

Embalagens ativas e suas aplicações na conservação de alimentos.

ElieI Gomes Barbosa

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

E-mail: barbosa.elieI@outlook.com, <http://lattes.cnpq.br/4544468729326592>

Christa Korzenowski

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

E-mail: christa-korzenowski@uergs.edu.br, <http://lattes.cnpq.br/1688445410597532>

Para uso da revista: Submetido em: 20 fev. 2018. Aceito: xx ago. 20xx.

Para uso da revista: DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.43.487-500>

Resumo

A partir da insuficiência das embalagens tradicionais em manter a inocuidade dos alimentos, surgem as embalagens ativas caracterizadas pela interação proposital com o alimento acondicionado, absorvendo ou liberando substâncias no interior da embalagem, tencionando suas características. O uso das embalagens ativas consiste em uma grande oportunidade para elevar a vida de prateleira dos alimentos embalados, preservando as características originais dos alimentos com notória redução da utilização de produtos químicos, elevando desta forma a segurança e promovendo ganhos econômicos para a indústria de alimentos. O objetivo do trabalho foi apresentar uma revisão bibliográfica acerca das principais funções das embalagens ativas, destacando seus usos na absorção e emissão de compostos ativos, para isso foi realizada a pesquisa bibliográfica qualitativa de artigos científicos nas bases de dados: *Google Acadêmico*, *Scielo*, *PubMed* e *eCafe*. utilizando as palavras-chave referentes ao tema proposto. Dos resultados obtidos foram selecionados apenas os artigos com as funções de absorção e emissão citados anteriormente, como resultado tem que as embalagens ativas ainda estão em fase de desenvolvimento e é notável a importância de mais pesquisas relacionadas ao tema para o avanço de sua utilização.

Palavras-chave: Alimentos embalados. Embalagens emissoras. Embalagens absorvedoras. Embalagens de alimentos.

Abstract

Active packaging and its applications in food preservation

From the failure of traditional packaging to maintain food safety, active packaging emerged, characterized by purposeful interaction with the packaged food, absorbing or releasing substances inside the packaging, intending its characteristics. The use of active packaging is a great opportunity to increase the shelf life of packaged foods, preserving the original characteristics of foods with a noticeable reduction in the use of chemical products, thus increasing safety and promoting economic gains for the

food industry. The objective of this work was to present a bibliographic review about the main functions of active packaging, highlighting their uses in the absorption and emission of active compounds, for this a qualitative bibliographical research of scientific articles was carried out in the databases: Google Scholar, Scielo, PubMed and eCafe. using the keywords related to the proposed theme. From the results obtained, only articles with the functions of absorption and emission mentioned above were selected, as a result, active packaging is still in the development phase and the importance of further research related to the subject for the advancement of its use is remarkable.

Keywords: Packaged foods. Emitting packaging. Absorbent packaging. Food packaging.

Resumen

Envases activos y sus aplicaciones en la conservación de alimentos.

Del fracaso de los envases tradicionales para mantener la seguridad alimentaria, surgieron los envases activos, caracterizados por una interacción intencionada con el alimento envasado, absorbiendo o liberando sustancias en el interior del envase, pretendiendo sus características. El uso de envases activos es una gran oportunidad para aumentar la vida útil de los alimentos envasados, conservando las características originales de los alimentos con una notable reducción en el uso de productos químicos, aumentando así la seguridad y promoviendo ganancias económicas para la industria alimentaria. El objetivo de este trabajo fue presentar una revisión bibliográfica acerca de las principales funciones de los envases activos, destacando sus usos en la absorción y emisión de compuestos activos, para ello se realizó una investigación bibliográfica cualitativa de artículos científicos en las bases de datos: Google Scholar, Scielo, PubMed y eCafe. utilizando las palabras clave relacionadas con el tema propuesto. De los resultados obtenidos se seleccionaron únicamente los artículos con las funciones de absorción y emisión mencionadas anteriormente, por lo que los envases activos aún se encuentran en fase de desarrollo y se destaca la importancia de realizar más investigaciones relacionadas con el tema para el avance de su uso.

Paquetes activos: Alimentos envasados. Embalaje emisor. Embalaje absorbente. Envasado de alimentos.

