

A IMPORTÂNCIA DAS EMBALAGENS PARA ALIMENTOS - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

Denize Rocha Santos Fontoura*

Ricardo Moreira Calil**

Ercilia Maria Borgheresi Calil***

RESUMO - Este trabalho se propôs revisar a temática das embalagens para alimentos, presentes e fundamentais na indústria de alimentos. As embalagens têm como principais funções conter, proteger e conservar o produto. Além disso, trata-se de um importante componente da economia nos países industrializados. Nas últimas décadas, o desenvolvimento de novas tecnologias de materiais aplicadas às embalagens de alimentos vem resgatando a importância da embalagem como ferramenta de sustentabilidade para a sociedade, onde os benefícios são altamente significativos para o meio ambiente e para a segurança dos alimentos.

Palavras-chave: Biopolímeros; embalagem ativa; embalagem inteligente; segurança dos alimentos; sustentabilidade.

THE IMPORTANCE OF FOOD PACKAGING: SOCIO- ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS

ABSTRACT - This work aims to review the food packaging theme, predominate and fundamental in food industry, the packaging have main functions contain, protect and preserve the product. In addition, the packaging sector is an important sector of the economy in industrialized countries. In the last decades, the development of new materials technologies applied to food packaging has been recovering the importance of packaging as a tool for

* Mestre em Saúde Ambiental pelas Faculdades Metropolitanas Unidas. Possui graduação em Tecnologia de Alimentos Industrializados pela Faculdade Oswaldo Cruz (2005). Atuando principalmente nos seguintes temas: Tecnologia de produção de alimentos, Qualidade e Segurança dos alimentos, Relacionamento com consumidor e Sustentabilidade na cadeia produtiva de embalagens. E-mail: denize_fontoura@hotmail.com

** Docente do Curso de Saúde Ambiental stricto sensu da FMU - AFFA MAPA-SP e Coordenador do NIESAA - Núcleo Interdisciplinar de Estudos sobre Segurança Alimentar e dos Alimentos

*** Docente da Universidade Anhanguera - SP

sustainability in the society, bringing significant benefits for the environment and for food safety.

Keywords: active packaging; biopolymers; food safety; intelligent packaging; sustainability.

1. INTRODUÇÃO

As embalagens são parte integrante e essencial no atual sistema econômico da sociedade, não sendo possível imaginar o mundo sem elas (Ruiz, Figueiredo 2016). Estas possuem um papel fundamental na indústria de alimentos em virtude das suas múltiplas funções. Além de conter, conservar e proteger o alimento, mantém a qualidade e segurança, atuando como barreira a contaminações químicas, físicas e microbiológicas que possam colocar em risco a saúde do consumidor (Jorge 2013). Ao cumprir essas funções contribuem também para a diminuição do desperdício de alimentos (Coles 2003; Verghese et al. 2013).

Neste sentido, com a intenção de aprimorar características de conservação, auxiliar na redução de perdas e aumentar a segurança dos alimentos, surgiram novas tecnologias aplicadas às embalagens para alimentos, tais como: as embalagens ativas, que interagem com o alimento conferindo aumento de vida útil, qualidade e maior segurança; e as inteligentes, que são aquelas que detectam e fornecem informações aos integrantes da cadeia alimentar sobre o alimento embalado (Sarantópoulos et al. 2012; Opara, Mditshwa 2013).

Atualmente, a maioria das embalagens para alimentos é produzida por materiais plásticos, devido às suas características de flexibilidade, leveza, baixo custo, variedade entre outras (Souza et al. 2012). No entanto, a maioria dos plásticos ou polímeros é de origem petroquímica (fonte não renovável) e o aumento do seu consumo resulta inevitavelmente em problemas socioeconômicos, como a escassez e o aumento do preço do petróleo, e ambientais, como a geração e acúmulo de resíduos sólidos, que podem levar dezenas ou centenas de anos para se decompor na natureza (Brito et al. 2011). Em preocupação a essa situação têm-se buscado meios alternativos para reduzir tais impactos, através do desenvolvimento dos biopolímeros, que são polímeros de fontes renováveis, produzidos pela natureza e que podem ser também biodegradáveis (Bastos 2014).

Para garantir a segurança do consumidor, todas as embalagens e equipamentos que estejam em contato direto com alimentos devem ser fabricados em conformidade com a legislação nacional. No Brasil, o atual sistema de legislação foi internalizado na forma de Portarias e Resoluções para cada tipo de material de embalagem, sendo que estas foram derivadas das Resoluções do MERCOSUL - Mercado Comum do Sul. A responsabilidade de internalização da legislação é da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde (Brasil 2016).

O objetivo deste trabalho foi revisar a temática das embalagens para alimentos, identificando seus impactos na sociedade, o valor das suas funções, aspectos legais e as novas tecnologias aplicadas.

2. MERCADO DAS EMBALAGENS

As embalagens são consideradas um negócio extremamente rentável, movimentando mundialmente mais de US\$ 500 bilhões ao ano. Este mercado representa dentre 1 e 2,5% do PIB (Produto Interno Bruto) de cada país (ABRE 2016).

A Ásia, a América do Norte e a Europa Oeste são as três maiores regiões do mundo em vendas de embalagens (Raconteur 2014). Os mercados do Brasil, Rússia, Índia e China compreendem aproximadamente 30% da demanda global e apresentam crescimento conforme suas economias se desenvolvem. O aumento do consumo e da procura de bens em países em desenvolvimento impulsiona a necessidade de mais embalagens (Ey Analisis 2013).

No Brasil, segundo dados do estudo macroeconômico da indústria brasileira realizado pelo IBRE (Instituto Brasileiro de Economia) e pela FGV (Fundação Getúlio Vargas) para ABRE (Associação Brasileira de Embalagem), o setor de embalagens movimentou em 2015, R\$ 57,2 bilhões, representando um aumento de aproximadamente 4,76% em relação a 2014, com participação de 0,97% no PIB nacional (ABRE 2016).

