



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL  
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

**UEMESON JOSÉ DOS SANTOS**

**PÓS-COLHEITA DE FRUTAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

**PETROLINA - PE  
2024**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL  
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

**UEMESON JOSÉ DOS SANTOS**

## **PÓS-COLHEITA DE FRUTAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

Monografia apresentada ao curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Aline Rocha

Coorientadora: Ana Elisa Oliveira dos Santos

**PETROLINA - PE  
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S237 Santos, Uemeson José.

Pós-colheita de frutas: uma análise bibliométrica / Uemeson José Santos. -  
Petrolina, 2025.  
45 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Pós-colheita de Produtos  
Hortifrutícolas) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão  
Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Aline Rocha.

Coorientação: Dr. Ana Elisa Oliveira dos Santos.

1. Pós-colheita. 2. Bibliometria. 3. Conservação de alimentos. 4. Tecnologia pós-  
colheita. 5. Fisiologia pós-colheita. I. Título.

CDD 631.56

---



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**  
**PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

A monografia “**Qualidade pós-colheita de frutas: uma análise bibliométrica**”, autoria de **Uemeson José dos Santos**, foi submetida à Banca Examinadora, constituída pelo IFSertãoPE, como requisito parcial necessário à obtenção do título de Especialista em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas, outorgado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSertãoPE.

Aprovado em: 04 de dezembro de 2024.

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

Documento assinado digitalmente



**ALINE ROCHA**  
Data: 05/12/2024 15:03:58-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Aline Rocha – IFSertãoPE  
Presidente – Orientadora

Documento assinado digitalmente



**GEORGE HENRIQUE CAMELO GUIMARAES**  
Data: 06/12/2024 08:31:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. George Henrique Camelo Guimarães – IFPE  
1º Examinador

Documento assinado digitalmente



**ROBERTO REMIGIO FLORENCIO**  
Data: 11/12/2024 14:16:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Roberto Remígio Florêncio – IFSertãoPE  
2º Examinador

**Ana Elisa Oliveira  
dos Santos**

Assinado de forma digital por Ana  
Elisa Oliveira dos Santos  
Dados: 2024.12.05 15:31:34 -03'00'

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Elisa Oliveira dos Santos – IFSertãoPE  
3ª Examinadora – Coorientadora

Dedico este trabalho à minha mãe, Marluce Santos, por seu amor incondicional, apoio incansável e inspiração constante em cada passo da minha jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSertãoPE, pela oportunidade de cursar a pós-graduação e pelo seu reconhecimento como uma Instituição pública que oferece educação profissional em todos os seus níveis.

Ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas pela oportunidade de aprofundar meus conhecimentos neste campo e pelos recursos e estrutura oferecidos.

À banca examinadora, professores Dra Ana Elisa, Dr. George Henrique e Dr. Roberto Remígio pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições dadas a este trabalho.

Expresso minha sincera gratidão à minha orientadora, Aline Rocha, pela orientação cuidadosa, paciência e incentivo em todas as etapas deste trabalho. Sua experiência e incentivo foram essenciais para o meu aprendizado e crescimento, e sua confiança me motivou a buscar sempre o melhor.

Por fim, um agradecimento especial à minha mãe, cuja presença e apoio incondicional são constante força e inspiração. Sua confiança em mim e seu amor inabalável me acompanham em cada momento desta trajetória, e dedico a ela cada conquista alcançada.

## RESUMO

Este estudo apresenta uma análise bibliométrica sobre a qualidade pós-colheita de frutas, com o objetivo de identificar tendências, lacunas de pesquisa e inovações no setor. Através da metodologia de análise bibliométrica, foram analisadas 1311 publicações entre 2010 e dezembro de 2023, selecionadas com base em critérios específicos e utilizando ferramentas como VOSViewer e Bibliometrix para mapear colaborações, citações e palavras-chave relevantes. O estudo evidenciou a importância crescente de práticas e tecnologias sustentáveis para garantir a longevidade e qualidade dos produtos agrícolas. A análise aponta que inovações, como revestimentos comestíveis e antioxidantes naturais, juntamente com o uso de biossensores e inteligência artificial, têm potencial significativo para aprimorar a conservação de frutas e reduzir perdas. Além disso, destaca-se que a colaboração científica internacional, especialmente entre países emergentes e desenvolvidos, como China e Brasil liderando em publicações e colaborações, impulsiona o avanço no setor, fortalecendo a segurança alimentar e a sustentabilidade das cadeias de suprimentos agrícolas. O estudo revela ainda que estratégias integradas, como agricultura climática inteligente, são essenciais para reduzir perdas, fortalecer a segurança alimentar e promover cadeias de suprimento mais sustentáveis. Esses achados não só contribuem para direcionar futuras pesquisas como também para embasar políticas públicas de conservação pós-colheita, essenciais para enfrentar os desafios globais relacionados ao desperdício de alimentos e às mudanças climáticas.

