

Levantamento de Patentes e Científico de Embalagens Ativas para Aplicações Alimentícias

Autores: Lima, Pâmela Leal ^{1,2,3}; Ribeiro, Ester Cardoso ^{1,2,3}; Soares, Katielle Jesus ^{1,2,4}; Gonzaga, Fabiany Cruz ^{1,2,5}

1. *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB/Itapetinga)*
2. *Grupo de Pesquisa em Inovação Química (GPEIQ/UESB)*
3. *Discente do Curso de Bacharelado em Química com Atribuições Tecnológicas (UESB)*
4. *Discente do Curso de Licenciatura em Química (UESB)*
5. *Departamento de Ciências Exatas e Naturais (DCEN/UESB)*

Palavras-Chave: Prospecção Tecnológica; Biodegradável; Embalagens

Introdução

As embalagens são importantes para as indústrias de alimentos por serem utilizadas para proteger os alimentos de contaminações químicas e biológicas, danos físicos e para prolongar sua vida útil. Assim, tornou-se necessária a busca por novas tecnologias de embalagens com o intuito de garantir maior vida útil dos produtos e com menor impacto ambiental (Araújo, 2019; Alves, 2020).

Filmes plásticos flexíveis multicamadas podem ser utilizados como embalagens termoformadas de produtos alimentícios à base de carne. Para esta aplicação, é necessário que apresentem especificações técnicas de média ou alta barreira ao oxigênio, dependendo das características do produto a ser embalado, para evitar sua contaminação e risco à saúde humana durante seu tempo de prateleira. No entanto, o processo de termoformação altera as características dos filmes (Naime, 2010).

Uma das formas de conversão dos filmes em embalagens é o processo de termoformação. Por exemplo, no setor de embalagens termoformadas de salsichas, o filme de fundo é normalmente aquecido por um determinado tempo e, através de um molde perfurado, é então moldado pela ação de vácuo, obtendo-se assim o formato adequado para receber o produto. Posteriormente, este filme de fundo, já termoformado e com o produto, é selado com um filme de tampa plano, seguido de extração de ar e formação de vácuo (Wirtz, 2002).

O processo de termoformação pode ter alta produtividade e ser muito flexível. As metas de desenvolvimento assumidas pelos fabricantes de máquinas para termoformação são variadas e incluem adaptação do porte dos equipamentos aos requisitos de mercado e melhoria de sua reprodutibilidade, ciclos mais rápidos e tempos prolongados de operação contínua (Bourgin; Cormeau; Saint-Martin, 1995).

As embalagens ativas incluem materiais que podem liberar ou absorver substâncias, atuando diretamente na conservação dos alimentos. Entre as inovações recentes, destacam-se os filmes que incorporam agentes antimicrobianos e antioxidantes, capazes de prevenir o crescimento de microrganismos ou retardar processos oxidativos, prolongando assim a durabilidade dos alimentos (Naime, 2010). O uso de matérias-primas naturais e renováveis para a produção

dessas embalagens tem se mostrado uma tendência promissora, uma vez que alia eficiência na preservação dos alimentos com a redução do impacto ambiental causado pelo descarte de plásticos convencionais (Moraes et al., 2007).

As embalagens plásticas apresentam características atraentes para o mercado, pois são leves, resistentes e apresentam propriedades de barreira; podem ser utilizadas para embalar frutas e legumes, potes de iogurte, carnes, entre outros alimentos (Plasticseurope, 2016). Esse material é constituído de várias cadeias chamadas de polímeros e de pequenas moléculas chamadas de monômeros (Hahladakis; Lacovidou, 2018).

Em sua pesquisa, Fang et al. (2017) discute a utilização de embalagens ativas na indústria cárnea, ressaltando que os sistemas mais utilizados são embalagens ativas antimicrobianas, antioxidantes e emissoras. Devido às suas propriedades intrínsecas, a carne fica vulnerável ao ataque de microrganismos. Agentes antimicrobianos como íons de prata, dióxido de cloro e carbono são algumas das substâncias utilizadas, que evitam o ataque desses microrganismos ao alimento, consequentemente retardando sua deterioração.

Naime (2010) observa que o desenvolvimento de embalagens ativas é uma resposta às demandas do consumidor moderno, que busca não apenas a qualidade dos produtos, mas também o compromisso das empresas com a sustentabilidade. Assim, o avanço nessa área pode representar um diferencial competitivo significativo, ao mesmo tempo em que contribui para a mitigação dos impactos ambientais associados aos resíduos de embalagens.

A embalagem inteligente tem o objetivo de proteger e conservar as características do produto, sendo amplamente utilizada em produtos hortícolas (Lydekaityte; Tambo, 2020). Os indicadores utilizados incluem código de barras, Indicador de Tempo-Temperatura (TTI), Identificação por Radiofrequência (RFID), indicador de coloração, índice de repetição e indicador de frescor, com destaque para o TTI e RFID, que são os mais utilizados (Sobhan, 2021).

