



EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: AVANÇOS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS

*Glanda Hada Freitas Neves¹
Paula Mattanna Mastella²*

Resumo

O trabalho analisa a utilização de embalagens ativas e inteligentes na indústria alimentícia, destacando seus benefícios, impactos econômicos e ambientais, bem como os desafios enfrentados. A pesquisa foi realizada por meio de revisão da literatura existente, permitindo uma ampla compreensão da eficácia dessas tecnologias na preservação da qualidade e segurança dos alimentos. Os resultados indicam que as embalagens ativas aumentam a vida útil dos produtos e reduzem o desperdício, enquanto as embalagens inteligentes monitoram as condições do produto em tempo real, garantindo sua integridade. No entanto, desafios como barreiras regulatórias e limitações tecnológicas precisam ser superados para facilitar a adoção em larga escala. O estudo busca contribuir para uma maior compreensão do potencial das embalagens ativas e inteligentes, fornecendo informações valiosas para empresas e profissionais do setor.

Palavras-chave: Embalagens ativas. Embalagens inteligentes. Preservação de alimentos. Qualidade de alimentos. Segurança alimentar.

Abstract

The paper analyzes the use of active and intelligent packaging in the food industry, highlighting its benefits, economic and environmental impacts, as well as the challenges faced. The research was conducted through a review of the existing literature, allowing a broad understanding of the effectiveness of these technologies in preserving food quality and safety. The results indicate that active packaging increases the shelf life of products and reduces waste, while intelligent packaging monitors product conditions in real time, ensuring their integrity. However, challenges such as regulatory barriers and technological limitations need to be overcome to facilitate large-scale adoption. The study seeks to contribute to a greater understanding of the potential of active and intelligent packaging, providing valuable information for companies and professionals in the sector.

Keywords: Active packaging. Smart packaging. Food preservation. Food quality. Food safety.

Introdução

As indústrias alimentícias enfrentam constantes desafios para garantir a qualidade, segurança e vida útil de seus produtos. Nesse contexto, as embalagens ativas e inteligentes surgem como uma solução inovadora, capaz de interagir com o produto e o ambiente, fornecendo informações sobre a qualidade e segurança (Rosseto et al., 2021, p. 260.; Machado et al., 2023, p. 347). Essas tecnologias emergentes têm ganhado destaques nos últimos anos, impulsionadas pela crescente preocupação dos consumidores com a saúde e a segurança dos alimentos (Machado et al., 2023, p. 371).

¹ Acadêmico do curso de Farmácia da Universidade Tuiuti do Paraná (Curitiba, PR). Endereço para correspondência: glanda.hada@utp.edu.br

² Farmacêutica, Profa. Dra. Universidade Tuiuti do Paraná. Endereço para correspondência: paula.mattanna@utp.br



As embalagens ativas são projetadas para manter a qualidade e aumentar a vida útil dos produtos, utilizando aditivos e compostos bioativos em sua composição (Rosseto et al., 2021, p. 257.; Nascimento et al., 2021, p. 1314). Já as embalagens inteligentes são capazes de monitorar as condições do produto e do ambiente interno da embalagem, fornecendo informações sobre a qualidade e a segurança do alimento (Machado et al., 2023, p. 375).

A escolha deste tema se justifica pela crescente relevância das embalagens ativas e inteligentes nas indústrias alimentícia. Essas tecnologias não apenas aumentam a segurança e a qualidade dos produtos, mas também respondem à demanda por soluções inovadoras que prolongam a vida útil de alimentos. Com a conscientização crescente sobre a necessidade de reduzir o desperdício e assegurar a integridade dos produtos, é fundamental entender os avanços, desafios e perspectivas dessas tecnologias. Embora existam diversos produtos disponíveis no mercado internacional, continua a haver uma necessidade de desenvolver novas soluções que atendam às exigências dos consumidores modernos e às regulamentações de segurança. (Nascimento et al., 2021, p. 1311).

Neste trabalho, objetiva-se realizar uma revisão de literatura sobre as inovações tecnológicas em embalagens ativas e inteligentes para a indústria alimentícia, evidenciando os avanços, desafios e perspectivas dessa tecnologia. Foram abordados os tipos de sistemas ativos e inteligentes, os compostos químicos utilizados como agentes ativos, as reações químicas envolvidas, as aplicações e os benefícios dessas embalagens.

