da liofilização	O método é utilizado para inativar as enzimas, fixar os pigmentos da fruta e melhorar o pré-processamento da pera a ser liofilizada. Ainda, o documento relata que a tecnologia forma partículas finas, lisas e uniformes, garantindo a dispersividade, solubilidade e boa fixação dos pigmentos.	CN112450394-A	2021
Método para aumentar a biodisponibilidade dos nutrientes	As frutas devidamente higienizadas são alocadas em triturador, com velocidade de enchimento uniforme, e cortadas em partículas com tamanho de 2-5 mm. Isto, garante a quebra da parede celular, permitindo que o material seja difundido no meio, liberando os nutrientes e substâncias ativas e, conseqüentemente, facilitando a ingestão humana. Ainda, o sistema é formado por equipamento de limpeza, triturador, moinho coloidal, congelador e liofilizador.	CN114271455-A	2021
Técnica para obtenção da formulação em pó	O método envolve a trituração das frutas e vegetais em baixas temperaturas, filtração e liofilização até obtenção da polpa e pó. O processamento consegue ainda reduzir o consumo da energia em torno de 30 a 60%.	CN112385805-A	2021
Técnica para obtenção de pó fonte de celulose	A técnica compreende a trituração das frutas, filtragem, congelamento, granulação e liofilização, obtendo um pó liofilizado. O método consegue reduzir em 50% o tempo de secagem e poupa energia em mais de 30%.	CN112617144-A	2021
Processamento que aumenta a solubilidade de frutas liofilizadas	O método tem como objetivo melhorar o grau de solubilidade das frutas para aplicação em alimentos líquidos. As etapas descritas são aquecimento com pressão superior à atmosférica, congelamento sob vácuo, liofilização e imersão do alimento no alimento líquido destinado.	JP2021132562-A; JP7049619-B2	2021
Fluxograma da liofilização	O documento reivindica um fluxograma de um processo de transformação de uma fruta em um produto liofilizado.	US2022330563-A1	2022
Método de secagem	O método de liofilização dos frutos ocorre pelo despulpamento, pré-congelamento a -50 a -40 °C, liofilização sob temperatura de -50 a 0 °C em fases do primeiro ao último estágio com tempo de 11 a 15 horas, sendo o grau de vácuo inferior ou igual a 3 Pa. O pesquisador descreve que o método preserva ao máximo a cor e os nutrientes da fruta <i>in natura</i> e aumenta a vida comercial.	CN112425644-A	2021
Liofilização de amora	A preparação de amora liofilizada abarca o pré-processamento com seleção, lavagem, tratamento com ultrassom, liofilização, embalagem a vácuo e a selagem.	CN114982923-A	2022
Liofilização de fruta-	A produção é feita com as etapas de seleção, utilização de laser para remover	CN115211541-A	2022

