



## **NANOTECNOLOGIA APLICADA AS EMBALAGENS DE ALIMENTOS**

### ***NANOTECHNOLOGY APPLIED IN FOOD PACKAGING***

Beatriz Akemi Hossaki – bia\_hossaki@hotmail.com

Carlos Rodrigo Volante – crvolante@hotmail.com

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil

### **RESUMO**

Em virtude da necessidade de embalagens que ofereçam mais proteção e menor custo, a nanotecnologia propicia meios para que o mercado alcance esses resultados, através da utilização de nanossensores e nanopartículas auxilia na geração de novos produtos e melhora os já existentes, capazes de não só detectar falhas e adulterações nas embalagens, mas torná-los mais resistentes a agressores externos. O objetivo deste trabalho foi relatar as aplicações da nanotecnologia nas embalagens de alimentos, demonstrando exemplos de pesquisas e materiais que estão em desenvolvimento. Tendo em vista a origem das embalagens que vem desde os primórdios da civilização humana, sua evolução trouxe grandes benefícios para os consumidores, pois deixou de ser apenas um item de utilidade para expor, vender e proteger o produto, assim o trabalho aborda perspectivas para o ano de 2018 no setor das embalagens no Brasil em relação aos anos anteriores, através de um estudo feito pela Associação Brasileira de Embalagens (ABRE).

**Palavras-chave:** Nanotecnologia, Embalagens, Nanossensores, Nanopartículas.

### **ABSTRACT**

Due to the need for packaging that offer more protection and lower costs, nanotechnology provides means for the market achieve these results, through of the use of nanosensors and nanoparticles helps in the generation of new products and improves existing ones, capable of not only detecting failures and tampering on packaging, but make them more resistant to external aggressors. The objective of this work was to report the applications of nanotechnology in food packaging, demonstrating examples of researches and materials that are development. Considering the origin of the packaging that has been since the dawn of human civilization, your evolution brought great benefits for the consumers, because it left to be only a useful item to expose, sell and protect the product, in this way the work approaches perspectives for the year of 2018 in the packaging sector in Brazil in relation to previous years, through a studydone by the Brazilian Association of Packaging (ABRE).

**Keywords:** Nanotechnology, Packaging, Nanosensors, Nanoparticles.



## 1. INTRODUÇÃO

O mercado de embalagens está em constante crescimento, devido a isso as empresas buscam por diferenciais, uma vez que várias empresas produzem o mesmo produto com qualidade e custos semelhantes, por este fato para se manterem no mercado a inovação é uma ferramenta essencial no mundo corporativo.

Nesses novos tempos de consumo, onde a competitividade se tornou algo que as empresas têm de enfrentar diariamente, pois o mercado está gerando cada vez mais produtos semelhantes, com as mesmas características e mesmo preço, a criatividade e a inovação são soluções fundamentais para que o produto possa continuar no mercado (SCHIMMELFENIG; SANTOS; BERNIERI, 2009).

De acordo com Schimmelfenig, Santos e Bernieri (2009) vivemos na era das embalagens, sendo ela o principal ponto de ligação entre consumidor, produto e marca. No mercado atual a grande maioria dos alimentos industrializados são acompanhados de embalagens, apresentando nelas a marca da empresa e informações básicas para seu consumo.

A embalagem além de ser um atrativo para a marca protege o alimento do ambiente externo mantendo-o dentro dos padrões de qualidade do momento do envase. Caso esta função falhe, danos são gerados tanto para o consumidor como para a imagem da empresa. Em 1940 de acordo com Alves (2001, p. 77) foi exigido que a embalagem de leite possuísse fecho inviolável, além de trazer a marca da empresa e a data de validade, isso trouxe maior confiança e credibilidade às empresas.

As embalagens estão em constante evolução, o presente trabalho levantou através de pesquisas bibliográficas a aplicação da nanotecnologia no desenvolvimento de embalagens e discutiu como essa tecnologia pode melhorar as embalagens em relação a sua resistência, durabilidade e custo.

O desenvolvimento de novas tecnologias influencia direta e indiretamente as embalagens de alimentos. Segundo Moore (2010) a nanotecnologia propicia a geração de novos materiais e a melhoria dos materiais já existentes, ajudando na preservação do conteúdo e reduzindo as perdas de produto.