2 Metodologia

Este trabalho foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica, com o objetivo de coletar, analisar e sintetizar informações relevantes sobre embalagens ativas e inteligentes na indústria alimentícia. A revisão foi estruturada da seguinte forma:

A pesquisa foi conduzida no período de agosto à novembro de 2024. Foram consultadas fontes acadêmicas, como artigos científicos, teses, dissertações e livros, bem como relatórios técnicos e publicações de organizações especializadas na área de embalagens e segurança alimentar. A busca por essas fontes foi realizada em base de dados como Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect, entre outras.

Foram selecionados artigos publicados entre os anos 1999 à 2024. Os critérios de inclusão para as fontes selecionadas incluem publicações que abordem especificamente tecnologias de embalagens ativas e inteligentes, suas aplicações em produtos alimentícios. Foram excluídas fontes que tratem de embalagens convencionais sem ênfase em inovação tecnológica ou que não estejam diretamente relacionadas aos objetivos da pesquisa.

As informações coletadas foram organizadas de acordo com os tipos de embalagens (ativa e inteligentes), seus componentes, mecanismo de ação, benefícios desafios e perspectivas. A análise qualitativa, focando na identidade de padrões, tendências e lacunas no conhecimento atual sobre o tema.



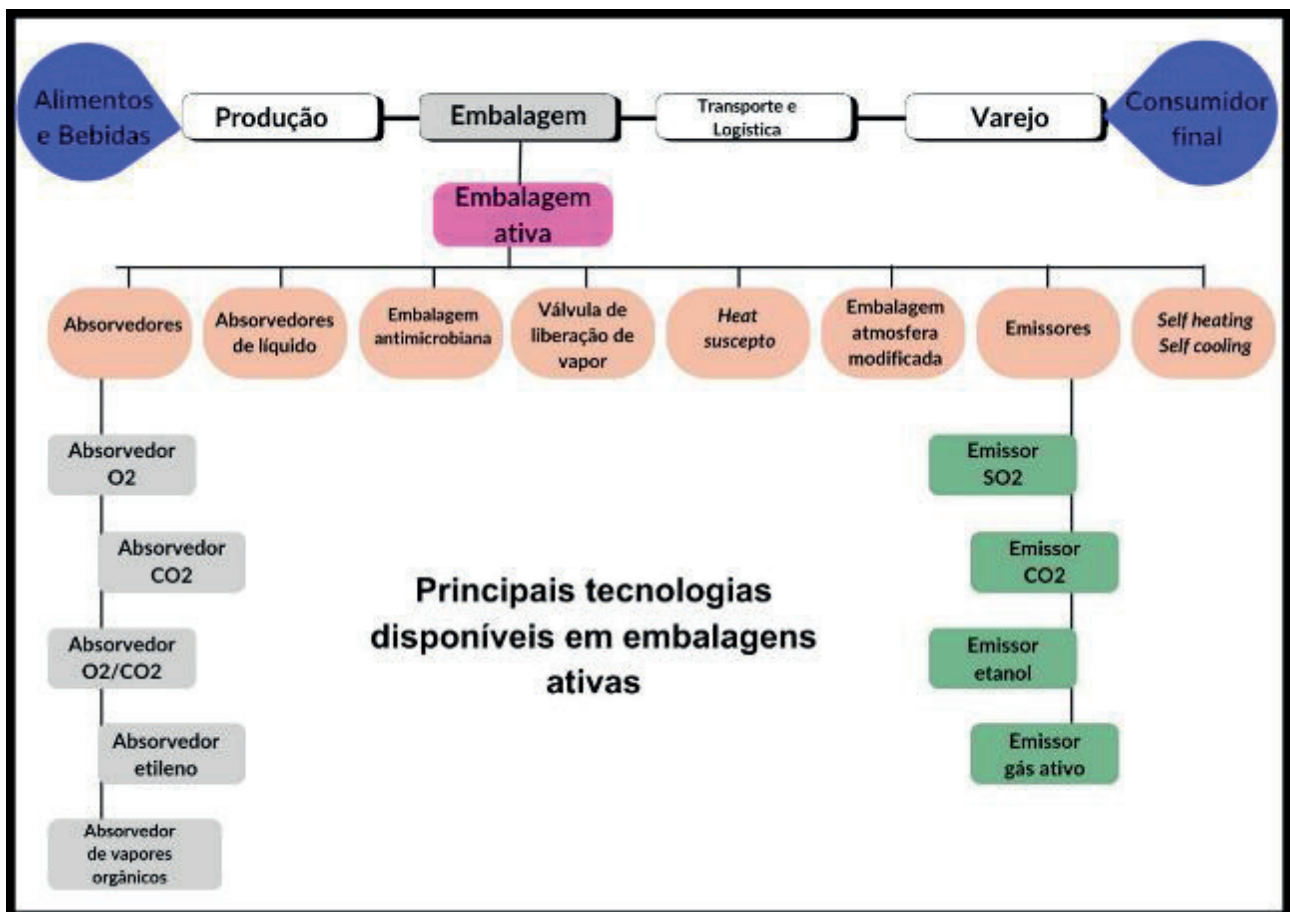
3 Embalagens Ativas na Indústria de Alimentos

