

# Prospecção Tecnológica: tendências do setor de embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos

*Technological Prospecting: trends in the active packaging sector for fruits based on gases and organic compounds*

Itala Suzana Oliveira Silva<sup>1</sup>, Aline Camarão Telles Biasoto<sup>2</sup>, Helena Maria André Bolini<sup>3</sup>,  
Jorge Herman Behrens<sup>3</sup>, Lucimara Rogéria Antonioli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

## Resumo

Embalagens ativas representam uma importante alternativa para reduzir perdas dos alimentos, especialmente frutas. Este estudo teve como objetivo avaliar o panorama mundial da utilização de embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos. Para isso, foram selecionadas patentes utilizando os termos *activ\* packag\* AND fruit\** associados com *A23B7/00 OR A23B7/144 OR A23B7/152 OR A23B7/154*. O primeiro depósito de patente encontrado foi em 1982, com um aumento significativo em 2022 e 2023. Os maiores depositantes foram China (55%), Organização Mundial da Propriedade Intelectual (17%) e Japão (14%). Destaque também para o setor acadêmico, que foi responsável por 47% dos depósitos. Os óleos essenciais emergiram como o principal componente ativo das embalagens, sendo essas, prioritariamente, destinadas ao uso com frutas. Conclui-se que não foram encontrados registros de patentes de embalagens ativas para frutas no Brasil, configurando uma oportunidade para pesquisa e desenvolvimento nesse campo.

Palavras-chave: Patente; Alimento; Envoltório.

Áreas Tecnológicas: Tecnologia de Embalagens. Ciência de Materiais. Tecnologia de Conservação de Alimentos.

## Abstract

Active packaging represents an important alternative to reduce food waste, especially fruit. This study aimed to evaluate the global panorama of the use of active packaging for fruits based on gases and organic compounds. For this purpose, patents were selected using the terms *activ\* packag\* AND fruit\** associated with *A23B7/00 OR A23B7/144 OR A23B7/152 OR A23B7/154*. The first patent filing found was in 1982, with a significant increase in 2022 and 2023. The largest applicants were China (55%), the World Intellectual Property Organization (17%) and Japan (14%). The academic sector also stood out, accounting for 47% of the filings. Essential oils emerged as the main active component of packaging, which is primarily intended for use with fruit. It is concluded that no patent records for active packaging for fruits were found in Brazil, representing an opportunity for research and development in this field.

Keywords: Patente; Food; Wrap.



## 1 Introdução

As frutas são alimentos saudáveis e de alta demanda, fatores que impulsionam a comercialização. No entanto, a qualidade pós-colheita e o valor nutricional desses alimentos podem ser significativamente afetados por diversas variáveis, especialmente o tipo de embalagem utilizada para armazenamento e transporte. A escolha inadequada de embalagens pode levar a redução da qualidade do produto, desvalorização e perdas econômicas (Blancas-Benitez *et al.*, 2022; Silva, 2019).

A embalagem desempenha um papel crucial na indústria de alimentos, pois não apenas contém e protege o produto, mas também preserva sua qualidade e segurança durante o transporte e armazenamento, atendendo às expectativas do consumidor (Ahmed *et al.*, 2022). Entre as inovações nessa área, destacam-se as embalagens ativas, sistemas que interagem com o ambiente ao redor do alimento, alterando suas condições por meio de ações físicas, químicas ou biológicas. Essas embalagens retardam processos de deterioração, garantindo a qualidade, a segurança e a extensão da durabilidade do produto (Firouz; Mohi-Alden; Omid, 2021).

O conceito de embalagem ativa foi introduzido por Labuza em 1987 durante uma conferência sobre os impactos nutricionais de alimentos processados. Desde então, essa tecnologia tem evoluído, com aplicações diversificadas tanto em termos de funções quanto de soluções. Extratos de fontes vegetais e alimentares, combinados com materiais biodegradáveis, são frequentemente utilizados na produção dessas embalagens (Adilah *et al.*, 2018).

É possível classificar as embalagens ativas em dois sistemas principais:

- 1) **Sistemas absorvedores:** removem compostos indesejáveis, como oxigênio, água, dióxido de carbono e etileno que aceleram a degradação do alimento.
- 2) **Sistemas emissores:** liberam agentes ativos, como dióxido de carbono, antimicrobianos, antioxidantes e etanol, diretamente no alimento, de forma controlada (Wyrwa; Barska, 2017).

Além disso, são diversas as formas estruturais que as embalagens ativas podem assumir, para os dois tipos de sistemas, por exemplo, sachês, filmes, etiquetas, cartões e vedantes para tampas “liners” (Braga; Silva, 2017).

Relevante esclarecer que embalagens ativas não devem ser confundidas com embalagens inteligentes, visto que estas são definidas como embalagens que informam uma situação por meio de um indicador externo ou interno,

aplicado como adesivo e até mesmo fixado no produto, que fornece informações sobre a história, a qualidade atual e a segurança do alimento. Nesse sentido, as embalagens ativas e as embalagens inteligentes estão associadas, embora sejam conceitualmente diferentes (Firouz; Mohi-Alden; Omid, 2021).

Em comparação com as embalagens tradicionais, as ativas podem alterar a composição e as características sensoriais dos alimentos, desde que essas mudanças estejam em conformidade com as regulamentações de segurança alimentar de cada país. Segundo Du *et al.* (2023), para serem viáveis, as embalagens ativas devem atender aos seguintes critérios:

- 1) viabilidade econômica;
- 2) ausência de alterações químicas indesejáveis entre a embalagem e o produto;
- 3) capacidade de emitir ou de absorver gases ou vapores na velocidade desejada;
- 4) estabilidade durante o armazenamento; e
- 5) segurança para a saúde pública.

