

Liofilização de Frutas: um panorama nacional e internacional com base em documentos patentários

Fruit Freeze-Drying: a national and international overview based on patentary documents

Dayanandra Pereira de Abreu¹, Ricardo Schmitz Ongaratto¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

A liofilização é um método de desidratação capaz de preservar as características nutricionais e sensoriais dos alimentos, tendo potencial na conservação de frutas. Portanto, realizou-se o mapeamento tecnológico da liofilização de frutas a partir da base de documentos patentários do Derwent World Patents Index. Nas buscas, foram aplicados o código A23B-007/024 da Classificação Internacional de Patentes (CIP), a palavra-chave “fruit” e o intervalo de tempo entre 1º de janeiro de 1970 e 31 de janeiro de 2023. Foram avaliados 329 documentos, os quais foram analisados quantitativamente por meio das áreas de conhecimento, dos códigos da CIP, dos depositantes, do país de depósito, do ano de publicação e dos grupos tecnológicos; e qualitativamente, dentro dos diferentes grupos tecnológicos, para os documentos publicados entre 2021 e 2023. As áreas de engenharia, tecnologia de alimentos e química tiveram destaque. Os documentos revelaram equipamentos industriais mais eficientes, processos mais vantajosos e novos produtos. No cenário brasileiro, observou-se o potencial no desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Criodesidratação; Mapeamento tecnológico; Vegetais.

Áreas Tecnológicas: Tecnologia de alimentos. Desidratação e secagem. Propriedade industrial.

Abstract

Freeze-drying is a dehydration method capable of preserving the nutritional and sensory characteristics of foods, with the potential for preserving fruits. Therefore, the technological mapping of fruit freeze-drying was carried out based on patent documents from the Derwent World Patents Index database. In the searches, the International Patent Classification (IPC) code A23B-007/024, the keyword “fruit” and the time interval between 01/01/1970 and 01/31/2023 were applied. 329 documents were evaluated, which were analyzed quantitatively across areas of knowledge, IPC codes, applicant, country application, publication date and technological groups, and qualitatively, within the different technological groups, for documents published between 2021 and 2023. The engineering, food technology, and chemistry areas stood out. The documents revealed more efficient industrial equipment, more advantageous processes and new products. In the Brazilian scenario, results demonstrated the potential for developing new products.

Keywords: Cryodehydration; Technological mapping; Vegetables.



1 Introdução

O Brasil, terceiro produtor mundial de frutas, possui uma vasta extensão territorial com climas e biomas diversos (Vidal, 2022). A presença de muitas espécies, desde as tropicais, as subtropicais até as temperadas, confere vantagem competitiva para o país, com destaque em vendas para as tropicais e as de clima temperado (Domingues, 2019).

As frutas possuem um perfil nutritivo excelente, pois, além dos macronutrientes, possuem uma gama de micronutrientes, como minerais, vitaminas, fibras e compostos antioxidantes. Devido ao teor de açúcares, odor exuberante e sabor agradável, estas são atrativas sensorialmente. No entanto, devido à alta atividade de água, as frutas *in natura* possuem uma baixa vida comercial, podendo causar perdas na cadeia de alimentos. Diante disso, a perecibilidade torna-se um obstáculo a ser enfrentado nas etapas de conservação, transporte e comercialização (Silva *et al.*, 2021).

Uma solução para estender a vida comercial é a redução da atividade de água. Com essa finalidade, as operações de secagem são utilizadas desde tempos remotos, por meio da exposição dos alimentos ao sol (Silva *et al.*, 2021). A secagem ocorre pela remoção da água, com o aumento da temperatura e/ou a redução da pressão, por meio dos fenômenos de sublimação ou de evaporação (Celestino, 2010).

Entre as múltiplas técnicas, destaca-se a liofilização ou a criodesidratação, uma operação unitária que combina a transferência de calor e massa por meio dos efeitos do congelamento e da secagem (sublimação e dessorção). A desidratação acontece em temperaturas baixas e pressão controlada com a eliminação da água livre do estado sólido diretamente para o estado gasoso. Um dos fenômenos da técnica é a sublimação, que ocorre quando a pressão do vapor de água se encontra abaixo de 610,5 Pa e a água está congelada. Ao aquecer, o gelo sólido sublima e o alimento atinge um teor de até 15% de umidade. Posteriormente, realiza-se a dessorção, com a evaporação da água não congelada até alcançar cerca de 2% de umidade (Fellows, 2019).

É possível citar como vantagens da liofilização o aquecimento suave das frutas que preserva os compostos nutricionais e as características sensoriais, a melhora da capacidade de reidratação, além de permitir o armazenamento em temperatura ambiente (Terroni *et al.*, 2013). Contudo, os custos da criodesidratação são maiores do que os da secagem convencional utilizando ar quente, sendo uma barreira para a ampla utilização da técnica (Fellows, 2019).