Analisa a função das embalagens ativas no setor alimentício, ressaltando suas inovações e vantagens na manutenção da qualidade, segurança e frescor dos produtos ao longo da cadeia de abastecimento.

3.1 Definição e Funcionamento

A figura 1 apresenta as principais tecnologias disponíveis em embalagens ativas para alimentos e bebidas, incluindo absorvedores, emissores de gases e opções de aquecimento/resfriamento, visando preservar a qualidade até o consumidor final.

Quadro 1. Esquema de embalagens ativas existentes.



Fonte: Elaborado a partir de Sarantópoulos e Moraes, 2009.

As embalagens ativas têm como objetivo interagir com o alimento ou o ambiente circundante, com o intuito de aumentar significativamente a vida útil do produto e proporcionar uma proteção segura (Rosseto et al., 2021, p. 261).



Para atingir esses objetivos, essas embalagens podem conter uma variedade de componentes que realizam a liberação ou absorção de substâncias específicas, como oxigênio, umidade e compostos orgânicos voláteis, adaptando-se de acordo com as características e necessidades do alimento em questão como descrito pelo autor, que esses componentes podem incluir sachês com absorventes de oxigênio, películas com propriedades antimicrobianas, entre outros dispositivos que garantem a integridade e segurança do alimento (Sarantópoulos e Moraes 2009, p. 4).

Dessa forma, as embalagens ativas funcionam de maneira eficiente ao absorver o oxigênio presente, minimizando a oxidação dos alimentos e prolongando sua qualidade. Além disso, elas possuem a capacidade de liberar componentes voláteis antimicrobianos, que atuam inibindo o crescimento de micro-organismos indesejáveis, mantendo a segurança alimentar (Hendessi et al., 2016, p.1, Oliveira, 2020, p. 78)

3.2. Benefícios e Vantagens

As embalagens ativas na indústria de alimentos têm se mostrado extremamente vantajosas e benéficas para o setor. Sua utilização apresenta uma série de aspectos positivos, como a capacidade de prolongar a vida útil dos produtos, garantindo uma maior durabilidade e mantendo a qualidade e a segurança alimentar. Além disso, essas embalagens colaboram na redução do desperdício e das perdas pós-colheita, o que é essencial para o aproveitamento máximo dos alimentos (Oliveira, 2020, p. 29).

Uma das grandes vantagens das embalagens ativas é a possibilidade de incorporar ingredientes funcionais que trazem benefícios diretos para a saúde do consumidor. Dessa forma, é possível não apenas proteger os alimentos, mas também fornecer um valor adicional em termos nutricionais. Isso permite que os consumidores tenham acesso a alimentos mais saudáveis e seguros, contribuindo para um estilo de vida equilibrado (Carolino, 2020, p. 70).

Adicionalmente, essas embalagens proporcionam uma variedade de comodidades e facilidades para os consumidores. Elas foram projetadas para se ajustarem perfeitamente a diferentes tipos de alimentos, permitindo que sejam embalados de maneira eficaz e segura. O autor ressalta que a principal função da embalagem é garantir que um produto chegue ao consumidor em condições adequadas, assegurando que o conteúdo sofra o mínimo de danos durante a distribuição e armazenamento. Ainda, que “embalagem é um elemento indispensável à comercialização da generalidade dos produtos no atual sistema de produção e consumo” (Gomes, 2010, p. 63).