**Palavras-Chave:** Bibliometria; Conservação de alimentos, Tecnologia pós-colheita, Fisiologia pós-colheita

## ABSTRACT

This study presents a bibliometric analysis on postharvest fruit quality, aiming to identify trends, research gaps, and innovations within the field. Using bibliometric methods, 1,311 publications from 2010 and december of 2023 were selected based on specific criteria and analyzed through tools like VOSViewer and Bibliometrix to map collaborations, citations, and relevant keywords. The study highlights the growing importance of sustainable practices and technologies to ensure the longevity and quality of agricultural products. The analysis indicates that innovations such as edible coatings and natural antioxidants, along with the use of biosensors and artificial intelligence, hold significant potential for enhancing fruit conservation and reducing losses. Additionally, the findings underscore that international scientific collaboration—especially among emerging and developed countries, with China and Brazil leading in publications and partnerships—drives progress in the sector, strengthening food security and the sustainability of agricultural supply chains. The study further reveals that integrated strategies, such as climate-smart agriculture, are essential for reducing losses, bolstering food security, and promoting more sustainable supply chains. These findings not only contribute to guiding future research but also provide a basis for public policy on postharvest conservation, essential for addressing global challenges related to food waste and climate change.

**Key words:** Bibliometrics; Food Preservation; Postharvest Technology; Postharvest Physiology



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	10
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
3.1 Fisiologia pós-colheita .....	11
3.2 Tecnologias de conservação .....	12
3.3 Bibliometria .....	14
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
5.1 Produção científica ao longo do tempo .....	20
5.2 Principais autores e instituições .....	21
5.3 Análise de revistas e fontes .....	23
5.4 Palavras-chave e áreas de foco .....	25
5.5 Redes de co-autoria e colaborações .....	27
5.6 Distribuição espaço temporal globais e redes de colaboração .....	29
5.7 Tópicos e tendências emergentes .....	31
5.8 Top 20 artigos mais citados globalmente .....	34
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

A conservação da qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças é um dos maiores desafios enfrentados pela cadeia de suprimentos agrícolas. Esses produtos, de alto valor nutricional, econômico e com benefícios à saúde (BANCAL; RAY, 2023; RIZZO *et al.*, 2023; ALI *et al.*, 2011), são altamente perecíveis e representam uma parcela significativa das perdas alimentares globais. Estima-se que 40% das frutas e hortaliças sejam perdidas ao longo da cadeia de suprimentos devido a fatores como alta umidade, respiração acelerada, danos físicos durante o transporte e armazenamento, perda de água, danos causados pelo frio e contaminação microbiana (SINGH *et al.*, 2014; YESHIWAS; TADELE, 2021; VINOD *et al.*, 2023). Essas perdas não apenas geram impactos econômicos significativos, como também afetam diretamente a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental, ampliando o desperdício de recursos naturais e as emissões de gases de efeito estufa. A redução dessas perdas está diretamente conectada a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como a erradicação da fome (ODS 2), a promoção de padrões de consumo e produção sustentáveis (ODS 12) e a mitigação das mudanças climáticas (ODS 13) (FAO, 2023).

Estratégias para preservar a qualidade pós-colheita têm se concentrado em tecnologias e práticas que retardam os processos de deterioração, garantindo maior vida útil e manutenção das características sensoriais e nutricionais dos produtos. Soluções como embalagens em atmosfera modificada, revestimentos comestíveis, resfriamento evaporativo e biocontrole têm mostrado eficácia na redução de perdas e desperdícios, especialmente em países em desenvolvimento, onde pequenos agricultores enfrentam limitações financeiras e tecnológicas (BASEADIYA; SAMUEL; BEERA, 2013; MAKULE; DIMOSO; TASSOU, 2022). A implementação de tecnologias acessíveis é essencial para atender também ao ODS 1, que visa erradicar a pobreza, ao aumentar a produtividade e a renda dos agricultores por meio de práticas sustentáveis. Nos países desenvolvidos, os desafios estão mais relacionados ao varejo e ao consumo, sendo necessárias melhorias logísticas e a conscientização dos consumidores (GOUDA; DUARTE-SIERRA, 2024).

O avanço das práticas de conservação pós-colheita conecta diretamente a pesquisa ao mercado, traduzindo inovações científicas em soluções práticas para

melhorar a eficiência das cadeias de suprimentos e atender às demandas globais. Nesse cenário, a bibliometria tem se destacado como uma ferramenta estratégica, capaz de mensurar a produção científica e identificar tendências emergentes nas áreas de pesquisa. Ao analisar a interseção entre qualidade pós-colheita, tecnologias de conservação e sustentabilidade, a bibliometria não apenas mapeia o progresso científico, mas também auxilia na formulação de políticas públicas e no direcionamento de investimentos. Essa abordagem é essencial para identificar lacunas de conhecimento e promover soluções inovadoras que impulsionem os impactos econômicos, sociais e ambientais positivos, alinhados às metas globais de desenvolvimento sustentável.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão bibliométrica para compreender as tendências emergentes e lacunas na pesquisa sobre a qualidade pós-colheita de frutas, considerando sua importância para segurança alimentar, nutricional e desenvolvimento sustentável.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais tendências de publicação na área de qualidade pós-colheita de frutas;
- Mapear os periódicos, pesquisadores e organizações mais influentes na área;
- Analisar as publicações de maior impacto e suas contribuições para o avanço da área;
- Identificar agrupamentos temáticos e termos de pesquisa predominantes na área.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Fisiologia pós-colheita

