
PERDAS PÓS-COLHEITA E SUSTENTABILIDADE: UMA VISÃO GLOBAL A PARTIR DA PRODUÇÃO ACADÊMICA

POST-HARVEST LOSSES AND SUSTAINABILITY: A GLOBAL VIEW BASED ON ACADEMIC PRODUCTION

HELLEN FRANCIANE GONÇALVES BARBOSA, RAFAEL DE OLIVEIRA
PEDRO

RESUMO

A redução das perdas pós-colheita é uma estratégia crucial para aumentar a disponibilidade de alimentos sem expandir a produção agrícola. Em países em desenvolvimento, onde frutas, vegetais e cereais são perdidos devido a falhas no manejo, infraestrutura precária e falta de conhecimento, aprimorar o gerenciamento pós-colheita é urgente. Este estudo revisa publicações científicas sobre o tema entre 1975 e 2025, analisando volume de artigos, redes de colaboração, periódicos e autores influentes. A análise bibliométrica mostra um crescimento expressivo nas publicações, especialmente a partir de 2006, com um pico de 244 artigos em 2024. Estados Unidos e China lideram a produção científica, com 181 e 174 publicações, respectivamente, enquanto o Brasil ocupa a sexta posição, com 84 trabalhos publicados. Periódicos como *Postharvest Biology and Technology* e *Sustainability Switzerland* destacam-se por concentrarem pesquisas relevantes. Conclui-se que reduzir perdas pós-colheita fortalece a segurança alimentar e promove a sustentabilidade. Para isso, é essencial investir em pesquisa, inovação tecnológica e políticas públicas adaptadas às particularidades de cada região e cultura.

Palavras chave: Perdas pós-colheita; Segurança alimentar; Sustentabilidade agrícola; Tecnologias pós-colheita.

ABSTRACT

Reducing post-harvest losses is a crucial strategy for increasing food availability without expanding agricultural production. In developing countries, where fruits, vegetables, and cereals are lost due to mismanagement, poor infrastructure, and lack of knowledge, improving post-harvest management is an urgent priority. This study reviews scientific publications on the topic from 1975 to 2025, analyzing the volume of articles, collaboration networks, journals, and influential authors. The bibliometric analysis reveals significant growth in publications, particularly since 2006, peaking at 244 articles in 2024. The United States and China lead scientific production, with 181 and 174 publications, respectively, while Brazil ranks sixth with 84 published papers. Journals such as *Postharvest Biology and Technology* and *Sustainability Switzerland* stand out for concentrating relevant research. The findings indicate that reducing post-harvest losses strengthens food security and promotes sustainability. Achieving this goal requires investment in research, technological innovation, and public policies tailored to the specific conditions of each region and culture.

Keywords: Post-harvest losses; Food security; Agricultural sustainability; Post-harvest technologies.

INTRODUÇÃO

A capacidade global de produção de alimentos tem crescido substancialmente desde a Revolução Verde, movimento com o objetivo de aumentar a produção de alimentos, nos anos 1950 (Comin, 2021). Avanços na agricultura moderna incluem novas técnicas de fertilização, irrigação, mecanização e utilização da inteligência artificial contribuem diretamente com a produção de alimentos (Vullaganti et al., 2025). Diversos países passaram por essas transformações, especialmente China, Índia e Brasil, que vem crescentemente adotando tecnologias agrícolas avançadas, como o melhoramento seletivo de culturas (FAO, 2024; Myers et al., 2017; Saha & Schmalzer, 2016).

No entanto, o aumento sem precedentes na produção de alimentos teve um custo para o ambiente e para a saúde humana (Siddique et al., 2021). Além disso, a agricultura utiliza espantosos 50% das terras habitáveis do mundo (Pathania et al., 2020), além de cerca de 70% da água potável (Marques et al., 2022).

Estimativas sugerem que a população mundial aumentará de cerca de 7 bilhões para 9,7 bilhões até 2050 (Falcon et al., 2022; Holt-Giménez et al., 2012). A previsão é que a maior parte desse crescimento populacional ocorra em países em desenvolvimento como o Brasil (Dong et al., 2019). Esse aumento substancial, especialmente em áreas urbanas e mais desenvolvidas, exigirá um aumento de aproximadamente 70% na produção de alimentos.

Várias iniciativas estão em andamento para abordar o desafio de alimentar uma população global cada vez maior. Tradicionalmente, as intervenções agrícolas têm-se concentrado em aumentar a produção alimentar e as receitas para combater a subnutrição e a pobreza (Myers et al., 2017). Embora esta abordagem continue a ser relevante, fica evidente que a pobreza alimentar decorre frequentemente de problemas de acesso, incluindo o poder de compra e a acessibilidade dos alimentos, e não da oferta.

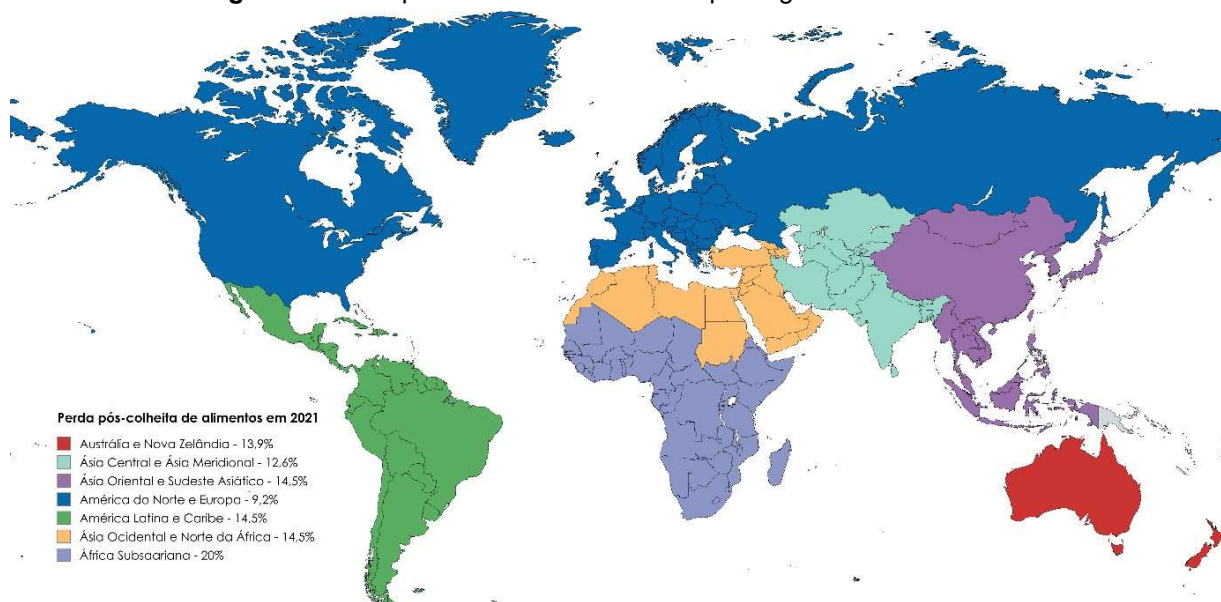
Além do aumento da produção agrícola, outro foco particularmente notável é minimizar as perdas pós-colheita. Essa medida específica se correlaciona positivamente com a proteção de alimentos e a conservação de recursos.