Quadro 2. Funcionabilidade de embalagens ativas existentes.

Absorvedor de O ₂	A adição de sachês absorvedores em embalagens evita a deterioração de alimentos, garantindo segurança e prolongando sua validade.
Absorvedor de CO ₂	Os sachês de CO ₂ em embalagens de alimentos liberam dióxido de carbono, inibindo o crescimento de micro-organismos, reduzindo deterioração, prolongando vida útil e mantendo fresca.



Absorvedor de etileno em sachê	Os sachês de absorvedores de etileno são usados em embalagens de alimentos para capturar o gás etileno, retardando o amadurecimento e deterioração dos produtos, o que prolonga sua vida útil.
Absorvedor de etileno incorporado a embalagem	Os absorvedores de etileno na embalagem capturam o gás etileno produzido por frutas e vegetais durante o amadurecimento, utilizando materiais que reagem quimicamente com o gás para reduzir sua concentração.
Absorvedor de líquidos	Os absorvedores de líquidos são dispositivos projetados para prevenir a condensação e a umidade que podem causar deterioração dos produtos, como o crescimento de fungos e bactérias, ajudando a manter condições ideais para a preservação dos alimentos.
Absorvedor de odores	Os absorvedores de odores capturam e neutralizam compostos voláteis que causam cheiros indesejados na embalagem de alimentos, melhorando a qualidade sensorial dos produtos.
Emissor de etanol absorvente de umidade	Os emissores de etanol absorventes de umidade, como os baseados em argila montmorilonita, liberam etanol na embalagem enquanto absorvem a umidade excessiva, controlando o ambiente interno e ajudando a preservar os alimentos.
Emissor de SO ₂ e ação antimicrobiana	A tecnologia de emissores de SO ₂ em embalagens de alimentos libera dióxido de enxofre (SO ₂) de forma controlada, atuando como um agente antimicrobiano que inibe o crescimento de micro-organismos responsáveis pela deterioração dos alimentos.

Fonte: Elaborado a partir de Sarantópoulos e Moraes, 2009.

4 Embalagens Inteligentes na Indústria de Alimentos

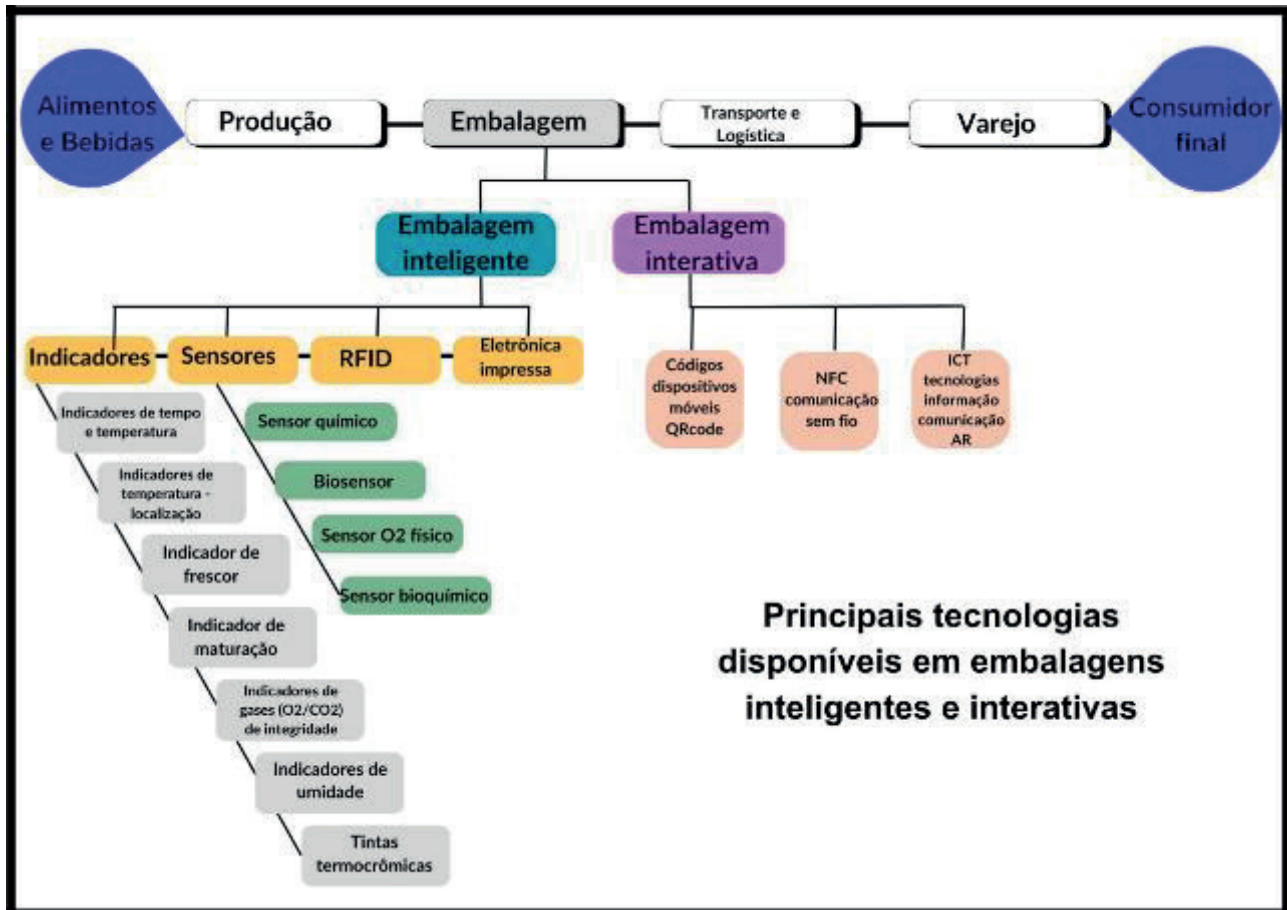
Este capítulo discute as embalagens inteligentes no setor alimentício, enfatizando suas inovações tecnológicas e o efeito benéfico na manutenção da qualidade e segurança dos produtos, além de aprimorar a experiência do cliente ao longo da cadeia de abastecimento.