Ao decorrer do trabalho também se demonstrou a evolução histórica das embalagens, em uma visão geral, com a inclusão da nanotecnologia em seu desenvolvimento, demonstrando dados e análises sobre a retrospectiva de 2017 e perspectivas para 2018 no setor das embalagens no Brasil.



## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

De acordo com Moore (2009) um dos problemas que a indústria de alimentos está encontrando é em como saber se a embalagem foi adulterada ou violada.

Atualmente, com várias mudanças tecnológicas ainda ocorrem falhas na verificação sobre adulteração do produto ou deterioração, fazendo com que o alimento chegue às prateleiras com qualidade inferior à esperada. Como a nanotecnologia pode auxiliar nessa verificação?

### **1.1 OBJETIVO**

Apresentar as vantagens da nanotecnologia para as embalagens de alimentos.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Em busca de oportunidades para produzir embalagens mais resistentes, econômicas, atrativas e confiáveis, algumas tecnologias estão sendo desenvolvidas, como a nanotecnologia e a nanociência, que além de proporcionar baixa nos custos de manufatura, traz credibilidade por desenvolver embalagens seguras.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS EMBLAGENS**

De acordo com Negrão e Camargo (2008) as origens das embalagens vêm desde os primórdios da civilização humana, tendo seu surgimento junto com as necessidades de sobrevivência, como se alimentar e conservar esse alimento por mais tempo. Devido à evolução começa-se a dar espaço à fixação dos grupos nômades em um determinado local, e a busca por novos territórios com diferenças climáticas presentes fazem com que a caça e a colheita não sejam mais suficientes, sendo necessário desta forma armazenar e transportar os alimentos.

Segundo Evangelista (2001 apud LIMA, 2015) quando o homem se deparou com a necessidade de transportar alimentos e água em algum recipiente, as primeiras embalagens



surgiram, devido aos longos caminhos que precisaram percorrer para caça, exploração e busca por abrigo. Até este ponto, não se utilizava nenhum tipo de transporte de alimentos, tudo que era consumido era retirado instantaneamente da natureza.

Com o desenvolvimento humano e as necessidades encontradas em sua sobrevivência, foi indispensável o uso de materiais naturais como forma de armazenagem, e estocagem dos produtos, de acordo com Negrão e Camargo (2008) durante séculos as embalagens foram fabricadas de forma artesanal, e no século 18 junto com a Revolução Industrial se iniciou o processo produtivo de embalagens no mercado e conseqüentemente o aumento da oferta dos produtos.

Com o surgimento da Revolução Industrial e a produção em larga escala, as embalagens cresceram em termo de produtividade e consumo até os dias atuais, utilizando como matéria prima alguns materiais tais como: a lata, o papel, o vidro, o alumínio dentre outros (MOURA; BANZATO, 1997 apud SOUZA et al., 2012).

Entretanto ainda as embalagens apenas serviam para armazenar e transportar o produto e não tinham nenhum vínculo com seu caráter estético, desta forma as indústrias ainda não haviam assimilado o conceito da marca agregado ao valor do produto.

“Com o desenvolvimento da humanidade e de suas atividades econômicas, a embalagem foi incorporando novas funções e passou a conservar, expor, vender os produtos e por fim conquistar o consumidor por meio de seu visual atraente e comunicativo” (MESTRINER, 2002 apud SOUZA et al., 2012).

### **2.1.1 Funções da Embalagem**

De acordo com Jorge (2013) as funções das embalagens são baseadas em quatro princípios:

**Proteção:** As embalagens devem proteger o produto durante o seu transporte, distribuição e manuseio evitando que danos ocorram durante o trajeto, tendo um sistema que faça com que o conteúdo não sofra com perdas por escape ou violação de sua integridade, sendo ela causada de forma acidental ou proposital

**Conservação:** Com a função de proteger a qualidade e segurança do produto, tornando sua vida útil mais longa e evitando que ele se deteriore, deve controlar fatores do meio externo onde está sendo armazenada, como a umidade, o oxigênio e micro-organismos. É importante que a embalagem não transfira para os produtos componentes que estão em seu



desenvolvimento, podendo estes serem tóxicos aos consumidores, colocando em risco sua saúde e alterando as características do conteúdo.

