

## Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias

### RESUMO

**Lilian Rodrigues Braga**

[lilianrodrigobraga@gmail.com](mailto:lilianrodrigobraga@gmail.com)

Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

**Fabrizio Machado Silva**

[fmachado@unb.br](mailto:fmachado@unb.br)

Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

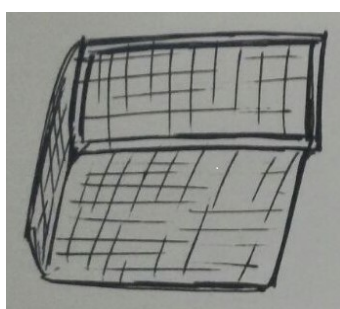
Neste artigo uma breve revisão da literatura sobre embalagens ativas com conceitos, tipos de sistemas (absorvedores e emissores), compostos químicos utilizados como agentes ativos, reações químicas, aplicações e os benefícios na indústria de alimentos são elucidados. Essas embalagens ativas interagem de forma desejável com o alimento tendo como propósito proteger e prolongar a vida de prateleira. Essas inovações tecnológicas já são bem estabelecidas e aceitas em alguns países como Japão, Austrália e Estados Unidos. Atualmente, no Brasil a embalagem ativa é uma tecnologia emergente em fase de estudo e desenvolvimento no que diz respeito a novos compostos, aditivos e mecanismos a serem empregados nas mais diversas aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** alimentos; tecnologia de alimentos; conservação e acondicionamento.

## INTRODUÇÃO

A utilização de embalagens se tornou uma prática indispensável em nosso dia-a-dia, sendo constituída de diversos tipos de materiais, formatos e tamanhos e podendo ser empregadas para acondicionar os mais variados tipos de produtos, como por exemplo, produtos alimentícios, bebidas, farmacêuticos, utilitários domésticos, cosméticos e entre outros.

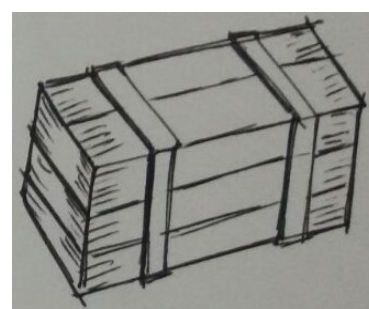
As primeiras embalagens surgiram com a necessidade da sociedade em transportar e conservar os alimentos em ocasiões de escassez (Figura 1), assim houve a criação de recipientes simples feitos de escamas, folhas de plantas, peças ocas de madeira, louças de barro e pele de animais, as quais acondicionavam bebidas, frutas e outros alimentos da natureza (CASTRO; POUZADA, 2003).



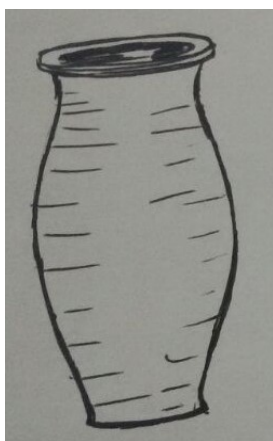
**Balaio de fibra natural**



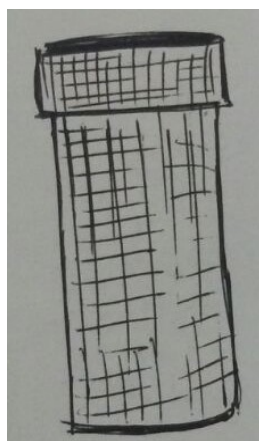
**Barril de madeira**



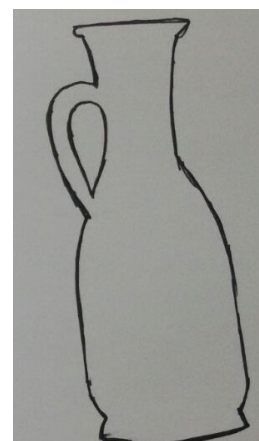
**Caixa de madeira**



**Pote de barro**



**Cesta de fibra  
natural**



**Ânfora de barro**

**Figura 1** - Diferentes tipos de embalagens antigas (adaptado de CAVALCANTI; CHAGAS, 2006).

Com o passar dos anos o homem descobriu novos materiais para a fabricação das embalagens, como por exemplo, vidro, papel, metais e plásticos. Consequentemente, novos processos tecnológicos foram desenvolvidos com o intuito de melhorar o aproveitamento desses materiais, o acondicionamento e a proteção dos alimentos contra agentes externos, evitando assim alterações e

contaminações do produto até o seu destino final. Tradicionalmente os principais objetivos da embalagem convencional são *conter*, *proteger* (de fatores químicos, físicos e biológicos), *comunicar* (informar através de símbolos, impressões, cor) e *conveniência* (atender as necessidades do consumidor como, por exemplo, quantidade adequada, facilidade de abertura, entre outros). Portanto, um dos principais requisitos deste tipo de embalagem é a mínima interação com o conteúdo do produto durante as etapas de processamento, armazenamento e distribuição até o consumidor (MOURA; BANZATO, 1990; CAVALCANTI; CHAGAS, 2006).