milagrosa	a camada de cera da fruta, limpeza, adição em recipiente de dióxido de carbono a alta pressão e liofilização a vácuo. Como vantagens tem-se que o método remove completamente a camada de cera e reduz o tempo de liofilização com um bom resultado de secagem. O produto final é crocante com preservação dos nutrientes da fruta-milagrosa.		
Liofilização de morango	O processamento ocorre com o pré-congelamento, liofilização a vácuo, peneiramento em peneira vibratória para remoção do pó flutuante e embalagem do produto seco final. A produção pode reduzir o tempo de secagem, suprimir o inchaço e a formação de espuma do produto e aumentar a doçura do produto de morango, melhorando o sabor do produto. Ainda, opera com baixo consumo de energia.	CN115553442-A	2023
Liofilização de ameixa	As etapas englobam o corte, congelamento e liofilização. O documento patentário reivindica que o método melhora a eficiência de secagem da ameixa congelada, podendo reduzir o consumo de energia e economizar custos. Ainda, a técnica é de fácil operação e fácil popularização da tecnologia.	CN114698684-A	2022
Desenvolvimento de novos produtos			
Snack liofilizado para bebês	O produto é feito com frutas, legumes e clara de ovo, os aditivos são naturais, sendo o acidificante: suco de limão e espessante: amido de batata, milho ou tapioca. Ainda, não possui açúcares e aditivos artificiais. O produto, recomendado para lanches, está pronto para consumo e é destinado para as crianças. As etapas de produção ocorrem em batelada, compreendendo seleção, corte, mistura, aeração, resfriamento, congelamento e liofilização.	WO2022161811-A1	2022
Snacks de abacaxi e goji berry	As etapas da fabricação englobam lavagem, drenagem com água e secagem natural do goji berry. Ainda, ocorre a remoção dos resíduos e batimento do abacaxi, obtendo um suco de abacaxi para misturar com a goji berry, em temperaturas baixas. A mistura é congelada e liofilizado por 16 a 20 horas a -40°C para formação dos snacks. O método garante a retenção dos nutrientes e compostos bioativos, mantendo a cor, aparência e sabor.	CN113558201-A	2021
<i>Chips</i> orgânico de actinidia arguta	A produção engloba seleção da fruta orgânica, lavagem, imersão em solução de ácido cítrico para preservar a polpa, drenagem, esmagamento, adição de maltodextrina, pré-congelamento e liofilização. Ainda, de acordo com o pedido da patente, o produto possui excelente sabor, perfil nutritivo e cor.	CN112544921-A	2021
Polpa de frutas do cerrado	As etapas englobam a seleção, lavagem, higienização, despulpamento, congelamento, liofilização, maceração, peneiramento e embalagem. A aplicação principal é o preparo de extratos aquosos com propriedades antioxidantes e substâncias bioativas. Dessa forma, as frutas do cerrado podem estar na composição de suplementos, alimentos funcionais, compostos nutracêuticos e fitoterapêuticos. O documento traz como principal vantagem a estabilidade físico-química e microbiológica.	BR102019023140-A2	2021
Pasta liofilizada de caroço de frutas	A produção envolve a formação da pasta após aquecimento da fruta, moldagem, congelamento e liofilização. O produto tem como público-alvo os lactentes, crianças e idosos. O documento relata ainda que a pasta tem excelente sabor, odor e perfil nutritivo.	JP2021122267-A	2021
Pasta de abóbora	A produção abrange o pré-tratamento com ultrassom, liofilização e secagem por infravermelho. O método diminui o tempo de secagem e melhora a taxa de secagem, produzindo uma pasta de boa aparência e com um conteúdo maior de compostos fenólicos e carotenoides, se comparado à operação de secagem úmida.	CN113475692-A	2021
Ameixa liofilizada	A produção compreende as etapas de corte, remoção do caroço, branqueamento, adição em solução salina, pré-congelamento e liofilização. A operação consegue reter os nutrientes, garantir um bom tempo de armazenamento e boas características sensoriais.	CN112971068-A; ZA202106459-A	2021
Pitaya liofilizada	A produção engloba a lavagem, descascamento, corte, branqueamento, mistura com maltodextrina, adição em molde, liofilização e embalagem.	PH2202050780-U	2021
Amora liofilizada	As etapas são seleção, limpeza, desinfecção, lavagem com água, congelamento e liofilização. A liofilização possui rendimento de 86 a 97% e reduz o teor da água para 3 a 5%, preservando mais de 92% do teor das antocianinas, compostos bioativos da fruta. As amoras liofilizadas podem ser comercializadas sozinhas ou em bebidas.	CN115176840-A	2022