Introdução

As embalagens, segundo Martinazzo *et al.* (2020) possuem quatro funções fundamentais: comunicação, conveniência, contenção e proteção. A proteção é considerada a função primordial da embalagem, pois evita a degradação dos alimentos, funcionando como barreira física contra ataques de insetos e contaminações microbianas, além de outros fatores externos como umidade, calor, poeira, odores, oxigênio, contaminação química e luz (Peron, Santos, Silva, Arruda, & Júnior, 2022; Martinazzo, Piazza, Scherer, & Pieta, 2020).

Até hoje as embalagens tradicionais, ditas passivas, continuam incorporando novas funcionalidades, indo além de só embalar e proteger, passando a ter uma conotação mercadológica de maior impacto, fixando vantagens aos produtos à medida que o consumidor prioriza alimentos com maior frescor, assemelhando ao momento da colheita ou de sua produção (Landin, et al., 2016; Lima,

et al., 2018; Negreiros, Guimarães, & Druzian, 2014). Independentemente das embalagens tradicionais ainda contribuírem com a cadeia logística de distribuição, preservação e manutenção dos alimentos, estas, não são mais capazes de atestar a inocuidade de um alimento, deste modo, surge as embalagens ativas caracterizadas pela interação proposital com o alimento acondicionado, absorvendo ou liberando substâncias no interior da embalagem, tencionado a melhora de suas característica (Almada, Firmo, Arruda, & Júnior, 2022; Teixeira, Soares, & Stringheta, 2021; Yildirim, et al., 2017).

Desta forma o objetivo do trabalho foi apresentar uma revisão bibliográfica acerca das principais funções das embalagens ativas, destacando suas funções de absorção e emissão de compostos ativos, destacando as funções de absorção de etileno, oxigênio, água e umidade e as funções de emissão de dióxido de carbono, etanol e antimicrobianos.

Material e Métodos

Para realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa qualitativa com intuito de se obter dados descritivos sobre o tema abordado, para isso foram utilizadas as bases de dados: *Google Acadêmico*, *Scielo*, *PubMed* e *eCafe*. Utilizando as seguintes palavras chave: embalagens ativas, embalagens ativas emissoras, embalagens ativas absorvedoras, sistemas emissores e sistemas absorvedores. Dos resultados obtidos foram selecionados apenas os artigos com as funções de absorção e emissão citados anteriormente, dando preferência aos artigos em português.

O processo de análise qualitativa é baseado na pesquisa de dados e padrões inerentes à pesquisa realizada, onde se realiza a coleta de dados e a análise dos mesmos, terminando o processo com temas ou dados em um relatório. (Souza, 2019)

A pesquisa qualitativa requer análise de textos que forneçam relatos, que expliquem, que registrem e ou justifiquem ações que envolvam o tema abordado de forma a responder a solicitação da pesquisa por meio da geração de dados, podendo esses dados serem de origem primaria ou fontes suplementares de dados (Charmas, 2009).

Embalagem ativa

Segundo o Decreto-Lei N° 986/69, embalagem é qualquer forma pelo qual o alimento venha ser guardado, acondicionado, envasado ou empacotado (BRASIL, 1969), nos dicionários, embalagem é o que adequa-se para embalar; proteção externa ao produto para a apresentação no mercado (Michaelis, 2015; Dicio, 2022), já a Vigilância Sanitária define embalagem como o recipiente, embalagem ou pacote destinado a garantir a conservação e facilitando o manuseio e o transporte dos alimentos (Brasil, 2002).

O conceito de embalagem é mutável à medida que sua perspectiva varia na cadeia de produção e distribuição. Para o comprador é um artifício para satisfazer o desejo de consumo; para o marketing é um recurso de atração para a compra do produto; para o design é um mecanismo de proteção até a chegada do produto as mãos do consumidor; já para a engenharia industrial é o recurso de proteção do produto no armazenamento e transporte (Landin, et al., 2016).

As embalagens são classificadas em: primária (embalagens que estão em contato direto com o alimento); secundária (embalagens com função de agrupar, utilizadas para distribuição e como proteção para as embalagens primárias, evitando vibrações e choques em excesso); terciária (embalagem de transporte, utilizadas para proteção das embalagens primárias e secundárias ao longo do transporte e distribuição). (Landin, et al., 2016; Santos & Yoshida, 2011).

Em 1989, Labuza e Breene, utilizaram pela primeira vez o termo “embalagem ativa” para classificar a categoria de embalagens que tinham papel adicional na preservação dos alimentos (Almada, Firmo, Arruda, & Júnior, 2022). Ou seja, além da função de proteção da embalagem que atua como barreira a fatores externos, a embalagem ativa interage com o produto, reagindo, controlando e retardando processos de deterioração (Santos & Yoshida, 2011).