Nos últimos anos, as indústrias de alimentos vêm sofrendo grandes mudanças para se adaptarem às novas exigências dos consumidores, que vão além de conter e proteger os produtos, incluem manter a qualidade, o frescor, a segurança do produto embalado, monitorar e indicar as propriedades do alimento. Como forma de preencher todos estes requisitos, um novo sistema de embalagem vem sendo desenvolvida as chamadas “*embalagens ativas*”.

### EMBALAGENS ATIVAS

A embalagem ativa é uma embalagem planejada que influencia ativamente no produto e possui agentes aditivos que interagem com o produto de forma desejável, tendo como propósito proteger, prolongar a vida de prateleira, preservar as propriedades sensoriais (aparência, aroma, consistência, textura e flavor), além de manter a qualidade, a integridade do produto e garantir a segurança do alimento (SUPPAKUL *et al.*, 2003).

As embalagens ativas podem ser classificadas em dois tipos de sistemas: os sistemas absorvedores e os emissores.

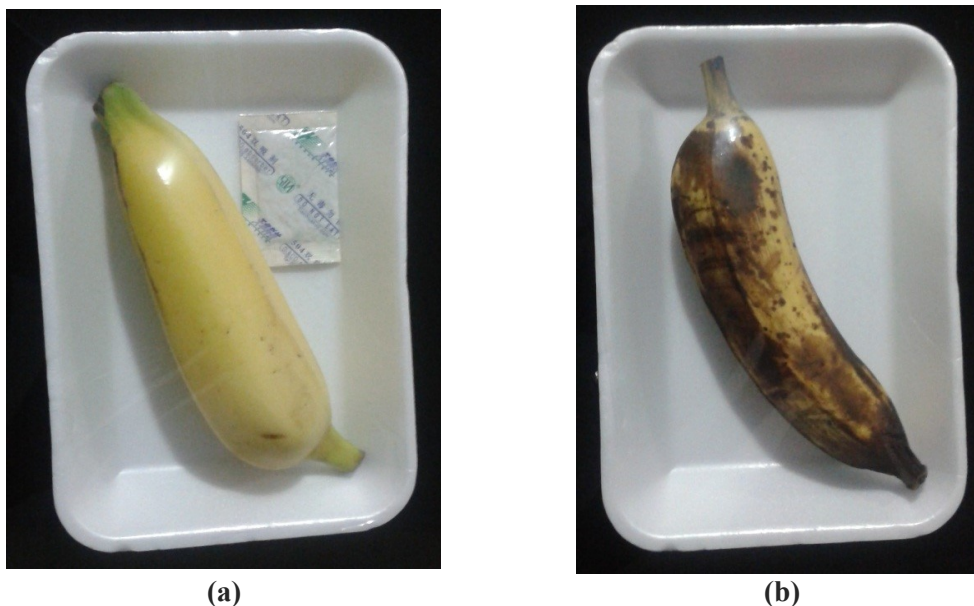
- Os *sistemas absorvedores*: visam remover os compostos indesejáveis do espaço livre da embalagem ou ao redor do alimento, tais como: oxigênio, etileno, dióxido de carbono, água e outros compostos específicos que aceleram a degradação do produto alimentício.

- Os *sistemas emissores*: incorporam substâncias ao material da embalagem (plástico, papel, etc.), como por exemplo, dióxido de carbono, etanol, antioxidantes, antimicrobianos, conservantes e estes são liberados gradativamente ao alimento (VERMEIREN *et al.*, 1999; KRUIJF *et al.*, 2002; BRAGA, PERES, 2010; MURIEL-GALET *et al.*, 2015).

São várias as formas estruturais das embalagens ativas para ambos os tipos de sistemas, tais como: cartões, filmes, etiquetas, sachês e vedantes para tampas “*liners*” (KERRY; O’GRADY; HOGAN, 2006).

A Figura 2 ilustra um exemplo de um sistema absorvedor de etileno na forma de um pequeno sachê que fica solto no interior da embalagem e a sua forma impede o contato direto do material interno do sachê com o alimento. O sachê absorvedor de etileno é um exemplo de embalagem ativa indicada para frutas e vegetais frescos. O etileno ( $H_2C=CH_2$ ) é um composto liberado pelas frutas e hortaliças após a colheita, é considerado um hormônio natural do amadurecimento que acelera a taxa de respiração de frutos climatéricos (morango, banana, fruta do conde, maracujá, entre outros). Alguns autores evidenciam benefícios dos sachês absorvedores de etileno quando inseridos no

interior da embalagem do alimento, pois há a redução na taxa respiratória de frutos e hortaliças e com isso há um aumento significativo da vida pós colheita (VERMEIREN *et al.*, 2003) fato significativo em frutos climatéricos. A Figura 2a mostra exemplo da banana (fruta) que após ser acondicionada em embalagem convencional contendo um sachê absorvedor de etileno no interior da embalagem reduziu o nível de etileno ao redor da fruta, preservou a integridade, qualidade e consistência por mais tempo quando comparada a banana que foi embalada sem presença do sachê (Figura 2b).