Dessa forma, o levantamento de patentes e de artigos visa uma busca na inovação tecnológica, mapeando as principais tendências tecnológicas e identificando as matérias-primas e processos de fabricação mais promissores para embalagens ativas voltadas para o setor alimentício. Ademais, este trabalho visa fornecer informações valiosas para a indústria alimentícia, contribuindo para a criação de embalagens que atendam às demandas por maior segurança, preservação e sustentabilidade, possibilitando identificar oportunidades de desenvolvimento de novos materiais.

Material e Métodos

2.1- Prospecção Tecnológica

A pesquisa foi baseada na metodologia desenvolvida por Silva e Gonzaga (2020) e realizada ao longo do primeiro trimestre de 2024. Utilizou-se o banco de dados denominado Espacenet, escritório europeu de buscas de patentes, com acesso a 277 documentos. Desse modo, sua abordagem é de caráter quali-quantitativa, buscando mapear tecnologias geradas com o tema definido. Na figura 1, são demonstrados os passos do processo metodológico aplicado.

Figura 1: Descrição do processo metodológico utilizado no estudo prospectivo.



Fonte: Elaborado pelo Autores (2024).

A pesquisa utilizou o sistema de classificação de patentes cooperativas (CPC) com o código C08L e as palavras-chaves: “packaging, Biodegradable, antimicrobial, Antioxidant”, buscadas em inglês para abranger amplamente o campo de pesquisa. O código “C08L” significa os “componentes orgânicos macromoleculares”. Para garantir a precisão do método, o CPC e as palavras-chaves foram inseridas como "C08L 'AND' packaging AND' Biodegradable, 'AND' antimicrobial, 'AND' Antioxidant ". Foram identificadas 277 patentes, permitindo avaliar a progressão tecnológica, os países depositantes, as empresas aplicantes e as aplicações tecnológicas. Uma análise da progressão tecnológica foi realizada no período de 2014 a 2024, com foco nos últimos 10 anos, devido ao grande número de patentes. Com base nos dados coletados, foi realizada uma análise quantitativa com o objetivo de mapear as tecnologias desenvolvidas e identificar possíveis tendências. Esse processo envolveu a definição do escopo dos dados, a organização e categorização por meio de códigos e palavras-chave, a pesquisa e coleta de dados, bem como o tratamento das informações utilizando o software Microsoft Excel®. As informações patentárias foram baixadas, e os resultados das novas tecnologias foram quantificados para uma melhor compreensão das inovações emergentes no campo.

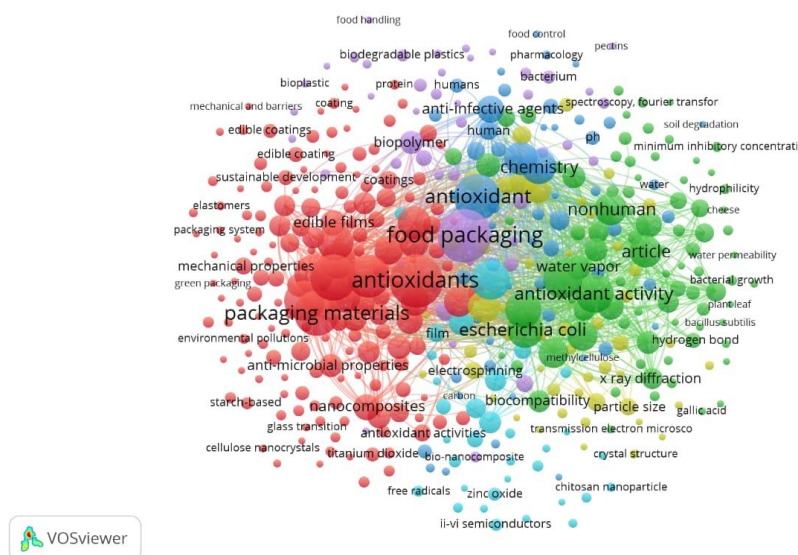
2.2- Monitoramento Científico

O levantamento para a realização do mapa bibliométrico via Vosviewer foi baseado na metodologia de Van Eck & Waltman (2010). Essa abordagem é utilizada para visualizar e analisar a estrutura de uma determinada área do conhecimento com base em dados bibliográficos, identificando correlação entre artigos, palavras-chaves, autores conectados por meio de citações, além de verificar tendências e áreas emergentes em um campo da ciência. Desse modo, foi utilizado o banco de dados Scopus-Elsevier, onde foram pesquisados artigos com as mesmas palavras-chaves usadas para o monitoramento patentário, para melhor comparação dos dados, “packaging 'AND' Biodegradable, 'AND' antimicrobial, 'AND' Antioxidant ". Após realização do download dos artigos, os documentos foram importados para o Vosviewer, versão 1.6.11, que permite a construção e visualização de redes, gerando o mapa bibliométrico.