As embalagens ativas permitem a interação intencional entre alimento e embalagem, possibilitando prolongar características do alimento como frescor e qualidade por meio de mecanismos específicos para cada tipo de alimento que envolvem a liberação ou absorção de substâncias no interior da embalagem (Giannakourou & Tsironi, 2021; Peron, Santos, Silva, Arruda, & Júnior, 2022; Yildirim, et al., 2017). Essa interação melhora a vida de prateleira do produto mantendo a qualidade, segurança e as características sensoriais, utilizando tecnologias para incorporação de componentes no interior da embalagem ou mesmo nos materiais de produção. A interação embalagem/produto pode ser realizada pelo contato direto, no momento em que o alimento está em contato com o revestimento ativo da embalagem, ou mesmo por meio de ação indireta, quando tais componentes são liberados e/ou absorvidos pelo espaço livre (*headspace*) das embalagens. (Almada, Firmo, Arruda, & Júnior, 2022; Landin, et al., 2016; Severo, et al., 2021).

As embalagens ativas são classificadas em dois sistemas: absorvedores e emissores e necessitam atender determinados requisitos que vão desde a escolha do material da embalagem que considerar as reações que podem ocorrer no produto alimentício como: estabilidade relacionada com os fatores intrínsecos do alimento (atividade de água, umidade, acidez, composição, pH) e aos fatores extrínsecos (roedores, insetos, microrganismos, composição gasosa, presença de luz, interferência do ambiente, temperatura), além de atender à legislação vigente, ser atóxica, proporcionar proteção sanitária, ser compatível como alimento, não proporcionar risco ao consumidor por ingestão acidental ou liberação de substâncias para o alimento, as dimensões dos sachês/*pads* de absorção/emissão devem ser reduzidos em relação à embalagem e produto, a concentração do composto ativo deve ser proporcional com o volume, massa e validade do produto, as taxas de emissões/absorções devem ser ajustadas de acordo com a permeabilidade da embalagem, a taxa de ação do composto ativo deve estar de acordo com a validade do produto e possíveis alterações ao longo de sua vida de prateleira (*selflife*) (Martinazzo, Piazza, Scherer, & Pieta, 2020; Santos & Yoshida, 2011; Sarantópoulos & Cofcewicz, 2016).

Sistemas absorvedores

Os sistemas absorvedores objetivam a remoção de compostos prejudiciais contidos ou liberados dentro da embalagem como: dióxido de carbono, oxigênio, água, umidade, etileno e outros

compostos que de alguma forma acelerem o processo de degradação do alimento. (Braga & Silva, 2017; Ghaani, Cozzolino, Castelli, & Farris, 2016; Ongaratto, Vital, & Prado, 2022; Severo, et al., 2021; Teixeira, Soares, & Stringheta, 2021)

Etileno

Uma parte significativa da perda pós-colheita devido à redução da qualidade dos produtos frescos são causadas pelo processo de amadurecimento, contaminação por microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes (Martinazzo, Piazza, Scherer, & Pieta, 2020). O etileno (C_2H_4) é uma molécula volátil que age como fitormônio, responsável pelo amadurecimento e senescências de frutas e hortaliças por intermédio do amolecimento e deterioração das clorofilas (Ghaani, Cozzolino, Castelli, & Farris, 2016; Kaewklin, Siripatrawan, Suwanagul, & Lee, 2018; Martinazzo, Piazza, Scherer, & Pieta, 2020).

A contenção do etileno no interior das embalagens ativas tem a função de dilatar a vida útil de frutas e hortaliças pós-colheita (Kaewklin, Siripatrawan, Suwanagul, & Lee, 2018; Peron, Santos, Silva, Arruda, & Júnior, 2022), os absorvedores de etileno vêm sendo bastante empregados na preservação de frutas climatéricas, já que retarda o amadurecimento e seus efeitos, aumentando desta forma a vida de prateleira desses produtos. Os absorvedores de etileno estão disponíveis em formas de *pads*, sachês ou mesmos incorporados em embalagens plásticas, sendo baseados em sua maioria na absorção física do etileno por materiais como: silicatos, zeólitos, bentonitas, carvão ativado, vermiculita e outros. A remoção também pode ocorrer por via química em uma reação irreversível de oxidação com o permanganato de potássio ($KMnO_4$) (Santos & Yoshida, 2011; Sarantópoulos & Cofcewicz, 2016).