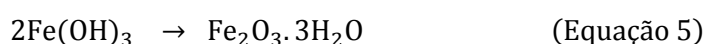
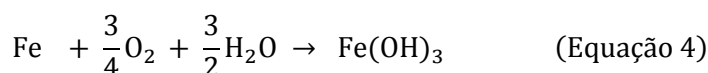
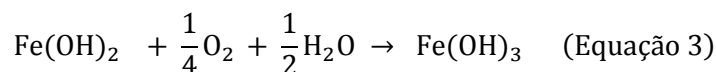
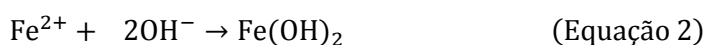
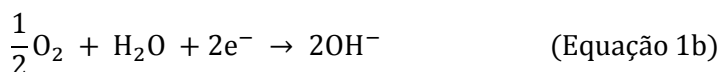


**Figura 2** - Efeito de um sistema absorvedor de etileno na vida pós colheita de banana (a) fruta embalada contendo um sachê absorvedor de etileno e (b) sem uso do sachê no interior da embalagem (Fonte: arquivo pessoal do autor).

O absorvedor de oxigênio é outro exemplo, comercialmente disponível no Japão desde o final da década de 1970, estruturalmente pode ser encontrado em diferentes formatos (sachês, adesivos, rótulos, cartões, entre outros) contendo elementos químicos variados, como por exemplo, os de base metálica (ferro metálico, platina, paládio, zinco, cobre), de natureza antioxidante [butil hidroxianisol (BHA), butil hidroxitolueno (BHT)], enzimas (glicose/oxidase, lactase), aqueles ainda à base de ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico), entre outros (ROONEY *et al.*, 1995, OZDEMIR; FLOROS, 2004, FERNÁNDEZ *et al.*, 2008).

O ferro metálico é considerado um dos principais componentes ativos dos absorvedores de  $O_2$ , uma vez que possui a vantagem de ser de baixo custo, aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) e de fácil oxidação em presença de oxigênio (HERNANDEZ; GIACIN, 1998). O processo de absorção de oxigênio pelo sachê é considerado complexo. Contudo, esse processo pode ser expresso de maneira simplificada pelas equações químicas de 1 a 5. O mecanismo de funcionamento envolve a oxidação do ferro na presença de água e oxigênio, esse processo pode ocorrer em múltiplas etapas, como expresso pelas equações sequenciais 1 a 3 gerando  $Fe(OH)_3$ . Por outro lado, o mesmo produto pode ser gerado em uma única etapa, conforme a equação 4. O final do processo (equação

5) é obtido pela reação de duas moléculas de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  para formar o óxido não tóxico e estável  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , sendo que esse processo é dependente da temperatura de armazenagem, da umidade advinda do produto (atividade da água do alimento) (ROBERTSON, 2006). Apesar da dificuldade em estimar todos os fatores que influenciam a ação do absorvedor de oxigênio, NAKAMURA & HOSHINO (1983) expressou com base na reação estequiométrica do ferro com o oxigênio, em pressão atmosférica e sob diferentes umidades relativas, que a cada 1 g de ferro que reage com 0,0136 g de oxigênio, o que equivale ao consumo de 0,336 L de oxigênio. Portanto, a função deste absorvedor é reduzir a concentração de oxigênio no interior da embalagem até níveis inferiores a 0,01% para garantir qualidade e prolongar a vida de prateleira do alimento. A presença de altas concentrações de  $\text{O}_2$  em muitos alimentos facilita o crescimento microbiano, desenvolvimento de sabores e odores indesejáveis, mudanças na cor e perda nutricional, causando desse modo redução significativa na sua vida de prateleira (ROBERTSON, 2006). Diferentes marcas de absorvedores e baseados em outros compostos estão disponíveis mundialmente e cerca de 90 % são exibidos na forma de sachê, como por exemplo, Ageless®, Freshilizer® e Vitalon® (Japão), Bioka® (Finlândia) e Oxysorb® (Estados Unidos) (SUPPAKUL *et al.*, 2003).



No caso dos sistemas emissores, diferentes tipos de materiais, como por exemplo, papel, plásticos (filmes/rótulos), fibras têxteis podem incorporar/imobilizar agentes ativos, tais como: antioxidantes (DOPICO-GARCIA *et al.*, 2007; BOONNATTAKORN *et al.*, 2015), antimicrobianos (MORAES *et al.*, 2011; MEDEIROS *et al.*; 2011) ou conservantes na estrutura ou na superfície dos materiais poliméricos.

Os polímeros (do grego *poli* – muitos, *meros* - partes) são macromoléculas naturais ou sintéticas, formadas a partir de unidades estruturais menores repetidas, ou seja, os monômeros (do grego *mono* - um e *meros* - parte) que se ligam umas às outras formando moléculas maiores (CANEVAROLO JR., 2002). Os polímeros sintéticos, como os plásticos, borrachas, são derivados do petróleo (recursos não renováveis da natureza), vêm sendo explorados na fabricação de diversos itens, devido ao fácil acesso, boa resistência mecânica, leveza e outros atributos (WAN *et al.*, 2001). Os polímeros naturais (MALI *et al.*, 2010; LI *et al.*, 2012) se destacam por apresentarem caráter de biodegradabilidade e ultimamente vem sendo pesquisados como forma de substituir parcialmente ou totalmente os polímeros sintéticos para diminuir o acúmulo de resíduos gerados ao meio ambiente.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados exemplos de polímeros sintéticos e naturais que vêm sendo avaliados como embalagens ativas.