4.1. Definição e Funcionamento

A figura do Quadro 3, destaca tecnologias de embalagens inteligentes e interativas para alimentos e bebidas, incluindo indicadores, sensores, RFID, eletrônica impressa, QRcodes e comunicação sem fio, que monitoram e transmitem informações sobre a qualidade e integridade do produto até o consumidor final.



Quadro 3. Esquema de embalagens inteligente existentes.



Fonte: Elaborado a partir de Sarantópoulos e Moraes, 2009.

As embalagens inteligentes na indústria de alimentos são projetadas para monitorar e interagir com o ambiente ao seu redor. Elas podem ser equipadas com sensores que detectam gases, umidade e temperatura, permitindo a avaliação contínua das condições do produto. Além disso, as embalagens inteligentes podem incluir indicadores de tempo e temperatura, que alertam os consumidores sobre a qualidade e segurança dos alimentos. (Sarantópoulos, Moraes, 2009, p,5).

Elas também podem ser desenvolvidas com tecnologia de liberação de compostos ativos ou absorção de substâncias indesejadas, contribuindo para a preservação e prolongamento da vida útil dos alimentos (Sarantópoulos, Moraes, 2009, p,4).

4.2 Tecnologias e Recursos Utilizados

No que se refere a aplicações práticas, as embalagens inteligentes têm sido utilizadas em



diversos segmentos da indústria alimentícia. Por exemplo, em produtos frescos, como frutas e verduras, sensores são capazes de monitorar a temperatura e a umidade, garantindo que sejam armazenados nas condições ideais (Teixeira et al., 2021, p. 3).

Da mesma forma, em produtos perecíveis, como carnes e laticínios, o controle das condições internas é essencial para prevenir a deterioração e aumentar a vida útil dos alimentos. Dentro do amplo setor de alimentos, as embalagens inteligentes têm importante na preservação e no monitoramento dos produtos. (Teixeira et al., 2021, p. 5).

Para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos, várias tecnologias e funcionalidades têm sido investigadas nesse setor (Cazal-Ribeiro, 2022, p. 57).

Essa vigilância constante possibilita a detecção precoce de possíveis alterações que possam comprometer a qualidade e a validade dos produtos. Com essa informação em mãos, é possível tomar medidas corretivas de maneira mais ágil, evitando desperdícios e garantindo a segurança dos consumidores (Santos, 2024, p. 16).