As perdas pós-colheita são uma questão crítica, especialmente diante dos

desafios globais relacionados às mudanças climáticas, crescimento populacional e escassez de recursos. Essas perdas ocorrem em diferentes etapas da cadeia de suprimentos, incluindo colheita, armazenamento, processamento e distribuição, afetando a segurança alimentar, a economia e o meio ambiente.

Países de baixa e média renda são mais afetados pelas perdas pós-colheitas, especialmente devido a restrições financeiras, dificuldades na gestão da cadeia produtiva e desafios técnicos (Figura 1). Além disso, os métodos de colheita, as condições de armazenamento e resfriamento, além dos sistemas de embalagem e comercialização, especialmente sob condições climáticas adversas contribuem significativamente para as perdas pós-colheita.

Figura 1: Perda pós-colheita de alimentos por região no ano de 2021.



Fonte: FAO. 2023.

De acordo com o estudo mais recente da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a porcentagem de alimentos perdidos globalmente após a colheita foi estimada em 13,2% em 2021. No nível regional, a África Subsaariana tem as maiores perdas, com 19,95%. O Caribe registra a maior taxa de perdas de alimentos na América Latina, com um índice estimado em 22,4% ao ano (Figura 2). A América Central apresenta perdas em torno de 15,9%, enquanto os países da América do Sul registram uma média de 14,1% dos alimentos colhidos que não chegam ao consumidor final. As menores perdas ocorreram na América do Norte e

Europa com 9,19%.

Figura 2: Perda pós-colheita de alimentos na América Latina e Caribe em 2021.



Fonte: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2023).

Somando-se a esse cenário desafiador, a guerra entre a Rússia e a Ucrânia, ambos países-chave na produção agrícola global, tem causado impactos significativos no comércio de alimentos. Juntos, esses dois países representam aproximadamente 12% do total de alimentos comercializadas no mercado internacional (Glauber et al., 2022). As interrupções resultantes da guerra afetaram cerca de um quinto do comércio alimentar mundial, agravando a instabilidade na oferta de grãos e outros produtos essenciais.

Este estudo destaca a urgência de aprimorar o gerenciamento pós-colheita de alimentos nos países em desenvolvimento, apresentando dados estatísticos relevantes, estudos de caso reais, recomendações estratégicas e iniciativas em andamento.

Considerando que a segurança alimentar é atualmente definida como o direito de todos ao acesso a alimentos seguros, nutritivos e em quantidade adequada, torna-se essencial adotar estratégias que minimizem desperdícios e maximizem a disponibilidade de produtos ao longo da cadeia produtiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram coletados por meio de uma revisão bibliográfica na base de dados Scopus, em fevereiro de 2025, considerando o período de 1975 a 2025. A busca foi realizada utilizando diferentes combinações de palavras-chave (Tabela 1). Foram excluídos artigos de revisão, considerando apenas aqueles de natureza experimental que continham resumo e palavras-chave para a análise cienciométrica.

Tabela 1: Combinações de palavras-chaves utilizadas para busca na base de dados da Scopus de estudos sobre perdas pós-colheita de alimentos.

Combinações de palavras	Total
Postharvest AND losses	8360
Food AND losses	85772
Food AND waste	51793
Agricultural AND losses	47157
Postharvest AND management	2255
"postharvest losses" OR "food losses" OR "postharvest food losses"	3149
("postharvest losses" OR "food losses") AND ("storage" OR "supply chain")	1490

Dessa forma, após a aplicação dos termos de busca, foram identificados 1.490 trabalhos científicos na base de dados Scopus relacionados às perdas pós-colheita, com publicações entre 1975 e 2025. As publicações foram analisadas considerando o volume anual de artigos, o país de origem, os principais periódicos que abordam o tema, a área de concentração e a construção de uma rede bibliométrica dos principais autores que estudam a perda pós-colheita de alimentos.

A organização e o processamento dos dados coletados foram realizados por meio de planilhas eletrônicas no software Excel, utilizado também para a elaboração de gráficos. Adicionalmente, o software VOSviewer foi empregado na análise bibliométrica e na construção de mapas de redes de coautoria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

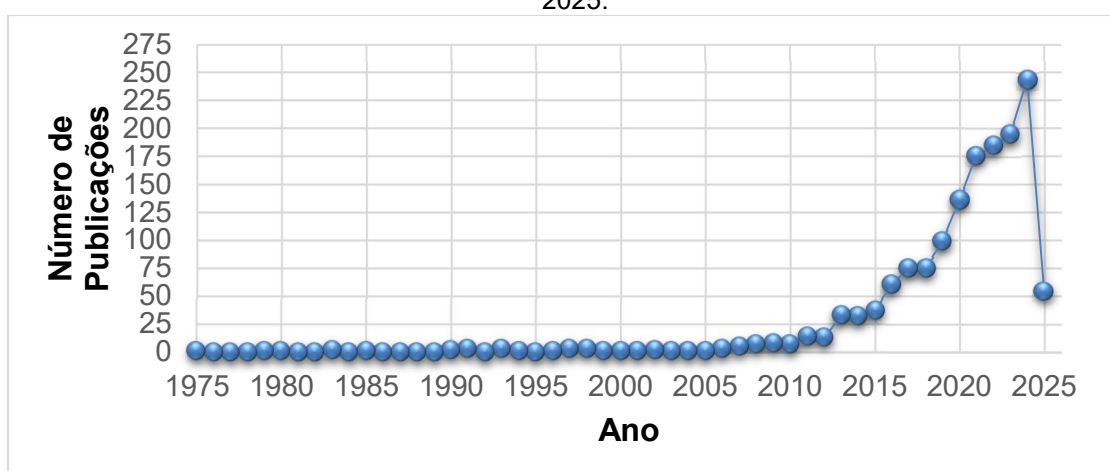
Número de Publicações no Período Analisado