O Brasil começou recentemente a explorar as embalagens ativas, e, por isso, são necessárias muitas pesquisas relacionadas à investigação dos efeitos microbiológicos e químicos dos compostos ativos adicionados aos diferentes tipos de materiais, das interações produto-embalagem, entre outras. Nesse sentido, destaca-se o fato de que, mesmo o Brasil não dispondo de legislação específica sobre o uso de embalagens ativas, para a sua produção, é imprescindível levar em consideração a lista positiva de aditivos aprovados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) – Resolução RDC n. 17/2008 – destinada a materiais plásticos voltados para a produção de equipamentos e embalagens em contato com alimentos (Brasil, 2008).

É fundamental destacar que os avanços tecnológicos obtidos por meio das pesquisas precisam ser protegidos, surgindo daí os direitos à propriedade intelectual, os quais representam mecanismos que conferem uma exclusividade econômica e uma posição jurídica de titularidade, a fim de garantir aos inventores e autores o retorno dos investimentos intelectuais, financeiros e humanos na pesquisa (Tavares *et al.*, 2011).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo realizar uma prospecção tecnológica para avaliar o panorama mundial da utilização de embalagens ativas para frutas, com foco em sistemas baseados em gases e compostos orgânicos. A análise tem como intuito identificar tendências, lacunas e oportunidades para o desenvolvimento dessa tecnologia, especialmente no cenário brasileiro.

## 2 Metodologia

A pesquisa foi conduzida para identificar informações descritas ou protegidas em documentos de patentes relacionadas a embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos. Os dados foram coletados entre março e abril de 2024, sem limitação de período, para garantir uma abrangência maior de documentos.

A busca foi realizada na base de dados Espacenet, mantida pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO), que oferece acesso gratuito a mais de 150 milhões de patentes de mais de 100 países, entre eles, o Brasil (EPO, 2024).

Os códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) foram selecionados com base em uma revisão preliminar da literatura científica, documentos de patentes nacionais e estrangeiras e materiais técnicos relacionados ao tema. Essa revisão permitiu identificar os códigos mais importantes para embalagens ativas e preservação de frutas. Os códigos escolhidos estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Especificação dos códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) usados

CÓDIGOS	ESPECIFICAÇÃO
A23B7/00	Preservação ou amadurecimento químico de frutas ou vegetais.
A23B7/144	[...] sob a forma de gases, por exemplo, fumigação; Composições ou aparelhos para as mesmas.
A23B7/152	[...] numa atmosfera controlada composta de outros gases para além do CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> ou H <sub>2</sub> O; Eliminação desses outros gases.
A23B7/154	[...] Compostos orgânicos; Microrganismos; Enzimas.

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

A estratégia de busca combinou as palavras-chave e os códigos CIP selecionados. Os termos utilizados foram:

- 1) `activ* packag* AND fruit*` (no campo “Title or abstract”);
- 2) `A23B7/00 OR A23B7/144 OR A23B7/152 OR A23B7/154` (no campo “IPC”).

Foram utilizados operadores booleanos (AND para combinar termos e OR para sinônimos) e truncagem (\*) para capturar variações das palavras.

Os documentos selecionados foram analisados com base na descrição da invenção, utilizando o texto completo ou o resumo, quando o documento completo não estava disponível.

As informações coletadas incluíram:

- 1) ano de publicação;
- 2) países de depósito;
- 3) depositante (pessoa física, instituição de ensino ou empresa);
- 4) códigos da CIP; e
- 5) principais aplicações da tecnologia.

Por fim, os dados das patentes selecionadas foram exportados para o programa CSVed (versão 2.5.6) e, posteriormente, tratados no Microsoft Office Excel 2013 para análise e organização.

## 3 Resultados e Discussão

Analisando a Tabela 2, é possível observar a quantidade de documentos de patentes depositados na Espacenet, referente à tecnologia buscada, proveniente da pesquisa com diferentes códigos de classificação internacional de patentes e palavras-chave.

Utilizando, isoladamente, um termo ou um código para realizar a busca, foi encontrado um grande número de documentos de patente, porém, foram excluídos documentos que contemplassem informações combinadas sobre o estado da técnica. Então, a melhor combinação encontrada foi aquela envolvendo as palavras-chave (`activ* packag* AND fruit*`) com os códigos (`A23B7/00 OR A23B7/144 OR A23B7/152 OR A23B7/154`).

Com base na combinação de palavras-chave e de códigos escolhidos, foram encontrados 117 documentos, dos quais, 116 estavam disponíveis para acesso. Destes, 60 não tinham relação alguma com o tema estudado e 31 eram repetições de patentes, sendo, então, estes 91 documentos, excluídos. Dessa forma, as 25 patentes restantes foram as selecionadas para o levantamento de informações relacionadas às embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos.

Analisando a Figura 1, em relação à evolução anual, percebe-se que o depósito dos documentos de patente acerca das embalagens ativas para frutas, iniciou-se há mais de 40 anos, já que o primeiro depósito foi registrado em 1982. Tal documento referia-se à embalagem para manter o frescor de alimentos, desenvolvida à base de material impermeável à água, porém permeável a gases, revestida ou impregnada com uma resina absorvente de água, associada com carbono ativo, ou zeólito e permanganato de potássio. Sendo de autoria de Okabe Mitsuo e Momotome Masaaki, seu depósito foi realizado no Japão pela empresa Dainippon Printing Co LTD (Mitsuo; Masaaki, 1983).