As embalagens com absorvedores de etileno já são realidade em alguns países e continuam sendo estudadas até hoje como mostra Morais *et al.* (2017) com a utilização de embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade (PEBD), com a utilização de sílica em gel e permanganato de potássio no amadurecimento de bananas pratas; Matim *et al.* (2019) também avaliou o uso de absorvedores de etileno, no entanto, utilizou ameixas 'Laetitia' em diferentes tipos de embalagens (papelão, poliestireno expandido (EPS) e poliestireno expandido com sachê absorvedor de etileno (EPS + absorvedor de etileno)).

Figura 1: Bananas prata submetidas ao tratamento - Parcelas submetidas aos tratamentos com embalagem plástica (PEBD), absorvedor de umidade e absorvedor de etileno, em seu sexto dia de armazenagem.



Fonte: Morais, 2017.

Nos estudos Morais *et al.* (2017) observaram que os frutos do grupo controle chegaram à maturação em 4 dias, enquanto os frutos com embalagem + absorvedor de etileno (permanganato de potássio) chegaram na mesma maturação em 11 dias. Matim *et al.* (2019) obteve ameixas com melhor firmeza da polpa, maior acidez titulável e maior força para compressão do fruto nas embalagens com absorvedores de etileno (poliestireno expandido (EPS) + absorvedor de etileno) em comparação as outras embalagens utilizadas.

Oxigênio

A presença de elevadas concentrações de Oxigênio (O₂) em diversos alimentos proporcionam o crescimento microbiano, desenvolvendo odores, sabor indesejável além da perda nutricional e cor (Braga & Silva, 2017). Alimentos ricos em lipídios e com maior insaturação dos ácidos graxos constituintes são mais suscetíveis a oxidação lipídica (nozes, peixe, carne e óleos vegetais), que pode decorrer após o crescimento microbiano, acelerando a oxidação dos lipídios e causando desta forma redução significativa do tempo de prateleira destes produtos (Martinazzo, Piazza, Scherer, & Pieta, 2020). Por tanto, a eliminação do oxigênio é fundamental no aumento da vida útil de alimentos embalados (Ongaratto, Vital, & Prado, 2022).

A contenção do oxigênio nas embalagens resulta no enfraquecimento das taxas do metabolismo, crescimento de microrganismos aeróbicos e oxidação, promovendo assim o aumento do tempo de prateleira (Araujo, Conceição, Tatum, Fabris, & Russo, 2019). Para os removedores de oxigênio são utilizadas uma ou mais tecnologias como compostos à base do pó de ferro como: carbonato ferroso, óxido de ferro, sulfito-sulfato de ferro e sulfato de ferro; de base metálica como: platina, ferro metálico, paládio, zinco e cobre; enzimas como: álcool oxidase, lactase e glicose oxidase; substâncias orgânicas redutoras de baixo peso molecular como: catecol, ascorbato de sódio e ácido scórbio; absorvedores biológicos como microrganismos isolados em substrato sólido; componentes ferro redutores; ácidos graxos insaturados como linolênico, linoleico, ácido oleico; sulfito e similares como hidrossulfito, bissulfito e metabissulfito. Os absorvedores de oxigênio estão disponíveis no Japão desde o fim da década de 1970, estando disponíveis em sachês, rótulos, adesivos, cartões, dentre outros. Os absorvedores de ferro metálico são de baixo custo e são considerados os principais absorvedores de oxigênio, além de serem aprovados pela *Food and Drug Administration* (FDA), os de base de pó de ferro precisam de umidade que pode ser derivada do próprio alimento ou incorporada no composto ativo para interagir com o oxigênio. (Braga & Silva, 2017; Sarantópoulos & Cofcewicz, 2016; Ongaratto, Vital, & Prado, 2022).

Silva (2019) realizou a avaliação de absorvedores de oxigênio em alfaces minimamente processados (cultivar crespa e cultivar americana) utilizando absorvedores de oxigênio (tipo *Ageless*®) que são constituídos principalmente por pó de ferro já contido no material plástico do produto. Desta forma as embalagens com o sistema ativo proporcionaram melhor preservação das características sensoriais (coloração, limosidade, murchamento) das hortaliças minimamente processadas até o terceiro dia de armazenamento a 7°C. concluindo que a implantação desse sistema ativo de remoção

de oxigênio é eficiente na preservação das hortaliças nos três primeiros dias, apresentando ainda baixo custo e facilidade de uso.