O volume de artigos publicados sobre perdas pós-colheitas no período de 1975 a 2025 pode ser conferido na Figura 3. Em 1975, foi registrada a primeira publicação do período sobre perdas pós-colheita, seguida por um intervalo até 1979, quando outro artigo foi publicado. Nos anos seguintes, observou-se uma alternância entre períodos com e sem publicações. A partir de 1997, entretanto, a produção científica foi consolidada, indicando um crescimento no interesse pelo tema.

A partir de 2006 o número de estudos cresceu progressivamente, refletindo uma maior atenção da comunidade científica para a questão. Esse crescimento culminou em 2024, com um recorde de 244 publicações, evidenciando a crescente relevância do tema no cenário acadêmico. Em 2025 já foram publicados 54 artigos nos dois primeiros meses do ano.

Esse crescimento do número de publicações é de extrema importância, pois indica avanços na pesquisa sobre estratégias para reduzir as perdas de alimentos e mitigar seus impactos econômicos, sociais e ambientais. O aumento das publicações sugere que pesquisadores estão buscando soluções inovadoras para garantir que uma maior proporção da produção agrícola chegue aos consumidores, reduzindo o desperdício ao longo da cadeia de suprimentos.

Figura 3: Volume de artigos publicados sobre perdas pós-colheitas de alimentos no período de 1975 a 2025.



O aumento das pesquisas científicas nesse tema também fornece subsídios para a criação de políticas públicas voltadas à redução das perdas na cadeia produtiva.

Governos e organizações internacionais podem se basear nesses estudos para implementar medidas regulatórias, incentivos financeiros e programas de capacitação que auxiliem agricultores e empresas a adotar melhores práticas.

Volume de Publicações Por País

A Figura 4 mostra o número de artigos publicados sobre o tema de perdas pós-colheitas de alimentos, por país, no período entre 1975 e 2025. Os Estados Unidos lideram o ranking de publicações sobre perdas pós-colheita de alimentos, com 181 trabalhos registrados, seguidos de perto pela China, que contabiliza 174 publicações. Esse alto volume de pesquisas reflete uma série de fatores estratégicos e estruturais que impulsionam o desenvolvimento científico nessa área. Ambos os países possuem setores agrícolas altamente desenvolvidos e diversificados, o que exige esforços contínuos para minimizar perdas pós-colheita, garantindo maior eficiência na produção e segurança alimentar.

Nos Estados Unidos, instituições renomadas, como a Universidade da Califórnia (UC Davis), a Universidade da Flórida e a Universidade de Illinois, abrigam centros de excelência dedicados ao estudo de tecnologias pós-colheita. Além disso, o país investe significativamente em inovação agrícola por meio do apoio governamental e de incentivos do setor privado (UNIVERSITY OF FLORIDA, 2024; USDA, 2021).

Figura 4: Número de artigos publicados na base de dados Scopus sobre perdas pós-colheitas de alimentos no período de 1975 a 2025, por país.



Já na China, a segurança alimentar é uma prioridade nacional, impulsionando investimentos em pesquisa agrícola (FAO, 2024; Zhao et al., 2023). Instituições como a

Academia Chinesa de Ciências Agrícolas (CAAS) e universidades como a Zhejiang University desempenham um papel fundamental no avanço de estudos sobre armazenamento, transporte e processamento de alimentos, contribuindo diretamente para a redução das perdas ao longo da cadeia produtiva.

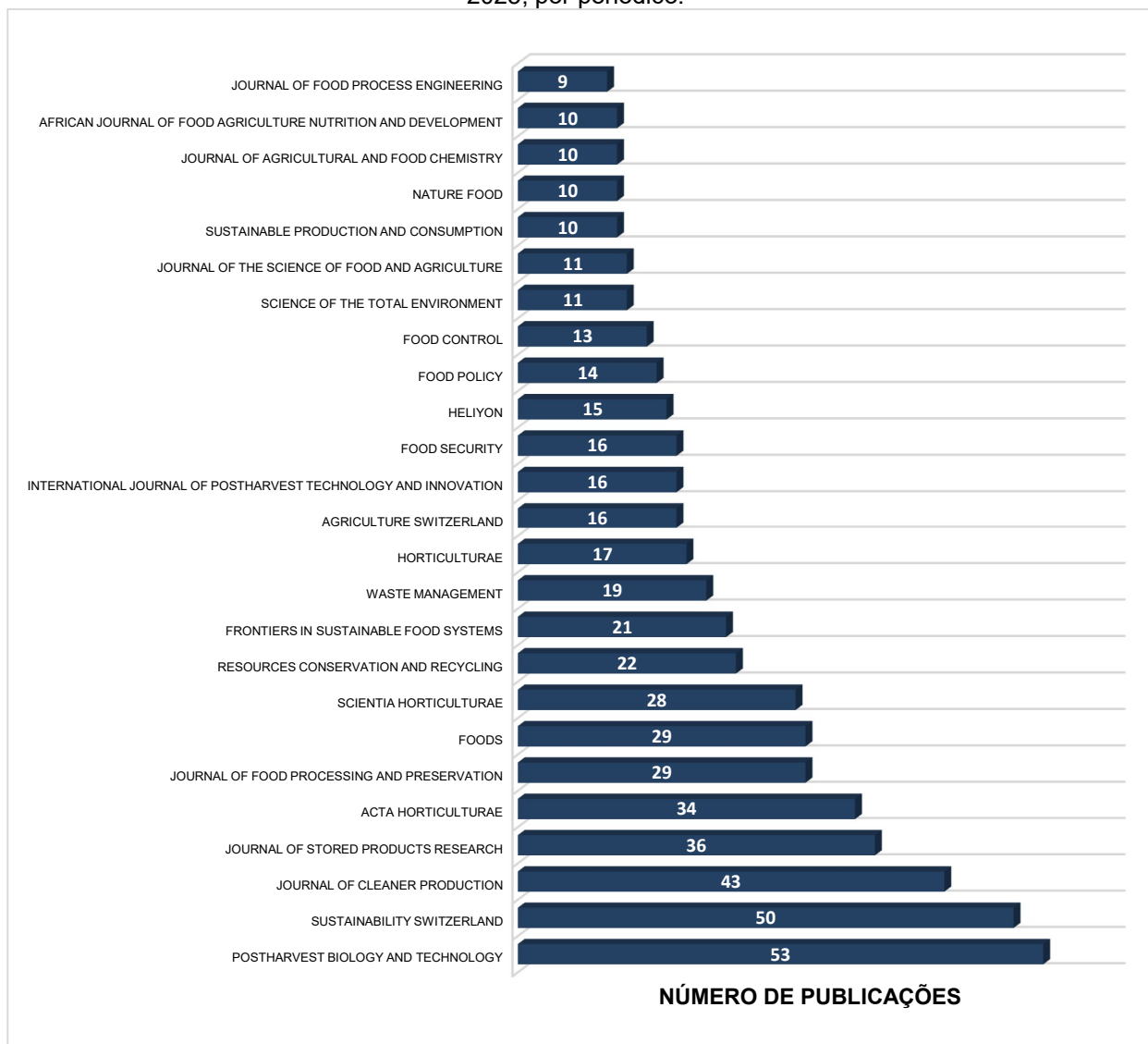
O Brasil ocupa a sexta posição no ranking de publicações sobre perdas pós-colheita, com 84 trabalhos científicos. Esse número reflete uma contribuição significativa para a pesquisa no tema, mas também evidencia um potencial de crescimento, especialmente considerando o papel do país como um dos maiores produtores e exportadores agrícolas do mundo. Apesar da relevância das pesquisas realizadas, há espaço para ampliar tanto a quantidade quanto a profundidade dos estudos, visando influenciar diretamente as práticas de manejo pós-colheita e reduzir perdas que geram impactos econômicos e ambientais expressivos.