Estudos mercadológicos apontam um perfil crescente de consumidor mais preocupado com a qualidade de vida e a relação da saúde e alimentação (FMI, 2022). Ao considerar a rotina acelerada da vida, as frutas liofilizadas possuem destaque, pois são fontes de vitaminas, compostos antioxidantes e minerais, com uma vida comercial estendida, e estão associadas à conveniência e à praticidade (Terroni *et al.*, 2013). Pesquisas 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, no cenário da globalização comercial, é papel das indústrias de alimentos fabricarem alimentos seguros e garantirem as novidades, a fim de acompanhar a competitividade causada pela tecnologia atual (Abreu, 2017; Teixeira, 2013). A inovação tecnológica é fundamental para a criação de estratégias de crescimento, diferenciação e vantagem competitiva de uma empresa (Kimura, Silva; Costa, 2019). Por isso, o mapeamento tecnológico é um indicador relevante das potencialidades de um produto ou tecnologia. Sabendo desses potenciais, é possível promover o crescimento econômico e empresarial, bem como estimular invenções (Franco, 2009). Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo mapear, interpretar e analisar o conhecimento tecnológico sobre a liofilização de frutas presentes em documentos patentários nas esferas nacional e internacional.

2 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido a partir da busca por documentos patentários na base internacional Derwent World Patents Index (DWPI), disponível no Portal de Periódicos da Capes. Escolheu-se para a pesquisa o código A23B-007/024 da Classificação Internacional de Patentes (CIP), que corresponde ao método de conservação de frutas ou legumes por meio da liofilização. Além disso, para restringir os documentos ao campo de aplicação em frutas, a expressão “*fruit**” foi associada ao campo de busca referente ao título e resumo, resultando na seguinte expressão de busca: “(IP=(A23B-007/024)) AND TS=(*fruit**)”. A busca ainda foi condicionada aos documentos com data de publicação entre 1º de janeiro de 1970 (data dos documentos mais antigos presentes na base utilizada) e 31 de janeiro de 2023. Após a leitura dos documentos recuperados na busca, foram excluídos aqueles que não faziam referência à liofilização de frutas no título e/ou no resumo.

Primeiramente, uma análise quantitativa foi realizada. Nessa análise, os documentos patentários recuperados foram categorizados e quantificados de acordo com as áreas de conhecimento fornecidas pela própria base de dados do DWPI, depositantes, país de depósito, ano de

publicação e grupos tecnológicos. Para a análise dos grupos tecnológicos, fez-se a leitura do título dos documentos, classificando-os em três categorias: equipamentos industriais, desenvolvimento de novos processos e de novos produtos. Posteriormente, realizou-se a análise qualitativa, a qual consistia no estudo da matéria técnica de cada documento. Nessa etapa foram considerados os documentos publicados entre 2021 e 2023, a fim de avaliar tecnicamente o panorama mais atual.

2.1 Panorama Nacional

Diante do número expressivo de documentos brasileiros, realizou-se o estudo quantitativo e qualitativo especificamente para este grupo. O panorama nacional foi desenhado considerando os documentos brasileiros recuperados em todo o período de tempo avaliado, ou seja, entre 1º de janeiro de 1970 e 31 de janeiro de 2023. Os documentos foram categorizados e quantificados de acordo com as áreas de conhecimento, os códigos da CIP, os depositantes, o ano de publicação e os grupos tecnológicos. Além disso, os documentos foram avaliados em relação à matéria técnica revelada.

3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos e a discussão estão divididos em três grupos principais. O primeiro refere-se à análise quantitativa dos documentos, na qual estão referenciadas as principais áreas de conhecimento às quais os documentos fazem parte, principais países depositantes, depositantes, evolução temporal dos depósitos e grupos tecnológicos. Em seguida, a análise qualitativa descreve de forma mais aprofundada questões relacionadas aos problemas técnicos e às soluções reveladas nos documentos relevantes. Por fim, apresenta-se o panorama nacional a partir dos documentos patentários com correspondente brasileiro.

3.1 Áreas de Conhecimento

A partir da busca realizada, foram recuperados 346 documentos, sendo excluídos 17 por não tratarem do tema em estudo, resultando em 329 documentos avaliados. Estes foram divididos em 13 áreas de conhecimento (Tabela 1), fornecidas pela própria base de dados, sendo que cada documento poderia ser classificado em mais de uma área de conhecimento.

Tabela 1 – Áreas de conhecimento

ÁREAS DE CONHECIMENTO	QUANTIDADE
Química	325
Tecnologia 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: Elaborada pelos autores deste artigo com dados coletados na base do DWPI (2023)

Entre as 13 áreas, a da química e da tecnologia de alimentos representaram 98,7% dos documentos recuperados. Esses dois grupos se relacionam com a liofilização de frutas, uma vez que é uma tecnologia muito aplicada a alimentos, e o processamento ocorre por meio de reações ou de transformações físico-químicas (Ordóñez *et al.*, 2005). As áreas de instrumentação, ciência da computação e engenharia estão relacionadas principalmente com inovações em equipamentos, com a finalidade de melhorar a eficiência do processo como um todo. As áreas de farmacologia, medicina geral e microbiologia/biotecnologia aplicada retomam as diversas aplicações das frutas liofilizadas, como o desenvolvimento de produtos nutracêuticos e aditivos alimentares.