**Informação:** A embalagem carrega as informações relevantes para o consumidor do produto podendo ajudar tanto em sua distribuição como na venda dos produtos, fazendo com que tenha instruções como, armazenamento, origem do produto e valor. Para o consumidor é importante que venha na rotulagem alguns requisitos legais como o nome e tipo do produto, quantidade e data de consumo, ingredientes, forma de consumo e porções nutricionais.

**Conveniência ou serviço:** Nesse aspecto se encaixam as facilidades da utilização da embalagem, tornando a sua utilização dinâmica, se adequando a diferentes ocasiões e situações. A embalagem precisa atender os requisitos do consumidor, sendo necessário assim atender suas necessidades. Nesse tópico a embalagem deixa de ser só uma forma de armazenamento para ser também um quesito do marketing.

### **2.1.2 Níveis de Embalagens (Primária, Secundária e Terciária)**

De acordo com as informações contidas no site da ABRE (2018) as embalagens primárias, secundárias e terciárias são definidas como:

**Primárias:** São as embalagens que apresentam contato instantâneo com o produto. Exemplo: Latas de alimentos conservados, garrafas de água e refrigerante, caixas de leite, entre outras.

**Secundárias:** As embalagens secundárias têm a finalidade de proteger a primária, podendo conter mais de uma embalagem primária. Exemplo: Caixas que podem ser de papelão, isopor ou madeira.

**Terciárias:** São destinadas para o transporte das embalagens primárias e secundárias, desenvolvidas para protegê-las. Exemplo: Caixa de papelão ondulada, palete, sacola plástica entre outras.

Exemplo dos níveis de embalagens se encontra na Figura 1.

**Figura 1: Exemplo de níveis de embalagens.**



Fonte: The consumer goods fórum, 2011.

## 2.2 O SETOR DE EMBALAGENS NO BRASIL

De acordo com Negrão e Camargo (2008) a indústria de embalagens é essencial para o movimento econômico industrial do país. Sendo assim, quando a indústria de embalagens apresenta crescimento, demonstra que a produção cresceu também, e vice-versa.

Apontam ainda cinco pontos que motivaram o aumento desse setor.

1. Aumento de vendas ao consumidor por lojas de autosserviço, em especial os supermercados, que tem por necessidade produtos que sejam pré-embalados.
2. Aumento da indústria de alimentos, cosméticos, remédios, eletrônicos entre outros.
3. Aumento da exportação de produtos.
4. Aumento das distancias para transporte.
5. Desenvolvimento de tecnologias aplicadas às embalagens.

De acordo com a ABRE (2018) a seguir serão apresentados os resultados de um estudo Macroeconômico da Embalagem: retrospecto de 2017 e perspectivas para 2018, feito pelo IBRE (Instituto Brasileiro de Economia) juntamente com a FGV (Fundação Getúlio Vargas) para a ABRE (Associação Brasileira de Embalagens) apresentado em Fevereiro de 2018. Esse estudo demonstra que o ano de 2017 teve um aumento de 1,96% na produção física em relação ao ano de 2016, e prevê para 2018 um aumento ainda maior, baseado na recuperação do consumo, comércio, serviço e indústria. Como demonstra a Tabela 1.



Tabela 1 - Produção Física.

## PRODUÇÃO FÍSICA

% em relação a igual período do ano anterior

	Peso	2016	2017
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>-4,29</b>	<b>1,96</b>
Madeira	1,4	-7,28	0,56
Papel, papelão e cartão	40,5	-2,91	2,99
Plástico	35,0	-8,17	3,37
Vidro	8,0	-2,16	3,39
Metal	15,1	-0,63	-3,92

Peso: Refere-se ao valor da transformação industrial (VTI) de 2010, tendo por base a PIA – Produto. Esta estrutura de ponderação passou a vigorar em 2014, retroativa a 2012, após reformulação da PIM-PF.

Fonte: ABRE, 2018.

“O estudo demonstra que o valor bruto da produção física de embalagens atingiu o montante de R\$ 71,5 bilhões, um aumento de aproximadamente 5,1% em relação aos R\$ 68 bilhões alcançados em 2016” (ABRE, 2018).

Como demonstra a tabela 2.