O volume de publicações brasileiras também demonstra uma crescente conscientização sobre os desafios das perdas pós-colheita, seu impacto na segurança alimentar e as oportunidades de melhoria na cadeia produtiva (DOMENE et al., 2023). Como país em desenvolvimento, o Brasil enfrenta desafios específicos que demandam soluções adaptadas à sua realidade. Com o aumento do investimento em pesquisa e inovação, espera-se que o país se aproxime dos líderes em produção acadêmica na área, contribuindo para o desenvolvimento de práticas mais eficazes e sustentáveis em escala global.

Principais Periódicos da Área

As publicações sobre perdas pós-colheita foram distribuídas entre 159 periódicos, resultando em uma média de 9,3 artigos por periódico. A Figura 5 mostra a distribuição das publicações entre as principais revistas.

Figura 5: Número de artigos publicados sobre perdas pós-colheitas de alimentos no período de 1975 a 2025, por periódico.



Dentre os periódicos analisados, a *Postharvest Biology and Technology* se destaca como a mais relevante, contabilizando 53 artigos publicados ao longo do período investigado. Pertencente ao grupo Elsevier B.V., a revista opera em modelo *Open Access* e possui um fator de impacto de 6,4, além de um *CiteScore* de 12. Seu escopo editorial abrange uma ampla gama de pesquisas relacionadas à pós-colheita ao longo da cadeia de suprimentos, incluindo tecnologias de armazenamento, tratamentos para preservação da qualidade, mecanismos de sustentação, avaliação de atributos físicos e químicos, embalagem, manuseio e distribuição de produtos agrícolas.

A segunda revista com maior número de publicações sobre o tema é a *Sustainability Switzerland*, com um total de 50 artigos. Esse periódico também adota o

modelo *Open Access* e possui um perfil multidisciplinar, abordando pesquisas voltadas para o desenvolvimento sustentável, incluindo a redução de perdas pós-colheita como uma estratégia essencial para a segurança alimentar e a minimização dos impactos ambientais da produção agrícola.

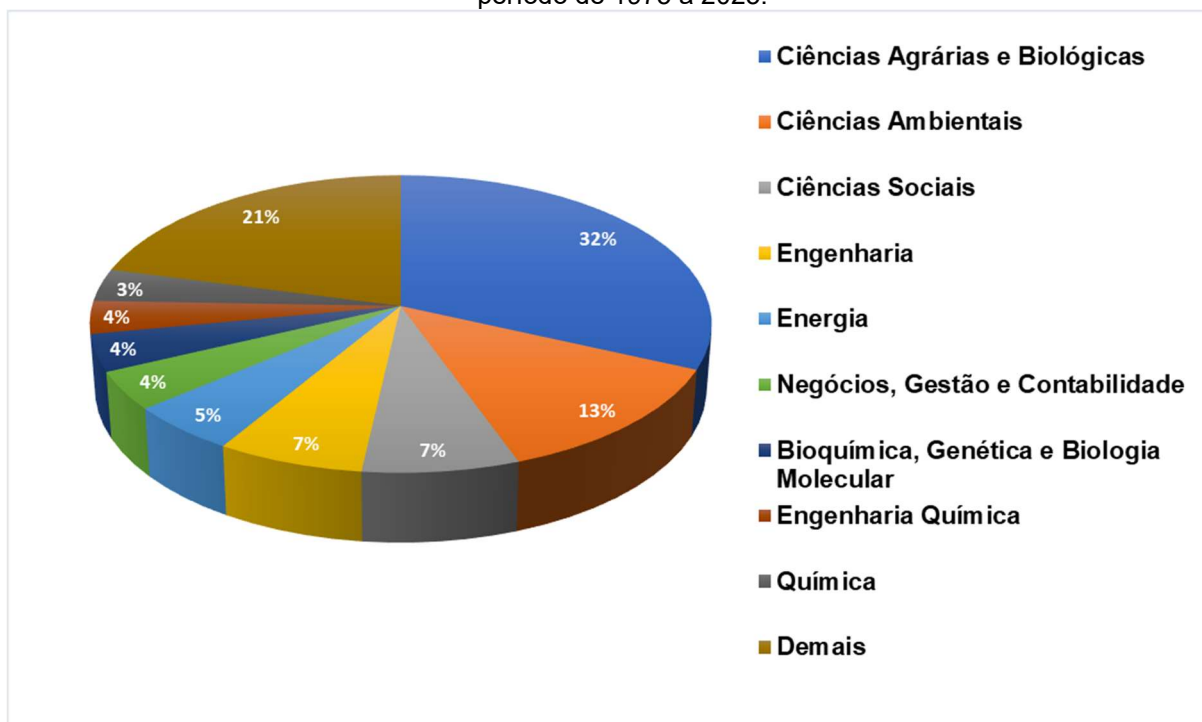
A terceira revista com maior número de publicações sobre perdas pós-colheita é a *Journal of Cleaner Production*, que contabiliza 43 artigos no período analisado. Publicada pelo grupo Elsevier, essa revista possui um enfoque interdisciplinar, abordando pesquisas voltadas para práticas sustentáveis e eficiência produtiva em diversos setores, incluindo a agricultura e a indústria alimentícia. Seu escopo engloba temas como redução de desperdícios, economia circular, eficiência no uso de recursos e tecnologias limpas para a cadeia produtiva. A presença significativa de publicações sobre perdas pós-colheita nesse periódico reflete a crescente preocupação com a adoção de soluções inovadoras que minimizem impactos ambientais e promovam uma produção de alimentos mais sustentável.