A indústria de alimentos é a maior usuária de embalagens, conforme figura 1, compreendem 51% das vendas, mundialmente (Ey Analisis 2013). Alguns dos principais fatores responsáveis pelo crescimento do setor de alimentos são o desenvolvimento econômico acelerado e o crescimento da população (Wallis,

Weil, Madi 2012). Segundo Brody et al. (2008), o uso de embalagens para alimentos é um indicador socioeconômico da capacidade de gastos da população.

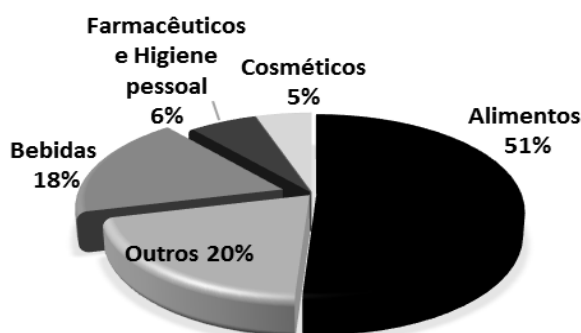


Figura 1. Vendas de embalagens no mundo por segmento de usuários: Participação em 2012.

Fonte: Ey Analsys 2013.

Existem cinco principais tipos de materiais utilizados pela indústria mundialmente para a produção de embalagem, com pode-se observar na figura 2. O segmento de papel e papelão tem a maior participação no mercado, 34%, seguido dos plásticos rígidos com 27 % (Ey Analsys 2013). Atualmente, na indústria de alimentos é comum combinarem diversos materiais na confecção de embalagens, com o objetivo de explorar de cada um, o máximo de suas propriedades e características funcionais (Verghese et al. 2013; Marsh, Bugusu 2007).

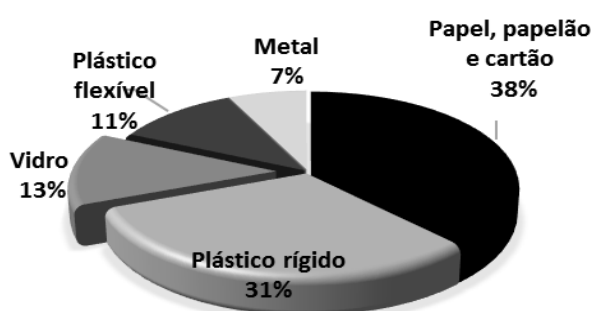


Figura 2. Participação dos tipos de materiais na indústria de embalagens global (2012).

Fonte: Ey Analsys, 2013

3. A EMBALAGEM PARA ALIMENTOS

O sistema de embalagens faz parte da cadeia produtiva dos alimentos, sendo vital para a eficiência da mesma, conferindo qualidade e segurança aos produtos (Opara, Mditshwa 2013; Garcia 2015).

A ANVISA através da Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001, define que:

Embalagem para alimentos é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agente externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações (Brasil 2001).

A embalagem deve retardar deteriorações, estender a vida de prateleira e manter a qualidade e segurança dos alimentos, protegendo-os de influências externas como luz, calor, odores, micro-organismos, insetos, sujeiras, entre outros (Marsh, Bugusu 2007).

Na indústria de alimentos, a embalagem exerce múltiplas funções, sendo capaz de conter, proteger, conservar, comunicar, transportar e evitar desperdício dos alimentos (Coles 2003). É considerada como um elo de comunicação entre o consumidor e o processador, onde o consumidor encontra informações obrigatórias e exigidas por lei, como a origem, peso, informações nutricionais e de composição, entre outros alertas para o uso adequado do produto (Brody et al. 2008).

Banzato (2008) salienta a importância da embalagem no ato de facilitar o transporte do produto em todo processo da cadeia de abastecimento. Para muitos produtos é a embalagem que define as características do sistema logístico necessário, como exemplo, a embalagem pode determinar a vida útil de alimentos perecíveis, o que definirá a extensão necessária do ciclo logístico.

4. SEGURANÇA E LEGISLAÇÃO DE EMBALAGENS PARA ALIMENTOS

As mudanças nos hábitos alimentares da sociedade nos últimos tempos levaram ao aumento do consumo de alimentos industrializados. Este aumento vem propiciando, principalmente, problemas relacionados a doenças transmitidas pelos alimentos devido a rápida deterioração dos mesmos advindas na maioria das vezes pela sua conservação inadequada (Franco, Landgraf 2005).

Segundo o *Codex Alimentarius*, as indústrias devem fornecer alimentos seguros e adequados para o consumo, ou seja, garantir que estes não sejam fonte de contaminação que possa causar danos à saúde do consumidor, quando preparados e consumidos de acordo com a sua intenção de uso (Codex Alimentarius Commission 2009).

Neste contexto, as embalagens e seus materiais não devem constituir riscos à saúde de quem consome o alimento (Brasil 2014). A especificação técnica e a composição da embalagem devem garantir proteção adequada aos alimentos, minimizando contaminações (química, física e microbiológica), prevenindo danos e possibilitando a rotulagem adequada (Codex Alimentarius Commission 2009).

As contaminações físicas e microbiológicas estão geralmente relacionadas à produção, condições do transporte, manuseio e estocagem da embalagem até a indústria de alimentos, devendo ser controladas através de sistemas de gerenciamento de segurança de processo e certificações de qualidade (Padula 2012).

Sistemas específicos de gerenciamento de segurança para a área de embalagem têm em vista a aplicação do conceito ou da abordagem HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) ao fornecimento de materiais e sistemas de embalagem, como forma de prevenir perigos associados à embalagem e garantir a segurança do produto acondicionado (Poças, Moreira 2003).