Tabela 2 - Valor Bruto da Produção.  
**VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO**

Em Bilhões de Reais (R\$)

Ano	Valor Bruto da Produção	% PIB*
2010	42,8	1,10
2011	45,0	1,03
2012	47,2	0,98
2013	51,5	0,97
2014	57,7	1,00
2015	59,0	1,01
2016**	68,0	1,03
2017**	71,5	1,02

Valor Bruto da Produção: Pesquisa Industrial Anual - PIA – Produto

\* Série recalculada

\*\* Dados estimados

Fonte: ABRE, 2018.



“A projeção para o ano de 2018 – calculado por um modelo econométrico que utiliza variáveis como sazonalidade, tendência e produção da indústria de transformação – é de um crescimento de 2,96% em sua produção física” (ABRE, 2018).

Como demonstra a tabela 3.

**Tabela 3 - Projeção para 2018.**

Período	Produção Física (%)
I.tri	4,60
II.tri	4,61
I.sem	4,61
III.tri	1,76
IV.tri	1,12
II.sem	1,43
Ano	2,96

Fonte: ABRE, 2018.

O ano de 2018 teve perspectiva de um grande aumento no setor em relação a 2017, tendo em vista que o presente trabalho foi desenvolvido no IV trimestre de 2018, no qual alguns períodos já se passaram.

### 2.3 NANOTECNOLOGIA

“O conceito de nanotecnologia deriva do prefixo grego “nânos”, que significa anão e de “téchne” equivale a ofício e “logos”, a conhecimento. O ponto de partida do termo nanotecnologia refere-se ao tamanho da intervenção humana sobre a matéria” (NETO, 2013).

De acordo com Moore (2009) a nanotecnologia passou a ser definida pela aplicação na atualidade devido à manipulação de átomos e moléculas. Sendo assim em termos dimensionais, um nanômetro equivale a um bilionésimo do metro ou um milésimo do micrômetro.





Segundo Goldman e Otranto (2012) um bilionésimo do metro ( $1 \times 10^{-9}\text{m}$ ) é equivalente a um nanômetro, desta forma pode-se definir como um grão de areia com aproximadamente 1mm, para uma praia de 100km, é assim que o nanômetro está para o metro. Algumas formas de medidas em nanômetros podem facilitar a interpretação.

- Com 0.1nm: o átomo de Hélio
- Com cerca de 20nm: um ribossomo na qual cria proteínas a partir de amino ácidos.
- Com cerca de 80.000nm: a largura de um fio de cabelo do ser humano.

Nanotecnologia está presente em áreas como informática, medicina, indústria (têxtil, alimentícia), setor energético, setor agrícola e construção civil. Ela possibilitou o desenvolvimento de nanomaterias e nanopartículas que tornaram os materiais tradicionais mais leves, com maior resistência mecânica e com capacidade de suportar altas temperaturas (CLEBSCH; WATANABE, 2017).

Desta forma a nanotecnologia faz com que novos materiais sejam desenvolvidos e que os já existentes sejam melhorados, contribuindo no desenvolvimento de materiais mais baratos, leves, rápidos, e com a utilização de menos matéria-prima e energia. (MOREE, 2009).

## 2.4 NANOTECLOGIA E AS EMBALAGENS

Atualmente as embalagens estão evoluindo da mesma forma que o mundo a sua volta cresce, assim é essencial que sua estrutura seja segura, prática, resistente, sustentável, econômica e atrativa.

A nanotecnologia e a nanociência segundo Moore (2009) auxiliam na composição da matéria-prima junto com a aplicação de tecnologias avançadas nas atuais embalagens. Desta forma melhorias podem ser apontadas, como:

Utilidade: aumento de áreas de atuação para aplicação das embalagens devido às novas tecnologias aplicadas.

Durabilidade: aumento da vida útil dos produtos e de sua resistência.

Marca registrada: inclusão de características atrativas as embalagens, impulsionado a marca.

Valor agregado: desenvolvimento de componentes melhores e com novas características no material utilizado, produzindo embalagens com valores melhores.



A aplicação da nanotecnologia irá adicionar valor, devido aos baixos custos de manufatura, um exemplo disso é a nanopartícula de cerâmica que pode ser formada em superfícies de materiais volumétricos utilizando mais baixas temperaturas que outros materiais, reduzindo assim os custos. A nanofibra de carbono utiliza somente 25% de preenchimento das fibras de carbono para mesma resistência, e 10% para mesmas propriedades eletrostáticas (Moore 2009).