Percebeu-se que o tema estudado, representado pelo código A23B-007/024 da CIP, possui interface com diferentes áreas de conhecimento, 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 pela própria base de dados demonstraram 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, como legumes, carnes, bebidas não alcoólicas, doces, produtos dietéticos e nutracêuticos. Tais 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.

3.2 Principais Países Depositantes

Em relação aos países depositantes, China, República da Coreia, Japão e Brasil apareceram nas primeiras posições, com destaque para a China que detém 68% dos documentos depositados (Tabela 2). A posição de liderança da China é justificada pela forte economia do país, por possuir o maior investimento mundial em pesquisa e desenvolvimento, que resulta no crescimento anual expressivo de depósitos de patentes (Chen; Zhang, 2019), e por ser a maior produtora de frutas do mundo (Vidal, 2022). Além disso, percebe-se que a Ásia tem soberania, uma vez que China, República da Coreia, Japão e Filipinas juntos corresponderam 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, o que justifica o destaque Asiático nesse cenário.

Tabela 2 – Principais países de depósito

PAÍS	QUANTIDADE
China	224
Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI)	30
República da Coreia	20
Japão	15
Brasil	9
Estados Unidos da América	5
Alemanha	5
Polônia	5
Filipinas	4
México	3

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados coletados na base do DWPI (2023)

A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) apareceu na segunda colocação. Esses pedidos de patente correspondem a uma modalidade de depósito

internacional em que o depositante pode escolher em quais países a proteção patentária será solicitada. Essa posição demonstra a facilidade no depósito via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT, sigla em inglês), uma vez que o direito à propriedade industrial é territorial (INPI, 2021).

O Brasil, terceiro maior produtor mundial de frutas (Domingues, 2019), apareceu na quinta posição, com 3% dos documentos. Estados Unidos, Alemanha, Polônia, Filipinas e México também ocuparam papel de destaque. Em contrapartida, a Índia, segunda produtora mundial de frutas (Vidal, 2022), não apareceu entre os 10 principais países depositantes, tendo sido recuperado apenas um documento com origem nesse país.

3.3 Principais Depositantes

Quatro universidades ocuparam as primeiras posições entre os principais depositantes, sendo três chinesas e uma brasileira. Dos demais depositantes mais relevantes, três foram inventores isolados, dois foram empresas e um foi o instituto de pesquisa (Tabela 3). Os resultados comprovam o interesse da comunidade científica chinesa e da iniciativa privada desse país por pesquisa tecnológica e são condizentes com o investimento em pesquisa e desenvolvimento daquele território (Chen; Zhang, 2019). De acordo com Pu *et al.* (2022), após a aprovação da lei nacional chinesa de 2015 sobre transformação científica e tecnológica, observa-se um aumento contínuo da pesquisa tecnológica nas universidades, contribuindo com o desenvolvimento econômico e social do país.

Tabela 3 – Principais depositantes

NOME DOS DEPOSITANTES	QUANTIDADE
Universidade Jiangnan	11
Universidade Federal de Campina Grande	6
Universidade DalianPolytechnic	5
Chen S	4
Fujian AcademicAgricultural Science FruitTreesInstitute	4
Liu S	4
Universidade Nanjing Xiaozhuang	4
Hunan ErkangPharm Co Ltda	3
Haitong Food Group Co Ltda	3
Hu J	3

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados coletados na base do DWPI (2023)

Na Universidade Federal de Campina Grande foram identificadas publicações entre 2018 e 2022 de dois grupos de pesquisa distintos. Os documentos BR102020016457-A2 e BR102017023765-A2 são frutos da parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco e a Universidade Fundação Federal do Vale do São Francisco, respectivamente.

3.4 Evolução Temporal dos Depósitos

A avaliação temporal foi realizada para períodos de dois anos, sendo que os documentos publicados entre 1970 e 1999 foram agrupados devido ao baixo número de depósitos na época (Figura 1).

Observou-se que os documentos publicados entre 1970 e 2007 representaram apenas 8% do total. A partir de 2008 se iniciou uma fase crescente na publicação de pedidos de patente na área de frutas liofilizadas. De acordo com Oliveira *et al.* (2012), a liofilização na área de alimentos como um todo era limitada, principalmente devido ao custo elevado da tecnologia, ficando restrita à aplicação pela indústria no desenvolvimento de novos produtos de valor agregado. No entanto, o resultado crescente nos últimos 10 anos demonstra um cenário diferente, evidenciando a aplicação da liofilização na tecnologia de frutas.

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, observou-se que, a partir do ano de 2022, houve um decréscimo, o qual pode estar relacionado com o tempo de sigilo de 18 meses ao qual o depositante tem direito (INPI, 2021).

3.5 Grupos Tecnológicos

Os 329 documentos avaliados foram divididos em três grupos tecnológicos: desenvolvimento de novos processos, desenvolvimento de novos produtos e equipamentos industriais (Figura 2). Essa divisão foi realizada para melhor interpretação das tecnologias reivindicadas nos documentos.