A contaminação química e toxicológica é controlada através de legislações baseadas no risco e na exposição do consumidor às substâncias que compõe a embalagem (Garcia 2015). É importante destacar que os materiais e substâncias que constituem a embalagem não devem migrar para o produto em quantidades que possam pôr em risco a segurança dos consumidores ou alterar as características sensoriais do mesmo (Jorge 2013); a transferência de componentes do material da embalagem para o alimento é denominada de migração. Este processo depende de inúmeros fatores como a composição e processo de fabricação do material de embalagem, concentração da substância no material, composição do alimento, afinidade dos componentes do alimento pela substância e tempo e temperatura do contato (Brasil 2014).

A migração é considerada um assunto de saúde pública, por este motivo, as legislações vigentes do país, estabelecem lista de substâncias autorizadas e seus limites de migração (total ou específica), a qual a indústria de embalagem deve

atender, a fim de que esta não represente risco à saúde de quem consome (Poças, Moreira 2003).

No MERCOSUL, o processo de harmonização das legislações para materiais de contato com alimentos teve início em 1992, e é justamente desta época a primeira Resolução MERCOSUL referente a materiais de embalagem, a Resolução GMC 03/92- Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com alimentos. Esta resolução está em vigor até hoje e foi publicada no Brasil como Resolução RDC nº 91 de 11 de maio de 2001 (Padula 2012).

As embalagens em geral são isentas da obrigatoriedade de registro junto à ANVISA, de acordo com a Resolução - RDC nº 27, de 6 de agosto de 2010, o que não as desobriga de atender às exigências definidas nos regulamentos técnicos em vigor (Brasil 2010). A indústria de embalagem deve estar devidamente licenciada junto ao órgão de vigilância sanitária de sua localidade. Além disso, é exclusiva responsabilidade dela escolher o material e a forma de produção da embalagem para contato direto com alimentos, observando o atendimento aos respectivos regulamentos, de acordo com a RDC 91/01 e bem como os específicos de cada material que será utilizado, a fim de garantir a qualidade e segurança dos produtos que fabricam (Brasil 2014).

No entanto, há exceção para as embalagens obtidas por novas tecnologias como, por exemplo, embalagens de PET (polietilenotereftalato) pós-consumo reciclado (PCR) grau alimentício, onde devem ser registradas antes da sua comercialização, conforme anexo II da RDC nº 27/10 (Brasil 2010). A utilização de material plástico reciclado para contato direto com alimentos, no Brasil, é apenas para o PET, regulamentado conforme a Resolução RDC 20 de 26 de março de 2008 (Brasil 2008). Enquanto nos Estados Unidos e na União Européia, as legislações se aplicam aos materiais plásticos reciclados no geral (Padula, 2015).

5. NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS ÀS EMBALAGENS DE ALIMENTOS

Nas últimas décadas, novos conceitos de embalagens para alimentos têm sido introduzidos, em resposta a contínuas mudanças nas demandas dos

consumidores atuais, por mais conveniência, alimentos mais frescos e com qualidade (Vermeiren et al. 2000).

Sarantópoulos et al. (2012) analisaram diversos relatórios do período de 2008 a 2011 sobre as tendências de embalagens para alimento e mapearam aquelas que têm maior representatividade no mercado brasileiro. O quadro 1 traz as macrotendências, as tendências em destaque e algumas das contribuições da embalagem.

Dentre estas macrotendências, estão as novas tecnologias. As indústrias de embalagens juntamente aos centros de pesquisa e universidades têm investido cada vez mais em estudos de novas tecnologias, a fim de trazer melhorias, como: prolongar as características de qualidade do alimento; conferir melhor aparência; maior proteção mecânica no embarque, transporte, desembarque e nos supermercados; produtos mais próximos ao natural, combinar conveniência e praticidade; entre outras adaptações, a fim de atender as necessidades e desejos do consumidor. Algumas das inovações importantes na área de embalagens são: as embalagens ativas e inteligentes e os biopolímeros (Rebello 2009).

Quadro 1. Tendência de embalagem e suas contribuições.

Macrotendência	Tendências em destaque	Contribuições da embalagem
Conveniência e Simplicidade	Facilidade de abertura Refechamento Simplicidade de uso Preparo em micro-ondas Porcionamento	Preparo e consumo direto da embalagem Consumo em trânsito Consumo progressivo Personalização do consumo Redução do desperdício Embalagem isentas de complicações
Estética e Identidade	<i>Premiumização</i> <i>Pleasure experience</i> <i>Life-style packaging</i> Identificação pessoal	Embalagens que transmitem sofisticação Qualidade <i>premium</i> Extravagância de materiais e cores Embalagens edições limitadas
Qualidade e Novas tecnologias	Embalagens ativas Embalagens inteligentes Nanotecnologia Biopolímeros	Absorvedores de oxigênio, de etileno e de umidade Embalagens antimicrobianas Indicadores de tempo-temperatura Indicadores de amadurecimento e frescor Sistema antifurto Biossensores Melhorias das propriedades de barreira

Macrotendência	Tendências em destaque	Contribuições da embalagem
		Biomateriais de origem vegetal e de origem microbiana, Biodegradável, Compostável
Sustentabilidade e Ética	Reuso e Reciclagem Gerenciamento de resíduos Logística reversa Credibilidade e ética Otimização do sistema de produto/embalagem	Reciclagem Desenvolvimento de tecnologias para reciclagem Logística reversa Destinação de resíduos Responsabilidade estendida Acreditação e validação
Segurança e Assuntos regulatórios	Confiabilidade e Segurança Legislação e Conformidade Certificação e Sistema de gerenciamento de segurança de processo	Declarações de conformidade Controle das contaminações físicas e microbiológicas Boas práticas de fabricação (BPF) /Avaliação de perigos e pontos críticos de controle (HACCP) Sistemas de gerenciamento de segurança de processo e Certificações Harmonização do sistema de gerenciamento de segurança de processo- mercado globalizado

Fonte: Adaptado de Sarantópoulos et al. 2012

6. EMBALAGENS ATIVAS

Embalagens ativas podem ser definidas como aquela cujos constituintes subsidiários (aditivos) são deliberadamente incluídos no material ou no espaço-livre da embalagem, com o objetivo de obter melhorias dos aspectos sensoriais, de segurança, aumento de vida útil e qualidade dos alimentos (Robertson 2013). Além de proteger, as embalagens ativas interagem com o produto de forma benéfica e agregam valor ao mesmo (Cesar, Mori, Batalha 2010).

