

Prospecção Tecnológica sobre Embalagens Ativas para Alimentos

Technological Propection about Active Food Packaging

Sara Santos Nascimento¹

Ângladis Vieira Delfino²

Fabiane Caxico Abreu¹

Diógenes Meneses Santos¹

¹Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Barreiras, BA, Brasil

Resumo

As embalagens ativas são ferramentas utilizadas pela indústria alimentícia com o intuito de manter a qualidade e aumentar a vida útil dos seus produtos. A análise de patentes e de artigos relacionados a esse tema é fundamental para traçar o perfil das produções científicas e a geração de novos produtos. Desse modo, as buscas foram realizadas fixando o período de 2011-2020, em diferentes bases de artigos (Scopus, Web of Science, Science Direct e Scielo) e patentes (Espacenet e WIPO), utilizando as palavras-chave “*active packaging*” e “*active packaging food*”, avaliando-se ano de publicação, localidade e área/categoria. EUA, China e Espanha apresentaram maior número de publicações de artigos, respectivamente, sendo os EUA o maior depositante de patentes. Apesar da existência de diversos produtos no mercado internacional com essa tecnologia, encontrou-se elevado número de publicações, indício de que há competitividade e necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias.

Palavras-chave: Embalagens. Embalagens Ativas. Embalagens Ativas de Alimentos.

Abstract

Active packaging is a tool used by the food industry to maintain quality and increase the useful life of its products. The analysis of patents and scientific articles related to this topic is essential to outline the profile of scientific productions and the generation of new products. This research was carried out spanning the period from 2011 to 2020 on the Scopus, Web of science, Science direct and Scielo databases. Technological propection encompassed the Espacenet and Wipo databases, using the keywords “*active packaging*” and “*active packaging food*”, evaluating year of publication, location and area/category. USA. China and Spain had the highest number of articles publications, respectively, with the USA being the largest patent applicant. Despite the existence of several products on the international market with this technology, many publications were found, indicating that there is competitiveness problem and the need for development of new technologies.

Keywords: Packaging. Active Packaging. Active Packaging for Food Applications.

Área Tecnológica: Propriedade Intelectual. Inovação Tecnológica e Alimentos.



1 Introdução

As embalagens alimentícias são barreiras de proteção para os alimentos de contaminantes externos que possam causar alterações indesejáveis, prolongando a vida útil do produto armazenado, e desempenham um papel fundamental na indústria alimentícia, possibilitando vantagens como melhor vida útil ao produto, facilidade de manuseio e proteção contra danos durante o armazenamento e transporte, além de constituir o principal meio de comunicação entre o produto e o consumidor (BAHRAMI *et al.*, 2020; YILDIRIM *et al.*, 2017).

O crescimento populacional e as tendências de comércio atual têm exigido da produção industrial desenvolvimento tecnológico no fornecimento de alimentos seguros, saudáveis, convenientes, que atendam às preocupações ambientais e de vida útil mais prolongada, impulsionando o desenvolvimento de uma classe especial e inovadora de embalagens alimentícias, as embalagens ativas (KALPANA *et al.*, 2019; REHMAN *et al.*, 2020; VILELA *et al.*, 2018). Esses materiais têm o intuito de interagir com os alimentos a fim de melhorar a vida útil e manter a qualidade do produto alimentar, evitando a deterioração acelerada, o desperdício e a ocorrência de surtos alimentares (AHMED *et al.*, 2017; ARAGÜEZ *et al.*, 2020; REHMAN *et al.*, 2020; VILAS; MAURICIO-IGLESIAS; GARCÍA, 2020).

O uso de substâncias ativas em embalagens em alternativa à adição direta aos alimentos promove vantagens como a redução da quantidade de compostos adicionados e melhor interação com os elementos-alvo, visto que, ao adicionar diretamente nos alimentos, podem ocorrer interações entre as substâncias ativas e outros componentes, e estas também podem sofrer reações durante o processamento, inibindo a atividade desejada (YILDIRIM *et al.*, 2017).

Diferentes metodologias podem ser empregadas para incorporação das substâncias ativas viabilizando a liberação de maneira controlada, podendo ser adicionadas a um recipiente acoplado ao alimento ou diretamente no material da embalagem, melhorando o manuseio e conferindo segurança ao consumidor (RESTUCCIA *et al.*, 2010).

A biotecnologia tem proposto diversos mecanismos que podem ser empregados para obtenção de propriedades ativas em embalagens alimentícias, estes podem ser divididos em: absorvedores e emissores (YILDIRIM *et al.*, 2017). Os sistemas absorvedores agem removendo compostos ou fatores indesejados como umidade, etileno, oxigênio e dióxido de carbono, enquanto os sistemas emissores liberam compostos que conferem propriedades como antimicrobiana, antioxidante, conservante e aromatizante (VILELA *et al.*, 2018). Destes, observa-se tendência de mercado no uso de substâncias ativas por meio de agentes antimicrobianos, antioxidantes, sequestrantes de oxigênio e etileno, e emissores de dióxido de carbono (VILELA *et al.*, 2018; YILDIRIM *et al.*, 2017).

Dada a ampla possibilidade de recursos tecnológicos inovadores que podem ser empregados no desenvolvimento de embalagens ativas, visando atender às exigências dos consumidores e às características de cada matriz alimentícia, é de fundamental importância o desenvolvimento de trabalhos de prospecção para conhecimento de tendências de crescimento nesse mercado, possibilitando prever avanços científicos e influenciar a determinação de trajetórias tecnológicas, garantindo, assim, a competitividade e direcionando o desenvolvimento de novas tecnologias, o que contribui para o desenvolvimento tecnológico e econômico (CORREIA *et al.*, 2020).