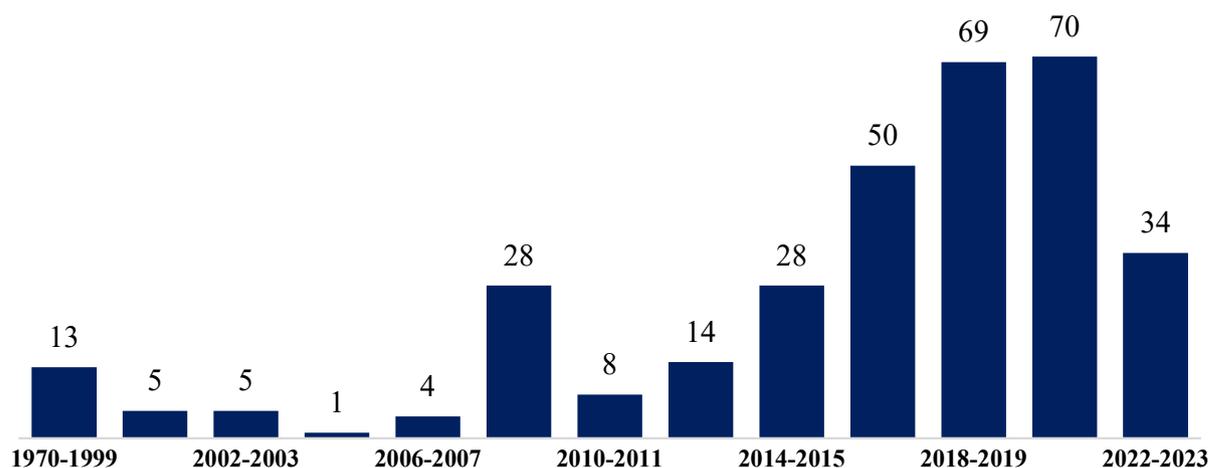
Foi possível observar que 47% dos documentos recuperados referem-se ao desenvolvimento de novos processos, nos quais a liofilização aparece como uma das etapas de processamento. Em seguida, o desenvolvimento de novos produtos representa 37% dos documentos patentários. Nessa categoria, observa-se a aplicação das frutas liofilizadas como ingredientes de produtos alimentícios. Por fim, 16% dos pedidos de patente tratam de novos equipamentos ou melhorias em equipamentos já conhecidos no estado da técnica para aplicação no processo de liofilização.

3.6 Análise Qualitativa

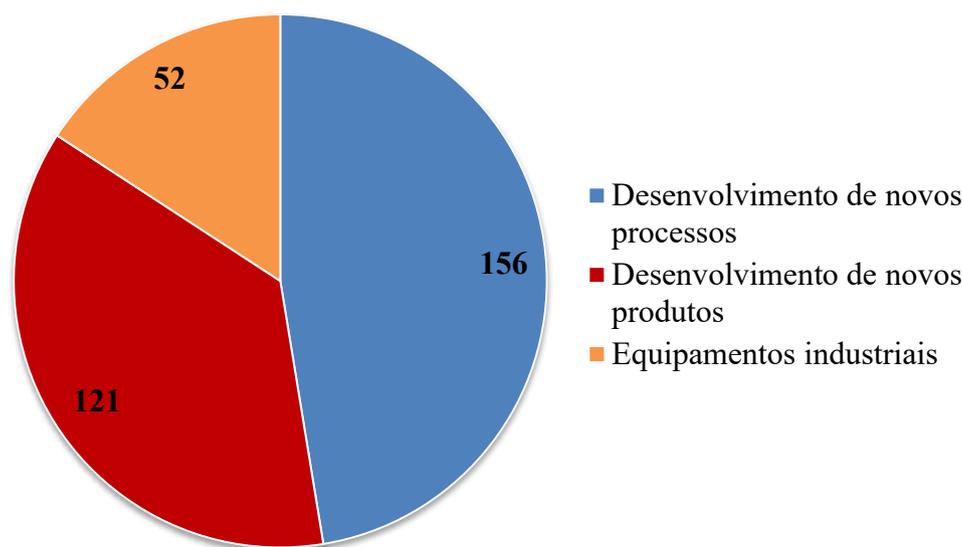
Na análise qualitativa, os aspectos técnicos tratados nas invenções foram avaliados. Para isso, foi considerado apenas o período de publicação entre 2021 e 2023, resultando em 70 documentos, os quais foram analisados dentro de seus grupos tecnológicos. Destes, 22 documentos foram classificados como equipamentos industriais, 23 tratavam de novos processos e 25 estavam focados em novos produtos.

Os documentos selecionados na categoria de equipamentos industriais foram classificados de acordo com o principal objetivo do equipamento: aumento de eficiência, melhorias no liofilizador, criação de novos produtos e outras finalidades (Figura 3).