São exemplos de sistemas de embalagens ativas: sistemas enzimáticos, químicos e fotoquímicos de absorção de O₂ e CO₂, controladores dos níveis de etileno e de níveis de umidade; incorporadores de enzimas; absorvedores de odores e sabores desagradáveis; preservadores de cor; agentes antimicrobianos e antioxidantes, materiais que se autorresfriam ou autoaquecem entre outros (Day 2003; Rebello 2009; Robertson 2013).

As primeiras embalagens ativas para alimentos concentraram-se na incorporação dos agentes ativos em sachês dentro da própria embalagem, no entanto, a tendência do mercado é que estes ingredientes ativos sejam

incorporados na estrutura dos filmes plásticos, que têm maior eficiência e menos rejeição pelo consumidor. Um ponto crítico em relação à incorporação destes ativos em polímeros é a cinética da absorção do ativo, esta tem que ser muito rápida, pois a permeabilidade dos polímeros pode ser uma restrição à velocidade da reação. Dentre as embalagens ativas, as mais utilizadas são os absorvedores de oxigênio e de umidade (Sarantópoulos, Dantas 2012).

O oxigênio dentro da embalagem é um ativo químico e biológico na degradação de alimentos (Ferreira 2011). Neste sentido, os absorvedores de oxigênio reduzem as reclamações por deterioração e aumentam a vida útil do alimento (Iura 2012). Estes previnem o crescimento de micro-organismos aeróbios, retarda reações de oxidação, evita escurecimento e perda de sabor e nutrientes, além de reduzir a taxa de respiração e produção de etileno em frutas, hortaliças e legumes (Santos, Yoshida 2011).

Os absorvedores de umidade seguem duas linhas distintas: uma que busca reduzir ao máximo a umidade relativa no espaço livre entre os produtos secos e a embalagem, utilizando dessecantes, e a outra controla o nível de umidade relativa ao redor de frutas, hortaliças e carnes frescas, utilizando os reguladores de umidade ou absorvedores de líquido (Dainelli et al. 2008).

Outro segmento que merece destaque são as embalagens antimicrobianas, estas podem ser classificadas em dois tipos: aquelas na qual o agente ativo necessita migrar para o produto gradualmente e aquelas que o agente é efetivo sem a necessidade de migração (Vermeiren et al. 2000). A liberação dos agentes gradualmente sem a necessidade de serem diretamente adicionados ao alimento, mantendo-se presentes em menores quantidades, aumenta a segurança do consumidor e vem ao encontro da sua solicitação de alimentação com menos conservantes e mais próximos ao natural (Oliveira, Oliveira 2004).

Os agentes antimicrobianos podem ser incorporados diretamente ao material da embalagem no processo de transformação do polímero ou imobilizados quimicamente e aplicados como revestimento (Santos, Yoshida 2011). A figura 3 traz um esquema de funcionamento de um sistema ativo com ação antimicrobiana.

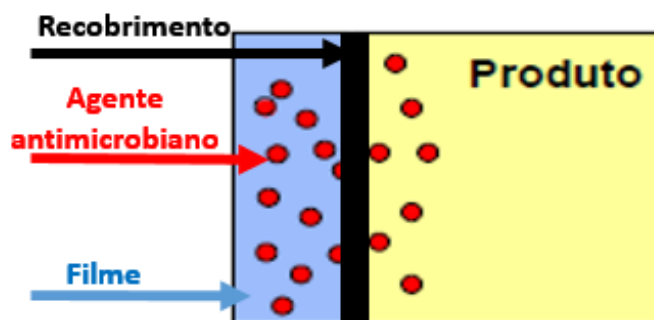


Figura 3. Esquema de funcionamento de um sistema ativo com ação antimicrobiana.

Fonte: Adaptado de Santos e Yoshida (2011)

7. EMBALAGENS INTELIGENTES

As embalagens inteligentes monitoram e comunicam sobre o produto acondicionado, são sistemas que usam geralmente rótulos ou etiquetas para monitorar a qualidade do produto e traçar pontos críticos, conseguindo abastecer toda cadeia de informação (consumidor/produtor/varejista, etc.) (Restuccia et al. 2010).

Incluem-se nesta categoria: indicadores de tempo-temperatura, indicadores de qualidade, frescor e amadurecimento, indicadores de oxigênio, indicadores de violação, biossensores, etiquetas por rádio frequência (*RFID-Radio-Frequency identification*) entre outras. As embalagens inteligentes podem ser classificadas dentro de três categorias: indicar qualidade, proporcionar comodidade e fornecer proteção (Robertson 2013; Sarantópoulos, Cofcewicz 2015).

Os indicadores de tempo e temperatura (ITT) registram a história térmica do produto e se foram submetidos a condições extremas, ao longo de toda cadeia de distribuição e comercialização, além de poder informar ao consumidor sobre a qualidade do alimento. A temperatura é uma das variáveis mais importantes que influencia a qualidade e segurança de produtos alimentícios durante a distribuição e estocagem (Maciel, Franco, Yoshida 2012).