Água/umidade

O metabolismo de gorduras e carboidratos gera água, que pode ocasionar no interior da embalagem níveis inadequados de umidade, conseqüentemente, podendo proporcionar o crescimento microbiano, prejuízo às propriedades de barreira da embalagem e acúmulo desta umidade na superfície do produto, dentre outros. A função básica dos absorvedores de umidade/água é o de mitigar o crescimento microbiano e a degradação do alimento, prolongando desta forma a vida útil do alimento (Martinazzo, Piazza, Scherer, & Pieta, 2020). Os absorvedores de umidade são aplicados em produtos embalados em que a condensação é um problema para o tempo de prateleira do produto como: frutas, vegetais e produtos de panificação, esses absorvedores podem ser em forma de sachês ou diretamente incorporados na matriz polimérica utilizada na produção da embalagem. Já para os produtos com elevada atividade de água são empregados absorvedores de líquidos, comumente em formatos de *pads* sendo utilizadas em embalagens de aves, carne fresca, frutas minimamente processadas e pescados que exsudam líquidos para a embalagem. Os compostos comumente utilizados para absorção de água/umidade são: óxido de alumínio, óxido de silício, sílica gel, polpa de celulose, cloreto de cálcio e óxido de cálcio. (Santos & Yoshida, 2011; Sarantópoulos & Cofcewicz, 2016).

Candido et. al. (2020) avaliou o uso de absorvedores de umidade na dinâmica da perda de água de peças de contrafilé (*Longissimus dorsi*) embaladas a vácuo na preservação das características positivas da maturação a seco por 33 dias, chegando à conclusão que a utilização dos absorvedores não afetaram nenhuma das análises físico-químicas (pH, PPC – perda por cocção, Aw, umidade(%), lipídeos (%) e proteína (%)), além de não interferir na maciez e cor das amostras, concluindo desta forma que os absorvedores de umidade em carnes maturadas a vácuo são eficientes, podendo ser utilizados em processos de maturação em que se objetiva a redução de umidade sem impactar drasticamente a superfície da carne, como ocorre em processos de maturação a seco, desta forma, reduzindo perdas no processo.

Sistemas emissores

Os sistemas emissores possuem substâncias incorporadas aos materiais das embalagens e objetivam a liberação de compostos como: dióxido de carbono, dióxido de enxofre, etanol, antioxidantes, compostos ativos antimicrobianos derivados de extratos vegetais ou óleos essenciais e conservantes que são liberados de forma gradativa dentro da embalagem (Braga & Silva, 2017; Ghaani, Cozzolino, Castelli, & Farris, 2016; Ongaratto, Vital, & Prado, 2022). Alguns destes compostos objetivam reduzir, inibir, inativar e ou interromper o desenvolvimento de microrganismos nos alimentos, por meio da migração dos compostos para a superfície do produto (Santos & Yoshida, 2011).

Estes sistemas possuem diversas formas de aplicação para liberação dos agentes ativos como inclusão dos ativos voláteis em sachês ou de forma direta no polímero por meio de incorporação,

imobilização, revestimento ou filmes multicamadas. Na incorporação, o agente ativo é incorporado na matriz polimérica permitindo a liberação dos compostos de forma lenta. Na imobilização, os compostos são efetuados por ligações covalentes no polímero, o que permitirá a atuação dos ativos somente na interface produto/alimento. No revestimento os compostos podem ser absorvidos fisicamente ou revestidos sobre a superfície do produto, mantendo desta forma características como textura, cor e controle de microrganismos. No filme multicamadas há o controle na liberação dos compostos já que o mesmo possui diversas camadas que constitui geralmente em camada externa (primeira) que possui a função de barreira, minimizando a perda de compostos, a camada intermediária (segunda) constitui de uma fina camada elaborada com o composto desejado, a camada interna (terceira) é que propriamente entra em contato com o alimento e permite a liberação controlada do ativo para o produto (Braga & Silva, 2017; Jasour, Ehsani, Mehryar, & Naghibi, 2015; Tian, Decker, & Goddard, 2013).