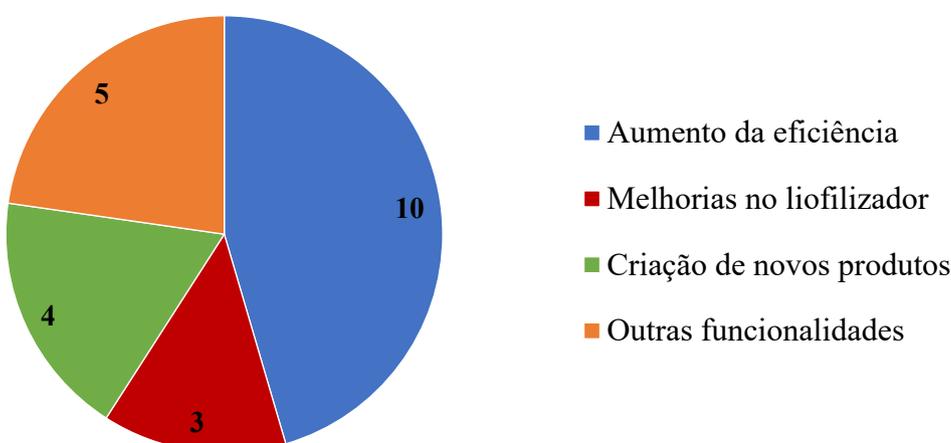
Figura 1 – Evolução dos pedidos de patentes sobre liofilização de frutas ao longo do tempo (quantidade de documentos)



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Figura 2 – Grupos tecnológicos

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Figura 3 – Classificação de equipamentos industriais

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Observou-se que o principal objetivo no desenvolvimento de novos equipamentos reside no aumento da eficiência do processo, seja para redução do consumo de energia ou para diminuição do tempo de operação. Os equipamentos desenvolvidos são inovações das áreas de engenharia por meio de princípios de operações unitárias e transferências de calor e massa. Foram identificados equipamentos com manuseio e limpeza facilitados (CN212471611-U), maior rapidez no congelamento (CN217067869-U), melhorias na secagem (CN115363087-A), variações na circulação de ar (CN114451448-A; CN218164241-U), adição de vácuo (CN213848538-U) e reaproveitamento do calor e vapor de água (CN215013438-U; CN112556322-A; CN218104739-U; CN214126800-U).

Alguns documentos estão focados na necessidade de melhorar a funcionalidade e operação dos equipamentos.

Essas alterações estão relacionadas com a redução da perda de nutrientes das frutas liofilizadas (CN115119876-A), que pode estar relacionada com o aumento da velocidade da etapa de congelamento (CN112120075-A) e com a facilidade de limpeza devido ao melhor posicionamento das frutas nas bandejas do liofilizador (CN112244079-A).

Outro efeito técnico observado diz respeito ao desenvolvimento de produtos, ou seja, novos equipamentos ou melhorias naqueles já existentes, que propiciam a formulação de novos produtos. Foram descritos equipamentos para a produção de alimentos em camadas, utilizando carnes, frutas e vegetais liofilizados (CN114468035-A), frutas crocantes e *chips* (PL435236-A1), amora liofilizada (CN212697490-U) e formulação em pó a partir de frutas liofilizadas (CN218126722-U).

A categoria de outras funcionalidades contém documentos que reivindicam liofilizadores associados com outras operações unitárias, que podem ter objetivos diversos. O equipamento pode estar associado com outro equipamento de limpeza, o qual limpa os resíduos das frutas e dos legumes resultantes da liofilização (CN114223712-A) ou pode estar associado com o processo de separação por membrana, possuindo como vantagem a redução do custo de processo (CN114223712-A). Além disso, são relatados modelos de utilidade que possuem como funcionalidade a dissolução de grãos (CN214178910-U), o melhor posicionamento da fruta no liofilizador (CN213404708-U) e a melhora na pulverização de frutas liofilizadas (CN114052067-U).

Em relação a novos processos, foram recuperados 23 documentos, os quais foram agrupados de acordo com a finalidade do processo proposto: aumento das vantagens da liofilização, criação de novos produtos e aumento da eficiência (Figura 4).

Os documentos classificados nesta categoria descrevem, majoritariamente, processos que procuram melhorar as vantagens da liofilização, quando comparada a outros métodos aplicados na desidratação de frutas, como a secagem por ar quente. Dessa forma, os processos revelados resultam em melhorias nas etapas do pré-processamento das frutas (CN112425644-A), no grau de solubilidade dos produtos liofilizados para aplicação em alimentos líquidos (JP2021132562-A), na biodisponibilidade dos nutrientes após liofilização (CN114271455-A), na maior preservação dos nutrientes e dos compostos bioativos (CN113170816-A; CN114847453-A) e nas características sensoriais de cor, sabor e textura das frutas liofilizadas (CN215124114-U; CN113598333-A; CN114788537-A; CN114304251-A; CN113632826-A; CN113142519-A; CN115553442-A; CN112450394-A; IN202141020276-A).