Nesse sentido, pode-se citar o trabalho de Negreiros, Guimarães e Druzian (2013) que avaliou pedidos de patentes sobre embalagens ativas de alimentos no mundo no período de

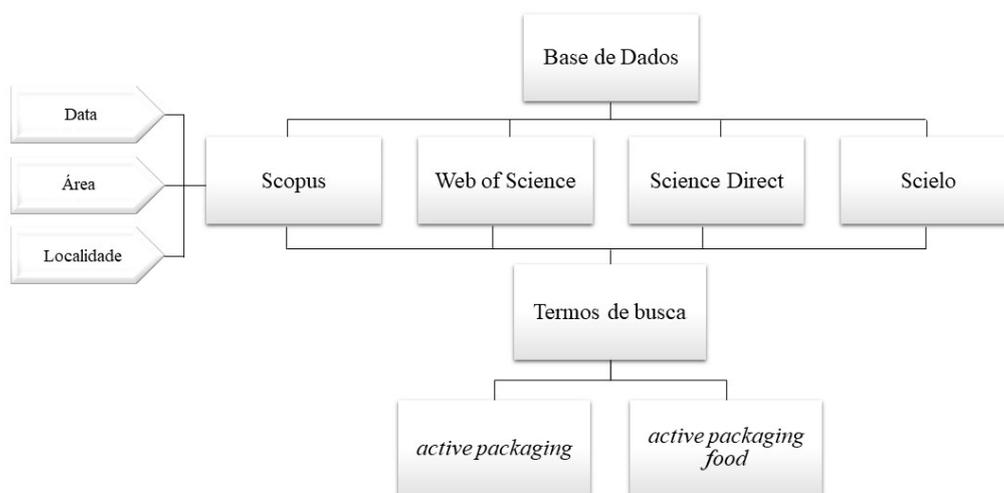
1969 a 2011, indicando os Estados Unidos como o maior depositante de patentes, no qual do total de patentes analisadas, aproximadamente 89% foram aplicadas à indústria alimentícia. O trabalho evidencia que cerca de 71% das patentes depositadas são de empresas, demonstrando competitividade e preocupação quanto à proteção tecnológica. Tem-se ainda os trabalhos de Cardoso, Souza e Guimarães (2017) que analisam a prospecção de patentes sobre embalagens ativas com foco em dispositivos que apresentam ação antimicrobiana; e o trabalho de Lima *et al.* (2018) que trata da prospecção de embalagens ativas em vegetais, sem especificar seus mecanismos de ação.

O presente trabalho apresenta uma análise integral de publicações de artigos e registros de depósitos de patentes relacionados a embalagens ativas de forma comparativa a embalagens ativas alimentícias, nos últimos nove anos – abrangendo as subáreas dos trabalhos anteriores e demais tecnologias em ascensão atual – a fim de traçar o perfil das produções científicas, os tipos de tecnologias empregadas e prever as tendências de avanço dessa área.

2 Metodologia

Para análise de artigos sobre a temática foram realizadas buscas utilizando as plataformas: Scopus, Web of Science, Science Direct e Scielo. O termo “*active packaging*” foi utilizado para buscas de embalagens ativas de modo geral, e, para restringir a área de alimentos, utilizou-se “*active packaging food*”. As buscas foram realizadas em agosto de 2020 fixando o período de buscas de 2011 a 2020. Nas plataformas Scopus e Science Direct, os termos de busca deveriam estar contidas no título, resumo ou palavras-chave dos autores. Utilizando o Web of Science foram realizadas buscas isoladas no título, resumo, palavras-chave dos autores e depois realizou-se a combinação utilizando o conectivo “OR”. Em buscas no Scielo, as palavras-chave deveriam estar contidas no título ou resumo. Devido ao maior quantitativo de dados utilizando o termo referente a embalagens ativas alimentícias, foram utilizados os dados do Scopus para buscas estratégicas sobre o ano, a localização e a data das publicações. Um fluxograma-resumo utilizado para descrever essa metodologia está apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma-resumo da metodologia utilizada para busca de artigos científicos



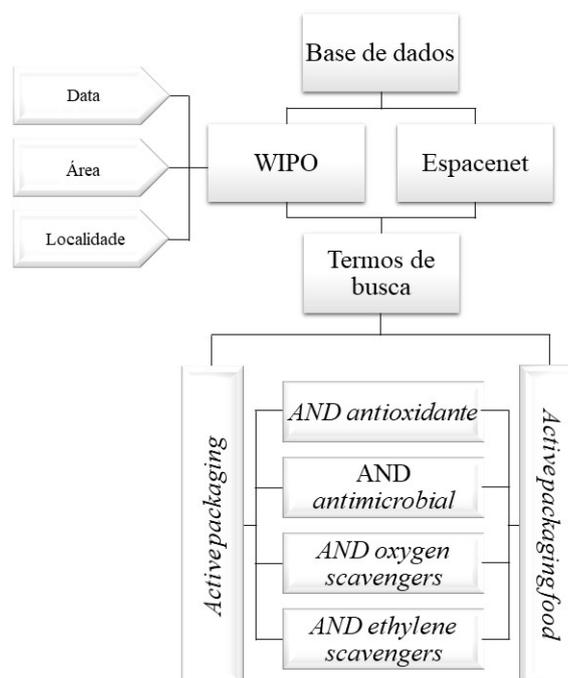
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Para análise da prospecção tecnológica, foram realizadas buscas de patentes nas bases de dados Espacenet (European Patent Office – EPO) – este banco de dados tem cobertura de mais de 70 países, incluindo as patentes nacionais registradas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) – e WIPO (World Intellectual Property Organization), o levantamento foi realizado em agosto de 2020. As buscas utilizando o Espacenet foram realizadas fixando o período de 2011 a 2020, os termos de busca deveriam estar contidos no título, resumo e objetivos. Ao utilizar o banco de dados WIPO, os termos de busca deveriam estar contidos na primeira página, como essa plataforma utiliza dados de 2011, até o presente momento não foi necessário fixar período de busca.

Para análise sobre embalagens ativas, foram utilizados como termos de busca “*active packaging*”, e, para restrição ao setor de alimentos, se utilizou: “*active packaging food*”. Além disso, foi realizada uma busca com base no mecanismo de ação desempenhado pelas embalagens, optou-se pela busca associada às funções mais comuns: antioxidante, antimicrobiana, sequestradores de oxigênio e de etileno, utilizando as respectivas palavras-chave: “*active packaging AND antioxidante*”; “*active packaging AND antimicrobial*”; “*active packaging AND oxygen scavengers*” e “*active packaging AND ethylene scavengers*”.

A fim de avaliar se as funções ativas das embalagens estavam associadas ao setor alimentício, novas buscas foram realizadas utilizando o termo genérico associado à embalagem ativa alimentícia e às funções ativas: antioxidante, antimicrobiana, sequestradores de oxigênio e de etileno, por meio dos seguintes termos: “*active packaging food AND antioxidante*”; “*active packaging food AND antimicrobial*”; “*active packaging food AND oxygen scavengers*” e “*active packaging food AND ethylene scavengers*”. Como estratégia de busca, foram realizadas buscas dos códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP), ano e país de publicação. Um resumo da metodologia utilizada para busca em bancos de dados de patentes está descrito no fluxograma da Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma-resumo da metodologia utilizada para busca de patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

3 Resultados e Discussão

Para melhor compreensão dos resultados encontrados neste estudo prospectivo tecnológico e científico, os dados foram subdivididos em seções quanto à análise de artigos e às patentes publicadas.