Além disso, também é possível constatar que nos últimos 20 anos foram depositados 23 documentos de patente envolvendo o tema. Vale ressaltar que os dados aqui descritos foram obtidos a partir das informações indexadas na base consultada, não correspondendo, necessariamente, a todos os documentos de patente existentes sobre o tema (Figura 1).

Em geral, é possível perceber que o depósito de patentes relacionadas com a tecnologia estudada se deu de forma bem discreta, com um leve aumento na quantidade de documentos depositados apenas nos anos de 2022 e 2023 (juntos representando 32% dos documentos de patentes selecionados). Tal constatação também pode ser identificada na linha de tendência que se apresenta levemente ascendente

no decorrer dos anos, indicando que essa tecnologia não se encontra em desuso, ou seja, desperta interesse para investimentos de novas pesquisas (Figura 1).

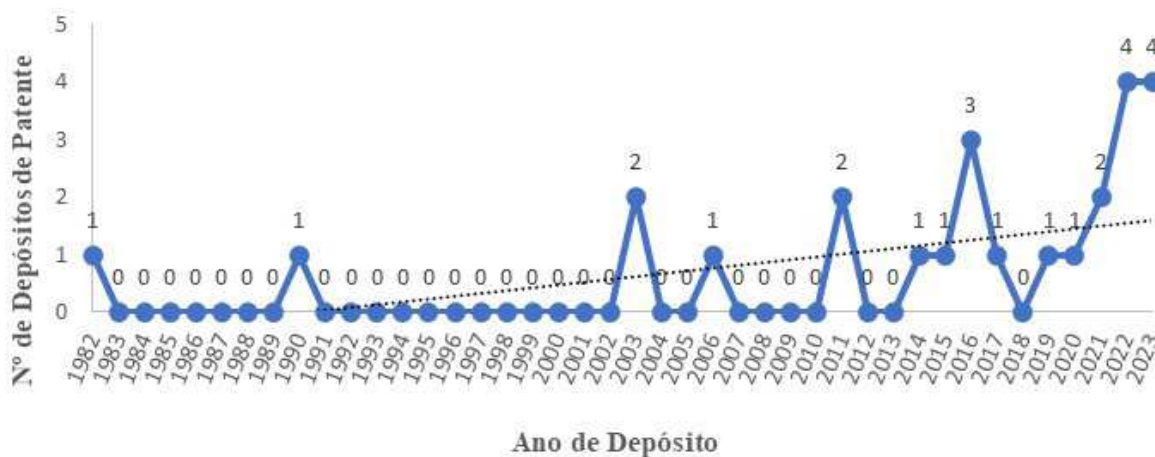
Entre os documentos de patente depositados no período de 2022 e 2023, é essencial destacar que todos os depósitos ocorreram na China, dos quais 62,5% foram realizados por Universidades/Instituições de Ensino e Pesquisa (Enlong *et al.*, 2022; Huajiang *et al.*, 2023; Kaijun *et al.*, 2022; Ling *et al.*, 2022; Xiaofeng *et al.*, 2023; Yuyue *et al.*, 2023), enquanto 37,5% foram depositados por empresas privadas (Kaijun *et al.*, 2022; Naiyu *et al.*, 2023; Zhipeng *et al.*, 2023), demonstrando o interesse de tais instituições em resguardar os direitos relacionados às tecnologias desenvolvidas.

**Tabela 2** – Documentos de patente identificados na Espacenet, aplicando as palavras-chave ou os códigos de Classificação Internacional de Patentes (CIP), isoladamente ou combinados

TOTAL (DOCUMENTOS DE PATENTE)	ACTIV* PACKAG* AND FRUIT*	A23B7/00	A23B7/144	A23B7/152	A23B7/154
~ 1180	x				
~ 7283		x			
~ 3338			x		
~ 3056				x	
~ 9384					x
20	x	x			
21	x		x		
19	x			x	
72	x				x
<b>117</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

**Figura 1** – Depósito de patentes, ao longo dos anos, conforme escopo deste trabalho



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

Analisando a Figura 2, percebe-se que o país que apresentou maior domínio tecnológico de embalagens ativas para frutas à base de gases e compostos orgânicos foi a China com 55% dos documentos de patente, seguido pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (17%) e Japão (14%). A população chinesa é a maior consumidora de embalagens do mundo. O crescente rendimento *per capita* e as mudanças climáticas e demográficas sociais são alguns dos fatores que influenciam grandemente a indústria de embalagens chinesa, despertando a necessidade de novos materiais, métodos e formatos de embalagem. Nesse sentido, investimentos em inovação tecnológica, preocupações com a sustentabilidade e uma economia atrativa são aspectos que justificam o destaque da China como depositante de documentos de patente relacionados a embalagens ativas para frutas à base de gases e compostos orgânicos (Mordorintelligence, 2024).

O fato de ocupar a posição de segundo maior depositante de documentos de patentes de embalagens ativas para frutas, à base de gases e compostos orgânicos, justifica sua vinculação à Organização Mundial da Propriedade Intelectual. Isso porque o objetivo da organização de ampliar a proteção da propriedade intelectual em escala global se concretiza de forma mais eficaz por meio da cooperação entre os Estados, sendo o depósito de patentes destinadas à proteção dessas informações uma prática recomendada e esperada. Por outro lado, uma vez que o Japão é considerado o segundo país do mundo que mais produz resíduos plásticos *per capita*, é justificada sua terceira colocação como depositante de embalagens ativas para frutas, afinal, grande parte das embalagens para frutas ainda são fabricadas com plásticos (Figura 2). Além disso, no Japão, as embalagens ativas já estão mais estabelecidas e têm sido bem aceitas pela maioria da população (Braga; Silva, 2017).