Entre os documentos recuperados e categorizados como novo processo, há aqueles que reivindicam etapas para a criação de novos produtos por meio de uma combinação de

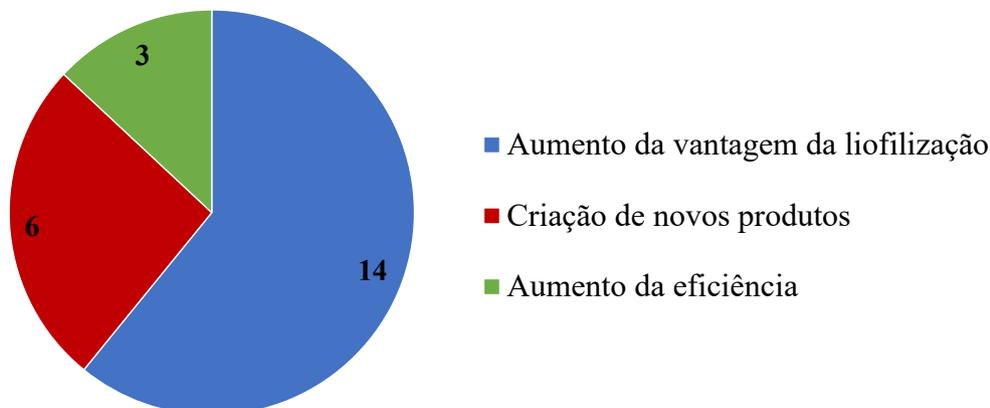
etapas características da liofilização (US2022330563-A1) e processos para alteração da textura de frutas liofilizadas em grânulos (PL436147-A1; JP2021126115-A; PL435659-A1), em pó (CN115553332-A) e crocantes (CN115211541-A). Aponta-se, ainda, para documentos que descrevem processos que aumentam a eficiência e economia de energia, diminuindo os custos da produção, os quais se baseiam na variação das condições de operação do processo (CN112385805-A; CN112617144-A; CN213604236-U).

Na classificação de novos produtos foram identificados 25 documentos patentários que foram categorizados de acordo com o efeito técnico alcançado em: alterações na textura, frutas liofilizadas e novas composições (Figura 5).

Um dos destaques no desenvolvimento de novos produtos foi a mudança da textura resultante da liofilização, que permitiu a elaboração de *snacks*, farinhas, pastas, polpas e pós. A mudança de textura de frutas liofilizadas tem uma relação direta com as características resultantes da secagem convencional utilizando ar quente. Frutas liofilizadas apresentam uma textura crocante, enquanto os métodos tradicionais resultam em produtos normalmente duros e borrachudos (Ratti, 2001).

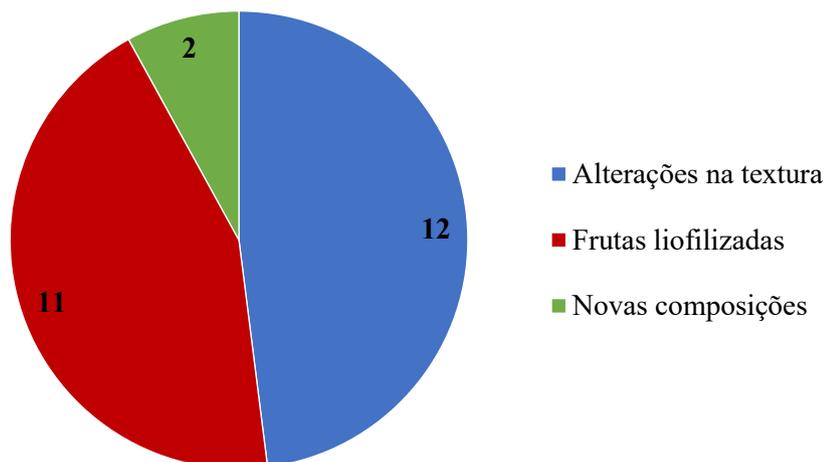
Percebeu-se que a formulação em pó possui grande destaque, com diversas aplicações como ingrediente industrial ou como produto final para o consumidor. Entre as formulações em pó desenvolvidas, aponta-se para uma mistura de amora, mirtilo e waxberry (CN113180215-A), *Mespilus germanica* (CN114468248-A) e araçá-boi (*Eugenia stipitata*) (BR102021011552-A2). Outros documentos descreveram iogurte com pó de jabuticaba liofilizada (BR102020016457-A2), sachê com pó de pitaya com viés terapêutico para doenças do sistema nervoso (BR102020004834-A2), pastas de caroço de frutas (JP2021122267-A) e de abóbora (CN113475692-A), polpa de frutas do cerrado (BR102019023140-A2), farinha de subprodutos de fruta tropical (BR102019023035-A2), *snacks* de abacaxi e gojiberry (CN113558201-A), *snacks* de frutas e legumes (WO2022161811-A1) e *chips* orgânicos de kiwi arguta (CN112544921-A).

Figura 4 – Classificação de novos processos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Figura 5 – Classificação de novos produtos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Tabela 4 – Documentos brasileiros