Embora a *Journal of Cleaner Production* ocupe a terceira posição em número de publicações sobre perdas pós-colheita, é a que apresenta o maior fator de impacto (9,8) e CiteScore (20,4) entre os periódicos analisados. Isso demonstra sua relevância e influência no meio acadêmico, reforçando a importância das pesquisas publicadas nesse periódico. Seu alto fator de impacto reflete a ampla disseminação e citação dos artigos, evidenciando a crescente preocupação com práticas sustentáveis e eficientes na cadeia produtiva de alimentos.

Distribuição das Publicações Por Áreas

Cerca de 32% das publicações sobre perdas pós-colheita estão concentradas nas Ciências Agrárias e Biológicas, evidenciando a forte relação do tema com a produção e conservação de alimentos. As Ciências Ambientais representam 13% das publicações, refletindo a preocupação com os impactos ambientais decorrentes das perdas ao longo da cadeia produtiva. Em seguida, as Ciências Sociais e as Engenharias contribuem com 7% cada, demonstrando a importância de abordagens socioeconômicas e tecnológicas na busca por soluções eficazes. Outros setores, como Energia, Negócios, Gestão e Química, também desempenham um papel relevante, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Área de concentração dos estudos publicados sobre perdas pós-colheita de alimentos no período de 1975 a 2025.

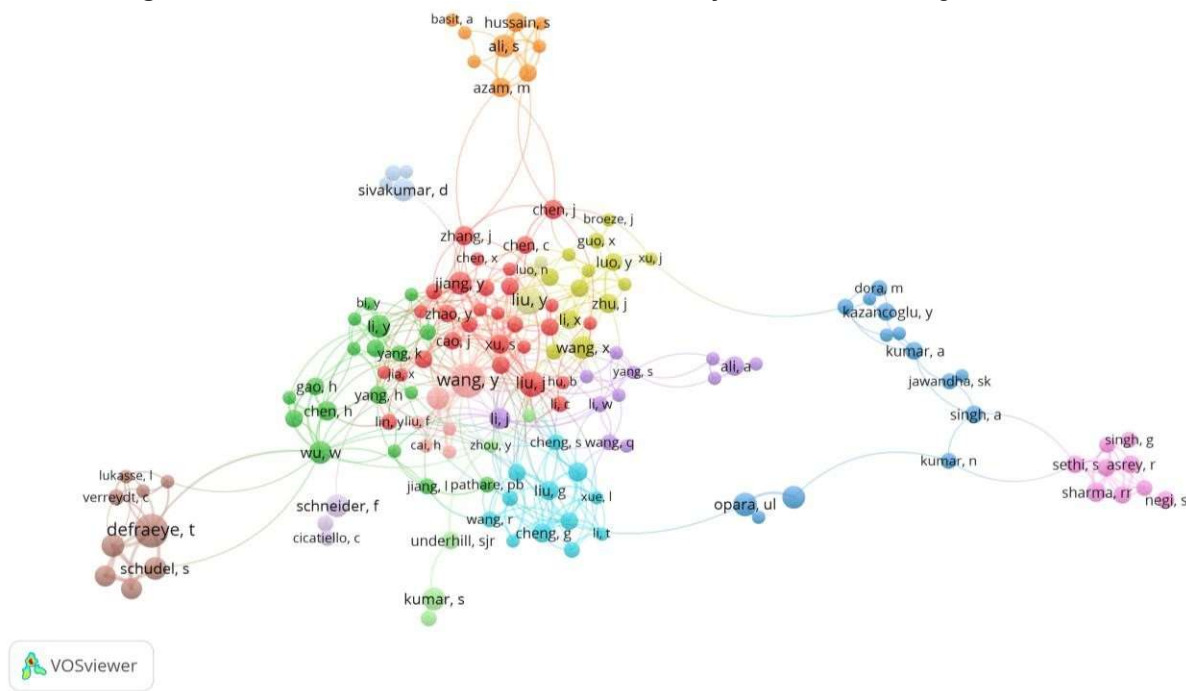


A diversidade de áreas envolvidas evidencia o caráter multidisciplinar das pesquisas sobre perdas pós-colheita, ressaltando que a mitigação desse problema exige não apenas avanços agronômicos, mas também inovações tecnológicas, políticas públicas eficientes e estratégias de gestão sustentável. Esse panorama reforça a relevância do tema e a necessidade de colaboração entre diferentes campos do conhecimento para a redução do desperdício de alimentos e o aumento da segurança alimentar global.

Análise de Rede de Colaboração Entre Pesquisadores

A Figura 7 apresenta a rede de colaboração entre pesquisadores que estudam perdas pós-colheita, destacando a distribuição dos autores e suas conexões por meio da coautoria. No mapa, cada “bolha” representa um autor, e seu tamanho está relacionado ao número de publicações. As linhas entre os autores indicam relações de coautoria, ou seja, dois autores conectados compartilharam pelo menos uma publicação em conjunto. Além disso, a proximidade entre os autores no mapa reflete a intensidade de suas colaborações.