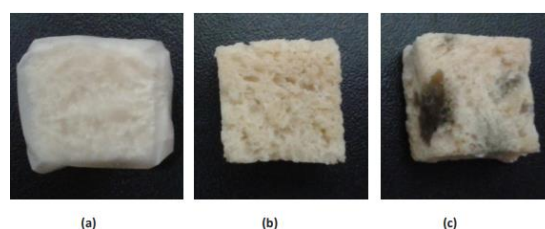
Antimicrobiana

Nas embalagens ativas antimicrobianas são incorporados compostos antimicrobianos naturais que irão interagir com o alimento, evitando alterações na qualidade dos produtos, esses ativos podem ser oriundos de fontes naturais como extratos vegetais ou óleos essenciais como óleo essencial de orégano, tomilho, alecrim, gengibre, dentre outros. Dentre os compostos de origem sintética temos nanopartículas de prata, ouro, zinco e dióxido de enxofre. (Ongaratto, Vital, & Prado, 2022; Sarantópoulos & Cofcewicz, 2016; SARY, et al., 2022).

Silva *et al.* (2021) avaliaram a potencialidade da aplicação de extratos vegetais do cajueiro (*Anacardium occidentale Linn*) e da jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) em embalagens de poli(butileno adipato co-tereftalato) - (PBAT) como aditivo antimicrobiano e antioxidante, chegando a conclusão de que a incorporação de uma concentração de 0,0170 g.mL⁻¹ do extrato do cajueiro nos filmes de PBTA apresentou atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*.

Braga *et al.* (2017) realizou um experimento com um filme PVC (policloreto de vinila) incorporado com prata (0,1% de íons de prata (m/m) utilizando o método de “casting” para preservação de fatias de pão de forma (2 cm x 2 cm) conforme mostra a figura 2. Após um período de 15 dias à 25 ± 2 °C, as fatias submetidas ao tratamento com prata se mantiveram livres de microrganismos como bolores e leveduras, em contrapartida, as fatias do grupo controle apresentaram crescimento de mofo verde a partir do 5º dia.

Figura 2: Fatias de pão de forma submetidas ao estudo - Sistema emissor antimicrobiano (a) fatia de pão embalado com filme antimicrobiano, (b) após 15 dias de estocagem com o filme antimicrobiano e (c) com filme convencional.



Fonte: (Braga & Silva, 2017)

Dióxido de Carbono

A alta concentração do dióxido de carbono (CO₂) possui efeitos inibitórios para diversos fungos e bactérias, utilizados para conservação de carnes, peixes, queijos, frangos e morangos. No enteando a ação do CO₂ pode ter efeitos distintos sobre alguns tipos de microrganismos, inibindo a proliferação de pseudomonas e estimulando bactérias ácido lácticas, devendo desta forma ser estudado de maneira a minimizar os efeitos adversos de sua aplicação (Ongaratto, Vital, & Prado, 2022; Santos & Yoshida, 2011).

Pettersen et. al. (2014) conseguiu por meio adição de emissor CO₂ a embalagens de Atmosfera modificada (MAP) prolongar o tempo de prateleira de carne de rena, a adição do emissor de CO₂ também aumentou a inibição de crescimento microbiano e redução na perda de peso por gotejamento se comparada a embalagem com Atmosfera modificada e a vácuo.

Etanol

O etanol possibilita dilatar o tempo de prateleira de produtos de panificação, confeitaria e queijos que possuem prazo de validade curtos devido à alta atividade da água que possibilita o crescimento de bactérias deteriorantes, fungos e leveduras. Os sachês de etanol ao absorverem a umidade do produto liberam vapor de etanol para o *headspace* do produto, já que a água se liga mais fortemente à sílica em gel que o etanol, inibindo desta forma o crescimento de microrganismos, sendo estes sachês comumente produzidos de etanol e sílica em gel (Araujo, Conceição, Tatum, Fabris, & Russo, 2019; Sarantópoulos & Cofcewicz, 2016).

Janjarasskl et. al. (2016) , demonstrou que sachês contendo 55% de etanol, 35% de pó carreador (dióxido de silício (SiO₂)) e 10% de água consegue retardar o envelhecimento de pães e bolos, porém, o etanol altera o sabor e odor do produto, devendo ser analisado de forma criteriosa a quantidade de a ser utilizada por embalagem.

No quadro 1 é apresentado algumas aplicações das embalagens ativas, podendo ser observado os diversos tipos de componentes químicos utilizados na preparação de cada sistema, sendo considerado as características e peculiaridades de cada tipo de alimento.