De acordo com SCHRAMM (2012) várias pesquisas sobre nanotecnologia foram desenvolvidas com o intuito de melhorar a estrutura dos materiais e fazer com que os produtos não se deterioresem com facilidade, o desenvolvimento de novas estruturas permite que as embalagens avisem quando o produto estiver em processo de deterioração. Porém a maior barreira é produzir em grande escala, minimizando os custos de matéria prima, quando isso acontecer será uma grande inovação na área industrial.

Uma forma de identificar se a embalagem foi adulterada é a aplicação de nanossensores, desta forma seria possível identificar se existe oxigênio presente na mesma. Segundo Moore (2009) a solução proposta à indústria de alimentos para identificar se a embalagem foi violada é a aplicação de uma tinta inteligente de oxigênio com indicadores nanocristalinos, assim seria possível identificar a presença de oxigênio na embalagem. Essa solução fundamenta o fato de que grande parte dos alimentos e produtos são embalados em atmosfera modificada e para retirar o ar de dentro das embalagens usa-se nitrogênio e dióxido de carbono.

Os nanossensores podem ser colocados diretamente no material de embalagem, atuando como “língua eletrônica” ou “nariz” para detecção de substâncias químicas liberadas durante a deterioração dos alimentos. Baseados em nanotecnologia, eles têm o potencial de revolucionar a velocidade e a precisão com que as indústrias ou agências reguladoras serão capazes de detectar a presença de contaminantes moleculares ou adulterantes em matrizes alimentares complexas. Muitos destes ensaios são baseados em alterações de cor que ocorrem nas soluções de nanopartículas de metal na presença de analitos (ALMEIDA et al. 2015).

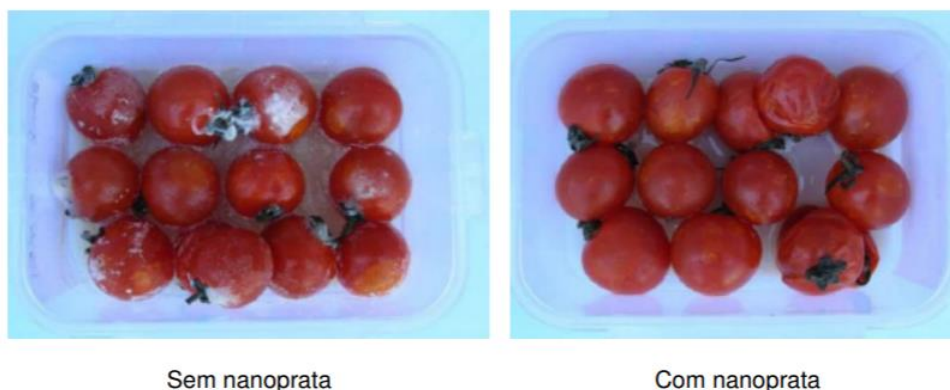
Segundo informações retiradas do site da Abre Embalagem Brasil (2018), embalagens inteligentes com nanossensores já estão sendo utilizadas e ajudam a detectar gases nos alimentos que estão se deteriorando, tendo o intuito de alertar os consumidores. Já as embalagens ativas com nanopartículas de prata e zinco em seu plástico-filme, têm a função de descartar micro-organismos que estraguem o alimento. Ambas não alteram as características

dos alimentos. Um exemplo é em ajudar a manter carnes frescas e sem contaminação por um período maior.

De acordo com SCHRAMM (2012), as nanopartículas incorporadas às embalagens desenvolvem propriedades ativas, preservando os alimentos.

A nanoesfera de prata pode ser utilizada em bandejas plásticas, como mostra a figura 2.

**Figura 2: Exemplo de nanoesfera de prata**



**Fonte: Nanotecnologia aplicada às embalagens de alimentos, 2011 apud Schramm, 2012.**

Segundo Moore (2009) pesquisadores da Bayer Polimers produziram através da tecnologia de nanopartículas, embalagens plásticas mais resistentes ao ar.