Jaboticaba liofilizada	A fabricação ocorre com a seleção, limpeza, desinfecção, remoção da casca, lavagem com água, congelamento e liofilização, até alcançar um teor de umidade inferior a 5%. O documento reivindica a formulação da fruta liofilizada, pois <i>in natura</i> é extremamente sensível. Relata ainda que o processo de conservação facilita o transporte e aumenta a vida comercial, que passa a ser de no mínimo dois anos.	WO2022150890-A1	2022
Ameixa liofilizada	O método apresenta boa eficiência, preserva o sabor da fruta e retém de forma significativa a vitamina C. Ainda, o documento descreve que o produto agrega praticidade no consumo da fruta.	CN112544691-A; CN214802060-U	2021
Figo liofilizado	O documento patentário traz como grande vantagem do produto o aumento da vida comercial da fruta, pois evita a deterioração microbiana. Bem como, torna mais conveniente o transporte e armazenamento do produto.	CN113080246-A	2021
Tangerina liofilizada	O documento descreve a produção de tangerinas em formato de folha, preservando os compostos responsáveis pelo odor e garantindo a vida comercial estendida, a embalagem a vácuo aumenta ainda mais o prazo de validade.	CN112869072-A	2021
Lichia e durian liofilizados	O documento relata que a liofilização preserva o perfil nutritivo das frutas e os compostos responsáveis pelo sabor e odor das frutas.	CN113207950-A	2021
Mespilus germanica em pó	A principal reivindicação do documento é que o pó pode ser utilizado como alimento funcional devido às propriedades antioxidante, antienvelhecimento e antitumoral. Ainda, a liofilização preserva de forma satisfatória o teor de nutrientes da fruta.	CN114468248-A	2022
Eugenia stipitata em pó	As etapas relatadas pelo documento são a adição de maltodextrina, liofilização e obtenção do pó. Esse produto pode ser consumido sozinho ou em bebidas, tais como: iogurte e bebidas lácteas.	BR102021011552-A2	2023
Formulação natural de frutas em pó	A mistura inclui amora, mirtilo e waxberry. O documento reivindica que o produto tem alto teor nutritivo, propriedades funcionais, boa reidratação e cor atraente. Ainda, o documento patentários descreve que o produto é fácil de armazenar e possui diversas aplicações na indústria de alimentos.	CN113180215-A	2021
Iogurte com pó de jaboticaba liofilizado	O documento reivindica a produção para a obtenção da jaboticaba em pó, a partir da casca e polpa, fermentação e produção do iogurte, quebra de coágulos, mistura do extrato com o iogurte e embalagem. A principal vantagem relatada pelo documento é o perfil nutritivo e sensorial agregado ao iogurte com a inserção da fruta, considera-se ainda o grande potencial comercial.	BR102020016457-A2	2022
Farinha de subprodutos de fruta tropical	O documento relata que as etapas de fabricação são processamento, congelamento, liofilização a -55°C, por aproximadamente, 12 a 14 horas, esmagamento, peneiramento a 0,25mm e armazenamento em potes herméticos à temperatura ambiente. O documento reivindica a aplicação da farinha para alimentos funcionais, suplementos alimentares e rações animais. Ainda, a farinha de subprodutos estimula o crescimento seletivo de bactérias benéficas para a microbiota intestinal, proporcionando benefícios para a saúde.	BR102019023035-A2	2021
Sachê com pó das frutas weber e pitaya	O documento reivindica a produção com viés de benefício terapêutico para doenças do sistema nervoso, principalmente a ansiedade, com alegação funcional para prevenção de doenças como câncer, cardiovasculares, diabetes e distúrbios ansiolíticos. O sachê pode ser consumido isolado ou com outros alimentos em doses de 0,1; 0,5 ou 1,0mg/ml.	BR102020004834-A2	2021
Composição probiótica de frutas	As etapas de fabricação são mistura do probiótico com frutas, congelamento, esmagamento da mistura congelada e liofilização das partículas. Ainda, o documento relata a facilidade de armazenamento, a boa extensão da vida comercial e que não há alterações sensoriais (sabor e odor) devido à adição das bactérias probióticas.	DE102020124073-A1; EP3970512-A1	2022
Composição nutracêutica liofilizada	Formada pela mistura de purê de frutas e legumes (10% p/p), óleo comestível (5% p/p) e composto exógeno (0,05% p/p), possuindo como principal objetivo derreter na boca. O documento reivindica a utilização do produto alimentício por indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica. Ainda, o produto, pronto para consumo, possui somente ingredientes naturais, isenção de conservantes e boas características sensoriais, estimulando o consumo, quando prescrito.	WO2022168086-A1	2022
Quiabo em pó	A fabricação ocorre por 72 horas em liofilizador com circulação de ar forçado em temperaturas de 50 a 80°C, até obtenção do pó. O documento patentário	BR102018068374-A2	2020