NÚMERO DA PATENTE	DEPOSITANTE	DATA DE PUBLICAÇÃO	TÍTULO
BR102019023035	Universidade Federal da Paraíba	18/05/2021	Preparo de farinhas a partir dos subprodutos dos processamentos de frutas tropicais
BR102018068374	Universidade Federal de Campina Grande	24/03/2020	Obtenção de pó de quiabo integral utilizando os processos de liofilização e secagem convectiva
BR102020016457	Universidade Federal de Campina Grande; Universidade Federal Rural de Pernambuco	22/02/2022	Elaboração de iogurtes suplementados com pó de jabuticaba liofilizada
BR102020004834	Universidade Estadual do Ceará; Greenbean Biotecnologia Ltda	21/09/2021	Uso de pitaya (<i>Hylocereus polyrhizus</i> (weber) britton & rose) na prevenção e tratamento ansiedade
BR102016027709	Universidade Federal de Campina Grande	12/06/2018	Liofilização de mangaba para a produção de suco e uso como ingrediente na formulação de produtos alimentícios.
BR102016027711	Universidade Federal de Campina Grande	12/06/2018	Liofilização de umbu para a produção de suco e uso como ingrediente na formulação de produtos alimentícios
BR102019023140	Universidade Federal da Grande Dourados	18/05/2021	Processo de produção de polpas liofilizadas de frutos do cerrado
BR102017023765	Universidade Federal do Vale do São Francisco; Universidade Federal de Campina Grande	04/06/2019	Manga ataulfo em pó integral e para formulação de produtos da indústria alimentícia
BR102021011552	Universidade Federal de Campina Grande	27/12/2022	Obtenção de pó de araçá-boi utilizando o processo de liofilização

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Outra categoria relevante em relação a novos produtos refere-se à aplicação da liofilização para obtenção de diferentes frutas liofilizadas. Nos documentos recuperados, observou-se a descrição de métodos para obtenção das seguintes frutas desidratadas: ameixa (CN112544691-A; CN112971068-A; CN114698684-A), pitaya (PH2202050780-U; PH2202050784-U), amora (CN115176840-A; CN114982923-A), jaboticaba (WO2022150890-A1), figo (CN113080246-A), tangerina (CN112869072-A) e uma mistura de lichia e durian (CN113207950-A).

Com menor recorrência, algumas invenções pleiteavam formulações de alimentos contendo frutas liofilizadas, tal como uma mistura probiótica de frutas (DE102020124073-A1) e uma formulação nutracêutica liofilizada (WO2022168086-A1).

3.7 Panorama Nacional

A partir da busca realizada, nove documentos brasileiros foram encontrados (Tabela 4). Observou-se que esses documentos seguem a mesma tendência de distribuição das áreas de conhecimento apresentadas na Tabela 1, destacando-se a química e a tecnologia de alimentos. Avaliando as classificações internacionais desses documentos, destacaram-se as categorias A23C, A23L e A61P, relacionadas com produtos lácteos, tratamento, preparo ou conservação de produtos à base de frutas e preparações médicas e farmacêuticas, respectivamente.

Os documentos brasileiros analisados tiveram ano de publicação entre 2018 e 2022. Dessa forma, percebe-se a atualidade do tema e o recente interesse de pesquisadores brasileiros pela proteção patentária na área. Do ponto de vista tecnológico, os resultados foram classificados em desenvolvimento de novos produtos.

Os documentos brasileiros foram depositados 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 brasileira e, conseqüentemente, na formação da estratégia tecnológica do país.

Os documentos brasileiros são das Regiões Nordeste (8) e Centro-Oeste (1), evidenciando um interesse concentrado nesses locais. Desse modo, considerando a predominância do estudo na região Nordeste e entendendo que a Universidade Federal de Campina Grande é responsável por 67% desses documentos, observou-se que a pesquisa nacional na área é bastante concentrada. No Brasil, as Regiões Norte e Nordeste apresentam uma série de condições favoráveis para o desenvolvimento da fruticultura, além de serem um polo de diversidade vegetal (Souza *et al.*, 2020; Moraes *et*

al., 2012). Essas características contribuem para o interesse no desenvolvimento de tecnologias que agreguem valor às frutas regionais.

4 Considerações Finais

Concluiu-se diante dos 329 documentos avaliados a relevância do assunto para a área das frutas e, conseqüentemente, para a indústria de alimentos. O perfil crescente das patentes ao longo do tempo, nos níveis nacional e internacional, demonstra a atualidade do tema, a possibilidade de novidades e a existência de um vasto campo de pesquisa. Pelo mapeamento realizado, foram identificadas diversas competências tecnológicas nas áreas de tecnologia de alimentos, química e engenharia. Percebeu-se, também, que a liofilização se apresenta como um método de conservação eficiente com várias vantagens no campo da secagem, entre elas, a preservação das características sensoriais, dos nutrientes e dos compostos bioativos presentes nas frutas, apontando para o crescimento da interface com produtos nutracêuticos, alimentos funcionais, formulações naturais e alimentos destinados à dieta especial.

Os campos de desenvolvimento tecnológico mais atuais se apresentaram bem divididos, com uma relevância semelhante em relação ao desenvolvimento de novos equipamentos, processos e produtos. Dentro de equipamentos e processos existe um interesse eminente na redução dos custos de produção de forma a tornar a liofilização uma técnica economicamente mais vantajosa para o desenvolvimento de frutas liofilizadas. Ao mesmo tempo, busca-se por atuais produtos ou pela transformação por meio da liofilização de diferentes frutas, proporcionando novos ingredientes seja para a indústria ou para o consumidor final.