3.1 Análise dos Artigos Publicados

Ao realizar buscas nas plataformas de periódicos – Scopus, Web of Science, Science Direct e Scielo utilizando as palavras-chave “*active packaging*” para designar embalagem ativa e “*active packaging food*” para embalagem ativa de alimentos, foram obtidos os resultados expressos na Tabela 1. Nessa tabela observa-se um elevado número de periódicos publicados, demonstrando a importância da temática no meio científico nos últimos nove anos, destacando-se as plataformas Scopus e Web of Science, com mais publicações. Por meio do termo referente às embalagens ativas, foram encontradas 5.674 publicações pelo Scopus e, usando o Web of Science, o valor foi de 6.232. A relevância do desenvolvimento de embalagens ativas para o setor alimentício é observada pela elevada porcentagem de periódicos, correspondendo a 46% no Scopus e 26% no Web of Science do total de publicações. Também foram encontrados valores expressivos utilizando o Science Direct com 2.463 publicações sobre embalagens ativas, destas cerca de 46% estão associadas a alimentos. Em menor proporção estão os dados da plataforma Scielo, de apenas 58 periódicos sobre embalagens ativas.

Tabela 1 – Pesquisa nos bancos de dados de artigos científicos

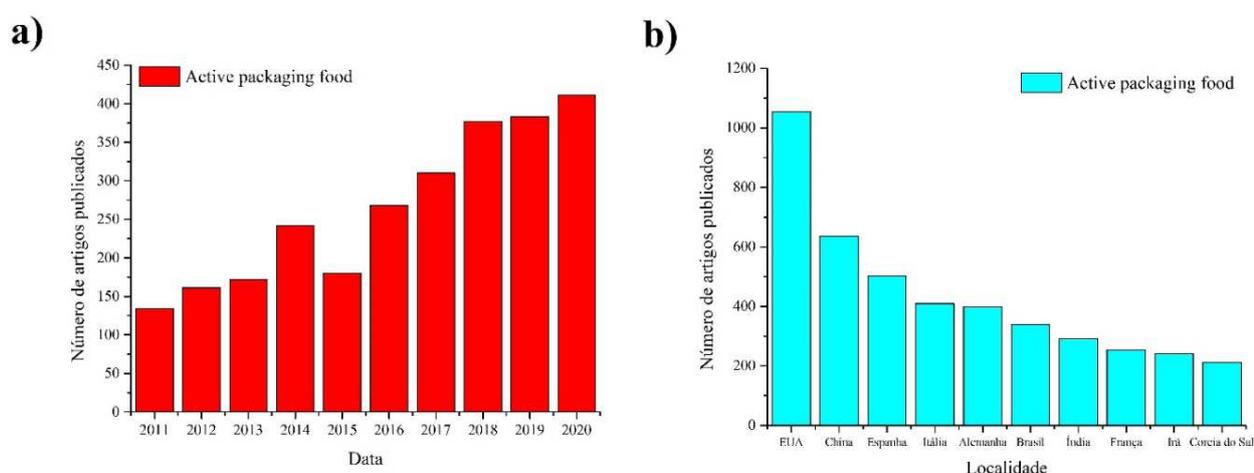
BASE DE DADOS	TERMOS DE BUSCA	
	ACTIVE PACKAGING	ACTIVE PACKAGING FOOD
Scopus	5.674	2.638
Web of Science	6.232	1.625
Science Direct	2.463	1.147
Scielo	58	22

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Dado o maior quantitativo de publicações sobre embalagens ativas de alimentos no Scopus, essa plataforma foi utilizada para pesquisa estratégica sobre data, localidade e área das publicações. Relacionando a quantidade de publicações ao longo dos últimos nove anos, obteve-se o Gráfico 1(a). Nele é observado um crescimento significativo de periódicos sobre essa temática; em 2011, o número foi de 134, a partir de 2015, ocorre crescimento progressivo atingindo ápice em 2020 com 411 publicações, a média anual foi de 263,8 publicações. A intensificação das publicações ao longo dos últimos anos indica avanços em ciência, inovação e na busca de novas tecnologias.

Para avaliação de publicações científicas por localidade (Gráfico 1 (b)), foram selecionados os 10 países com maior volume de publicações. Destes se destacam os EUA (Estados Unidos da América) com 1.054 periódicos e cerca de 1,6 vezes mais publicações que a China (636), seguidos por Espanha (503), Itália (409), Alemanha (398), Brasil (338) e Índia (292), esses sete países são os líderes em publicações de periódicos sobre essa temática e são também os maiores produtores de alimentos do mundo, permitindo associação das vantagens do uso de embalagens ativas na economia, possibilitando o prolongamento da vida útil e preservação da qualidade dos produtos (KUCUKVAR *et al.*, 2019; VILELA *et al.*, 2018). Também apresentam produção significativa o Irã e a Coreia do Sul com 241 e 212 publicações, respectivamente.

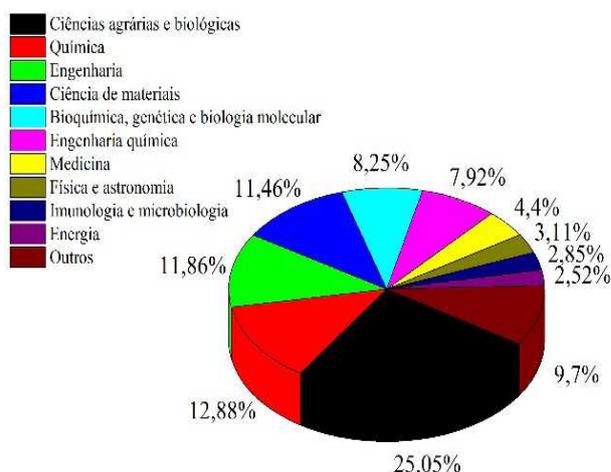
Gráfico 1 – Quantitativo de artigos publicados conforme o Scopus em busca referente à embalagem ativa de alimentos “*active packaging food*” em (a) busca por data (período de 2011 a 2020) e em (b) busca por localidade.