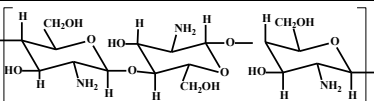
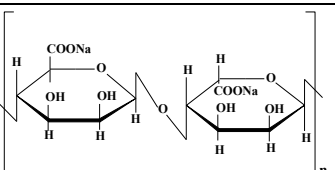
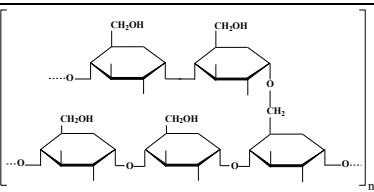
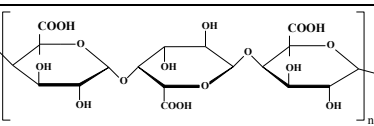
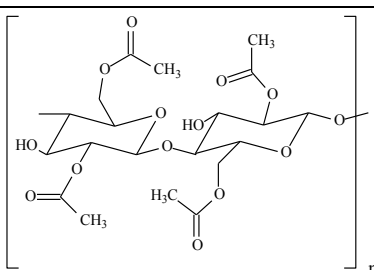
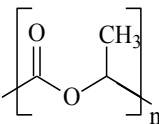
**Tabela 1.** Exemplos de polímeros sintéticos empregados em embalagens ativas.

POLÍMEROS SINTÉTICOS			
ESTRUTURA QUÍMICA	FONTE	REFERÊNCIA	
Poli (cloreto de vinila) (PVC) $\left[ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C} - \text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array} \right]_n$	Petróleo	LI <i>et al.</i> , 2010	
Polipropileno (PP) $\left[ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C} - \text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Petróleo	NERÍN <i>et al.</i> , 2006	
Polietileno (PE) $\left[ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C} - \text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$	Petróleo	DOPICO-GARCIA <i>et al.</i> , 2007	
Álcool polivinílico $\left( \begin{array}{c} \text{---} \text{C} \text{---} \\   \\ \text{OH} \end{array} \right)_n$	Petróleo	MUSETTI <i>et al.</i> , 2014	
Politereftalato de etileno (PET) $\left[ \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$	Petróleo	ANTHIERENS <i>et al.</i> , 2011	
Etileno acetato de vinila (EVA) $\left[ \left( \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C} - \text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right)_x \left( \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C} - \text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{O} \\ \quad   \\ \quad \text{C}=\text{O} \\ \quad   \\ \quad \text{CH}_3 \end{array} \right)_y \right]_n$	Petróleo	BOONNATTAKORN <i>et al.</i> , 2015	

Diferentes formas de aplicação e liberação dos agentes ativos em polímeros são descritas, tais como, **a)** adição de aditivos voláteis ou não voláteis no interior de um sachê, **b)** adição direta de substâncias ativas no polímero por (1) incorporação, (2) imobilização, (3) revestimento e (4) filmes multicamadas. Na técnica de incorporação, o agente ativo é adicionado diretamente na matriz polimérica e permite a liberação lentamente do aditivo ao alimento. No caso de imobilização, o agente ativo pode ser efetuado por ligações covalentes no polímero que irá atuar apenas na superfície do alimento (interface embalagem-produto), neste caso, evita a migração direta dos aditivos ao alimento. Na técnica de revestimento os aditivos podem ser adsorvidos fisicamente ou revestidos sobre a superfície do alimento, permitindo o contato direto com o produto e com isso mantém as propriedades de textura, cor e controle sobre o crescimento de microrganismo. Já o filme em multicamadas por conter várias camadas permite um maior controle na liberação do aditivo ao alimento. Geralmente, a primeira

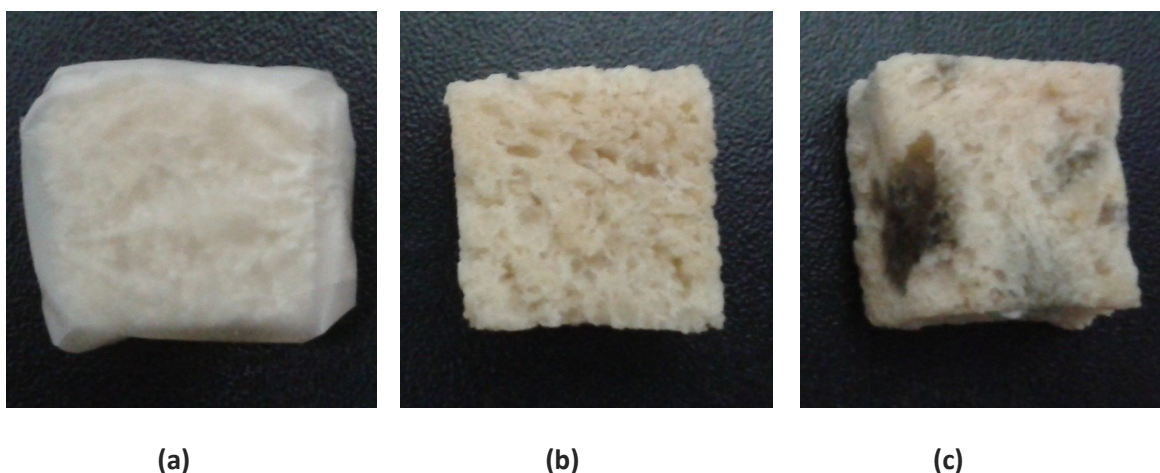
camada (externa) tem a função de barreira e minimiza a perda das substâncias ativas, a segunda camada (intermediária) é uma fina camada que contém o componente ativo, e a terceira (interna) entra em contato com o produto e permite uma liberação controlada do aditivo ao alimento. O processo de fabricação desses filmes multicamadas são mais complexos e de elevado custo quando comparado aos outros processos (TIAN; DECKER; GODDARD, 2013; JASOUR *et al.*, 2015).