No que se refere ao Brasil, não foram identificadas titularidades de patentes associadas a inventores ou instituições brasileiras com interesse na proteção de embalagens ativas para frutas. Ainda assim, é importante destacar que já se observa um esforço significativo do país para modificar esse cenário, especialmente a partir da promulgação da Lei de Inovação (Lei n. 10.973/2004) e do Decreto n. 5.563/2005, que instituíram os Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) nas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT). Essas iniciativas, juntamente com o incentivo às parcerias entre empresas e universidades, buscam estimular a participação das instituições de ensino e pesquisa no processo de inovação, promovendo a transferência de conhecimento da universidade para o setor produtivo (Brasil, 2004; Brasil 2005).

Além disso, apesar de no Brasil ainda ser recente o desenvolvimento das embalagens ativas, com o propósito de promover a produção de embalagens seguras, se faz

necessário levar em consideração a lista positiva de aditivos aprovados pela Anvisa (Resolução RDC n. 17/2008) destinada aos materiais plásticos voltados para a elaboração de embalagens e equipamentos em contato com alimentos, visto que, de acordo com Brasil (2008), os impactos da referida resolução no desenvolvimento de embalagens ativas abrangem:

- 1) definir aditivos aceitos para a fabricação de equipamentos e embalagens plásticos;
- 2) estabelecer critérios de pureza compatíveis com a utilização das substâncias; e
- 3) determinar limites de migração e de composição específica.

A maior parte dos documentos de patente selecionados estavam inseridos no código CIP A23B7/154 (34%), resultado já esperado, pois tal código agrega uma amplitude de fatores que podem ter sido utilizados como princípio ativo na embalagem, como compostos orgânicos, microrganismos e enzimas. Contudo também é válido salientar que o código A23B7/152 (numa atmosfera controlada composta de outros gases para além do CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ou H<sub>2</sub>O). também foi identificado em uma quantidade significativa das patentes analisadas (24%), indicando que uma parcela significativa dos documentos de patente estudados tratava de embalagens ativas à base de atmosfera controlada com gases (Figura 3).

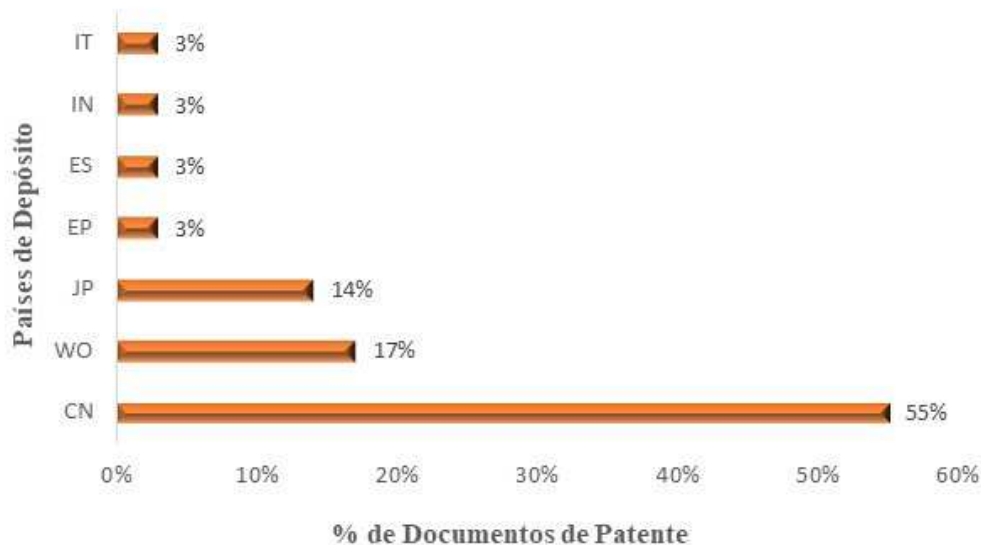
Segundo o relatório da Grand View Research Company (2024), uma empresa de consultoria e investigação de mercado de San Francisco (EUA), até final de 2024, o mercado de embalagens ativas vai gerar cerca de US\$ 6 bilhões nos EUA. Associado a essa perspectiva, pode-se observar numerosos estudos sendo realizados e indicando o potencial da incorporação de compostos orgânicos, microrganismos e enzimas nas embalagens de alimentos com o intuito de melhorar a segurança e a qualidade de produtos alimentares, como frutas. Miglioranza *et al.* (2021) estudaram a aplicação de embalagens ativas à base de alginato com adição de aloe vera/óleo de alho em tomates frescos. Jovanović *et al.* (2021) examinaram o efeito da combinação de um composto de quitosana/pectina/gelatina com nanopartículas metálicas/óleo essencial de capim-limão como componente ativo na embalagem para manter a qualidade das framboesas. Alonso-González *et al.* (2020) testaram uma membrana ativa à base de álcool polivinílico com enzima (glicose oxidase) antimicrobiana, encapsulada, via eletrofiliação para embalagens de alimentos. E Ghalehjooghi, Tajik e Shahbazi (2023) desenvolveram embalagens ativas de mantas de nanofibras à base de gelatina-alginato de sódio contendo microrganismos probióticos.