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

Utilizando a plataforma Scopus, foram realizadas buscas do termo referente a embalagens ativas de alimentos de acordo com a área da publicação, obtendo-se o Gráfico 2, nele observa-se maior predominância de periódicos classificados em ciências agrárias e biológicas com 1.451 publicações (25%), o que permite associação dos periódicos à área de ciência e tecnologia de alimentos, que está inserida nessa classificação. Também se destacam as áreas associadas ao desenvolvimento de materiais como química (746 – 12,88%), engenharia (687 – 11,86%) e ciências dos materiais (664 – 11,46%). Outra área que é relevante e abrange diversos materiais em biotecnologia é a engenharia química, que é responsável por 459, cerca de 8% das publicações.

Gráfico 2 – Quantitativo de artigos classificados pela área de publicação, no período de 2011 a 2020, conforme o Scopus em busca referente à embalagem ativa de alimentos “active packaging food”



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

A pesquisa desse tema, de acordo com a área da publicação, também forneceu informações sobre as principais tecnologias de função ativa aplicada nessas embalagens, destacando-se as funções: antioxidante, antimicrobiana, sequestradores de oxigênio e etileno. Das quais, é possível associar a função antimicrobiana às áreas de bioquímica, genética e biologia molecular (478 – 8,25%) e imunologia e microbiologia (165 – 2,85%). Dada a importância das embalagens ativas alimentícias para o mercado atual, a pesquisa associada às funções desempenhadas foi mais bem explorada na seção sobre patentes devido ao alto número de depósitos e de marcas consolidadas no mercado.

3.2 Análise das Patentes Publicadas

Ao pesquisar o termo genérico correspondente à embalagem ativa nos bancos de dados Espacenet e WIPO, verificou-se grande número de patentes (Tabela 2), indicando uma tendência de mercado na geração de tecnologias ativas em embalagens, que são amplamente utilizadas no armazenamento de eletrônicos, cosméticos, produtos farmacêuticos e outros produtos de consumo. Os dados obtidos pelo banco de dados WIPO indicam que cerca de 21% do total de patentes depositadas com o termo embalagens ativas são destinadas a alimentos, o que evidencia a importância e a competitividade nesse setor.

Tabela 2 – Pesquisa nos bancos de dados de patentes

PALAVRAS-CHAVE	BASE DE DADOS	
	ESPACENET	WIPO
<i>active packaging</i>	29.120	44.635
<i>active food packaging</i>	3.250	9.413
<i>active packaging antioxidant</i>	937	7430
<i>active food packaging antioxidant</i>	196	3641
<i>active packaging antimicrobial</i>	581	3984
<i>active food packaging antimicrobial</i>	222	2119

PALAVRAS-CHAVE	BASE DE DADOS	
	ESPACENET	WIPO
<i>active packaging oxygen scavengers</i>	86	1394
<i>active food packaging oxygen scavengers</i>	12	736
<i>active packaging ethylene scavengers</i>	84	1591
<i>active food packaging ethylene scavengers</i>	8	983

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Utilizando palavras-chaves associadas à função ativa das embalagens, é notável que aquelas que empregam tecnologia antioxidante e antimicrobiana apresentam maiores quantidades de depósito no setor alimentício. De acordo com os dados do WIPO, essas funções correspondem, respectivamente, a 38,7% e 22,5% dos depósitos das patentes. Sabe-se que essas tecnologias são as mais efetivas no prolongamento da vida útil e da qualidade dos alimentos (VILELA *et al.*, 2018). Estudo de prospecção tecnológica e científica a respeito de embalagens ativas para alimentos – antimicrobianas e antioxidantes – pode ser encontrado no trabalho de Anjos *et al.* (2020), já que os autores relatam as vantagens na incorporação de produtos naturais em matrizes poliméricas e destacam a falta de cooperação entre inventores e empresas de desenvolvimento desse tipo de tecnologia.

As buscas utilizando o Espacenet indicam que aproximadamente 21% das embalagens ativas antioxidantes são empregadas para alimentos, enquanto nas buscas referentes à plataforma WIPO essa porcentagem é de 49%, os valores são expressivos e demonstram a relevância dessa tecnologia na qualidade dos alimentos embalados. O uso de antioxidantes melhora a estabilidade dos produtos, garante a qualidade nutricional e sensorial a longo prazo, são empregados especialmente para prevenir a oxidação de lipídios, a desnaturação de proteínas e a descoloração, destacando-se os sintéticos hidroxitolueno butilado e hidroxianisol butilado. Entretanto, estes vêm sendo substituídos por produtos naturais como tocoferóis e óleos essenciais, sendo encontradas algumas marcas no mercado internacional, como: TOCOBIOL® - PV, NUTRABIOL® - T90 e NUTRABIOL® - T50 PV (AHMED *et al.*, 2017; YILDIRIM *et al.*, 2017).

A respeito do uso de embalagens ativas alimentícias com tecnologia antioxidante, é possível destacar o trabalho de Souza, Machado e Druzian (2013) que faz análise de embalagens utilizando matriz polimérica, o amido e a fécula de mandioca, e ativos extraídos de flores e frutas – como alternativas biodegradáveis, os autores destacam o baixíssimo desenvolvimento de materiais apenas com matriz biodegradável e a ausência de utilização de frutas, flores e subprodutos para obtenção de ativos antioxidantes, dando margem para a apropriação tecnológica.

Quanto ao uso de antimicrobianos, a porcentagem de embalagens ativas com essa função aplicada a alimentos é superior a 53% nas buscas utilizando a plataforma WIPO, o que demonstra o amplo uso dessa aplicação na indústria alimentícia. A atividade de microrganismos patogênicos e deteriorantes é a principal causa de degradação dos alimentos e de preocupação devido à possibilidade de surtos alimentares, entre os microrganismos-alvo, pode-se destacar os patogênicos mais comuns em matrizes alimentícias: *Salmonella ssp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* e *Escherichia coli*, e os deteriorantes: *Pseudomonas*, *Lactobacillus spp* e *Aspergillus* (VILELA *et al.*, 2018; YILDIRIM *et al.*, 2017).

A tecnologia de embalagens ativas antimicrobianas já é consolidada no mercado internacional apresentando diversas marcas como: AgIon® (China), Agion® (EUA), Bactiblock® (Espanha), Biomaster® (EUA/Reino Unido), dp® (Reino Unido), Ethicap™ (Japão), Food-touch® (EUA), Irgaguard® (EUA), IonPure® (EUA), Microgarde™ (EUA), Microsphere™ (EUA), Novaron® (Japão), Sanic Films® (Espanha), Sanico® (França), Surfacine® (EUA), Uvasy™ (África do Sul), Zeomic™ (Japão), Wasaouro® (Japão), Wasapower™ (Japão), sendo utilizadas as seguintes substâncias como agentes ativos: prata, zeólita de prata, glicose oxidase, triclosan, dióxido de cloro, natamicina, dióxido de enxofre, etanol e isotiocianato de alila (AHMED *et al.*, 2017).