Resultados e Discussão

No monitoramento científico, ao realizar a pesquisa foram encontrados 614 artigos onde utilizou-se palavras-chaves: “*packaging, biodegradable, antimicrobial, antioxidant*”, onde foi feito um mapa bibliométrico (figura 1). Através deste mapa bibliométrico pode-se observar que essas palavras-chave estão fortemente interconectadas, indicando uma tendência de pesquisa focada no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis com propriedades antimicrobianas e antioxidantes.

Figura 1: A análise de dados utilizando o VosViewer revela as palavras-chave mais frequentes, permitindo identificar padrões relevantes no tratamento de informações.



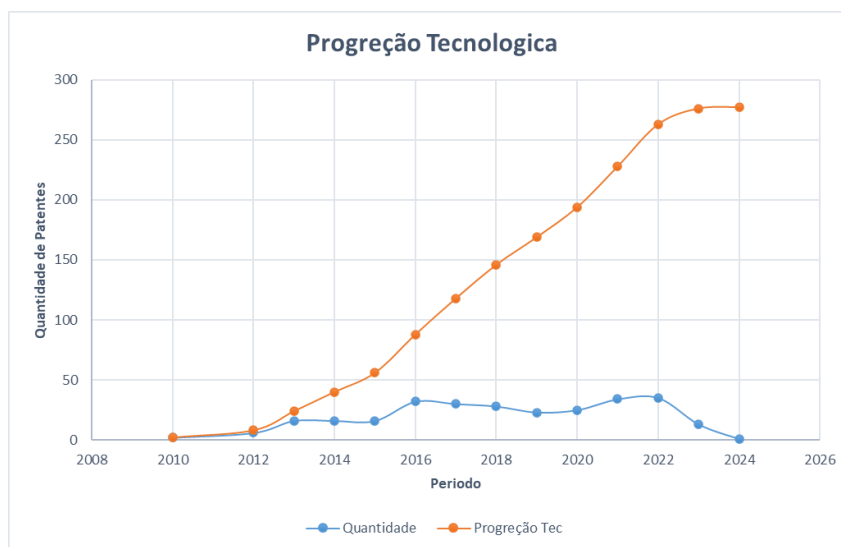
Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

O mapa bibliométrico (**Figura 1**) revela clusters de palavras relacionadas, sugerindo diferentes áreas de aplicação e enfoque dentro deste campo. Um dos principais clusters pode estar associado à investigação de materiais sustentáveis para embalagens, enquanto outros podem explorar compostos naturais com propriedades ativas (antimicrobianas e antioxidantes). Através desse mapeamento, percebe-se a relevância crescente de soluções ecológicas e funcionais no setor de embalagens, o que reflete uma preocupação global com a sustentabilidade e a segurança alimentar.

Através do monitoramento patentário, ao realizar a pesquisa foram encontradas 277 patentes onde utilizou-se as palavras-chave: “*packaging, biodegradable, antimicrobial, antioxidante*”. Logo após, foi separado nos seguintes assuntos: progressão tecnológica, países depositantes,

empresas aplicantes e aplicações tecnológicas, para quantificar e analisá-los. Como se pode observar na Figura 2, o número de patentes resultantes da prospecção tecnológica comparando seu desenvolvimento desde 2014 até 2024.

Figura 2: Progressão Tecnológica, relação entre o número de patentes entre 2014 a 2024 e os países depositantes



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

O aumento significativo no número de patentes relacionadas a embalagens biodegradáveis, antimicrobianas e antioxidantes reflete uma tendência global crescente em busca de soluções sustentáveis para o mercado de embalagens, impulsionada por fatores ambientais, regulatórios e mercadológicos. O período entre 2014 e 2024 marca uma fase crítica para o desenvolvimento dessas tecnologias, especialmente à medida que as preocupações com o impacto ambiental do plástico convencional se intensificaram. Estudos apontam que o plástico tradicional representa uma grande parcela dos resíduos sólidos urbanos, com tempos de degradação extremamente longos, contribuindo para poluição de solos e oceanos (Nair et al., 2020). Em resposta a essas questões ambientais, a indústria de embalagens tem investido em alternativas biodegradáveis, que se degradam mais rapidamente no meio ambiente, minimizando os danos ecológicos. As patentes nessas áreas estão em alta, pois as empresas e os institutos de pesquisa buscam desenvolver materiais com propriedades semelhantes ao plástico tradicional, mas com um impacto ambiental reduzido.