Assim, diante de tantos estudos sendo realizados e da expansão do mercado de embalagens ativas para frutas, é mais do que esperado que essas tecnologias que vêm sendo desenvolvidas sejam protegidas por meio de depósitos de patentes.

Já o setor da sociedade com mais depósito de documentos de patente foi o acadêmico (49%) (Figura 4).

Dessa forma, fica evidente que o domínio da tecnologia de desenvolvimento de embalagens ativas para frutas à base de gases e compostos orgânicos não se concentra no setor empresarial, mesmo sendo este um produto com elevado apelo comercial. Além disso, esse pode ser o reflexo da adoção de políticas públicas de longo prazo na área de ensino para promover a formação de profissionais e corpo técnico capacitados.

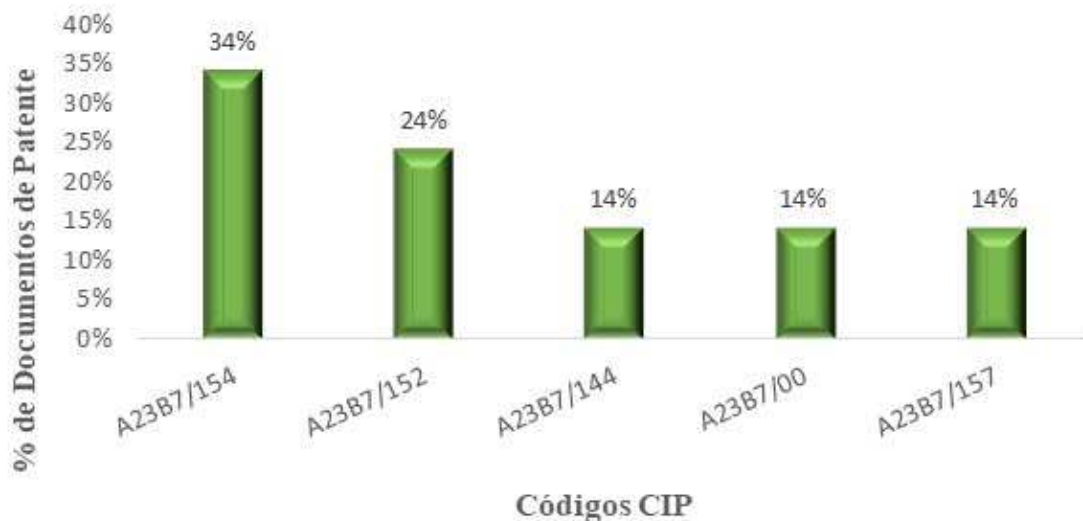
**Figura 2** – Países que mais realizam depósito de patentes, na área em estudo



Legenda: CN: China; WO: Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI/WIPO); JP: Japão; EP: Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO); ES: Espanha; IN: Índia; IT: Itália.

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

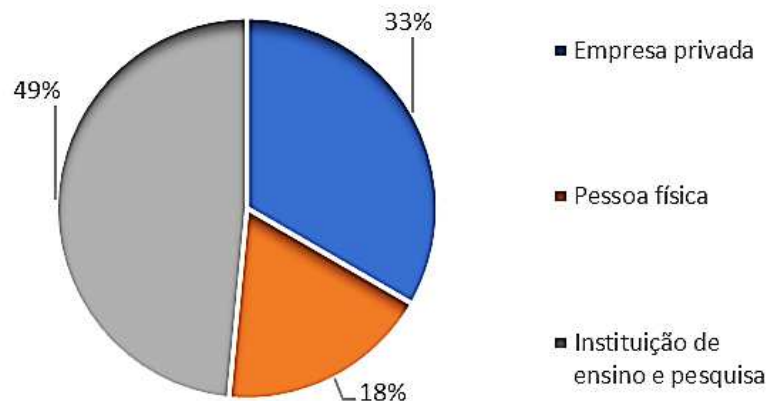
**Figura 3** – Códigos de Classificação Internacional de Patentes (CIP) identificados na maioria dos documentos de patente analisados



Legenda: A23B7/00 = Preservação ou amadurecimento químico de frutas ou vegetais; A23B7/144 = [...] sob a forma de gases, por exemplo, fumigação; Composições ou aparelhos para as mesmas; A23B7/152 = [...] numa atmosfera controlada composta de outros gases para além do CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ou H<sub>2</sub>O; Eliminação desses outros gases; A23B7/154 = [...] Compostos orgânicos; Microrganismos; Enzimas.

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

Figura 4 – Proporção dos setores da sociedade relacionados aos depósitos dos documentos de patente

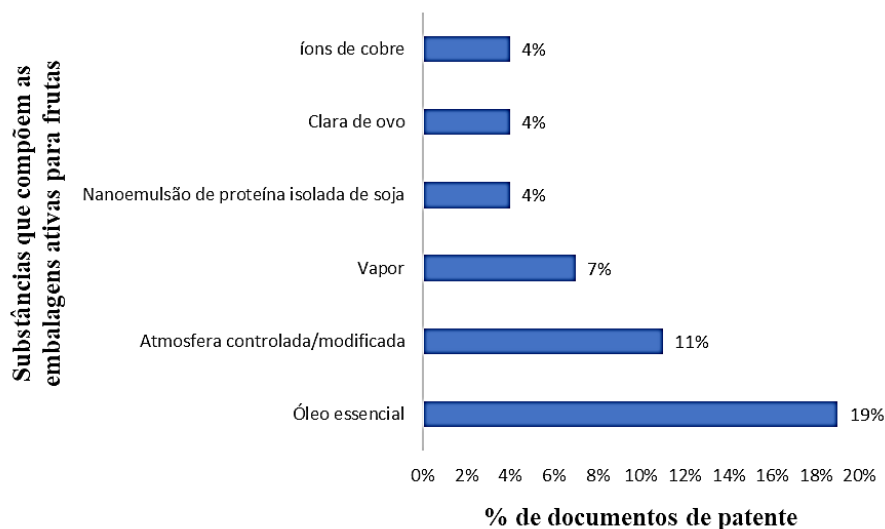


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

Observa-se também, que, entre os documentos de patente selecionados, há uma grande variedade de substâncias sendo utilizadas como componente/princípio

ativo das embalagens ativas para frutas. Cabendo destaque para o uso de óleo essencial como princípio ativo (19%) e para as embalagens com atmosfera controlada/modificada (11%) (Figura 5).