Nesse sentido, é possível citar o trabalho de Cardoso, Souza e Guimarães (2017) que faz análise de prospecção de patentes sobre embalagens ativas com ação antimicrobiana. A pesquisa desses autores utiliza como base apenas 44 documentos e destaca a Coreia do Sul como o país com maior número de depósitos, a prevalência de depositantes independentes em relação às indústrias e às instituições de pesquisa, a utilização de código genérico de classificação para produtos alimentícios e conservação dos alimentos e o uso de polietileno – polímero não biodegradável – como matriz polimérica e de compostos ativos sintéticos, ressaltando a possibilidade e a viabilidade de investimentos em tecnologias renováveis.

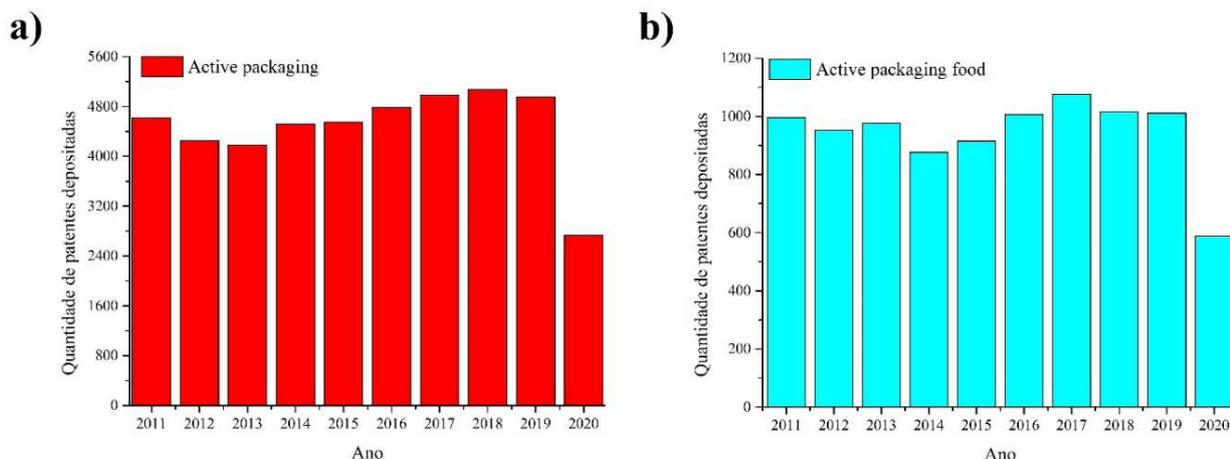
Encontradas em menor proporção, diversas patentes utilizam a tecnologia de sequestradores de etileno e oxigênio, o uso desses mecanismos ativos também é majoritário no setor alimentício. De acordo com as buscas utilizando o WIPO, 61,8% das patentes que utilizam sequestradores de etileno são utilizadas para alimentos, enquanto para sequestradores de oxigênio a porcentagem é de 52,8%. O etileno é um hormônio que regula o crescimento dos vegetais, sua remoção é capaz de atrasar o amadurecimento e a senescência de frutas e vegetais, para tal, são empregados agentes como zeólitas, carbono ativado, TiO (oxida o etileno à água e dióxido de carbono) (YILDIRIM *et al.*, 2017).

O uso de sequestradores de oxigênio também é uma tecnologia consolidada no mercado, encontrando-se diversas marcas como: SHELFPLUS® O2 (EUA), AMOSORB™ ColorMatrix™ (Reino Unido), Cryovac® (EUA), AGELESS OMAC® (EUA), OxyRx® (USA) e Aegis® OXCE (USA). A remoção do oxigênio residual das embalagens alimentícias pode inibir a presença de microrganismos e a oxidação dos produtos e prolongar a qualidade nutricional, diversos agentes têm sido empregados nessa tecnologia, destacando-se o uso de complexos de ferro, corantes fotossensíveis, ácido ascórbico, ácido gálico e sistemas enzimáticos (YILDIRIM *et al.*, 2017).

Lima *et al.* (2018) desenvolveram estudo de prospecção tecnológica sobre embalagens ativas utilizando vegetais como objeto específico de estudo, mas não especificam quais tecnologias ativas são empregadas nesse tipo de alimento. Os autores observaram grande competitividade de mercado, dado o maior engajamento no registro de patentes em relação à publicação de artigos; destacam a atuação da Rússia e da China como maiores registradores de patentes, e dos Estados Unidos como o país com mais publicações de artigos sobre a temática; as patentes apresentaram em sua maioria registro genérico relativo a produtos alimentícios e conservação de alimentos; o estudo aponta para acentuado interesse industrial no desenvolvimento de inovações que permitam estender o tempo de prateleira em produtos vegetais.

Visto que o banco de dados WIPO apresenta maior quantitativo de patentes depositadas nos últimos nove anos, utilizou-se essa plataforma para buscas. A partir do uso das palavras-chave embalagem ativa “*active packaging*” e de forma mais restritiva a indústria alimentícia por meio do termo “*active packaging AND food*”, foi possível apresentar o Gráfico 3.

Gráfico 3 – Quantitativo de depósitos de patentes no período de 2011 a 2020 conforme o WIPO, em (a) Termo de busca referente à embalagem ativa “active packaging” e em (b) Termo de busca referente à embalagem ativa alimentícia “active packaging food”