Além disso, embalagens com propriedades antimicrobianas e antioxidantes têm ganhado relevância significativa. O aumento da demanda por segurança alimentar, a redução do uso de conservantes artificiais e a extensão da vida útil dos produtos são impulsionadores chave para o crescimento desse setor (Sorrentino et al., 2021). Essas embalagens inteligentes não apenas protegem o alimento da contaminação microbiana, mas também são projetadas para monitorar as condições do produto, criando soluções inovadoras para os desafios logísticos e de distribuição.

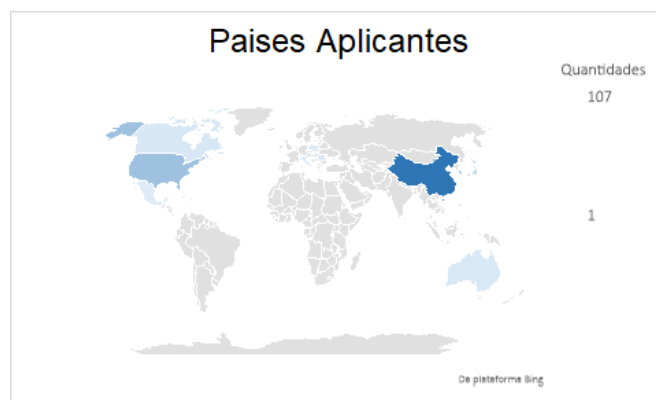
As regiões que mais têm contribuído para esse avanço incluem Europa, Estados Unidos e China, com um número elevado de patentes depositadas nesses locais. A União Europeia, por exemplo, implementou regulamentações rigorosas quanto à redução do uso de plásticos de uso único, o que tem incentivado a inovação nesse campo (European Commission, 2018). Paralelamente, empresas multinacionais no setor de alimentos e bebidas têm investido em pesquisa e desenvolvimento de novas embalagens que possam atender à crescente demanda dos consumidores por produtos mais sustentáveis (Chaudhary & Teotia, 2018).

A combinação desses fatores de pressão regulatória, demanda do consumidor e necessidade de inovação sustentável tem levado a um aumento substancial no número de patentes relacionadas a embalagens biodegradáveis e funcionais. A corrida para criar materiais que sejam simultaneamente eficientes, seguros e ecologicamente corretos têm moldado as tendências de inovação tecnológica no setor de embalagens, o que explica o aumento no número de patentes ao longo dos últimos anos.

De acordo com a Figura 3, a China se destaca como o principal país depositante de patentes, com um total de 107 depósitos, refletindo seu papel dominante na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas a embalagens biodegradáveis e antimicrobianas. Seguem-se os Estados Unidos da América, com 39 patentes, demonstrando o forte interesse e investimento na inovação sustentável por parte de empresas norte-americanas. A Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI) também desempenha um papel importante, com 44 depósitos, o que indica a globalização e o compartilhamento de tecnologias por meio de parcerias internacionais.

Outro destaque relevante é a República da Coreia, que contribui com 27 patentes depositadas, consolidando-se como um importante ator no cenário de desenvolvimento de materiais inovadores. O Japão, tradicionalmente reconhecido por suas inovações tecnológicas, aparece com um total de 15 patentes, o que sinaliza sua atuação na criação de soluções avançadas para embalagens sustentáveis.

Figura 3: Países Aplicantes referente a utilização de embalagens biodegradáveis com características antioxidantes e antimicrobianas.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2024)

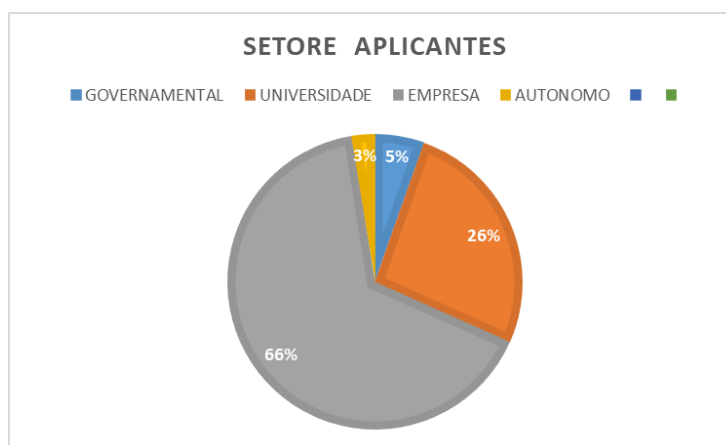
Além desses países, a Organização Europeia de Patentes também se apresenta como uma fonte significativa de inovação, com 11 depósitos. Isso reflete o crescente compromisso da Europa com a sustentabilidade e a economia circular, em consonância com as regulamentações rigorosas estabelecidas pela União Europeia para o setor de embalagens e a redução do uso de plásticos. O aumento significativo no número de patentes depositadas pela China, especialmente no campo das embalagens ativas e biodegradáveis, está diretamente relacionado a uma série de fatores econômicos, ambientais e tecnológicos. A China é hoje a maior produtora e consumidora de plásticos do mundo, o que resulta em um enorme acúmulo de resíduos