Essas tecnologias de rastreabilidade são extremamente úteis, pois garantem que os alimentos sejam transportados e armazenados adequadamente, evitando problemas como contaminação e deterioração (Teixeira et al., 2021, p. 2).

Além disso, é comum encontrar embalagens inteligentes que utilizam sistemas de monitoramento remoto, permitindo que os fabricantes e distribuidores tenham acesso em tempo real às informações relacionadas aos alimentos. Isso é feito por meio de códigos de barras ou tecnologia de identificação por radiofrequência RFID - Radio Frequency Identification (Cavalcanti, Fernandes, 2021, p. 150) que fornecem dados precisos sobre a localização e o estado dos produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos.

Portanto, as embalagens inteligentes têm revolucionado a indústria de alimentos, proporcionando maior segurança e qualidade aos produtos. Graças às tecnologias avançadas e aos sistemas de monitoramento remoto, é possível garantir a integridade dos alimentos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, desde a produção até o consumo final (Teixeira et al., 2021).

Quadro 4. Funcionabilidade de embalagens ativas existentes.

Indicador de prazo de validade	A tecnologia de indicadores de prazo de validade funciona como uma ferramenta visual que monitora a frescura e segurança dos alimentos, mudando de cor ou exibindo sinais quando os produtos atingem limites críticos de temperatura ou tempo, indicando que podem não ser seguros para consumo.
Indicador de temperatura - localização	A tecnologia de indicadores de temperatura atua como um sistema de monitoramento que fornece informações em tempo real sobre as condições térmicas dos alimentos, mudando de cor ou exibindo sinais visuais quando limites de temperatura são ultrapassados, alertando sobre riscos à segurança e qualidade dos produtos.
Indicador de tempo de uso	A tecnologia de indicadores de tempo de uso monitora visualmente a durabilidade e segurança dos alimentos, mudando de cor ou exibindo sinais quando os produtos atingem limites de tempo ou condições ambientais, alertando sobre frescura e qualidade.



Indicador de integridade	Essa tecnologia atua como um sistema de monitoramento que avalia as condições dos alimentos durante armazenamento e transporte, detectando alterações que podem comprometer sua qualidade ou segurança, como variações de temperatura, umidade ou contaminação.
Indicador de tempo temperatura	Um sistema que fornece dados sobre a qualidade e segurança dos alimentos ao longo do tempo, alterando a cor ou exibindo sinais visuais quando os produtos excedem temperaturas ou períodos estabelecidos, alerta os consumidores sobre a frescura e estado do alimento, contribuindo para o consumo seguro.
Indicador de Tintas termocrômicas	A tecnologia de indicadores de tintas termocrômicas utiliza tintas que mudam de cor com variações de temperatura, incorporadas nas embalagens de alimentos para monitorar as condições térmicas dos produtos, ajudando a identificar aqueles que podem não estar em condições ideais para consumo e contribuindo para a redução do desperdício.
Indicador de frescor -	Um sistema visual que monitora a qualidade dos alimentos, alertando os consumidores sobre a frescura, mudando de cor ou exibindo sinais quando os produtos começam a perder qualidade devido a fatores como temperatura e tempo de armazenamento.
Indicador de maturação	A tecnologia desse indicador monitora o estado de maturação de frutas e vegetais, reagindo aos aromas liberados durante o amadurecimento e mudando de cor de vermelho para laranja e, finalmente, amarelo, permitindo que o consumidor escolha o grau de maturação conforme sua preferência.

Fonte: Elaborado a partir de Sarantópoulos e Moraes, 2009.

5 Impactos Legais, Econômicos e Ambientais

O uso de embalagens ativas e inteligentes na indústria de alimentos tem impactos significativos do ponto de vista econômico e ambiental. Em termos econômicos, os custos iniciais de implementação dessas tecnologias podem ser consideráveis, devido ao investimento em materiais e equipamentos adequados, além do treinamento da equipe. No entanto, os benefícios a longo prazo incluem a redução de desperdícios e perdas, o aumento da vida útil dos produtos e a possibilidade de precificação diferenciada (Nascimento, et al., 2021, p. 1321).