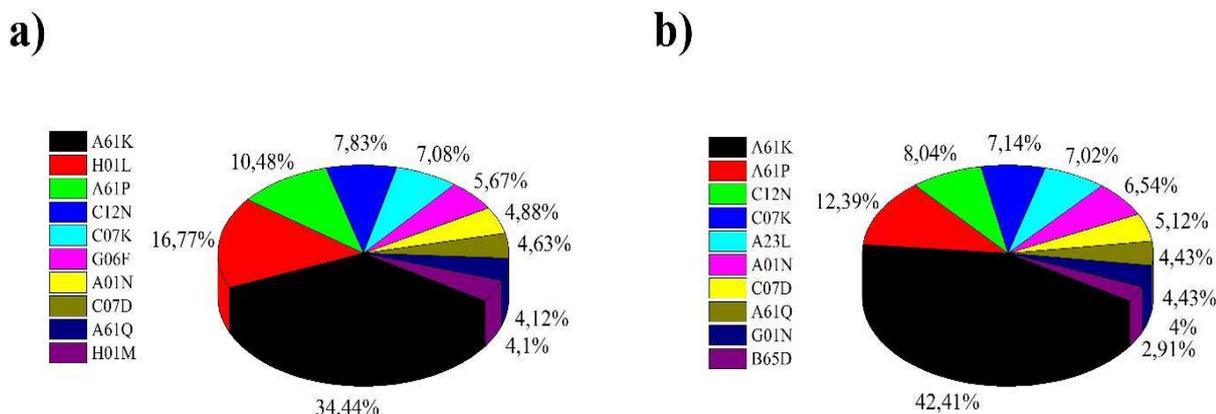
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Durante o período de 2011 a 2019 há uma elevada quantidade de patentes depositadas no segmento de embalagens ativas (Gráfico 3 (a)), nesse período, observa-se que em todos os anos o número de patentes depositadas é superior a 4 mil, mostrando que a busca e o desenvolvimento por produtos inovadores nesse segmento é constante. Nesse período observa-se que em todos os anos o número de patentes depositadas é superior a 4 mil, atingindo a média de 4.655,4 patentes/ano, o quantitativo em 2011 foi de 4.617 depósitos e em 2019 foram 4.950, apresentando ápice em 2018 com 5.071 depósitos, em 2020 obteve-se apenas os dados referentes ao primeiro semestre alcançando 2.736 depósitos.

Utilizando palavras-chave referentes à embalagem ativa de alimentos (Gráfico 3 (b)) é possível observar quantidades menores de depósitos, apresentando o período de 2011 a 2019 média anual de 980,5, em 2011 foram realizados 996 depósitos e em 2019 foram 1.011, destacando-se 2017 com 1.076, no corrente ano observou-se 588 depósitos durante o primeiro semestre. O elevado número de patentes depositadas nos últimos nove anos demonstra que, apesar de existirem produtos consolidados no mercado, essa área continua em constante processo de inovação dada a sua importância.

Um parâmetro que permite a busca de patentes com agilidade é a Classificação Internacional de Patentes (CIP) (*IPC – International Patent Classification*). Essa classificação identifica as diferentes áreas tecnológicas de aplicação dos materiais nas seguintes seções: A (necessidades humanas); B (operações de processamento; transporte); C (química; metalurgia); D (têxtil; papel); E (construções fixas); F (engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão); G (física); e H (eletricidade). As seções possuem ainda subgrupos, os quais especificam cada tema de modo efetivo e hierárquico. Utilizando esse parâmetro, realizou-se a busca utilizando termos referentes a embalagens ativas (“*active packaging*”) e embalagens ativas alimentícias (“*active packaging food*”), obtendo-se os dados apresentados no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Quantidade de patentes depositadas no WIPO de acordo com a Classificação Internacional de Patentes: em (a) Termo de busca referente à embalagem ativa “active packaging” e em (b) Termo de busca referente à embalagem ativa alimentícia “active packaging food”



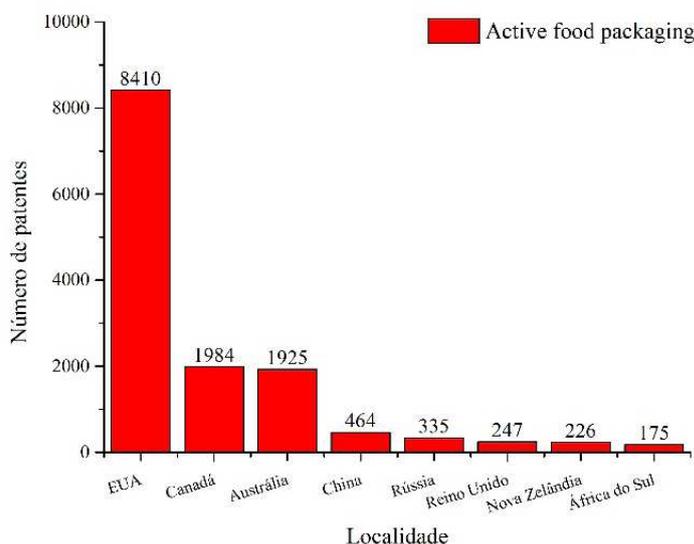
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

Utilizando termo genérico de pesquisa para embalagens ativas “active packaging” no WIPO associado à CIP, obteve-se o Gráfico 4 (a), nele é notável que o grupo de maior quantidade de depósitos é referente à seção A (necessidades humanas), que classifica 51.032 patentes (53,9%), dessa categoria, se destaca o subgrupo A61 que corresponde a 46.417, cerca de 49% do total de patentes e representa a área ciência médica ou veterinária e higiene, apresentando maiores quantitativos os códigos A61K e A61P: o primeiro é responsável pela classificação de 32.595 (34,44%) das patentes depositadas, está associado a materiais utilizados para finalidades médicas, odontológicas e sanitárias, quanto ao código A61P, este foi utilizado em 9.920 (10,46%) dos produtos e está associado à atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais. Outra seção de classificação de materiais que se destaca é a H (eletricidade), na qual o código H01L apresentou 15.873 depósitos (16,77%) e está associado a dispositivos semicondutores; dispositivos de estado sólido elétrico não previstos de outra forma, indicando a relevância dessa classe de materiais em áreas de aplicação como o armazenamento de artigos de informática e eletrônicos.