Figura 7: Análise bibliométrica de rede da distribuição dos estudos segundo autores.



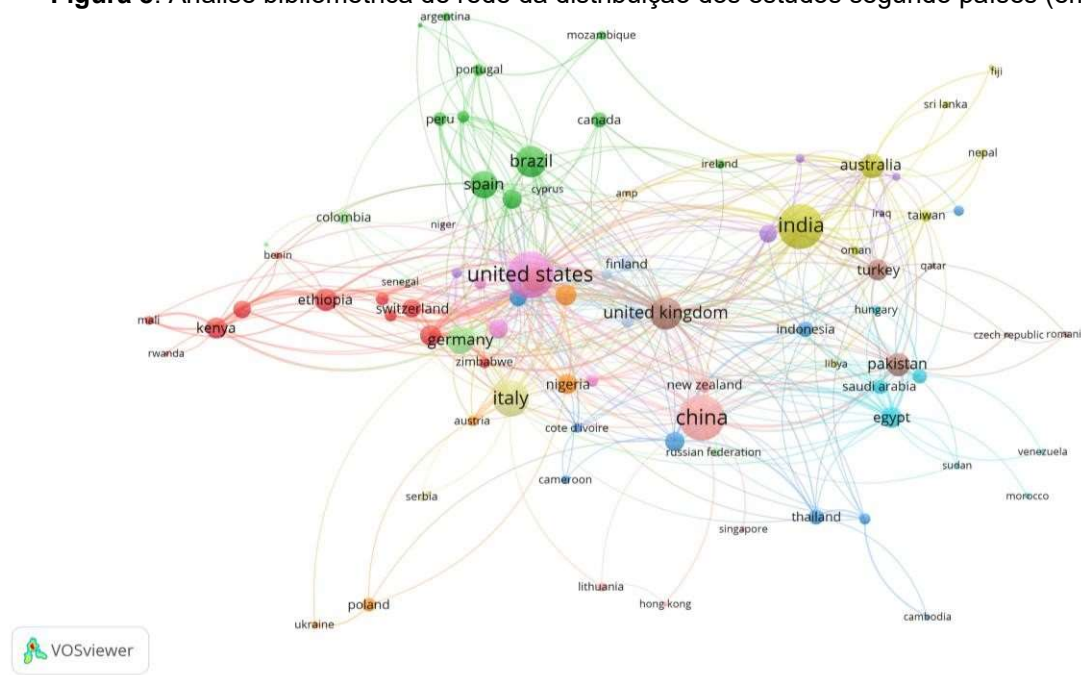
As cores indicam grupos de pesquisadores que possuem conexões relativamente fortes dentro da rede de coautoria, formando *clusters* de pesquisa interligados. Para a construção do mapa, foi definido um limite mínimo de três publicações por autor, o que resultou na inclusão de 288 pesquisadores de um total de 5.411. Dentre esses, o software VOSviewer analisou e destacou os 146 autores com maior correlação, organizados em 14 clusters distintos, totalizando 470 conexões.

Dentre os pesquisadores mais influentes, destaca-se Wang Y., posicionado centralmente na rede, com 18 publicações e 258 citações. Sua relevância indica um papel significativo na disseminação do conhecimento e na colaboração com outros pesquisadores da área, fortalecendo a pesquisa sobre perdas pós-colheita em nível global.

Análise da Distribuição Geográfica das Rede de Colaboração

A análise da rede de colaboração entre países na pesquisa sobre perdas pós-colheita revela a formação de 13 *clusters* distintos, representados por diferentes matizes na Figura 8. Esses agrupamentos indicam que as nações se organizam em redes de cooperação científica, compartilhando conhecimento e contribuindo para o avanço do tema em nível global.

Figura 8: Análise bibliométrica de rede da distribuição dos estudos segundo países (em inglês).



Os dados foram obtidos considerando um mínimo de três publicações por país, critério atendido por 74 nações das 119 analisadas. A força total de vínculos de coautoria entre os países foi calculada, permitindo a seleção dos 69 países com maior conectividade na rede científica.

Os Estados Unidos lideram em número de publicações ($N = 181$) e citações ($N = 6.569$), mantendo colaboração com 49 países, o que os posiciona como a nação com maior influência na pesquisa sobre perdas pós-colheita. Em seguida, a China aparece com 174 publicações e 3.980 citações, acompanhada pela Índia (167 artigos, 2.954 citações), Itália (108 artigos, 4.140 citações), Reino Unido (87 artigos, 3.568 citações) e Brasil (84 artigos, 1.234 citações). Essa forte rede de cooperação científica reflete a relevância global do tema e a necessidade de esforços conjuntos para mitigar as perdas ao longo da cadeia produtiva de alimentos.

Abordagens Para a Gestão Pós-Colheita de Alimentos

A gestão pós-colheita de alimentos envolve uma série de abordagens e práticas para garantir que os produtos agrícolas mantenham sua qualidade, segurança e valor nutricional desde a colheita até o consumidor final.

Um dos pilares fundamentais da qualidade pós-colheita dos alimentos é a colheita. Esta etapa envolve colher no momento ideal de maturação, utilizando técnicas manuais, mecânicas ou semimecânicas, dependendo do tipo de produto. Cuidados como minimizar danos físicos, usar ferramentas adequadas e colher em condições ambientais favoráveis (horários frescos e clima seco) são fundamentais. Além disso, o treinamento dos colhedores e o uso de tecnologias inovadoras, como colheitadeiras inteligentes e monitoramento em tempo real, contribuem para reduzir perdas e aumentar a eficiência (Kitinoja & Kader, 2015). Uma colheita bem executada resulta em produtos de maior qualidade, menor desperdício e maior rentabilidade.