Os indicadores de amadurecimento são sensores que exibem sinais aos consumidores através da mudança de cor. Este sensor reage com os compostos orgânicos voláteis liberados pela fruta presentes no espaço livre da embalagem plástica a qual foi acondicionada. Desta forma permite ao consumidor que

escolha a fruta de acordo com a sua preferência (Sarantópoulos, Cofcewicz 2015).

Um exemplo deste indicador é o *ripesense*® (Figura 4), desenvolvido pelo grupo Jenkins da Nova Zelândia. É um indicador em formato de etiqueta, que inicialmente é vermelho e gradualmente muda para laranja e por fim torna-se amarelo, à medida que o fruto amadurece (Ripesense 2015).



Figura 4. Indicador de maturação *ripesense*®, exemplo de embalagem ativa.

Fonte: Ripesense (2015)

Este sensor auxilia na diminuição do manuseio da fruta, segundo Vilela et al (2003) e Câmara et al. (2014); o manuseio inadequado pelo consumidor durante a escolha é uma das causas de depreciação da qualidade dos alimentos e conseqüentemente de geração de resíduos orgânicos.

A rastreabilidade e a identificação de produtos são demandas cada vez mais exigidas pelos produtores, varejistas e também consumidores. Muitas tecnologias em desenvolvimento e já em uso vêm para atender esta necessidade, através da codificação dos dados de interesse na embalagem (Maciel, Franco, Yoshida 2012).

A tecnologia RFID- *Radio-Frequency identification* consiste em etiquetas (suporte de dados) incorporadas na embalagem, a partir da qual um sensor apropriado é utilizado para coletar informações sobre o produto (tempo/temperatura/localização), transmiti-las ao leitor (receptor) para decodificação e processamento pelo computador (Brody et al. 2008).

Atualmente, a maioria das etiquetas RFID utiliza semicondutores à base de silício, porém há outras em desenvolvimento, inclusive com o uso da nanotecnologia (Sarantópoulos, Dantas 2012).

Nos últimos anos, cresceu a demanda pelo uso de novas tecnologias para detecção rápida de contaminação microbiológica dos alimentos. Isto se deve à preocupação pelo aumento de doenças de origem alimentar e consequentes mortes, bem como a ameaça do bioterrorismo (Robertson 2013). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 420 mil pessoas morreram no mundo por doenças transmitidas por alimentos. Dentre os principais micro-organismos responsáveis pelas mortes estão a *Salmonella*, a *Escherichia. coli* e o *Norovírus* (ONU 2015).

Para Lazcka, Campo e Muñoz (2007) a detecção de bactérias patogênicas é a chave para a prevenção e identificação de problemas relacionados com a saúde e segurança. Apesar da real necessidade de obtenção de resultados analíticos no menor tempo possível, o padrão tradicional e métodos de detecção de bactérias pode levar até 7 ou 8 dias para produzir uma resposta.

Neste contexto surgem os biossensores, que são dispositivos compactos que permitem a detecção, registro e transmissão de informações sobre reações biológicas e oferecem o potencial para detecção de patógenos em tempo real (Day 2003). Os biossensores podem ser colocados no interior da embalagem de alimentos ou integrados dentro do material da embalagem (Braga, Peres 2010).

8. LEGISLAÇÃO PARA EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES

De acordo com os princípios da legislação sobre embalagens para contato com alimentos, esta deve ser inerte, não liberar substância para o alimento que possam colocar em risco a saúde humana, além de não causar alterações sensoriais (Brasil 2001). Entretanto, os recentes desenvolvimentos na área de alimentos atribuem a embalagens novas funções que tem como princípio a interação intencional com o alimento, com o objetivo de estender ou manter a vida útil do alimento, melhorar ou monitorar sua qualidade e segurança (Vermeiren et al. 2000).

Em virtude destes fatos, é necessário que as legislações introduzam os conceitos de embalagens ativas e inteligentes, assegurando o consumidor, garantindo que

esta interação não causará riscos a sua saúde. Visto que, a migração de substâncias para a embalagem é a principal preocupação (Dainelli et al. 2008).

Na União Européia, o Regulamento 1935/2004 já traz estes novos conceitos e em 2009 publicou o Regulamento (EC) 450/2009 com regras adicionais e disposições dedicadas aos dados que devem ser fornecidos para a avaliação da segurança destas embalagens (EU 2009).

Nos Estados Unidos, a legislação assume que estes conceitos já estão cobertos pela legislação atual. No Brasil e no MERCOSUL esses novos conceitos ainda não foram introduzidos na legislação. O uso de embalagens ativas e inteligentes está restrito a Lista Positiva de aditivos para materiais plásticos - Resolução RDC nº 17 de 17/03/2008 e a Legislação específica para aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, separados por função e tipos de alimentos, restrições de uso e quantidades máximas (Padula 2012).

A definição de legislação pertinente às embalagens ativas e inteligentes é importante para regulamentar o uso dessas tecnologias e garantir a segurança do consumidor (Soares et al. 2009).

9. MERCADO DAS EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES

As embalagens ativas e inteligentes foram primeiramente introduzidas no mercado do Japão, em meados dos anos 1970. O interesse por estes materiais pela Europa e pelos Estados Unidos começou somente em meados dos anos de 1990. O mercado global de alimentos e bebidas com embalagens ativas e inteligentes, incluindo as embalagens de atmosfera controlada /modificada aumentou de US\$ 15,5 bilhões em 2005 para US\$ 16,9 bilhões no final de 2008 (Restuccia et al. 2010). No entanto, no mercado global de embalagens ativas e inteligentes, as embalagens para alimentos representam uma parcela muito pequena e está concentrada no Japão (Dainelli et al. 2008).