Por meio da busca utilizando o termo referente a embalagens ativas alimentícias e à classificação de acordo com a CIP (Gráfico 4 (b)), observa-se padrão similar ao termo genérico embalagem ativa, apresentando a seção A (necessidades humanas) o maior quantitativo de patentes, equivalente a 20.762 (72,79%), também se destacando os códigos A61K (12.096 patentes, 42,41%), A61P (3.535 patentes, 12,39%), ainda nessa categoria, é notável a relevância do código A23L, o qual corresponde a 2.001 patentes (7,02%) e está associado a alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, sua preparação ou tratamento, tratamento físico; preservação dos alimentos ou gêneros alimentícios. Outro código que representa frações significativas nas classificações obtidas é o C12N, 2.294 patentes (8,04%), este é inserido na seção C (química; metalurgia) e refere-se a microrganismos ou enzimas e à engenharia genética, permitindo associação para a atividade antimicrobiana ou biocida em embalagens ativas alimentícias. Ainda na seção C, o código C07K apresentou registro em 2.035 patentes (7,14%) e refere-se ao uso de peptídeos. Outro parâmetro importante utilizado para buscas de patentes é de acordo com a localização, trata-se de um indicativo de proteção à propriedade intelectual, sendo comum o depósito de determinado produto em vários países. Utilizando o WIPO, buscas

de localidades com maior quantitativo de depósitos foram realizadas por meio do termo referente às embalagens ativas alimentícias (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Quantidade de patentes depositadas no WIPO de acordo com a localização por meio do termo de busca referente à embalagem ativa alimentícia “active food packaging”



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

Os EUA é o país que possui o maior número de depósitos, sendo este o responsável por cerca de 61% do total de registros nessa busca, um indício claro de mercado competitivo nesse setor, impulsionado por investimentos governamentais em pesquisa, desenvolvimento e inovação. Em segundo e terceiro lugar no *ranking* estão o Canadá (14,4%) e a Austrália (14,0%), respectivamente, com valores bastante próximos, esses países se destacam devido à alta competitividade do setor privado, o qual promove o desenvolvimento de inovações.

A China ocupa a quarta posição no *ranking* (3,4%), apesar de ser um dos maiores produtores de alimentos do mundo e responsável por grande contribuição científica em embalagens ativas de alimentos, sua baixa produção de patentes é um indicativo da pouca competitividade nesse setor, que pode estar associado à limitada aceitação dos produtos pela população, e isso pode ser influência de fatores como cultura, experiência, conhecimento, transparência e preocupação pública (LI *et al.*, 2020). Outras localidades com frações menores, porém significativas, são: Rússia (2,4%), Reino Unido (1,8%), Nova Zelândia (1,6%) e África do Sul (1,3%). Também se destacam quanto ao quantitativo de depósitos as organizações: Tratado de Cooperação de Patentes (PCT) – que corresponde a um grupo formado por 139 países, entre eles o Brasil – com registro de 4.347 depósitos; e a Organização Europeia de Patentes (EPO), responsável pelo depósito de 2.369 patentes.

Sabe-se que o Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo, o que torna o desenvolvimento e o uso de tecnologias como embalagens ativas que possibilitem prolongamento da vida útil fundamentais, principalmente do ponto de vista econômico, pois elas, além de oferecerem um produto de qualidade superior, contribuem significativamente na redução do desperdício. Desse modo, utilizou-se a plataforma Espacenet, que permite a utilização de filtros por localidade, para avaliação das patentes depositadas no Brasil nos últimos nove anos, obtendo-se os dados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Publicações de patentes no Brasil nos últimos nove anos em buscas no Espacenet

	CÓDIGO DE PUBLICAÇÃO	DEPOSITANTE
1	BRPI0613934A2	ECOLAB INC [US]; HORMEL FOODS LLC [US]
2	BRPI0904143A2	UNICAMP [BR]
3	BRPI0620650A2	NANOBIOMATTERS SL [ES]
4	BRPI0620972A2	MISSION PHARMA CO [US]; STERLING FOODS LTD [US]
5	BRPI0620744A2	MANE FILS V [FR]
6	BRPI0709563A2	KEMIRA OYJ [FI]
7	BRPI0711203A2	NANOMECH LLC [US]
8	BRPI0616412A2	ALCAN TECH & MAN LTD [CH]; GLAXO GROUP LTD [GB]
9	BRPI0902217A2	VIEIRA MARCOS BERALDO [BR]
10	BRPI0618179A2	TARGEEN INC [US]
11	BRPI0710692A2	CADBURY ADAMS USA LLC [US]

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Observa-se a presença de apenas 11 registros, destes apenas dois são de depositantes nacionais, a baixa quantidade de depósitos brasileiros, apesar de grande mercado produtor e consumidor de alimentos no país, evidencia a defasagem tecnológica brasileira e a necessidade de investimentos em pesquisa, inovação e em tecnologia nessa área. Segundo Sichel e Ralile (2021), o Brasil sofre com a falta de continuidade de políticas públicas direcionadas ao fomento de inovação tecnológica e sua proteção, além da ausência de integração do setor privado às instituições de pesquisa, sendo esses fatores pilares importantes para alavancar o desenvolvimento tecnológico no país.

4 Considerações Finais

Nos últimos nove anos foi crescente o número de pesquisas científicas relacionadas a embalagens ativas, destacando-se aquelas destinadas ao setor alimentício, responsáveis por cerca de 46% do total de artigos publicados. Nota-se que essas pesquisas são desenvolvidas majoritariamente por países campeões em produção de alimentos, como EUA, China e Espanha, demonstrando a importância de investimentos em ciência e tecnologia, e permitindo associação às vantagens do uso de embalagens ativas na economia, o que possibilita o prolongamento da vida útil e a preservação da qualidade dos produtos. A maioria dos periódicos publicados referentes a embalagens ativas de alimentos é classificada em áreas que remetem a ciências agrárias e biológicas e ao desenvolvimento de materiais como química, engenharia e ciência dos materiais.

A pesquisa de prospecção tecnológica revelou quantitativo elevado de depósitos sobre embalagens ativas e embalagens ativas de alimentos nos últimos nove anos, indicando a tendência de mercado da indústria de alimentos no uso desses produtos, além de um mercado competitivo, inovador, e consolidado pela presença de diversas marcas internacionais que empregam essa

tecnologia, essencialmente com funções associadas à atividade antimicrobiana, antioxidante, sequestradores de oxigênio e etileno. Cerca de 72% do total das patentes encontradas foram classificadas na seção de necessidades humanas, destacando-se códigos referentes à higiene, à produção de alimentos e à química. Como maiores depositantes é notável a atuação dos EUA, Canadá e Austrália, no investimento em recursos tecnológicos e proteção à propriedade intelectual. A produção brasileira de prospecção sobre embalagens ativas de alimentos se mostrou baixa, evidenciando a necessidade de investimentos em pesquisa, inovação e tecnologia.

Desse modo, a pesquisa científica e de prospecção tecnológica realizada demonstra o potencial no desenvolvimento de novas tecnologias em embalagens ativas de alimentos que possibilitem ao consumidor acesso a um produto seguro e com vida de prateleira prolongada.

5 Perspectivas Futuras

A adoção de hábitos alimentares mais saudáveis e a busca por produtos práticos e com longa durabilidade impulsionaram a indústria alimentícia para o desenvolvimento de novas tecnologias de embalagens alimentícias: as embalagens ativas.