Figura 5 – Principais substâncias que compõem as embalagens ativas descritas nos documentos de patente estudados



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

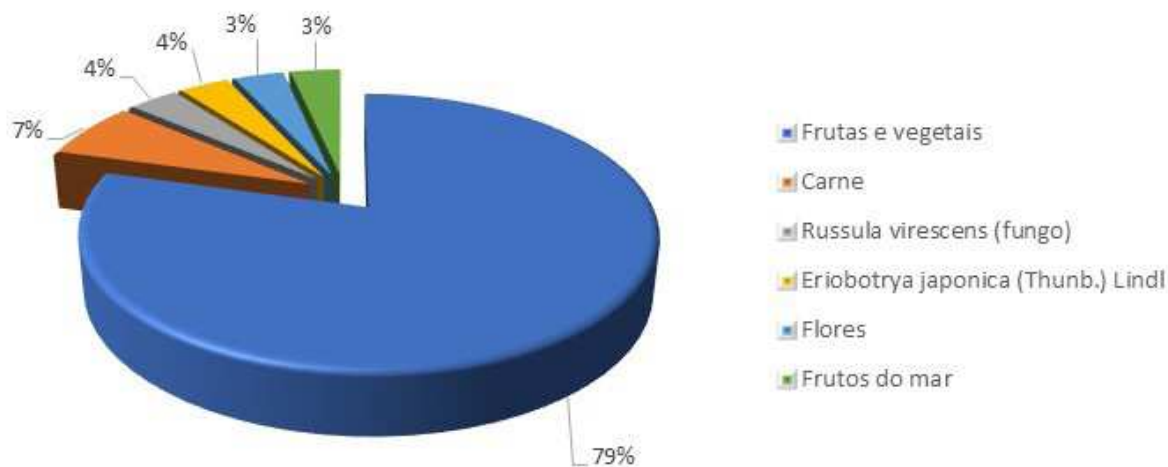
Inúmeros estudos demonstram que os óleos essenciais promovem efeitos benéficos na saúde humana, como antioxidante, antifúngico e antibacteriano, constatação que justifica o destaque desse componente como princípio ativo nas embalagens ativas para frutas à base de gases e compostos orgânicos (Sirati *et al.*, 2024).

Entre os documentos de patente estudados, foram observados diferentes óleos essenciais sendo utilizados, como: óleo essencial de *Litsea cubeba*, uma pequena árvore nativa da Ásia com frutos de aroma picante (Yuyue *et al.*, 2023); óleo essencial de cúrcuma e laranja (Xiaofeng *et al.*,

2023); óleo essencial de tomilho (Huajiang *et al.*, 2023); óleo essencial de tomilho, alecrim, orégano e de canela (Zhipeng *et al.*, 2023); óleo essencial de tomilho e timol (Lopez, 2019).

Apesar da busca pelos documentos de patente ter sido direcionada para aplicação em frutas, obteve-se como resultado embalagens ativas para frutas à base de gases e compostos orgânicos que também são utilizadas para conservação de outras matrizes alimentares. Então, como tendência de aplicação dessas embalagens, a maioria destina-se às frutas e aos vegetais (79%) como esperado, visto o direcionamento da pesquisa (Figura 6).

Figura 6 – Tendências de aplicação das embalagens ativas presentes nos documentos de patente estudados



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados de EPO (2024)

Porém, também foram identificadas embalagens ativas para frutas à base de gases e compostos orgânicos que podem ser utilizadas para armazenamento de carnes (7%). Nesse caso, um dos documentos de patente identificados se refere a papel de revestimento e a filme de embalagem ou de bandeja, com aplicação de íons de cobre, com efeito antibacteriano significativo sobre *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger* e *Escherichia coli*, para manter frescor de frutas, vegetais e produtos de carne fresca refrigerada (Naiyu *et al.*, 2023). Já o outro documento trata de filme de embalagem antibacteriano, à base de trigo sarraceno e nanopartículas de óxido de zinco, para prolongar a vida útil de carnes, frutas e vegetais (Songzhi; Dayu, 2022).

Percebe-se, também, entre os documentos de patente estudados, um direcionamento para utilização das embalagens ativas para conservação de fungos, como *Russula virescens*, uma espécie de fungo comestível popular na Espanha e na China, com um documento de patente depositado justamente na China (Yuyue *et al.*, 2023) e conservação de *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., conhecida como nespereira ou ameixa-amarela, também originária da China (Guili *et al.*, 2021), demonstrando, mais uma vez, que na China há a preocupação de desenvolver formas de manter produtos alimentícios locais frescos por mais tempo, bem como existe também o interesse em proteger tais tecnologias, justamente com o depósito dos documentos de patente.