plásticos. Esse problema ambiental grave levou o governo chinês a implementar políticas mais rígidas para a redução de resíduos, incentivando o desenvolvimento de materiais sustentáveis e inovações em embalagens. Além disso, o crescimento econômico rápido e o foco em pesquisa e desenvolvimento tecnológico posicionaram a China como um líder global em inovação, especialmente em tecnologias verdes (Xie; Huang, 2021).

Outro fator importante é o apoio governamental Chinês à pesquisa e à inovação. A China possui uma estrutura política e econômica que favorece o investimento massivo em ciência e tecnologia, com incentivos fiscais e subsídios para empresas que desenvolvem tecnologias sustentáveis, o que tem estimulado o aumento de patentes. Em contraste, os Estados Unidos, apesar de sua forte tradição em inovação, têm enfrentado mais desafios regulatórios e uma abordagem menos centralizada em termos de políticas ambientais e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis (Smith; Jones, 2020).

O Brasil, por outro lado, apresenta um número significativamente menor de patentes nessa área, o que pode ser explicado por diversos fatores. Primeiramente, a falta de incentivos e investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento no setor de embalagens ativas limita o avanço tecnológico no país. O Brasil, apesar de possuir uma grande biodiversidade e potencial para o desenvolvimento de embalagens sustentáveis com base em compostos naturais, ainda carece de políticas públicas robustas e financiamento direcionado à inovação tecnológica (Souza Pereira, 2021). Além disso, o processo de patenteamento no Brasil é mais lento e burocrático, o que pode desestimular empresas e pesquisadores a investir no desenvolvimento de novas tecnologias (Andrade; Alves, 2019).

Figura 4: Setores aplicantes das patentes encontradas no período de 2014-2024 referente a utilização de embalagens biodegradáveis.



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

A análise da Figura 4 revela que o setor governamental, com 13 aplicantes, desempenha um papel relevante ao promover inovações que visam o interesse público, muitas vezes por meio de políticas de incentivo à pesquisa e desenvolvimento (P&D). Ainda que a quantidade de patentes governamentais seja menor em comparação aos outros setores, a sua participação é fundamental para impulsionar áreas tecnológicas estratégicas (Silva, 2024).

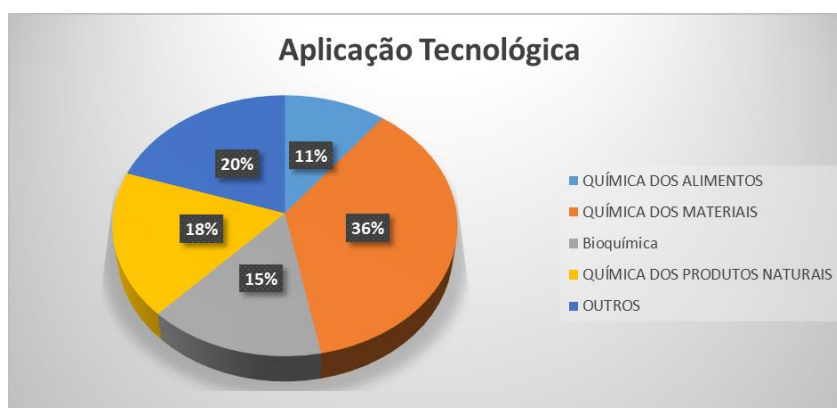
Por outro lado, as universidades representam um dos maiores grupos de aplicantes, com 63 registros. Este dado destaca a capacidade do meio acadêmico em transformar pesquisas científicas em inovações tecnológicas com aplicações práticas. As universidades são responsáveis por grande parte do avanço em ciência e tecnologia, e sua contribuição na geração de patentes reflete a importância do conhecimento acadêmico no processo de inovação (Silva, 2024).

As empresas, com 158 aplicantes, lideram em termos de registro de patentes, o que evidencia o interesse do setor privado em proteger suas inovações e manter sua competitividade no mercado. Este domínio por parte das empresas demonstra o forte vínculo entre pesquisa, desenvolvimento e comercialização de novos produtos, principalmente em setores com alta demanda por inovação, como o de cosméticos e embalagens ativas (Silva, 2024).