**Tabela 2.** Exemplos de polímeros naturais empregados em embalagens ativas.

POLÍMEROS NATURAIS		
ESTRUTURA QUÍMICA	FONTE	REFERÊNCIA
<p>Quitosana</p> 	<p>Casca de camarão, caranguejo e insetos</p>	<p>RIVERO <i>et al.</i>, 2013</p>
<p>Alginato de sódio</p> 	<p>Algas</p>	<p>LIAKOS <i>et al.</i>, 2014</p>
<p>Amido</p> 	<p>Vegetais (cereais, raízes), frutas e legumes</p>	<p>MALI <i>et al.</i>, 2010</p>
<p>Pectina</p> 	<p>Frutas cítricas e maçã</p>	<p>BIERHALZ <i>et al.</i>, 2012</p>
<p>Acetato de celulose</p> 	<p>Madeira, bagaço de cana de açúcar</p>	<p>BALDINO; CARDEA; REVERCHON, 2014</p>
<p>Poli(ácido láctico) (PLA)</p> 	<p>Leite coalhado, soro de queijo</p>	<p>LI <i>et al.</i>, 2012</p>

A Figura 3 mostra um exemplo de sistema emissor na forma de filme antimicrobiano de prata. A prata carregada positivamente confere efeito antimicrobiano eficaz contra uma variedade de patógenos (bacterianos e fungos) (SOUZA *et al.*, 2013). A legislação vigente permite até 2% (m/m) do aditivo prata à

resina polimérica, enfatizando que o limite de migração máxima de prata das embalagens plásticas para os alimentos não deve exceder (0,05 mg de Ag/kg) (BRASIL, 2008).



**Figura 3** - 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: arquivo pessoal do autor).

O filme antimicrobiano foi baseado em poli(cloreto de vinila) (PVC) incorporado com prata. Para a síntese do filme foi empregando o método “casting”, que consiste em espalhar a mistura da solução de PVC e 0,1 % de íons prata (m/m) em uma superfície lisa e foi mantida no interior da capela até completa evaporação do solvente. O filme antimicrobiano de prata apresentou-se fino, transparente e maleável foi usado para embalar fatias do pão de forma (2 cm x 2 cm) (Fig. 3a). Observou-se que após 15 dias de estocagem (Fig. 3b) à  $25 \pm 2$  °C, devido à migração gradual dos íons prata contido no filme para a superfície do pão, causou inibição de forma eficiente no crescimento dos microrganismos, tais como, fungos (bolores e leveduras). Segundo FORSYTHE (2013), os principais fungos que se desenvolvem em produtos de panificação são, *Rhizopus nigricans* (“manchas pretas”), *Penicillium spp.* (“mofo verde”), *Aspergillus spp.* (mofo verde) e *Neurospora sitophila* (“pão avermelhado”). Em paralelo, foi embalado fatias do pão com filme controle (sem a presença do agente antimicrobiano) (Fig. 3c) e em 5 dias verificou a presença de mofos verdes espalhados pelo pão. O filme antimicrobiano dificultou e retardou o desenvolvimento microbiano na superfície do produto, sendo assim permitiu um controle maior das reações de degradação na fatia de pão. Um dos grandes benefícios na utilização desse sistema emissor é a redução da quantidade de conservante que é diretamente adicionado ao alimento embalado, o que garante ao consumidor produtos *in natura*, frescos e com teores mínimos de aditivos.

Na Tabela 3 são mostrados alguns exemplos de sistemas absorvedores e emissores. Observa-se que são variados os tipos de componentes químicos que são empregados no preparo de cada tipo de sistema, isto é, cada embalagem é planejada para um alimento específico levando em consideração as características inerentes do produto (umidade, textura, sensibilidade a gases, entre outros). Cada



tipo de produto possui seu próprio mecanismo de deterioração em função de sua composição, como por exemplo, frutas, vegetais, produtos de panificação, queijos, peixes e derivados cárneos. Portanto, diversos processos podem ocorrer no interior das embalagens e para controlar a presença de microrganismos, de gases e de outros efeitos indesejáveis devem ser utilizadas as embalagens ativas adequadas para assegurar que esta cumpra todas as suas funções, preservando as propriedades desejadas do alimento por maior período de tempo.

**Tabela 3.** Relação de embalagens ativas (sistemas absorvedores e emissores), componentes químicos utilizados e suas aplicações.