Quadro 1: Algumas das aplicações das embalagens ativas

EMBALAGEM ATIVA		COMPONENTES ATIVOS	APLICAÇÕES
Emissores	oxigênio	Óxido de ferro	Queijos, leite, café, chás, produtos cárneos, produtos de panificação
		Carbonato ferroso	
		Ácido ascórbico	
		Sorbitol	
	Catecol		
		Óxido de alumínio	

	Etileno	Permanganato de potássio	Vegetais e frutas
		Ozônio	
	Umidade	Sílica gel (silicato de sódio + ácido sulfúrico)	Frutas, vegetais, produtos congelados e de padaria
		Propilenoglicol	
		Poli(álcool vinílico)	
	Dióxido de carbono	Hidróxido de cálcio	Café torrado, produtos desidratados
		Hidróxido de potássio	
		Carbonato ferroso	
		Óxido de cálcio	
	Absorvedores	Etanol	Etanol
Dióxido de carbono		Ácido ascórbico	Vegetais, frutas, peixes, carnes e aves.
	Carbonato de ferro		
Sistemas	Antimicrobianos	Ácido ascórbico	Alimentos frescos e processados, vegetais, frutas secas, arroz, feijão e produtos de padaria
		Ácido benzóico	
		Ácido propiônico	
		Triclosan	
		Dióxido de enxofre	
		Etanol	
		Prata, nanopartícula de prata	
		Cloreto de sódio	
	Óleos essenciais (ex.: alecrim, cravo, tomilho, orégano)		
	Antioxidantes	Ácido ascórbico	Frutas e vegetais
Quercetina			
Butil hidroxitolueno			

Fonte: Adaptado de Braga & Silva, 2017.

Considerações Finais

No Brasil as embalagens ativas ainda estão em fase de desenvolvimento e devido as mudanças que vem ocorrendo no mercado, na qual o consumidor passa a adotar hábitos de vida mais saudáveis, favorecendo uma alimentação mais salubre com alimentos mais frescos e que contenham cada vez menos aditivos químicos, o uso das embalagens ativas consistem em uma grande oportunidade para elevar a vida de prateleira dos alimentos acondicionados, preservando as características originais dos alimentos com redução da utilização de produtos químicos, elevando a segurança desses produtos e promovendo ganhos econômicos para a indústria de alimentos. No

entanto ficando a inegável a importância de mais pesquisas relacionadas as embalagens ativas que irão contribuir com o aumento do tempo de vida dos produtos desempenham um papel importante na preservação do meio ambiente.

Referências

Almada, L. F., Firmo, M. J., Arruda, T. R., & Júnior, B. R. (2022). Embalagens ativas antioxidantes: uma estratégia para a conservação de alimentos com alto teor lipídico. *Research, Society and Development*, 11(11). doi:<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.34112>

Araujo, E. A., Conceição, F. F., Tatum, C. T., Fabris, J. P., & Russo, S. L. (16 de MAIO de 2019). AVANÇOS TECNOLÓGICOS EM AGENTES ANTIMICROBIANO NAS EMBALAGENS ATIVAS. *V ENCONTRO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL*, 5, pp. 1066-1076.

Braga, L. R., & Silva, F. M. (Outubro de 2017). Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias. *Brazilian Journal of Food Research*, 8(4), 170-186. acesso em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/4602>

BRASIL. (21 de Outubro de 1969). *DECRETO-LEI Nº 986, DE 21 DE OUTUBRO DE 1969*. Fonte: Planalto.gov.br: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0986.htm

Brasil. (20 de setembro de 2002). *RESOLUÇÃO-RDC Nº 259, DE 20 DE SETEMBRO DE 2002*. Acesso em 06 de novembro de 2022, disponível em Ministério da Saúde: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html#:~:text=2.2.,contato%20direto%20com%20os%20alimentos.

Candido, D. P., Paula, A. M., Souza, J. R., & Pflanzler, S. B. (30 de Novembro de 2020). AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ABSORVEDORES DE UMIDADE NA QUALIDADE DA CARNE MATURADA A VÁCUO. *XXVIII Congresso virtual de iniciação científica da Unicamp*.

Charmas, K. (2009). *A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa*. São Paulo: Artmed.

Dicio. (2022). *Embalagem*. Acesso em 06 de novembro de 2022, disponível em Dicionário Online de Português: <https://www.dicio.com.br/embalagem/>

Duarte, C. R. (2020). *DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS À BASE DE AMIDO DE ARARUTA (Maranta arundinaceae L.) E EXTRATO PECTINOSO ADITIVADOS COM ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM (Rosmarinus officinalis)*. Dissertação, Dissertação (Dissertação para o título de mestre) - UFPE, Recife.