Sob o aspecto ambiental, embalagens ativas e inteligentes podem ajudar a reduzir consideravelmente o desperdício de alimentos ao aumentar significativamente a durabilidade dos produtos, além de contribuir de forma decisiva para a diminuição expressiva do impacto ambiental ao permitir o desenvolvimento inovador de embalagens extremamente sustentáveis e a redução efetiva do uso excessivo de conservantes prejudiciais à saúde e ao meio ambiente (Sá, 2021, p. 4).

5.1 Custos e Benefícios

Ao analisar os custos e benefícios do uso de embalagens ativas e inteligentes na indústria de alimentos, é essencial considerar diferentes aspectos. Os custos envolvidos incluem não apenas



os gastos iniciais com equipamentos e materiais, mas também eventuais custos operacionais, como manutenção e reposição de tecnologias (Cavalcanti, Fernandes, 2021, p. 149).

Por outro lado, os benefícios são diversos, como a redução de perdas e desperdícios, a melhoria da segurança alimentar, a diferenciação no mercado e a possibilidade de ampliar a vida útil dos produtos (Teixeira et al, 2021, p. 5). Além disso, o uso dessas embalagens pode abrir novas oportunidades de negócios e parcerias, gerando retorno financeiro a médio e longo prazo.

5.2 Desafios e Limitações

Examinando os desafios e limitações das embalagens ativas e inteligentes na indústria alimentícia, abordando questões como custos, regulamentações, aceitação do consumidor e a necessidade de inovação contínua para garantir eficácia e sustentabilidade.

5.2.1 Barreiras Regulatórias

As embalagens ativas e inteligentes na indústria alimentícia enfrentam barreiras regulatórias relacionadas à segurança alimentar, rotulagem e comercialização. No que diz respeito às embalagens ativas e inteligentes no Brasil, ainda não há uma legislação específica para essas tecnologias no setor de alimentos. No entanto, a Lei nº 9.782/1999, que institui o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece no artigo 8º que a ANVISA deve regular e controlar produtos e serviços que possam representar risco à saúde pública, incluindo alimentos. A agência tem como atribuições promover ações de vigilância sanitária para garantir a qualidade e segurança dos produtos, estabelecer normas e padrões para fabricação, comercialização e uso, e realizar inspeções para garantir o cumprimento das normas. Assim, é indispensável observar as diretrizes regulatórias definidas pela ANVISA para garantir a segurança dos alimentos e proteger os consumidores (Brasil, 1999).

Normas e regulamentações específicas para embalagens ativas e inteligentes ainda estão em fase de desenvolvimento e implementação, o que pode dificultar a aceitação e adoção em larga escala. Além disso, a necessidade de comprovação científica da eficácia e segurança dessas embalagens, juntamente com a diversidade de legislações em diferentes países, impõe desafios significativos para a padronização e regulamentação desse tipo de tecnologia na indústria alimentícia (Carolino, 2020, p. 83)

5.2.2 Tendências Futuras e Inovações

Do ponto de vista tecnológico, as empresas enfrentam uma série de desafios significativos relacionados ao desenvolvimento contínuo de novas tecnologias, com o objetivo principal de garantir a máxima estabilidade e eficácia das embalagens ativas e inteligentes empregadas em



seus produtos. Esses desafios demandam uma abordagem inovadora e proativa, impulsionada por pesquisas meticulosas e desenvolvimento científico, a fim de aprimorar constantemente as capacidades e funcionalidades das embalagens utilizadas (Silva, 2022, p. 24).

Com a rápida evolução das tecnologias modernas, as empresas precisam se manter atualizadas e adaptadas às demandas em constante mudança do mercado, buscando incessantemente soluções avançadas e eficientes para oferecer produtos de qualidade excepcional aos consumidores finais (Nascimento, et al., 2021, p. 1322). Conseqüentemente, a falta de padronização e legislações específicas em alguns países pode se tornar um desafio significativo para a implementação bem-sucedida dessas tecnologias inovadoras na indústria de alimentos (Carolino, 2020, p. 84). Assim, é importante buscar soluções criativas e estratégias eficientes para superar esses obstáculos e promover a adoção dessas tecnologias em todo o setor alimentício.

Conclusão

Embalagens ativas e inteligentes são essenciais na indústria alimentícia, oferecendo benefícios como aumento da vida útil dos produtos e redução do desperdício alimentar, além de garantir a segurança dos alimentos. Elas também contribuem para a preservação ambiental ao utilizar materiais de forma eficiente e reduzir o consumo de energia.