O oxigênio é a substância que preocupa a indústria de alimentos, pois deteriora a gordura em carnes e queijos, danificando seu estado natural. Desta forma os pesquisadores desenvolveram o “sistema híbrido” um plástico que apresenta grande número de nanopartículas de silicato em seu desenvolvimento e quando integrados em filmes, têm-se melhor preservação dos alimentos.

O novo material com nanopartículas une vantagens de dois dos únicos plásticos que no passado eram responsáveis pela preservação dos alimentos, a poliamida-6 (apresenta um custo menor, porém é mais permeável) e copolímero de etileno e álcool vinílico (EVOH) (apresenta maior custo, porém é mais impermeável). Já o novo material apresenta menor custo e é muito impermeável ao ar, isso se dá ao fato de que as nanopartículas utilizadas têm a espessura de poucos nanômetros e não permitem que gases penetrem no filme e a umidade do produto se perca.

De acordo com a Revista Embalagem Marca (2012) uma equipe do MIT – Instituto de Tecnologia de Massachusetts nos Estados Unidos, com o intuito de acabar com o desperdício



em embalagens de alimentos viscosos desenvolveram um líquido não tóxico e superviscoso, evitando que restos dos alimentos fiquem grudados nos recipientes.

Um grupo de engenheiros e nanotecnologistas do MIT liderados pelo doutorando Dave Smith, batizou o líquido como “LiquiGlide” que se trata de um revestimento lubrificante como um líquido, porém bastante rígido, permitindo que os produtos deslizem com facilidade, os compostos químicos utilizados de acordo com os engenheiros do MIT são aprovados pela agência reguladora de alimentos e remédios dos Estados Unidos (FDA).

Com esse novo revestimento afirmam que cerca de um milhão de toneladas de alimentos poderiam ser poupados do desperdício.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O procedimento metodológico foi realizado através de levantamento bibliográfico com o auxílio de artigos científicos, jornais, revistas e livros, a fim de identificar os fatos relevantes para uma análise qualitativa. Para dar complemento ao trabalho foram utilizados dois estudos de caso, na qual a análise foi feita através do livro Nanotecnologia em Embalagens e da revista Embalagem Marca, auxiliando na obtenção de informações precisas e confiáveis.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A nanociência e a nanotecnologia têm grande potencial no mercado industrial, devido aos grandes benefícios que proporcionam, como a redução de custos por manufatura. Outra vantagem é trazer benefícios a resistência e durabilidade do material, fazendo com que o mercado tenha cada vez mais intenção em implementar a nanotecnologia em seus produtos em geral.

A nanotecnologia propicia meios para que o mercado de embalagens cresça como visto na pesquisa da empresa Bayer Polimers e do MIT, traz inovações para o mercado, aumentando a credibilidade para o setor e reduzindo em grande escala o desperdício de alimentos, como no caso do sistema híbrido que vem substituindo plásticos como a poliamida-6 e o EVOH, desta forma o oxigênio não entra com facilidade nos alimentos e reduz em grande escala seu descarte por deterioração, já em relação à pesquisa do MIT, a nova película chamada LIQUIGLID, faz com que até a última gota de produto se desprenda



da embalagem. Produtos diferentes desenvolvidos com o auxílio da nanotecnologia e nanociência, porém com o mesmo intuito, o de minimizar os desperdícios que são gerados diariamente de alimentos no mundo.

O fator limitante para integração total da nanotecnologia no mercado segundo Almeida et al. (2015) é o conhecimento limitado em gerenciar os riscos dos nanomateriais ao meio ambiente e a saúde humana. Devido a isso a aplicação da nanotecnologia em produtos que estão diretamente ligadas aos alimentos representa um dos desafios para sua regulamentação. Os benefícios apontados a utilização da nanociência e nanotecnologia são inúmeros, entretanto é essencial ter conhecimento das incertezas e riscos associados a seu uso, mesmo estes não sendo de total conhecimento.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nanotecnologia é uma tecnologia que engloba diversas áreas de conhecimento e aplicações, porém sua interação no mercado industrial vem acontecendo gradativamente, mesmo sendo fonte de estudo e pesquisas, feitas por pesquisadores, engenheiros e nanotecnologistas, que apontam grandes vantagens em sua aplicação como citado ao decorrer do trabalho. Sua aplicação no mercado de embalagens é uma grande inovação para a indústria de alimentos, por prolongar a vida útil dos produtos, evitando seu descarte por perdas devido a falhas nas embalagens e por trazer tecnologias que auxiliem a verificação de produtos vencidos.