#### 4 Considerações Finais

Com base no estudo dos documentos de patente analisados, conclui-se que, apesar de os depósitos de

patente de embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos terem sido iniciados há mais de 40 anos, tal prática seguiu de forma lenta, desde então, com um pequeno aumento na quantidade de patentes depositadas apenas nos anos de 2022 e 2023.

Quem mais se destacou no domínio tecnológico de embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos foi a China, seguido pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual e Japão. E a maioria dos depósitos são realizados por instituições de ensino e pesquisa.

Encontrou-se uma grande variedade de substâncias sendo utilizadas como componente/princípio ativo das embalagens ativas para frutas, destacando-se o uso de óleo essencial de diversas fontes (*Litsea cubeba*, tomilho, laranja, timol, orégano, cúrcuma, alecrim e canela) como princípio ativo. Além disso, as embalagens ativas para frutas à base de gases e compostos orgânicos também têm sido projetadas para utilização com outras matrizes alimentares como carnes, fungos comestíveis, entre outros.

A ausência de documentos de patente de embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos depositados no Brasil pode representar uma opção de as empresas explorarem uma outra forma de proteção das informações, como o segredo industrial, ao invés de tentar garantir a proteção por meio de patente, visto que a declaração dos componentes utilizados, exigida no documento de patente, pode fragilizar a proteção da tecnologia, considerando que eventuais concorrentes podem alterar levemente a formulação dos gases e/ou substâncias de forma a contornar a proteção inicialmente solicitada. Porém, cabe salientar que novas pesquisas

devem ser realizadas utilizando outras ferramentas de busca conjugadas com outros termos e em outras bases de dados.

Em linhas gerais, os resultados obtidos demonstram que há diversas possibilidades para investimento em novas concepções e soluções a serem aplicadas em embalagens ativas para frutas, sendo essa uma área promissora para a pesquisa no cenário mundial, principalmente, associadas a novos materiais de menor impacto ambiental e manutenção da qualidade do produto, bem como da segurança alimentar.

## 5 Perspectivas Futuras

As perspectivas futuras para o uso de embalagens ativas para frutas à base de gases e de compostos orgânicos são promissoras. Primeiramente, há uma oportunidade significativa para o desenvolvimento de novas tecnologias de embalagens que integrem materiais sustentáveis e biodegradáveis, com ênfase na redução do impacto ambiental. Além disso, a pesquisa pode avançar no aprimoramento da liberação controlada de compostos bioativos, como óleos essenciais e antioxidantes, otimizando a conservação das frutas e prolongando sua vida útil de maneira natural e eficaz. Outro ponto importante é o potencial para a colaboração entre o setor acadêmico e a indústria, fomentando a inovação por meio de parcerias para a criação de novos produtos. O Brasil, como grande produtor de frutas, possui um vasto mercado interno para a adoção dessas tecnologias, além de poder se posicionar como um líder em soluções sustentáveis.

## Referências

- ADILAH, A. N. *et al.* Utilization of mango peel extracts on the biodegradable films for active packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 16, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpack.2018.01.006>.
- AHMED, M. W. *et al.* A review on active packaging for quality and safety of foods: Current trends, applications, prospects and challenges. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 33, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpack.2022.100913>.
- ALONSO-GONZÁLEZ, M. *et al.* Developing active poly(vinyl alcohol)-based membranes with encapsulated antimicrobial enzymes via electrospinning for food packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 162, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.217>.
- BLANCAS-BENITEZ F. J. *et al.* Impact of edible coatings on quality of fruits: A Review. **Food Control**, v. 139, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109063>.
- BRAGA, L. R.; SILVA, F. M. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8 n. 4, p. 170-186, 2017.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 dez. 2004.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Decreto n. 5.563, de 11 de outubro de 2005. Regulamenta a Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 out. 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução –RDC n. 17, de 17 de março de 2008. Dispõe sobre Regulamento Técnico sobre Lista positiva de aditivos para materiais plásticos destinados à elaboração de embalagens e equipamentos em contato com alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 mar. 2008.
- DU, H. *et al.* A review on smart active packaging systems for food preservation: **Applications and Future Trends**. v. 141, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104200>.
- ENLONG, Z. *et al.* **Fruit preservative as well as preparation method and application thereof**. Depositante: Shandong Agricultural University. n. CN115191479 (A). Depósito: 15 jul. 2022. Concessão: 18 out. 2022.
- EPO – EUROPEAN PATENT OFFICE. **Espacenet**: free access to over 140 million patente documents. 2024. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- FIROUZ, M. S.; MOHI-ALDEN, K.; OMID, M. A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. **Food Research International**, v. 141, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110113>.
- GHALEHJOOGHI, H. D.; TAJIK, H.; SHAHBAZI, Y. Development and characterization of active packaging nanofiber mats based on gelatin-sodium alginate containing probiotic microorganisms to improve the shelf-life and safety quality of silver carp fillets. **International Journal of Food Microbiology**, v. 384, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109984>.
- GRAND VIEW RESEARCH. **Active Packaging Market Share & Trends 2024-2034**. San Francisco: Grand View Research, 2024. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/>. Acesso em: 19 jan. 2026.

GUILI, H. *et al.* **Novel anti-browning controlled atmosphere fresh-keeping method for *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.** Depositante: Suzhou Academy of Agricultural Sciences; Tianjin Academy of Agricultural Sciences. n. CN113826687 (A). Depósito: 14 set. 2021. Concessão: 24 dez. 2021.