O grupo de autônomos, com 6 aplicantes, embora pequeno, mostra que indivíduos e pequenos empreendedores também têm espaço na criação de inovações. A presença de inventores independentes revela a diversidade de fontes de inovação no cenário tecnológico atual, onde mesmo fora das grandes corporações ou instituições de ensino, há contribuições relevantes (Silva, 2024).

As embalagens ativas são aplicadas em diversos setores que demandam a conservação e proteção de produtos sensíveis ao ambiente. De acordo com as análises dos aplicantes tecnológicos das patentes estudadas (Figura 5), os principais setores depositantes de patentes incluem o setor alimentício, farmacêutico, cosmético e médico. Cada um desses setores se beneficia de maneira distinta das tecnologias de embalagens ativas, conforme suas necessidades específicas de prolongamento da vida útil, segurança e sustentabilidade.

Figura 5. Principais setores de aplicação de patentes referente a utilização de embalagens biodegradáveis com características antioxidantes e antimicrobianas.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2024)

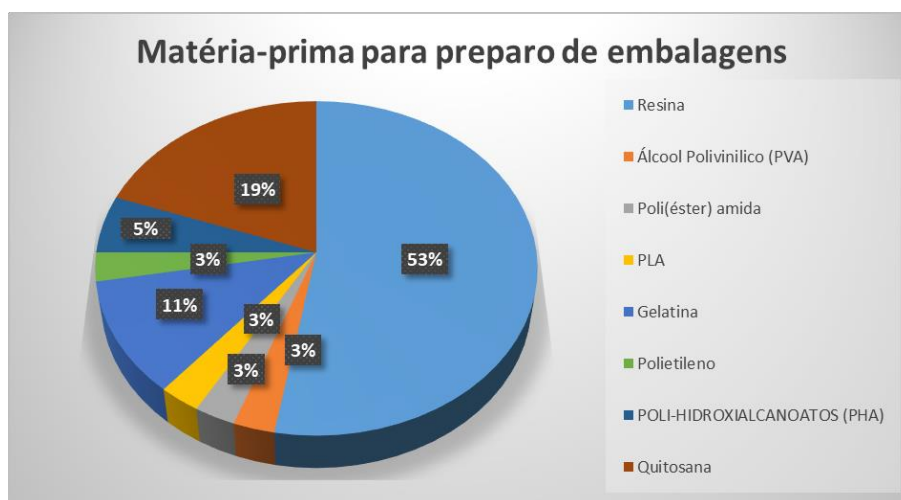
O setor alimentício é o maior depositante de patentes relacionadas a embalagens ativas, representando uma significativa parcela das inovações tecnológicas. Isso se deve à necessidade de aumentar a vida útil dos produtos perecíveis, como frutas, vegetais, carnes e peixes. A aplicação de embalagens com propriedades antimicrobianas, absorvedoras de oxigênio e reguladoras de umidade ajuda a manter a qualidade dos alimentos por mais tempo, evitando o desperdício (Restuccia et al.2010), o mercado global de embalagens ativas no setor alimentício tem crescido significativamente devido à crescente demanda por alimentos frescos e prontos para o consumo, especialmente em ambientes urbanos e globalizados, onde a distância entre o ponto de produção e o consumo final é maior.

Além disso, o setor farmacêutico e cosmético destaca-se pela busca de tecnologias de embalagem que garanta a estabilidade e eficácia de seus produtos, que muitas vezes são sensíveis a variações de temperatura, umidade e luz. O uso de embalagens com controladores de gases e barreiras contra contaminantes se torna crucial para preservar as propriedades dos medicamentos e produtos cosméticos. O setor médico, por sua vez, apresenta uma demanda crescente por embalagens que garantam a esterilidade de produtos descartáveis, como seringas, curativos e equipamentos cirúrgicos. A inovação em embalagens ativas nesse setor contribui para a segurança dos pacientes, reduzindo o risco de infecções hospitalares (Smith,2012). As

embalagens ativas desempenham um papel essencial no atendimento às demandas de diversos setores. No entanto, o setor alimentício se sobressai como o principal responsável pelas inovações, seguido de perto pelos setores farmacêutico, cosmético e médico, cada um aplicando essas tecnologias de acordo com suas necessidades específicas de conservação e proteção.

As soluções filmogênicas possuem três componentes principais: o ativo fármaco, o polímero formador de filme e o(s) solvente(s) (Frederiksen *et al.*, 2016). De acordo com a figura 6, os principais polímeros formadores de embalagens biodegradáveis citadas nas patentes estudadas, são as resinas (53%), quitosana (19%), e a gelatina (11%).