EMBALAGENS ATIVAS	COMPONENTES QUÍMICOS	FÓRMULA MOLECULAR	APLICAÇÕES
Absorvedor de oxigênio	Óxido de ferro	FeO	Queijos, leite, café, chás, produtos cárneos, produtos de panificação
	Carbonato ferroso	FeCO <sub>3</sub>	
	Ácido ascórbico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	
	Sorbitol	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	
Absorvedor de etileno	Catecol	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	Vegetais e frutas
	Óxido de alumínio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	Permanganato de potássio	KMnO <sub>4</sub>	
Absorvedor de umidade	Ozônio	O <sub>3</sub>	Frutas, vegetais, produtos congelados e de padaria
	Silica gel (silicato de sódio + ácido sulfúrico)	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> + H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	
	Propilenoglicol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	
Absorvedor de dióxido de carbono	Poli(álcool vinílico)	(C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	Café torrado, produtos desidratados
	Hidróxido de cálcio	Ca(OH) <sub>2</sub>	
	Hidróxido de potássio	KOH	
	Carbonato ferroso	FeCO <sub>3</sub>	
Sistemas antimicrobianos	Óxido de cálcio	CaO	Alimentos frescos e processados, vegetais, frutas secas, arroz, feijão e produtos de padaria
	Ácido sórbico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	
	Ácido benzóico	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	
	Ácido propiônico	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	
	Triclosan	C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Cl <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	
	Dióxido de enxofre	SO <sub>2</sub>	
	Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	
Prata, nanopartícula de prata	Ag		
Cloreto de sódio	NaCl		
Sistemas antioxidantes	Óleos essenciais (ex.: alecrim, cravo, tomilho, orégano)		Frutas e vegetais
	Ácido ascórbico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	
	Quercetina	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	
Emissor de dióxido de carbono	Butil hidroxitolueno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	Vegetais e frutas, peixes, carnes e aves
	Ácido ascórbico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	
Emissor de etanol	Carbonato de ferro	FeCO <sub>3</sub>	Produtos de panificação e peixe
	Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	

FONTE: Adaptado de AHVENAINEN; HURME, 1997; KRUIJF *et al.*, 2002; OZDEMIR; FLOROS, 2004; SOUZA *et al.*, 2004; CHEN *et al.*; 2012; KANMANI; LIM, 2013).

São várias as vantagens e aplicações das embalagens ativas para produtores, indústrias e consumidores, pois estes sistemas têm o intuito de reduzir perdas

durante a distribuição, aumentar a vida de prateleira para uma ampla variedade de alimentos, manter a qualidade e aumentar a segurança do produto embalado até o seu destino final.

Alguns requisitos que a embalagem ativa deve atender são: **a)** ser economicamente viável; **b)** não favorecer a ocorrência de reações químicas paralelas indesejáveis entre produto-embalagem; **c)** absorver/emitir o gás ou vapor de interesse em velocidade desejada; **d)** manter-se estável durante estocagem e ser segura em termos de saúde pública (SARANTÓPOULOS *et al.*, 1996).

A embalagem ativa é uma ferramenta tecnológica para as indústrias alimentícias. No Japão essa tecnologia é considerada bem estabelecida e aceita por grande parte dos consumidores. Nos Estados Unidos, a FDA, autorizou diversos aditivos para uso em embalagens ativas em contato com alimentos e os conceitos de embalagens ativas avançam para o mercado da Austrália. Já na União Europeia (EU), o desenvolvimento das embalagens ativas ainda é limitado. A autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (AESA) tem uma lista positiva de aditivos para contato com alimentos com restrições relativas aos alimentos (DE JONG *et al.*, 2005; DAINELLIA *et al.*, 2008). No Brasil é recente a introdução e o desenvolvimento destas embalagens, sendo necessária ainda muita pesquisa nesta nova área. Essas pesquisas incluem a avaliação dos efeitos químicos, microbiológicos dos vários componentes ativos incorporados a diferentes tipos de matérias, o estudo da combinação produto-embalagem, o seu impacto ao meio ambiente, desenvolvimento de novos agentes ativos, estudo do mecanismo e reações químicas dos diversos tipos embalagens. Ainda não há uma legislação brasileira específica sobre o uso de embalagens ativas, mas a sua produção deve ser considerada juntamente com a lista positiva de aditivos aprovados pela ANVISA (Resolução RDC nº17/2008) para materiais plásticos destinados à elaboração de embalagens e equipamentos em contato com alimentos (BRASIL, 2008).

No mercado brasileiro a fabricação de embalagens ativas por empresas nacionais ainda é escassa, a sua aplicação em produtos é feita pela compra de embalagens de fabricantes internacionais, como por exemplo, as empresas Bemis, Multisorb Technologies, Mitsubischi Gas Chemical, Didai Tecnologia LTDA (SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016), que comercializam diferentes tipos e formatos de embalagens ativas aplicadas em produtos de importação (*jerked beef*, café torrado, produtos de panificação, etc.) e outros de origem nacional (cortes nobres de carnes, fatiados, produtos defumados, produtos farmacêuticos entre outros) para prevenir alterações indesejáveis nos alimentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos devido às exigências do consumidor por produtos alimentícios com menos conservantes, mais próximos ao natural e cada vez mais seguros, o interesse em criar novas embalagens com o propósito de prolongar a vida de prateleira dos produtos acondicionados tem aumentado substancialmente. As embalagens ativas são tendências no setor alimentício em países como EUA, Japão e Austrália. A aplicação dessas embalagens já é possível para vários tipos de alimentos, mas a escolha do sistema ideal depende das

características do alimento e da sua finalidade. No Brasil essas inovações têm despertado interesse de vários grupos de pesquisa, entretanto a sua fabricação ainda é limitada no país. Contudo, espera-se que em breve sejam editadas normas que regulamentem sua fabricação de forma a motivar a criação de indústria neste setor e provocar a maior divulgação e aceitação desses produtos pelos consumidores.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq (Projeto n. 150876/2014-9).