5 Perspectivas Futuras

A tecnologia de liofilização empregada na matriz alimentar, além da eficiência na conservação, possui grandes potenciais de inovação, diversificação de mercado e aumento da oferta das frutas liofilizadas. Devido às características de processamento em baixa temperatura, a liofilização apresenta potencial de mercado por resultar em frutas desidratadas com características sensoriais e nutricionais melhoradas. No entanto, esse processo ainda é caro, o que dificulta sua aplicação na produção de alimentos de baixo valor agregado, como as frutas desidratadas.

Aliando os benefícios proporcionados aos produtos finais obtidos pela liofilização e o alto custo de produção, abre-se caminho para a continuidade em pesquisas que busquem melhorar a eficiência do processo. Essa eficiência

pode se dar a partir do desenvolvimento de técnicas que reduzam o tempo de processo, que ainda é alto, podendo chegar a 48 horas, e do desenvolvimento de equipamentos que consumam menos energia. Considerando ainda que, nos últimos anos, tem se intensificado a busca pela proteção patentária de equipamentos industriais e por processos que possuem como vantagens o aumento da eficiência e redução de custos, há indícios de que, em breve, a criodesidratação se torne uma operação mais barata e produtiva, popularizando mais a técnica.

No que diz respeito à aplicação da liofilização como técnica para o desenvolvimento de novos produtos, também existe um campo a ser explorado. A aplicação da liofilização permite que se obtenham frutas liofilizadas com maior qualidade nutricional, permitindo a aplicação destas como ingredientes para a indústria de alimentos, de cosméticos e de fármacos. Além disso, conforme os apontam os resultados obtidos, percebe-se o interesse dos pesquisadores para as aplicações das frutas liofilizadas nas áreas de saúde, especialmente no desenvolvimento de alimentos funcionais. Diante disso, o estudo da interface de frutas liofilizadas com promoção da saúde representa um caminho favorável para as pesquisas científicas e tecnológicas.

Por fim, percebe-se que o Brasil possui destaque e relevância na área da criodesidratação como método de conservação para frutas. Além disso, o Brasil possui um bioma diverso e pouco explorado tecnologicamente no que diz respeito às frutas típicas nacionais. Ao considerar a concentração das patentes no Nordeste, identifica-se nessa região um potencial de desenvolvimento de novos produtos baseados em frutas liofilizadas, assim como a exploração de frutas locais de forma a agregar valor de mercado para elas.

Referências

- ABREU, J. C. **Prospecção tecnológica aplicada na otimização da concessão de patentes no Brasil**: estudo de caso em patentes de medicamentos imunossupressores. 2017. 342f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPED/Teses/2017/Jussana%20Cristina%20de%20Abreu%20.pdf>. Acesso em: 21 jul. 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**, [s.l.], v. 80, p. 294-302, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.015>. Acesso em: 9 jun. 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.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.
- FMI – FUTURE MARKET INSIGHTS. **Freeze Dried Fruits Market 2022**. [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**. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado) – 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.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Manual Básico para Proteção por Patentes de Invenções, Modelos de Utilidade e Certificados de Adição**. Brasília, DF: Ministério da Economia, 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.
- MORAES, L. R. V. *et al.* Estudo comparativo da desidratação de frutas para fins de infusão, por método tradicional e liofilização. **Revista Semiárido De Visu**, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 254-264, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiariododevisu/article/view/101/83>. Acesso em: 6 jun. 2023.
- OLIVEIRA, G. R. *et al.* Prospecção tecnológica: processo de liofilização na indústria de alimentos. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, SE, v. 3, n. 1, p. 92-102, 2012. ISSN: 2237-0722. DOI:10.7198/S2237-0722201300010008.
- ORDÓÑEZ, J. A. P. *et al.* **Tecnologia de Alimentos**: volume 1 – componente dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PU, G. *et al.* 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**, [s.l.], v. 46, 103607, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103607>. Acesso em: 9 jun. 2023.

RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 49, n. 4, p. 311-319, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00228-4). Acesso em: 23 ago. 2024.

SILVA, A. B. S. *et al.* Técnicas de secagem de frutas: uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, [s.l.], v. 14, n. 10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36560/141020211424>. Acesso em: 13 jan. 2023.

SOUZA, I. C. C. *et al.* Caracterização físico-química dos frutos tropicais do Nordeste brasileiro. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 9, n. 6, e125963562, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3562/3850>. Acesso em: 9 jun. 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. *et al.* Liofilização. **Revista Científica**, Unilago, 2013. Disponível em: <http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/LIOFILIZACAO.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2023.

VIDAL, M. F. Agropecuária – Fruticultura. **Caderno Setorial ETENE**, [s.l.], 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.

WANG, Q. R.; ZHENG, Y. Patent regime and the geography of cumulative innovation. **Research Policy**, [s.l.], ed. 52, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104809>. Acesso em: 13 jun. 2023.

Sobre os Autores

Dayanandra Pereira de Abreu

E-mail: dayanandra@eq.ufrj.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6211-1512>

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2023.

Endereço profissional: Av. Athos da Silveira Ramos, n. 149, Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 21941-909.

Ricardo Schmitz Ongaratto

E-mail: rsongaratto@eq.ufrj.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5791-7405>

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2014.

Endereço profissional: Av. Athos da Silveira Ramos, n. 149, Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 21941-909.