Figura 6. Principais matérias-primas para preparo de embalagens biodegradáveis com características antioxidantes e antimicrobianas.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2024)

O maior número de patentes depositadas citam a resina como principal fonte polimérica para produção de embalagem se deve a sua semelhança ao polietileno, que quando modificadas com aditivos específicos, oferecem soluções avançadas para embalagens ativas. Elas não apenas protegem o conteúdo contra fatores físicos e químicos, mas também proporcionam funcionalidades que melhoram a conservação e a segurança dos produtos embalados. A versatilidade dos filmes de embalagem de resina, combinada com a tecnologia ativa, representa um avanço significativo no setor de embalagens, permitindo uma gestão mais eficaz da qualidade e da durabilidade dos alimentos (Morris E Evans, 2013). Já a quitosana possui um número expressivo de patentes devido a sua aplicabilidade direta sobre produtos alimentícios ou utilizados como camadas em embalagens. A quitosana ajuda a criar uma barreira contra umidade e oxigênio, além de liberar compostos antimicrobianos que inibem o crescimento de microrganismos (Muzzarelli, 2014). A gelatina também possui um número significativo de patentes que corrobora com o relato de Moraes M.F (2020) onde explica que os filmes feitos de gelatina podem ser aplicados como revestimentos ou usados sozinhos para embalar produtos alimentícios. Eles oferecem uma barreira eficaz contra a umidade e podem ser formulados para liberar agentes antimicrobianos e antioxidantes que ajudam a prolongar a vida útil dos alimentos.

Outros polímeros são citados no monitoramento de patentes, mas não possui um número significativo e expressivo, demonstrando que apesar da versatilidade, resistência e ampla aplicabilidade, os setores industriais e de pesquisas estão em busca de novas alternativas para produção de embalagens ativas visando suas propriedades específicas e como elas atendem às necessidades do produto embalado e aos objetivos de embalagem ativa.

Conclusões

O estudo realizado evidencia o crescimento significativo das pesquisas e desenvolvimento de embalagens biodegradáveis com propriedades antimicrobianas e antioxidantes, como demonstrado tanto pelo mapeamento bibliométrico quanto pela análise de patentes. O mapeamento bibliométrico demonstrou uma forte interconexão entre as embalagens com as propriedades antimicrobianas e antioxidante, evidenciando que o assunto tem ganhado espaço da ala acadêmica, assim como, destacando a tendência global em soluções sustentáveis para embalagens. As patentes relacionadas também mostraram um aumento expressivo entre 2014 e 2024, com um foco geográfico em países como China, Estados Unidos e União Europeia, que lideram na inovação tecnológica.

O setor alimentício emergiu como o principal beneficiário das embalagens ativas, seguidos pelos setores farmacêutico, cosmético e médico. O uso de polímeros como resinas, quitosana e gelatina, conforme evidenciado no monitoramento patentário, demonstra uma busca contínua por materiais que ofereçam uma combinação de sustentabilidade e funcionalidade, prolongando a vida útil dos produtos e garantindo sua integridade. Este crescimento é impulsionado pela demanda por produtos que atendam a critérios rigorosos de segurança alimentar, bem como pela necessidade de mitigar o impacto ambiental dos resíduos plásticos. Desse modo, as embalagens ativas e biodegradáveis não apenas respondem às demandas do mercado e ambientais, mas também refletem um compromisso crescente com a inovação sustentável. A integração dessas tecnologias no mercado de embalagens representa um avanço significativo em termos de conservação, segurança e impacto ambiental, reforçando o papel crucial da inovação na promoção de uma economia mais verde e circular, demonstrando que ainda é uma área que ainda está a ser explorada.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), e ao Grupo de Pesquisa em Inovação Química (GPEIQ).

Referências

AIR, R.; OJHA, A.; VARGHESE, S. et al. Biodegradable and Compostable Packaging Materials: Environmental and Regulatory Considerations. *Journal of Cleaner Production*, 2020.

ALVES, Juliana J. S. *Desenvolvimento De Embalagem Ativa Antimicrobiana Com A Incorporação De Extrato De Abricó (Mammea americana L.)*. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG; 2020.

ARAÚJO, L. O. *Embalagens ativas: síntese de filmes antimicrobianos à base de polietileno de baixa densidade e zeólita contendo prata*. 2019, 62 p. Tese (Mestrado em química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2019.

ANDRADE, S., & Alves, J. (2019). Patentes e Inovação Tecnológica: Desafios e Oportunidades no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, 18(2), 101-119.

Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*, 363(1), 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.07.017>Cierpka, S., Nowacka, M., & Wyrwa, J. (2020). Active and intelligent packaging of cosmetic products. *Processes*, 8(9), 1101. <https://doi.org/10.3390/pr8091101>Silvestre, C., Duraccio, D., & Cimmino, S. (2011).

BOURGIN, P.; CORMEAU, I.; SAINT-MARTIN, T. *J. Mater. Process. Tech.*, 54, p.1, 1995.