Ghaani, M., Cozzolino, C. A., Castelli, G., & Farris, S. (2016). An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends in Food Science & Technology*, 51, 1-11.

Giannakourou, M. C., & Tsironi, T. N. (2021). Application of Processing and Packaging Hurdles for Fresh-Cut Fruits and Vegetables Preservation. *Food Processing and Shelf Life Extension*. doi:<https://doi.org/10.3390/foods10040830>

Janjarasskul, T., Tananuwong, K., Kongpensook, V., & Tantratian, S. (2016). Shelf life extension of sponge cake by active packaging as an alternative to direct addition of chemical preservatives. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 166-174.

Jasour, M. S., Ehsani, A., Mehryar, L., & Naghibi, S. S. (2015). Chitosan coating incorporated with the lactoperoxidase system: an active edible coating for fish preservation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1373-1378.

Kaewklin, P., Siripatrawan, U., Suwanagul, A., & Lee, Y. S. (2018). Active packaging from chitosan-titanium dioxide nanocomposite film for prolonging storage life of tomato fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, 112, 523-529.

Landin, A. P., Bernardo, C. O., Martins, I. B., Francisco, M. R., Santos, M. B., & Melo, N. R. (2016). *Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil*. doi:<https://doi.org/10.1590/0104-1428.1897>

Lima, D. C., Costa, P. M., Paulino, C., Tonholo, J., Uchoa, S. B., Nascimento, T. G., & Ribeiro, A. (2018). Estudo de Prospecção Tecnológica sobre Embalagens Ativas para Vegetais. *Cadernos De Prospecção*, 11(4), 1150-1165.

Martin, M. S., Fenili, C. L., Steffens, C. A., Miqueloto, T., Lugaresi, A., & Heinzen, A. S. (2019). Armazenamento de ameixas 'Laetitia' em diferentes embalagens e com uso de absorvedor de etileno. 2° FRUSUL - Simpósio de fruticultura da região sul.

Martinazzo, J., Piazza, S. P., Scherer, G. C., & Pieta, L. (abr./jun. de 2020). Embalagens ativas: uma tecnologia promissora na conservação de alimentos. *Brazilian Journal of Food Research*, 11(2), 171-194.

Michaelis. (2015). *Embalagem*. Acesso em 06 de novembro de 2022, disponível em Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=embalagem>

Morais, A. S. (2017). *INFLUÊNCIA DE EMBALAGEM PLÁSTICA, SÍLICA GEL E PERMANGANATO DE POTÁSSIO NA CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA DE BANANA "PRATA"*. Dissertação , Dissertação (Dissertação para obtenção de título de Engenheiro Agrônomo) - UnB, Brasília.

Naime, N. (2010). *Embalagens ativas de Fonte renovável*. Dissertação , Dissertação (Dissertação para grau de mestre e ciências na área de tecnologia nuclear) - USP, São Paulo.

Negreiros, C. V., Guimarães, G. A., & Druzian, J. I. (2014). ESTUDO PROSPECTIVO DO "SHELF LIFE" DOS ALIMENTOS ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS E TECNOLOGIAS CORRELATAS SOB O ENFOQUE EM PEDIDOS DE PATENTES DEPOSITADOS NO MUNDO ENTRE 1969 A 2011. *Cadernos de prospecção*, 6(3), 283-292. doi:10.9771/cp.v6i3.11416

Ongaratto, G. C., Vital, A. C., & Prado, I. N. (abr. de 2022). Embalagens ativas e inteligentes para proteção da carne e seus derivados: Revisão. *PUBVET - Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 16(04), 1-11. Fonte: <https://www.pubvet.com.br/artigo/9266/embalagens-ativas-e-inteligentes-para-proteccedilatildeo-da-carne-e-seus-derivados-revisatildeo>

Peron, T., Santos, T. C., Silva, L. D., Arruda, T. R., & Júnior, B. R. (2022). Embalagens ativas: uma alternativa para vegetais minimamente processados? *Research, Society and Development*, 11(10). doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.33043>

Pettersen, M. K., Hansen, A. Å., & Mielnik, M. (2014). Effect of Different Packaging Methods on Quality and Shelf Life of Fresh Reindeer Meat. *PACKAGING TECHNOLOGY AND SCIENCE*, 27, 987-997. doi:10.1002/pts.2075