No Brasil, estão sendo desenvolvidos diversos projetos de pesquisa na área (Iura 2012). O Brasil é um dos 10 países que mais cresce no mercado global de embalagens (WPO 2014 apud Raconteur 2014). Há presença de mais da metade das 45 maiores empresas de embalagem do mundo no Brasil, o que confirma o bom nível tecnológico das embalagens, entretanto, a variedade de embalagens encontradas no país ainda é restrita a grandes volumes com baixo valor

agregado, os sistemas mais sofisticados como as embalagens ativas e inteligentes ainda são raros (Fapesp 2013).

Estudos realizados na Europa identificaram que entre os fatores que tendem a inibir a ampla utilização de novas tecnologias de embalagens estão: o custo e a aceitação do consumidor (Dainelli et al. 2008).

10. BIOPOLÍMEROS

O biopolímero surge como uma alternativa a redução da dependência do petróleo e do impacto ambiental, devido a sua constituição a partir de fontes renováveis (Davis, Song 2006).

Estes podem ser extraídos diretamente da biomassa (polissacarídeos, lipídios ou proteína); por síntese química clássica usando monômeros de fonte renovável; ou produzidos por micro-organismos ou através de biotecnologia (Weber et al. 2002). Os biopolímeros têm importância estratégica para o futuro, principalmente quando utilizam energia renovável em todo seu ciclo de vida. Além de trazer menor dependência de matérias-primas de origem fóssil, durante a sua produção também há absorção de CO², um dos gases causadores do efeito estufa (Landim et al. 2016).

O sucesso de um biopolímero para embalagem de alimentos depende de alguns desafios a serem superados, como as limitações nas propriedades do material, especialmente em relação as suas características técnicas a saber: limites de migração, propriedades de moldagem e de resistência mecânica, propriedades de resistência química e térmica, propriedades de barreira: água, gases, luz e aroma (Souza et al. 2012).

Um biopolímero pode ser ou não biodegradável dependerá da sua composição. A biodegradação é um processo biológico pelo qual substâncias orgânicas, ou similares sintéticos, são degradadas por micro-organismos, em ambientes aeróbios, como o da compostagem, ou anaeróbios como da maior parte dos aterros (Garcia 2013). Um dos desafios que devem ser superados é o custo do material biodegradável, que é em média três vezes maior do que o plástico convencional (Bastos 2014).

Segundo Garcia (2013) um cuidado que deve ser tomado, é com a disseminação do conceito de biodegradação, pois é errôneo dizer que estes materiais devem se degradar rapidamente no meio ambiente. Este material também necessita de tratamento após o uso. O não tratamento destes resíduos biodegradáveis, permitindo a sua decomposição no meio ambiente, pode acarretar outras consequências ambientais mais prejudiciais. Isto porque o resíduo não desaparece no ambiente, ele se transforma em pequenas partículas que se dispersam no meio ambiente ou são metabolizadas por micro-organismos produzindo o CO₂ (gás de efeito estufa, assunto bastante discutindo atualmente devido ao impacto ambiental).

O meio mais seguro para tratamento de resíduos de embalagens biodegradáveis é o processo de compostagem (Davis, Song 2006).

Em relação a legislação, os biopolímeros, como todas as embalagens para contato com alimentos, devem atender aos requisitos estabelecidos na legislação sobre embalagens para contato com alimentos. Novos biopolímeros devem ser submetidos aos estudos toxicológicos para avaliar a segurança de seu uso em contato com alimentos (Padula 2012).

11. CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE

Segundo Jorge (2013) apesar da inquestionável importância econômica e social da embalagem, a consciência do seu impacto no ambiente e a regulamentação impõem a necessidade de prevenir a produção excessiva de resíduos de embalagens e de desenvolver a sua valorização, de modo a diminuir de forma intensa seu depósito em aterros.

As indústrias, principalmente de alimentos, devem buscar desenvolver embalagens que utilizem a menor quantidade possível de material para um mesmo produto e a população incentivada, por meio de políticas públicas sobre o descarte adequado dos materiais. A reutilização e a reciclagem das embalagens são meios utilizados para reduzir os impactos ambientais (Landim, et al. 2016).

As embalagens para alimentos têm que ser projetadas de maneira a conter de forma eficaz e proteger os produtos, minimizando os desperdícios durante toda cadeia de abastecimento até o consumidor final. Quando um alimento é perdido

ou desperdiçado, todos os recursos naturais que foram gastos na cadeia de abastecimento também são perdidos, incluindo o uso da terra, nutriente, água e energia. Neste sentido, uma das soluções para este problema é o aumento da eficiência e da redução de resíduos na cadeia de abastecimento alimentar (Verghese et al. 2013)

A ABRE (2011) entendendo o papel fundamental e indispensável que as embalagens possuem para a viabilização da sociedade, elencou algumas das contribuições destas a sustentabilidade, sendo elas:

- Proteger o produto – essa função já traz uma contribuição valiosa ambiental, social e econômica;
- Reduzir desperdícios e perdas de alimentos;
- Entregar o produto ao consumidor em perfeitas condições;
- Informar o consumidor: informações sobre nutrientes, data de validade, etc., traz benefícios que facilitam e protegem o consumidor;
- Ser projetada considerando as oportunidades de destinação pós-consumo disponível no mercado local;
- Aproveitar todas as vantagens dos materiais para embalagens, pois não existe material bom ou ruim, fundamentalmente;
- Utilizar materiais oriundos de fontes renováveis;
- Utilizar tecnologias limpas de produção;
- Atender as expectativas do consumidor;
- Ser recuperável, eficientemente, após a sua utilização;
- Benéficas, seguras e saudáveis a todas as pessoas em todo seu ciclo de vida;
- Aumentar a segurança alimentar e conservar a qualidade por mais tempo;
- Assumir responsabilidades de educação ambiental.