CHAUDHARY, N., & Teotia, P. (2018). Trends in Active Packaging: Applications and Innovations. *Packaging Technology and Science*, 31(9), 643-652.

European Commission. *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*. Brussels: European Commission, 2018.

FANG, Z.; BENDER, M.; WANG, S. *Utilização de embalagens ativas na indústria cárnea*. *Food Packaging and Shelf Life*, 2017.

FREDERIKSEN, Kit; GUY, Richard H.; PETERSSON, Karsten. The potential of polymeric film-forming systems as sustained delivery platforms for topical drugs. *Expert Opinion on Drug Delivery*, v. 13, e. 3. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1517/17425247.2016.1124412>

Gaikwad, K. K., Lee, Y. S., & Ko, S. (2018). Innovations in active and intelligent packaging in food sector. *Sustainable Food Processing and Preservation*, 23, 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2017.09.005>

GIACCOi, R., et al. (2017). Active Packaging for Food Applications: Review and Future Prospects. *Food Control*, 79, 184-194.

HAHLADAKIS, J. N.; LACOVIDOU, E. *An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling*. *Journal of Hazardous Materials*, 2018.

LAI, M., et al. (2021). Active Packaging Technologies in the Medical Field: A Review. *Journal of Biomedical Materials Research*, 109(6), 972-989.

LYDEKAITYTE, G.; TAMBO, T. *Packaging and storage solutions for fresh and minimally processed produce*. *Journal of Cleaner Production*, 2020.

MORAES, Allan R. F.; GOUVEIA, L. E. R. et al. *Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano na conservação da manteiga*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, p. 33-36, 2007.

NAIME, R. *Desempenho de Filmes Multicamadas em Embalagens Ativas para Alimentos*. 2010.

PLASTICSEUROPE. *Plastics - the Facts. An analysis of European plastics production, demand and waste data*, 2016.

Restuccia, D., Spizzirri, U. G., Parisi, O. I., et al. (2010). New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food. SORRENTINO, A.; GORRASI, G.; VITTORIA, V. Potential Perspectives of Bio-Nanocomposites for Food Packaging Applications. *Trends in Food Science & Technology*, 2021.

Restuccia, D., et al. (2010). Applications of Active Packaging in the Food Industry. *Journal of Food Science*, 75(4), 321-334.

SILVA, A. (2024). Análise das Patentes de Embalagens Ativas e Biodegradáveis: Tendências e Inovações. *Journal of Packaging Science and Technology*, 27(1), 55-72.

SILVA, J. Distribuição dos Setores Aplicantes de Patentes: Governamental, Universitário, Empresarial e Autônomo. *Revista de Inovação Tecnológica*, 2024.

SILVA, Robson Almeida; GONZAGA, Fabiany Cruz e DE JESUS, Gisele Moraes. Prospective technological and scientific study of antiseptics to prevent the spread of SARS-CoV-2 and other pathogenic viruses. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, ed. 3, v. 30, p. 650-663; 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v50n3.90640>

SILVESTRE, Clara; DURACCIO, Donatella; CIMMINO, Sossio. Food packaging based on polymer nanomaterials. *Progress in Polymer Science*, v. 36, ed.12, p.1766-1782. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2011.02.003>

SOBHAN, A. *Smart Packaging: History, Technologies, and Trends. Trends in Food Science & Technology*, 2021.

SORRENTINO, A., et al. (2021). Advances in Active Packaging Technologies for the Food Industry. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 99-110.

SOUZA, R.; PEREIRA, M. A Sustentabilidade e a Inovação no Brasil: Desafios e Oportunidades. *Revista Brasileira de Inovação*, 2021.

SOUZA, Robson Silva; GONZAGA, Fabiany Cruz e DE JESUS, Gisele Moraes. Prospective technological and scientific study of antiseptics to prevent the spread of SARS-CoV-2 and other pathogenic viruses. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, ed. 3, v. 30, p. 650-663; 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v50n3.90640>

SOUZA, T., & PEREIRA, G. (2021). Desafios e Oportunidades para a Inovação em Embalagens Sustentáveis no Brasil. *Brazilian Journal of Environmental Science*, 22(3), 267-283.

SMITH, J.; JONES, P. Regulatory Barriers and Technological Innovation in the US. *Technology and Society*, 2020.

WIRTZ, J. *Plástico Ind.*, 48, p.88, 2002.

XIE, Q.; HUANG, L. Green Innovation in China: Progress and Challenges. *Journal of Environmental Management*, 2021.

SILVA, Robson Almeida; GONZAGA, Fabiany Cruz e DE JESUS, Gisele Moraes. Prospective technological and scientific study of antiseptics to prevent the spread of SARS-CoV-2 and other pathogenic viruses. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, ed. 3, v. 30, p. 650-663; 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v50n3.90640>