## Active packaging: the new approach to food packaging

### ABSTRACT

In this article a brief review of the literature on active packaging with concepts, types of systems (absorbers and emitters), chemical compounds used as active agents, chemical reactions involved, the benefits and applications in the food industry are elucidated. These active packaging interact desirably with the food in order to prolong the shelf life. These technological innovations are already well established and accepted in countries like Japan, Australia and the United States. Currently, in Brazil the active packaging is an emerging technology under study and development with respect to novel compounds, additives and mechanisms to be used in several applications.

**KEYWORDS:** food; food technology; conservation and packaging.

## REFERÊNCIAS

AHVENAINEN, R.; HURME, E. Active and smart packaging for meeting consumer demands for quality and safety. **Food Additives and Contaminants**, v. 14, n. 6-7, p. 753-763, 1997.

ANTHIERENS, T.; RAGAERT, P.; VERBRUGGHE, S.; OUCHCHEN, A.; GEEST, B.G.; NOSEDA, B.; MERTENS, J.; BELADJAL, L.; DE CUYPER, D.; DIERICKX, W.; DU PREZ, F.; DEVLIEGHERE, F. Use of endospore-forming bacteria as an active oxygen scavenger in plastic packaging materials. **Innovative food science & emerging Technologies**, v. 12, p. 594 - 299, 2011.

BALDINO, L.; CARDEA, S.; REVERCHON, E. Supercritical assisted enzymatic membranes preparation, for active packaging applications. **Journal of membrane Science**, v. 453, p. 409-418, 2014.

BIERHALZ, A. C. K.; DA SILVA, M. A.; KIECKBUSCH, T. G. Natamycin release from alginate/pectin films for food packaging applications. **Journal of food engineering**, v. 110, p. 18 -25, 2012.

BOONNATTAKORN, R.; CHONHENCHOB, V.; SIDDIQ, M.; SINGH, S. P. Controlled release of mangiferin using ethylene vinyl acetate matrix for Antioxidant Packaging. **Packaging Technology and Science**, v. 28, p. 241 - 252, 2015.

BRAGA, L. R.; PERES, L. Novas tendências em embalagens para alimentos: Revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 69-84, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº17, 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.

CANEVAROLO JR., S. V. Ciência dos polímeros. São Paulo: Artliber Editora, p. 16-18, 2002.

CASTRO, A. G.; POUZADA, A. S. **Embalagens para indústria alimentar**. Lisboa: Instituto Piaget, Portugal, 2003.

CAVALCANTI P.; CHAGAS C. **História de embalagens no Brasil**. São Paulo: Grifo, Projetos Históricos e Editoriais, 2006.

CHEN, X.; LEE, D. S.; ZHU, X.; YAM, K. L. Release kinetics of tocopherol and quercetin from binary antioxidant controlled-release packaging films. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 60, p. 3492-3497, 2012.

DAINELLIA, D.; GONTARDB, N.; SPYROPOULOS, D.; BEUKEND, E. Z.; TOBBACK, P. Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. **Trends in Food Science Technology**, v. 19, p. S103-S112, 2008.

DE JONG, A. R.; BOUMANS, H.; SLAGHEK, T.; VAN VEEN, J.; RIJK, R.; VAN ZANDVOORT, M. Active and intelligent packaging for food: Is it the future? **Food Additives Contaminants**, v. 22, n. 10. p. 975-979, 2005.

DOPICO-GARCIA, M. S.; LÓPEZ-VILARIÑO, J. M.; GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, M. V. Antioxidant Content of and Migration from Commercial Polyethylene, Polypropylene, and Polyvinyl Chloride Packages. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 55, p. 3225-3231, 2007.

FERNÁNDEZ, A.; CAVA, D.; OCIO, M. J.; LAGARÓN, J. M. Perspectives for biocatalysts in food packaging. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, p. 198-206, 2008.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 602 p.

HERNANDEZ, R. J.; GIACIN, J. R. **Factors affecting permeation, sorption, and migration process in package-product system**. In. TAUN, I.A.; SINGH, R.P. Food storage stability. CRC Press, Estados Unidos, Cap. 10, p. 269-324, 1998.

JASOUR, M.S.; EHSANI, A.; MEHRYAR, L.; NAGHIBI, S.S. Chitosan coating incorporated with the lactoperoxidase system: an active edible coating for fish preservation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 1373-1378, 2015.

KANMANI, P.; LIM, S. T. Synthesis and characterization of pullulan-mediated silver nanoparticles and its antimicrobial activities. **Carbohydrate Polymer**, v. 97, p. 421-428, 2013.

KERRY, J. P.; O'GRADY, M. N.; HOGAN, S. A. Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. **Meat Science**, v. 1, n. 74, p. 113-130, 2006.

KRUIJF, N.; VAN BEEST, M.; RIJK, R.; SIPILÄINEN-MALM, T.; LOSADAS, P.P.; DE MEULENAER, B. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. **Food Additives and Contaminants, Supplements**, v. 19, p. 144-162, 2002.

LIAKOS, I.; RIZZELLO, L.; SCURR, D. J. ; POMPA, P. P.; BAYER, I. S.; ATHANASSIOU, A. All-natural composite wound dressing films of essential oils encapsulated in sodium alginate with antimicrobial properties. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 463, p. 137-145, 2014.