O pré-resfriamento e o armazenamento adequado são abordagens cruciais para preservar a qualidade e prolongar a vida útil dos alimentos após a colheita. O pré-resfriamento consiste na redução rápida da temperatura dos produtos, retardando processos metabólicos e a proliferação de microrganismos que causam deterioração. Técnicas como hidro-resfriamento, resfriamento a ar forçado e câmaras frias são comumente utilizadas, dependendo do tipo de produto (Rosa et al., 2018). Já o armazenamento envolve o controle rigoroso de temperatura, umidade e, em alguns casos, a composição atmosférica (atmosfera controlada ou modificada) para manter a qualidade dos alimentos (Sarathi et al., 2024). Essas práticas são essenciais para minimizar perdas, garantir a segurança alimentar e assegurar que os produtos cheguem ao consumidor com suas características sensoriais e nutricionais preservadas.

Além de proteger os alimentos durante o transporte e armazenamento, as embalagens atuam contra danos mecânicos, contaminação e perda de umidade. Embalagens modernas incorporam tecnologias avançadas, como embalagens ativas (que liberam antioxidantes ou absorvem etileno) e embalagens inteligentes (com indicadores de frescor ou temperatura), que ajudam a prolongar a vida útil dos produtos. Materiais sustentáveis, como bioplásticos e fibras naturais, também têm ganhado destaque, alinhando-se às demandas por práticas mais ecológicas (Han Lyn & Nur Hanani, 2020; Kumar et al., 2020; Raj et al., 2023; Wang et al., 2022). Uma embalagem adequada não só preserva a qualidade e a segurança dos alimentos, mas também agrega valor ao produto, facilitando sua comercialização e reduzindo o desperdício ao longo da cadeia de suprimentos.

Além disso, as tecnologias inovadoras estão revolucionando a gestão pós-

colheita, oferecendo soluções eficientes para reduzir perdas e melhorar a qualidade dos alimentos. Sensores e sistemas de Internet das Coisas (IoT) permitem o monitoramento em tempo real das condições de armazenamento e transporte, como temperatura e umidade, garantindo o controle preciso da cadeia do frio. A inteligência artificial (IA) é utilizada para prever perdas e otimizar a logística, enquanto a biotecnologia desenvolve variedades de culturas mais resistentes à deterioração (Fadiji et al., 2023). Além disso, técnicas utilizando a nanotecnologia (Neme et al., 2021) e atmosfera controlada dinâmica com ajuste automático de gases (Fang & Wakisaka, 2021) estão ganhando espaço. Essas tecnologias não só aumentam a eficiência, mas também contribuem para a sustentabilidade e a segurança alimentar global.

É importante considerar também que as políticas públicas e incentivos são fundamentais para impulsionar a adoção de práticas e tecnologias que reduzam as perdas pós-colheita e promovam a sustentabilidade na cadeia de suprimentos de alimentos. Governos e organizações internacionais têm implementado programas de financiamento, subsídios e capacitação para agricultores e empresas, visando a modernização da infraestrutura de armazenamento, transporte e processamento. Além disso, regulamentações e normas técnicas garantem a qualidade e a segurança dos alimentos, enquanto campanhas de conscientização destacam a importância da redução de desperdícios. Políticas integradas, como o apoio à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras e a promoção de práticas sustentáveis, são essenciais para fortalecer a segurança alimentar e reduzir os impactos ambientais (FAO, 2019; Flanagan et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam a crescente relevância da pesquisa sobre perdas pós-colheita, tanto em volume de publicações quanto na diversidade de áreas do conhecimento envolvidas. O aumento expressivo do número de artigos ao longo das últimas décadas reflete o reconhecimento global da importância do tema para a segurança alimentar e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

A análise bibliométrica revelou que os Estados Unidos e a China são os principais centros produtores de conhecimento científico na área, seguidos por outros países com forte atuação na pesquisa agrícola. No entanto, a presença significativa do Brasil entre os seis países com maior número de publicações destaca seu potencial para ampliar sua

contribuição científica, considerando sua relevância como grande produtor e exportador de alimentos.

Além disso, a interdisciplinaridade das pesquisas demonstra que a mitigação das perdas pós-colheita exige abordagens complementares, combinando avanços tecnológicos, políticas públicas eficazes e estratégias de gestão sustentável. A colaboração entre diferentes áreas, como Ciências Agrárias, Engenharias, Ciências Sociais e Ambientais, é essencial para o desenvolvimento de soluções mais abrangentes e efetivas.

A estruturação das redes de coautoria e cooperação internacional reforça a importância da colaboração científica no enfrentamento desse desafio global. A interconectividade entre pesquisadores e países sugere um esforço conjunto para o desenvolvimento de práticas inovadoras que reduzam o desperdício e aprimorem a eficiência da cadeia produtiva de alimentos.

Diante dos avanços apresentados, este estudo reforça a necessidade de investimentos contínuos em pesquisa e inovação para minimizar as perdas pós-colheita. O fortalecimento das parcerias entre academia, setor produtivo e formuladores de políticas públicas pode acelerar a implementação de soluções eficazes, contribuindo para um sistema alimentar mais resiliente e sustentável.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da pesquisa (Processo APQ-03402-22).

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M.; GLIESSMAN, S.; HERREN, H.; HOLT-GIMÉNEZ, E.; SHATTUCK, A. We already grow enough food for 10 billion people ... and still can't end hunger. *Journal of Sustainable Agriculture*, [S. l.], v. 36, n. 6, p. 595-598, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10440046.2012.695331>.

BHATIA, R.; PATHANIA, P.; RAJTA, A.; SINGH, P. C. Role of plant growth-promoting bacteria in sustainable agriculture. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [S. l.], v. 30, 101842, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101842>.

COMIN, M. A revolução verde e o processo de modernização agrícola em Soledade (RS, Brasil) de 1960 a 1990. **Revista de História da UEG**, [S. l.], v. 10, n. 2, e022122, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31668/revistaueg.v10i02.11827>.

DOMENE, S. M. Á., AGOSTINI, K., ALMEIDA, G. N. P. D., CAMARGO, R. G. M., CARVALHO, A. M. D., CORRÊA, F. E., DELBEM, A. C. B., DOMINGOS, S. S., DRUCKER, D. P., MARCHIONI, D. M. L., MARTINS, I. P., MONTEDO, U. B., RIBEIRO, E. M. S., SANTIAGO, R. D. A. C., SILVA, R. F. D., SOARES, F. M., STELUTI, J., & SARAIVA, A. M. Segurança alimentar: reflexões sobre um problema complexo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 37, n. 109, p. 181-206, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2023.37109.012>.