HUAIJIANG, Z. *et al.* **Egg white protein-based slow-release antibacterial coating for fruit preservation and preparation method of egg white protein-based slow-release antibacterial coating.** Depositante: Northeast Agricultural University. n. CN116210764 (A). Depósito: 3 jan. 2023. Concessão: 6 jun. 2023.

JOVANOVIĆ, J. *et al.* Chitosan and pectin-based films and coatings with active components for application in antimicrobial food packaging. **Progress in Organic Coatings**, v. 158, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106349>.

KAIJUN, X. *et al.* **Fruit and vegetable modified atmosphere preservative film capable of controlling humidity, rapidly reducing oxygen and resisting bacteria as well as preparation method and application of fruit and vegetable modified atmosphere preservative film.** Depositantes: South China University of Technology; Guangdong Huakai Mingxin Tech Co LTD. n. CN115819819 (A); CN115819819 (B). Depósito: 27 dez. 2022. Concessão: 21 mar. 2023.

LING, W. *et al.* **Fresh-keeping method for fresh-cut lemon slices.** Depositante: Institute of Sericulture and Agricultural Products Processing Guangdong Academy of Agricultural Sciences. n. CN116076561 (A). Depósito: 7 set. 2022. Concessão: 9 maio 2023.

LOPEZ, G. A. **Cardboard container for active packaging of fresh fruit and vegetables and production method of same.** Depositante: Universidad Politécnica de Cartagena. n. US11498743 (B2); US2019092550 (A1). Depósito: 22 mar. 2017. Concessão: 28 mar. 2019.

MIGLIORANZA, B. M. G. *et al.* Biodegradable film for raisins packaging application: Evaluation of physico-chemical characteristics and antioxidant potential. **Food Chemistry**, v. 365, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130538>

MITSUO, O.; MASAOKI, M. **Packaging for keeping freshness of food and packaging material.** Depositante: Dainippon Printing Co LTD. n. JPS58209934 (A). Depósito: 31 maio 1982. Concessão: 7 dez. 1983.

MORDORINTELLIGENCE. Índia: **Indústria de embalagens da China – Análise de tamanho e participação – Tendências e previsões de crescimento (2024-2029)**, 2024. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/packaging-industry-in-china>. Acesso em: 10 abr. 2024.

NAIYU, X. *et al.* **Fresh-keeping cold catalyst material as well as preparation method and application thereof.** Depositante: Foshan Lanqi Tech Co LTD. n. CN115918714 (A). Depósito: 17 nov. 2022. Concessão: 7 abr. 2023.

SILVA, I. D. A fruticultura e sua importância econômica, social e alimentar. **Anais Sintagro**, Ourinhos-SP, v. 11, n. 1, p. 3-10, 2019.

SIRATI, R. *et al.* Development, physicochemical characterization, and antimicrobial evaluation of niosome-loaded oregano essential oil against fish-borne pathogens. **Heliyon**, v. 10, n. 5, 15, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26486>.

SONGZHI, X.; DAYU, L. **Broad-spectrum antibacterial packaging film as well as preparation method and application thereof.** Depositante: Chengdu University. n. CN114403203 (A). Depósito: 4 nov. 2021. Concessão: 29 abr. 2022.

TAVARES, L. E. S. *et al.* Prospecção, Proteção & Transferência de Tecnologia: um Manual de Propriedade Intelectual. Fortaleza: **REDENIT-CE**, 2011.

WYRWA, J.; BARSKA, A. Innovations in the food packaging market: active packaging. **European Food Research and Technology**, v. 243, p. 1681-1692, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00217-017-2878-2>

XIAOFENG, R. *et al.* **Ultrasonic preparation method and application of polysaccharide fruit and vegetable preservative film loaded with nano essential oil emulsion.** Depositante: University of Jiangsu. n. CN116462871 (A). Depósito: 26 abr. 2023. Concessão: 21 jul. 2023.

YUYUE, T. *et al.* **Application of polylactic acid active packaging film in preservation of *russula virescens*.** Depositante: University of Kunming Science & Technology. n. CN116640429 (A). Depósito: 24 maio 2023. Concessão: 25 ago. 2023.

ZHANG, Y. *et al.* The developments and trends of electrospinning active food packaging: A review and bibliometrics analysis. **Food Control**, v. 160, 2024.

ZHIPENG, Y. *et al.* **Nano-cellulose aerogel antibacterial essential oil slow-release system as well as preparation method and application thereof.** Depositante: Liaocheng Jinguo Packaging Co LTD. n. CN116019141 (A). Depósito: 30 mar. 2023. Concessão: 28 abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.11029>.

## Sobre os Autores

---

### Itala Suzana Oliveira Silva

*E-mail:* italanut@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5671-4411>

Mestre em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal da Bahia em 2018.

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. CEP: 40110-909.

---

### Aline Camarão Telles Biasoto

*E-mail:* aline.biasoto@embrapa.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2424-2384>

Doutora em Alimentos e Nutrição pela Universidade Estadual de Campinas em 2013.

Endereço profissional: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. CEP: 13918-110.

---

### Helena Maria André Bolini

*E-mail:* hellini@unicamp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9841-4479>

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas em 1996.

Endereço profissional: Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. CEP: 13083-970.

---

### Jorge Herman Behrens

*E-mail:* behrens@unicamp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3952-1722>

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas em 2002.

Endereço profissional: Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. CEP: 13083-970.

---

### Lucimara Rogéria Antonioli

*E-mail:* lucimara.antonioli@embrapa.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7459-2673>

Doutora em Engenharia Agrícola/Tecnologia Pós-colheita pela Universidade Estadual de Campinas em 2004.

Endereço profissional: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. CEP: 95701-008.