Desta forma, o desenvolvimento do setor de embalagens deve ser realizado considerando os fatores econômicos, sociais e ambientais, ou melhor, que este seja sustentável (Landim et al. 2016). De acordo com o relatório de Brundtland de 1987- *Our Common Future*: “Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (Campos 2011).

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As embalagens são um importante componente na economia dos países industrializados, com rentabilidade extremamente relevante. A sua principal usuária é a indústria de alimentos, onde desempenha um papel fundamental de contenção, proteção e conservação dos produtos, com a intenção de garantir a segurança do consumidor. Diferentes materiais são utilizados na fabricação de embalagens para alimentos, e sua composição não pode constituir perigo à saúde do consumidor, portanto, a indústria de embalagens devem atender as especificações técnicas das legislações para embalagens e materiais para contato com alimentos definidos pela ANVISA, além da aplicação de sistemas de gerenciamento de segurança em toda cadeia produtiva. O desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas às embalagens, como as embalagens ativas, inteligentes e os biopolímeros oferecem benefícios rumo ao consumo sustentável, com melhorias na qualidade e segurança dos alimentos e na redução dos impactos negativos ao meio ambiente. No entanto, no Brasil ainda não existem legislações específicas para estas embalagens, sendo um empecilho no avanço de novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

ABRE. Associação Brasileira de embalagem. Protocolo global sobre sustentabilidade de embalagens 2.0. [internet]. 2011 [acesso em 2015 out 04]; Disponível em: http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2012/08/protocolo_global.pdf.

ABRE. O setor. [internet]. 2016 [acesso em 04 mar 2016]; Disponível em: <http://www.abre.org.br>.

Banzato JM. Embalagens. São Paulo: IMAM, 2008.

Bastos A. Embalagens de plástico verde reduzem desperdício e dão mais segurança. [Internet]. 2014 [acesso em 2016 fev 15]; Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1967385/embalagens-de-plastico-verde-reduzem-desperdicio-e-dao-mais-seguranca>.

Braga RL, Peres L. Novas tendências em embalagens para alimentos: revisão. Boletim do CEPPA. 2010; 28(1): 69-84.

Brasil. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001. [Internet]. 2001 [acesso 2015 set 28]; Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Embalagens>

Brasil. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 20, de 26 de março de 2008. [Internet]. 2008 [acesso em 2015 set 28]; Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/beed8180474597599feddf3fbc4c6735/RDC_20.pdf?MOD=AJPERES

Brasil. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Perguntas e respostas sobre materiais em contato com alimentos. [Internet]. 2014 [acesso em 2015 ago 19]; Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/90666300462a38a5ba4abfec1b28f937/Embalagens.pdf?MOD=AJPERES>.

Brasil. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Embalagem. [Internet]. 2016 [acesso em 2016 fev 10]; 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Embalagens>.

Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. [Internet]. 2010 [acesso em 2016 mar 20]; Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

Brito GF, Agrawal P, Araujo EM, Melo TJA. Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. Revista Eletrônica de Materiais e Processos [Internet] 2011 [acesso em 2016 ago 20];6(2):127-139. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/download/222/204>. Acesso em: 20 de agosto de 2016.

Brody AL, Bugusu B, Han JH, Sand CK, Mchugh TH. Innovative food packaging solutions. Journal of Food Science. 2008;73(8):107-116.

Câmara FM, Gomes CB, Matuk TT, Szarfarc SC. Caracterização dos resíduos gerados na Ceasa paulistana sob a ótica da saúde ambiental e segurança. Segurança Alimentar e Nutricional. 2014;21(1):395-403.

Campos CS. Relatório Brundtland – a versão original. [Internet]. 2011 [acesso em 2016 abr 11]; Disponível em: <https://ambiente.wordpress.com/2011/03/22/relatorio-brundtland-a-verso-original/>.

Cesar AS, Mori C, Batalha MO. Inovações tecnológicas de embalagens nas indústrias de alimentos: estudo de caso da adoção de embalagem ativa em empresas de torrefação de café. *Revista Brasileira de Inovação*.2010;9(2):355-378.

Codex Alimentarius Commission. Food Hygiene. [Internet]. 2009 [acesso em 2015 set 20];Disponível em: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>.

Coles R. Introduction. In: Mcdowell D, Kirwan MJ. *Food Packaging Technology*. London: CRC Press; 2003.1-29p.

Dainelli D, Gontard N, Spyropoulos D, den Beuken EZ, Tobback P. Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. *Trends in Food Science & Technology*.2008;19:103-112.

Davis G; Song JH. Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact in waste management. *Industrial Crops and Products*. 2006;23:147-161.

DAY. B. P. F. Active packaging. In: Coles R; Mcdowell D; Kirwan MJ. *Food Packaging Technology*. London: CRC Press, 2003. p. 282-301.

EU. Commission Regulation (EC) N° 450, of 29 de may de 2009. *Official Journal of the European Union*. 2009 may30.L. 135.[Internet]. 2009[acesso 2015 dez 01]; Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:135:0003:0011:EN:PDF>

Ey Analisis. Unwrapping the packaging industry. [Internet]. 2013 [acesso em 2016 mar 22]; Disponível em: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Unwrapping_the_packaging_industry_%E2%80%93_seven_factors_for_success/\\$FILE/EY_Unwrapping_the_packaging_industry_-_seven_success_factors.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Unwrapping_the_packaging_industry_%E2%80%93_seven_factors_for_success/$FILE/EY_Unwrapping_the_packaging_industry_-_seven_success_factors.pdf).

FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo. Embalagens Sofisticadas. [Internet]. 2013 [acesso em 2016 mai 02]; Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br /2013/06/05/embalagens-sofisticadas/>.

Ferreira MD. Tecnologias pós-colheita em frutas e hortaliças. São Carlos: Embrapa Instrumentação; 2011.