No entanto, a adoção dessas tecnologias enfrenta desafios, como barreiras regulatórias e altos custos de implementação. Apesar disso, as inovações contínuas indicam que essas embalagens serão cada vez mais relevantes, impulsionando o desenvolvimento sustentável e a competitividade das empresas no mercado alimentício.

A atuação do farmacêutico é essencial, para garantir a segurança na implementação pesquisa e criação de novos materiais e compostos que aprimorem a eficiência das embalagens, fomentando a sustentabilidade e a diminuição do descarte. Devendo assegurar que as tecnologias empregadas nas embalagens não só mantenham a qualidade e a segurança dos produtos, mas também cumpram as normas de saúde e segurança alimentar.

Portanto, é essencial que as empresas estejam atentas às constantes mudanças e investimentos nesse segmento, a fim de se manterem competitivas e alinhadas com as necessidades do mercado.

Referências

- BRASIL. Lei n.º 9.782 de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 27 jan. 1999.
- CAROLINO, J. Tendência tecnológica em embalagens ativas e inteligentes. Tese. Rio de Janeiro, p. 1-167., 2020.
- CAVALCANTI, W., M.; FERNADES, M., A. Tecnologias emergentes: Sistemas baseados em radiofrequência (RFID) para gestão de estoques. ResearchGate. C. 10, p. 147-157. 2021.



CAZAL-RIBEIRO, T. R. P. O impacto dos elementos da embalagem na avaliação do caráter sustentável do produto pelos consumidores. Dissertação. Universidade Católica Portuguesa. Lisboa, p. 1-235., 2022.

GOMES, A., F., A., C. Design de embalagens sustentáveis para brinquedos. Universidade Tecnica de Lisboa. Lisboa, p. 9-199., 2010.

HENDESSI, S., et al. Revestimentos antibacterianos de liberação sustentada de nanotubos de haloisita/poliuretanos à base de água. Elsevier. Turquia, v. 101, p. 253-261., 2016.

MACIEL, V., B., V. et al. Sistemas Inteligentes de embalagens utilizando filmes de quitosana como indicador colorimétrico de temperatura. Polímeros. Campinas, v.22, n. 4, p.318-324, 2012.

MACHADO, R. A.; SANTOS, E. M. P. Inovações tecnológicas em embalagens de produtos de origem animal: Embalagens inteligentes e ativas. Revista Ibero- Americana. São Paulo, v. 1, n. 1., p. 370- 377., 2023.

NASCIMENTO, S. S.; DELFINO, A. V.; ABREU, F. C.; SANTOS, D. M. Prospecção tecnológica sobre embalagens ativas para alimentos. Caderno de Prospecção. Salvador, v. 14, n.4., p. 1310-1325., 2021.

ROSSETO, M. et al. Adição de compostos bioativos em embalagens alimentícias ativas e inteligentes: tendências, avanços e desafios. Compostos Bioativos e suas Aplicações. p. 252-280., Capítulo 12, 2021.

SANTOS, F., G., S. Aplicação da ferramenta observação de qualidade em agroindústria de processamento de milho. Monografia. Instituto Federal. Rio Verde, p. 1-36., 2024.

SARANTÓPOULOS, C., I., G. L.; MORAES, B., B. Embalagens ativas e inteligentes para frutas e hortaliças. Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo, v. 21 n. 1 p. 1-7, 2009.

SILVA, L., M., A., M. A embalagem como um pensamento: da utilidade ao prejuízo ambiental em uma perspectiva da complexidade. Dissertação. Universidade Católica de Brasília (UCB). Brasília, p. 1-95.,2022.

OLIVEIRA, P., R. Modificação de nanopartículas do grupo caulim com óleos essenciais e aplicação em embalagens ativas à base de poli(hidroxibutirato-co- hidroxivalerato). Universidade Federal de Santa Catarina. Blumenau, p. 1-108. 2022.

TEIXEIRA, S., C.; SOARES, N., D., F., F.; STRINGHETA, P., C. Desenvolvimento de embalagens inteligentes com alteração colorimétrica incorporadas com antocianinas: uma revisão crítica. Brazilian Journal of Food Technology. Campinas, v. 24, p. 1- 11., 2021.