A quantidade significativa e a produção contínua de artigos científicos e patentes publicados nos últimos anos evidenciam o engajamento tecnológico e científico nessa área que o mercado de embalagens ativas alimentícias está e deve continuar em expansão, pois é cada vez mais importante para sociedade o uso de tecnologias que permitam prolongar a vida útil dos alimentos e manter a sua qualidade, reduzindo o desperdício e o uso de conservantes.

É válido observar a necessidade de estudos sobre aplicação e desenvolvimento de embalagens ativas que empreguem tecnologia renovável, por meio de matrizes poliméricas biodegradáveis e agentes ativos sintéticos baseados em estruturas naturais, como óleos essenciais. Além de avaliações a respeito do impacto ambiental desses produtos e seu descarte.

Outro aspecto relevante se refere à carência de avaliação científica e tecnológica do uso integrado de embalagens ativas alimentícias e embalagens inteligentes – que informam o consumidor acerca das condições de qualidade e de consumo do produto – permitindo observar inovações não englobadas na pesquisa atual, como tecnologias inteligentes empregadas, funcionalidades dos dispositivos e aceitação da população, além de compatibilidades com sistemas ativos.

Sabe-se que o uso de novos agentes ativos agregados a diferentes polímeros permite diversas combinações de propriedades e novas funcionalidades. Assim, os estudos de novos materiais para esse fim devem continuar e possibilitar desenvolvimento de produtos mais versáteis, menos poluentes e/ou biodegradáveis que possam atender às perspectivas de mercado, de modo que essa área se mantenha bastante ativa no desenvolvimento de tecnologias no setor alimentício.

Referências

AHMED, I. *et al.* A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods. **Food Control**, [s.l.], v. 82, p. 163-178, 2017.

ANJOS, H. A. dos *et al.* Antimicrobial and Antioxidant Active Food Packaging: Technological and Scientific Prospection. **Recent Patents on Biotechnology**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 99-111, 2020.

ARAGÜEZ, L. *et al.* Active packaging from triticale flour films for prolonging storage life of cherry tomato. **Food Packaging and Shelf Life**, [s.l.], v. 25, n. February, p. 100520, 2020.

BAHRAMI, A. *et al.* Antimicrobial-loaded nanocarriers for food packaging applications. **Advances in Colloid and Interface Science**, [s.l.], v. 278, p. 102140, 2020.

CARDOSO, L. G.; SOUZA, C. O. de; GUIMARÃES, A. G. Prospecção tecnológica de patentes sobre a utilização de embalagens antimicrobianas em alimentos. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 14-23, 2017.

CORREIA, R. *et al.* Prospecção Tecnológica da Espécie *Cyperus esculentus* L.: um panorama sobre a produção científica e tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 721-732, 2020.

KALPANA, S. *et al.* Trends in Food Science & Technology Intelligent packaging: Trends and applications in food systems. **Trends in Food Science & Technology**, [s.l.], v. 93, n. July, p. 145-157, 2019.

KUCUKVAR, M. *et al.* Resources, Conservation & Recycling Assessing regional and global environmental footprints and value added of the largest food producers in the world. **Resources, Conservation & Recycling**, [s.l.], v. 144, n. 2.018, p. 187-197, September, 2019.

LI, T. *et al.* A quantitative survey of consumer perceptions of smart food packaging in China. **Food Science and Nutrition**, [s.l.], v. 8, n. 8, p. 3.977-3.988, 2020.

LIMA, D. C. D. S. *et al.* Estudo de Prospecção Tecnológica sobre Embalagens Ativas para Vegetais. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 1.150, 2018.

NEGREIROS, C. V. B.; GUIMARÃES, A. G.; DRUZIAN, J. I. Estudo prospectivo do “Shelf Life” dos alimentos acondicionados em embalagens e tecnologias correlatas sob o enfoque em pedidos de patentes depositadas no mundo entre 1969 a 2011. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 6, n. 3, p. 283-292, 2013.

REHMAN, A. *et al.* Trends in Food Science & Technology Development of active food packaging via incorporation of biopolymeric nanocarriers containing essential oils. Trends in **Food Science & Technology**, [s.l.], v. 101, n. April, p. 106-121, 2020.

RESTUCCIA, D. *et al.* New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. **Food Control**, [s.l.], v. 21, n. 11, p. 1.425-1.435, 2010.

SICHEL, R. L.; RALILE, G. Políticas Públicas e Desenvolvimento da Tecnologia Nacional: o caso brasileiro em comparação aos países asiáticos. **Cadernos de Prospecção**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 350-363, 2021.

SOUZA, C. O. de; MACHADO, B. A. S.; DRUZIAN, J. I. Filme Biodegradável Antioxidante à Base de Amido e/ou Fécula Contendo Frutas e/ou Derivados, Coprodutos e Subprodutos. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 6, n. 1, p. 20-26, 2013.

VILAS, C.; MAURICIO-IGLESIAS, M.; GARCÍA, M. R. Model-based design of smart active packaging systems with antimicrobial activity. **Food Packaging and Shelf Life**, [s.l.], v. 24, n. December 2019, p. 100446, 2020.

VILELA, C. *et al.* Trends in Food Science & Technology A concise guide to active agents for active food packaging. **Trends in Food Science & Technology**, [s.l.], v. 80, n. July, p. 212-222, 2018.

YILDIRIM, S. *et al.* Active Packaging Applications for Food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [s.l.], v. 17, n. 2.018, p. 165-199, 2017.

Sobre os Autores

Sara Santos Nascimento

E-mail: sara.nasc@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8524-4431>

Mestre em Ciências pela Universidade Federal de Alagoas em 2019.

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Tabuleiro dos Martins, Maceió, AL. CEP: 57072-970.

Ângladiis Vieira Delfino

E-mail: angladisquim@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3174-3611>

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Alagoas em 2018.

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, R. Gileno de Sá Oliveira, n. 271, Recanto dos Pássaros, Barreiras, BA. CEP: 47808-006.

Fabiane Caxico Abreu

E-mail: caxico.fabiane@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9723-414X>

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pernambuco/Universidade de Coimbra, Portugal, em 2011.

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Tabuleiro dos Martins, Maceió, AL. CEP: 57072-970.

Diógenes Meneses Santos

E-mail: diogenes.santos@penedo.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9664-5537>

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Alagoas/University of Kansas, EUA, em 2014.

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Tabuleiro dos Martins, Maceió, AL. CEP: 57072-970.