Franco BDGM, LandgrafM. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Editora Atheneu; 2005. 13-26p.

Garcia EEC. A legislação de embalagens no Brasil e a segurança de alimentos. In: Curso de regulamentos sobre embalagens plásticas para contato com alimentos e bebidas, 2015, Campinas. Tópico temático...Campinas: ITAL;2015. 01- 20p.

Garcia EEC. O mito da degradação de embalagens. Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens. 2013;25(13):1-3.

Iura PSCE. Embalagens ativas para alimentos [Trabalho de conclusão de curso].Lorena: Escola de Engenharia de Lorena, Universidade São Paulo;2012.

Jorge N. Embalagens para Alimentos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

Landim APM, Bernardo CO, Martins IBA, Francisco MR, Santos MB, Melo NR. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. Polímeros. 2016;26(especial):82- 92.

Lazcka O, Del Campo FJ, Muñoz FX. Pathogen detection: A perspective of traditional methods and biosensors. Elsevier. 2007;22:1205-1217.

Maciel VBV, Franco TT, Yoschida CMP. Sistemas inteligentes de embalagens utilizando filmes de quitosana como indicador colorimétrico de temperatura. Polímeros. 2012;22(4):318-324.

Marsh K, Bugusu B. Food packaging- roles, materials and environmental issues. Institute of Food Technologist. 2007;72(3):39-55.

Oliveira LM, Oliveira PAPLV. Revisão: Antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. Brazilian Journal of Food Technology.2004;7(2):161-165.

ONU- Organização das Nações Unidas. Mais de 420 mil pessoas morreram por doenças transmitidas por alimentos em 2010, revela OMS.[Internet]. 2015 [acesso em 2016 agosto 26]; Disponível em: <https://nacoesunidas.org/mais-de-420-mil-pessoas-morreram-por-doencas-transmitidas-por-alimentos-em-2010-revela-oms/>.

Opara UL, Mditshwa A. A review on the role of packaging in securing food system: Adding value to food products and reducing losses and waste. *Afr. J. Agric. Res.*2013;8(22)2621- :2630.

Padula M. Segurança e assuntos regulatórios. In: Sarantópoulos CIGL, Rego RA. *Brasil pack trends 2020*. 1ª ed. Campinas: ITAL; 2012. 205-225p.

Padula M. Legislação para embalagens ativas e inteligentes. In: Curso de regulamentos sobre embalagens plásticas para contato com alimentos e bebidas, 2015, Campinas. Tópico temático...Campinas: ITAL; 2015. p. 01- 23.

Poças MFF, Moreira R. *Segurança alimentar e embalagem*. Porto: ESB/UCP; 2003.

Raconteur. Future of packaging. [Internet]. 2014 [acesso em 2015 out 21]. Disponível em: <http://raconteur.net/future-of-packaging-2014>.

Rebello FFP. Novas tecnologias aplicadas às embalagens de alimentos. *Revista Agrogeoambiental*. 2009;1(especial):156-164.

Restuccia D, Spizzirri GU, Parisi OI, Cirillo G, Curcio M, Lemma F. et al. New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. *Food Control*.2010;21:1425-1435.

Ripesense. How hipe do you like it? [Internet]. 2015 [acesso em 2015 out 22];Disponível em: <http://www.ripesense.co.nz/>.

Robertson GL.*Food Packaging: principles and practice*. Boca Raton: CRC Press; 2013.

Ruiz GJ, Figueiredo LF. Gestão de design: Estratégia no desenvolvimento de embalagens para sustentabilidade. [Internet]. 2016 [acesso em 2016 abr 08]. Disponível em: http://www.ngd.ufsc.br/files/2012/12/gilson_luiz_vf.pdf.

Santos AMP, Yoshida MP. *Embalagem*. Recife: EDUFRPE; 2011.

Sarantópoulos CIGL, Rego RA, Dantas TBH, Dantas FBH, Jaime SBM, Mourad AL, Padula M. et al. As tendências de embalagem. In: Sarantópoulos; Rego RA. Brasil pack trends, 2020. Campinas: ITAL; 2012.67-83p.

Sarantópoulos CIGL, Dantas TBH. Qualidade e novas tecnologias. In: Sarantópoulos; REGO, RA. Brasil pack trends 2020. 1ª ed. Campinas: ITAL; 2012.205-225p.

Sarantópoulos CIGL; Cofcewicz LS. Embalagens inteligentes para alimentos perecíveis. Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens.2015;27(3):1-9.

Soares NFF, Silva WAS, Pires ACS, Camilloto GP, Silva PS. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. Revista Ceres.2009;56(4):370- 378.

Souza AC, Benze R, Ferrao ES, Ditchfield C, Coelho ACV, Tadini CC. Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature. LWT- Food Science and Technology. 2012;46:110-117.

Vergheze K, Lewis H, Lockrey S, William H. Final Report: The role of packaging in minimising food waste in the supply chain of the future. [Internet]. 2016 [acesso em 2016 ago 15]; Disponível em: <http://www.chep.com/foodwaste/>.

Vermeiren L, Devlieghere F, Van Beest M, Kruijt N, Debevere J. Development in the active packaging of foods. 2000. J. food technol Afr. 2000;5(1):6-13.

Vilela NJ, Lana MM, Nascimento EF, Makishima N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. Horticultura Brasileira. 2003;21(2):141-143.

Wallis G, Weil D, Madi FCL. O mercado de embalagem: mundo e Brasil. In: Sarantópoulos CIGL, Rego RA. Brasil pack trends, 2020. 1ª ed. Campinas: ITAL; 2012. 23-38p.

Weber CJ, Haugaard V, Festersen R, Bertelsen G. Production and applications of biobased packaging materials for the food industry. Food addit Contam. 2002;19:172- 177.