DONG, F.; WANG, Y.; SU, B.; HUA, Y.; ZHANG, Y. The process of peak CO₂ emissions in developed economies: a perspective of industrialization and urbanization. **Resources, Conservation and Recycling**, [S. l.], v. 141, p. 61-75, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.010>.

FADIJI, T.; BOKABA, T.; FAWOLE, O. A.; TWINOMURINZI, H. Artificial intelligence in postharvest agriculture: mapping a research agenda. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [S. l.], v. 7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1226583>.

FALCON, W. P.; NAYLOR, R. L.; SHANKAR, N. D. Rethinking global food demand for 2050. **Population and Development Review**, [S. l.], v. 48, n. 4, p. 921-957, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/padr.12508>.

FANG, Y.; WAKISAKA, M. A review on the modified atmosphere preservation of fruits and vegetables with cutting-edge technologies. **Agriculture**, [S. l.], v. 11, n. 10, p. 992, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11100992>.

FAO. **The state of food security and nutrition in the world 2024**. Roma: FAO, 2024. DOI: <https://doi.org/10.4060/cd1254en>.

FAO. **Tracking progress on food and agriculture-related SDG indicators 2023**. Roma: FAO, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc7088en>.

FILIHO, L. R. A. G.; GÓES, B. C.; MARQUES, M. S.; PUTTI, F. F.; SILVA, A. A. F. Análise bibliométrica sobre o uso de água residuária na agricultura. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 3, e30311326105, 2022. ISSN 2525-3409. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26105>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The state of food and agriculture 2019**. Roma: FAO, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4060/CA6030EN>.

FLANAGAN, K.; ROBERTSON, K.; HANSON, C. Reducing food loss and waste: setting a global action agenda. **World Resources Institute**, Washington, 2019. DOI: <https://doi.org/10.46830/wriipt.18.00130>.

GLAUBER, J.; LABORDE, D.; MAMUN, A. From bad to worse: how Russia-Ukraine war-related export restrictions exacerbate global food insecurity. **IFPRI Blog**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.ifpri.org/blog/bad-worse-how-export-restrictions-exacerbate-global-food-security>.

HAN LYN, F.; NUR HANANI, Z. A. Effect of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil on the properties of chitosan films for active packaging. **Journal of Packaging Technology and Research**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 33-44, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41783-019-00081-w>.

KITINOJA, L.; KADER, A. A. **Small-scale postharvest handling practices**: a manual for horticultural crops. 4. ed. [S. l.]: University of California, 2015. Disponível em: https://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/files/231952.pdf.

KUMAR, S.; MUKHERJEE, A.; DUTTA, J. Chitosan based nanocomposite films and coatings: emerging antimicrobial food packaging alternatives. **Trends in Food Science & Technology**, [S. l.], v. 97, p. 196-209, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.002>.

MYERS, S. S.; SMITH, M. R.; GUTH, S.; GOLDEN, C. D.; VAITLA, B.; MUELLER, N. D.; DANGOUR, A. D.; HUYBERS, P. Climate Change and Global Food Systems: Potential Impacts on Food Security and Undernutrition. **Annual review of public health**, [S. l.], v. 38, p. 259-277, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044356>.

NEME, K.; NAFADY, A.; UDDIN, S.; TOLA, Y. B. Application of nanotechnology in agriculture, postharvest loss reduction and food processing: food security implication and challenges. **Heliyon**, [S. l.], v. 7, n. 12, e08539, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08539>.

RAJ, VA.; SANKAR, K.; NARAYANASAMY, P.; MOORTHY, IG.; SIVAKUMAR, N.; RAJARAM, SK.; KARUPPIAH, P.; SHAIK, MR.; ALWARTHAN, A.; OH, TH.; SHAIK, B. Development and Characterization of Bio-Based Composite Films for Food Packing Applications Using Boiled Rice Water and Pistacia vera Shells. **Polymers**, [S. l.], 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym15163456>.

ROSA, C.I.L.F.; MORIBE, A.M.; YAMAMOTO, L.Y.; SPERANDIO, D. Pós-colheita e comercialização. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R.; comps. **Hortaliças-fruto[online]**, Maringá: EDUEM, 2018, pp. 489-526. ISBN: 978-65-86383-01-0. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0017>.

SAHA, M.; SCHMALZER, S. Green-revolution epistemologies in China and India: technocracy and revolution in the production of scientific knowledge and peasant identity. **BJHS Themes**, [S. l.], v. 1, p. 145-167, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1017/bjt.2016.2>.

SARTHI, S. M.; WAGH, A.; JOHAR, V.; BISHT, V. Food Waste Management: A Way Forward for Ensuring Food Security and Sustainability. **Environment Conservation Journal**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 1191-1203, 2024. <https://doi.org/10.36953/ECJ.27572832>

SIDDIQUE, K. H. M.; LI, X.; GRUBER, K. Rediscovering Asia's forgotten crops to fight chronic and hidden hunger. **Nature Plants**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 116-122, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00850-z>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Agricultural innovation systems (AIS)**. [S. l.]: USDA, 2021. Disponível em: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/AIS.508-01.06.2021.pdf>.

UNIVERSITY OF FLORIDA. Postharvest information. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, Gainesville, 2024. Disponível em: https://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/general_information.shtml.

VULLAGANTI, N.; RAM, B. G.; SUN, X. Precision agriculture technologies for soil site-specific nutrient management: a comprehensive review. **Artificial Intelligence in Agriculture**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 147-161, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2025.02.001>.

WANG, F.; WANG, R.; PAN, Y.; DU, M.; ZHAO, Y.; LIU, H. Gelatin/Chitosan Films Incorporated with Curcumin Based on Photodynamic Inactivation Technology for Antibacterial Food Packaging. **Polymers**, [S. l.], 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14081600>.

AUTORES:

Hellen Franciane Gonçalves Barbosa, *Graduada em Química Ambiental e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - IBILCE/UNESP, Doutora em Ciências (Química Analítica) pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP), docente do curso de Química da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) unidade Ituiutaba. E-mail: hellen.barbosa@uemg.br.*

Rafael de Oliveira Pedro, *Graduado em Química Ambiental e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - IBILCE/UNESP, Doutor em Ciências (Físico-Química) pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP), Coordenador do curso de Química da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) unidade Ituiutaba. E-mail: rafael.pedro@uemg.br.*