	reivindica como aplicação a substituição da pectina comercial e utilização no tratamento de problemas de pele, queimaduras, alergias, hidratação cosmética e crescimento capilar.		
Composição com pitaya liofilizada	A formulação reivindicada pelo documento patentário é de 2100g da fruta para 210g da maltodextrina.	PH2202050784-U	2021
Método de preparação de grânulos	As etapas englobam seleção, lavagem, remoção de partes indesejadas, corte, cozimento, secagem, imersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 150 ppm ou menos, esterilização comercial, esmagamento, congelamento rápido e liofilização. De acordo com o documento, o método é útil para a preparação de vegetais de raiz, vegetais e grânulos de fruta com excelente sabor, gosto, aroma e qualidade.	JP2021126115-A	2021
Liofilização combinada com separação por membranas para formulação em pó	O documento patentário descreve a combinação da liofilização com a tecnologia de separação por membranas, compreendendo sistemas de pré-processamento, pré-filtração, ultrafiltração, concentração e desidratação de película para produtos com formulação em pó. Dessa forma, reduziu de forma significativa o custo de processamento e o tamanho da área de produção.	CN213604236-U	2021

Fonte: Derwent, 2023

APÊNDICE B – Documentos patentários brasileiros

Título	Resumo	Nº do documento	Ano
Eugenia stipitata em pó	As etapas englobam a adição de maltodextrina, liofilização e obtenção do pó. Esse produto pode ser consumido sozinho ou em bebidas, tais como: iogurte e bebidas lácteas.	BR102021011552-A2	2023
Polpa de frutas do cerrado	As etapas englobam a seleção, lavagem, higienização, despulpamento, congelamento, liofilização, maceração, peneiramento e embalagem. A aplicação principal é o preparo de extratos aquosos com propriedades antioxidantes e substâncias bioativas. Dessa forma, as frutas do cerrado podem estar na composição de suplementos, alimentos funcionais, compostos nutracêuticos e fitoterapêuticos. O documento traz como principal vantagem à estabilidade físico-química e microbiológica.	BR102019023140-A2	2021
Iogurte com pó de jabuticaba liofilizado	O documento reivindica a produção para a obtenção da jabuticaba em pó, a partir da casca e polpa, fermentação e produção do iogurte, quebra de coágulos, mistura do extrato com o iogurte e embalagem. A principal vantagem relatada pelo documento é o perfil nutritivo e sensorial agregado ao iogurte com a inserção da fruta, considera-se ainda o grande potencial comercial.	BR102020016457-A2	2022
Farinha de subprodutos de fruta tropical	O documento relata que as etapas de fabricação são processamento, congelamento, liofilização a -55°C, por aproximadamente, 12 a 14 horas, esmagamento, peneiramento a 0,25mm e armazenamento em potes herméticos à temperatura ambiente. O documento reivindica a aplicação da farinha para alimentos funcionais, suplementos alimentares e rações animais. Ainda, a farinha de subprodutos estimula o crescimento seletivo de bactérias benéficas para a microbiota intestinal, proporcionando benefícios para a saúde.	BR102019023035-A2	2021
Sachê com pó das frutas weber e pitaya	O documento reivindica a produção com viés de benefício terapêutico para doenças do sistema nervoso, principalmente a ansiedade, com alegação funcional para prevenção de doenças como câncer, cardiovasculares, diabetes e distúrbios ansiolíticos. O sachê pode ser consumido isolado ou com outros alimentos em doses de 0,1; 0,5 ou 1,0mg/ml.	BR102020004834-A2	2021
Quiabo em pó	A fabricação ocorre por 72 horas em liofilizador com circulação de ar forçado em temperaturas de 50 a 80°C, até obtenção do pó. O documento patentário reivindica como aplicação a substituição da pectina comercial e utilização no tratamento de problemas de pele, queimaduras, alergias, hidratação cosmética e crescimento capilar.	BR102018068374-A2	2020
Manga em pó	O documento relata que o produto é formado apenas por componentes naturais, servindo como ingrediente industrial para alimentos com alegação funcional. Ainda, traz como principal vantagem a vida comercial prolongada com a preservação das características nutricionais.	BR102017023765-A2	2019
Mangaba em pó	O documento reivindica o preparo, adicionado de até 20% da maltodextrina, com as etapas de seleção, lavagem, higienização, enxague com água, despulpamento e liofilização, que ocorre em -50°C, sob vácuo, por aproximadamente 96 horas. O produto serve como ingrediente para produtos alimentícios e bebidas.	BR102017023765-A2	2018
Umbu em pó	A produção engloba a criodesidratação de umbu em liofilizador por 97 horas, sob vácuo, em -50 a -3°C.	BR102016027711-A2	2018

Fonte: Derwent, 2023