Quando for totalmente incorporada ao mercado trará grandes vantagens tanto para os consumidores como aos fornecedores, reduzindo descartes desnecessários de produtos, trazendo grande inovação e quebra de paradigmas na área industrial.

## REFERÊNCIAS

ABRE EMBALAGEM BRASIL. **Entenda o papel da nanotecnologia no universo das embalagens.** 2018. Disponível em:<<https://medium.com/abreembalagembrasil/entenda-o-papel-da-nanotecnologia-no-universo-das-embalagens-5a4b5aaee4ac>>. Acesso em 10 set. 2018.

ALMEIDA, A. C. S. et al. **Aplicação de nanotecnologia em embalagens de alimentos.** Polímeros vol.25. São Carlos, 2015. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282015000700013&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282015000700013&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 03 set. 2018.



ALVES, D. R. **Industrialização e comercialização do leite de consumo no Brasil. In: Produção de leite e sociedade: uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil.** 1. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, cap. 4, p. 75-83, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM (ABRE). **Estudo macroeconômico da embalagem ABRE/FGV.** 2018. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM (ABRE). **Tipos de embalagens.** 2018. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/tipos-de-embalagens/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS (ABRE). **Setor de embalagem prevê crescimento de 2,96% em 2018, maior do que registrado em 2017.** 2018. Disponível em: <http://www.abre.org.br/noticias/setor-de-embalagem-preve-crescimento-de-296-em-2018-maior-do-que-registrado-em-2017/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

CLEBSCH, A. B.; WATANABE, M. **Abordagem da nanociência e nanotecnologia a partir da escala.** 2017. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/viewFile/75125/42564>>. Acesso em: 02 set. 2018.

EMBALAGEMMARCA. **Película evita que ketchup fique grudado nas embalagens.** 2012. Disponível em: <https://www.embalagemmarca.com.br/2012/05/pelicula-evita-que-ketchup-fique-grudado-nas-embalagens/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

GOLDMAN, A.; OTRANTO, G. **Nanotecnologia.** 2012. Disponível em: [http://grenoble.ime.usp.br/~gold/cursos/2012/movel/mono-1st/2006-1\\_Guilherme.pdf](http://grenoble.ime.usp.br/~gold/cursos/2012/movel/mono-1st/2006-1_Guilherme.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2018.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos.** São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2013. Disponível em: <http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/360234.PDF>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

LIMA, C. R. **História da embalagem: stand-up pouch.** São Caetano do Sul, 2015. Disponível em: <https://maua.br/files/monografias/completo-historia-embalagem:-stand-pouch-210909.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

MOORE, G. **Nanotecnologia em Embalagens.** São Paulo: Blucher, 2. vol. 2010.  
NEGRÃO, C.; CAMARGO, E. **Design de embalagem: do marketing à produção.** São Paulo: Novatec Editora, 2008.

NETO, E. R. L. **Aspectos relevantes da nanotecnologia e a sua aplicação na construção cível.** Revista Especialize On Line IPOG. Goiânia, ed. 6, n. 6, vol. 1. 2013. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n6-2013/aspectos-relevantes-da-nanotecnologia-e-a-sua-aplicacao-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 set. 2018.



SCHIMMELFENIG, C.; SANTOS, D. M.; BERNIERI, E. **Inovação de embalagens**. Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU. Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em:<[https://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/106\\_1.pdf](https://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/106_1.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2018.

SCHRAMM, A. M. **Inovações no sistema de embalagens nas áreas de nanotecnologia, radiofrequência, design e segurança**. São Caetano do sul, 2012. Disponível em:<<https://maua.br/files/monografias/inovacoes-no-sistema-de-embalagens-nas-areas-nanotecnologia-radiofrequencia-design-e-seguranca.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

SOUZA, L, C, F, S. de et al. **Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico**. Revista agropecuária científica no semiárido. Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 19-27, 2012.

THECONSUMERGOODSFORUM. **Global Protocol on Packaging Sustainability 2.0**. 2011. Disponível em:<<https://www.theconsumergoodsforum.com/wp-content/uploads/2017/11/CGF-Global-Protocol-on-Packaging.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.