LI, X. H.; XING, Y. G.; LI, W. L.; JIANG, Y. H; DING, Y. L. Antibacterial and physical properties of poly(vinyl chloride)-based film coated with ZnO nanoparticles. **Food Science and Technology International**, v. 16, p. 225-232, 2010.

LI, W.; COFFIN, D. R.; JIN, T. Z.; LATONA, N.; LIU, C. K.; LIU, B.; ZHANG, J. W.; LIU, L. S. Biodegradable composites from polyester and sugar beet pulp with antimicrobial coating for food packaging. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 126, p. E361 - E372, 2012.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 137-156, 2010.

MEDEIROS, E. A. A.; SOARES, N. F. F.; POLITO, T. O. S.; SOUSA, M. M.; SILVA, D. F. P. Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, p. 363-370, 2011.

MORAES, A. R. F.; VIDIGAL, M. C. T. R.; SOARES, N. F. F.; MORAES, L. P.; MELO, N. R.; GONÇALVES, M. P. J. Development and evaluation of antimicrobial and flavored film for using on pastry dough. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 537-543, 2011.

MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. **Embalagem: acondicionamento, unitização & containerização**. São Paulo: Instituto de Movimentação de materiais do Brasil, 1990.

MURIEL-GALET, V.; CRAN, M. J.; BIGGER, S. W.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; GAVARA, R. Antioxidant and antimicrobial properties of ethylene vinyl alcohol copolymer films based on the release of oregano essential oil and green tea extract components. **Journal of Food Engineering**, v. 149, p. 9-16, 2015.

MUSETTI, A.; PADERNI, K.; FABBRI, P.; PULVIRENTI, A.; AL-MOGHAZY, M.; FAVA, P. Poly(vinyl alcohol) based Film Potentially Suitable for Antimicrobial Packaging Applications. **Journal of food Science**, v. 79, p. E577- E582, 2014.

NAKAMURA, H.; HOSHINO, J. **Technique for the preservation of food by employment of oxygen absorbers**. Tokyo: Tokyo Ageless Division, 1983.

NERÍN, C.; TOVAR, L.; DJENANE, D.; CAMO, J.; SALAFRANCA, J.; BELTRAN, J. A.; RONCÁLEZ, P. Stabilization of beef meat by a new active packaging containing natural antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 7840-7846, 2006.

OZDEMIR, M.; FLOROS, J. D. Active food packaging technologies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, p. 185-193, 2004.

RIVERO, S.; GIANNUZZI, L.; GARCÍA, M. A.; PINOTTI, A. Controlled delivery of propionic acid from chitosan films for pastry dough conservation. **Journal of Food Engineering**, v. 116, p. 524–531, 2013.

ROBERTSON, G.L. **Food packaging principles and practice**. 2ª. Edição. Boca Raton, FL: CRC PRESS, 2006.

ROONEY, M. L. **Overview of active food packaging**. In ROONEY, M.L. Active food packaging. (Ed.) London: Blackie Academic & Professional, Cap. 1, p. 1-37, 1995.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; ALVES, R. V.; OLIVEIRA, L. M.; GOMES, T. C. **Embalagens com Atmosfera Modificada**. Campinas: CETEA/ITAL, 1996.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; COFCEWICZ, L. S. Embalagens ativas para produtos perecíveis. **Boletim de Tecnologia e desenvolvimento de embalagens**, v. 28, p. 1-12, 2016.

SOUZA, S. M. C.; PEREIRA, M. C.; ANGÉLICO, C. L.; PIMENTA, C. J. Avaliação de Óleos Essenciais de Condimentos sobre o desenvolvimento micelial de fungos associados a produtos de panificação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 685- 690, 2004.

SOUZA, G. D.; RODRIGUES, M. A.; SILVA, P. P.; GUERRA, W. Prata: Breve histórico propriedades e aplicações. **Educacion Química**. v. 24, p. 14-16, 2013.

SUPPAKUL, P.; MILTZ, J.; SONNEVELD, K.; BIGGER, S. W. Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and its Applications. **Journal of Food Science**, v. 68, p. 408-420, 2003.

TIAN, F.; DECKER, E. A.; GODDARD, J. M. Controlling lipid oxidation of food by active packaging technologies. **Food & Function**, v. 4, p. 669-680, 2013.



VERMEIREN, L., DEVLIEGHIERE, F.; VAN BESST, M.; KRUIJF, N.; DEBEVERE, J. Developments in the active packaging of food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 10, p. 77-86, 1999.

VERMEIREN, L.; HEIRLINGS, I.; DEVLIEGHIERE, F.; DEBEVERE, J. **Oxygen, ethylene and scavengers**. In: AHVENAINEN, R. Novel Food Packaging Technique. Boca Raton, FL: CRC PRESS, Cap. 3, p. 22-49, 2003.

WAN, E.; GALEMBERCK, E.; GALEMBERCK, F. Polímeros sintéticos. **Química Nova na Escola**, p. 5-8, 2001.

**Recebido:** 04 set. 2016.

**Aprovado:** 24 nov. 2016.

**DOI:** 10.3895/rebrapa.v8n4.4062

**Como citar:**

BRAGA, L. R.; SILVA, F. M. Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n. 4, p. 170-186, out./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

Lilian Rodrigues Braga  
Instituto de Química, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70904-970, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