A fisiologia pós-colheita desempenha um papel crucial na manutenção da qualidade e no prolongamento da vida útil dos frutos após a colheita. Este campo da ciência agrícola estuda os processos biológicos e bioquímicos que ocorrem nos produtos vegetais após serem colhidos, com o objetivo de minimizar perdas e maximizar a conservação da qualidade durante o armazenamento, transporte e comercialização. As perdas pós-colheita representam um desafio significativo, especialmente em países como o Brasil, onde se estima que até 40% dos alimentos sejam perdidos entre a colheita e o consumidor final. Globalmente, esse desperdício equivale a aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas anuais, sublinhando a necessidade de práticas eficazes de manejo pós-colheita (BALANA; AGHADI; OGUNNIYI, 2022; CHRISENDO *et al.*, 2023)

Um dos principais desafios enfrentados no armazenamento pós-colheita é a deterioração do sabor. Este problema está frequentemente associado à formação de compostos desagradáveis, resultantes de processos bioquímicos como o metabolismo de fermentação, a oxidação de lipídios e a degradação de aminoácidos (FALLIK; ZORAN, 2019). Fatores externos, como a temperatura, os níveis de oxigênio, a presença de microrganismos e a atividade do etileno, têm impacto significativo nesses processos. O manejo adequado desses fatores é essencial para preservar o sabor e a qualidade geral dos frutos.

Outro aspecto crítico da fisiologia pós-colheita é a infecção microbiana. Frutos são altamente suscetíveis a microrganismos, especialmente quando sofrem danos mecânicos ou quando suas camadas externas protetoras são comprometidas. Fatores como bolores, leveduras e outros fungos são frequentemente responsáveis pela podridão e pela deterioração fisiológica, alterando a composição dos componentes voláteis e resultando em mudanças indesejáveis no sabor e aroma (JACKSON-DAVIS *et al.*, 2023). Práticas de colheita cuidadosas, juntamente com tratamentos de desinfecção, podem reduzir significativamente o impacto dessas infecções.

O conhecimento da fisiologia pós-colheita também abrange o impacto das condições ambientais, como temperatura, umidade e composição gasosa, na longevidade dos produtos. Práticas de manejo, como a seleção criteriosa de frutos

saudáveis, o treinamento de equipes de colheita para identificar a maturidade ideal e a implementação de técnicas de armazenamento adequadas, são fundamentais para reduzir perdas e assegurar a qualidade ao longo da cadeia de suprimentos.

Nesse cenário, é essencial reconhecer que a pesquisa em fisiologia pós-colheita não apenas contribui para o avanço da ciência agrícola, mas também desempenha um papel vital na segurança alimentar global. Investir em tecnologias de conservação, desenvolver novos revestimentos e aperfeiçoar métodos de armazenamento são passos necessários para enfrentar os desafios crescentes relacionados à demanda por alimentos frescos e à redução do desperdício de alimentos.

### 3.2 Tecnologias de conservação

A conservação pós-colheita de frutas é essencial para garantir a qualidade, prolongar a vida útil e promover a segurança alimentar, além de minimizar perdas durante o armazenamento e transporte. Este campo envolve a aplicação de diversas tecnologias voltadas à manutenção das características sensoriais e nutricionais dos produtos hortifrutícolas. A relevância desse tema é amplificada pelo impacto econômico e social das perdas pós-colheita, que podem atingir até 40% em algumas regiões, especialmente em países em desenvolvimento (FAOSTAT, 2021; GOODWIN, 2024). Assim, a implementação de métodos eficazes para a conservação é fundamental para atender à demanda crescente por alimentos frescos, reduzir desperdícios e contribuir para a sustentabilidade na cadeia de produção agrícola.

Dentre as tecnologias tradicionais de conservação, a refrigeração destaca-se como uma prática amplamente adotada. O armazenamento em temperaturas controladas reduz a atividade metabólica dos frutos e, conseqüentemente, a sua taxa de deterioração (HE *et al.*, 2024). Contudo, é necessário considerar os requisitos específicos de temperatura para diferentes tipos de frutas, como maçãs, que devem ser mantidas entre 0 °C e 4 °C. Temperaturas inadequadas podem induzir o fenômeno conhecido como lesões por resfriamento, que afetam a integridade das membranas celulares. Esse processo resulta na peroxidação lipídica e na geração de malondialdeído (MDA), um composto prejudicial à qualidade dos frutos (BASWAL; RAMEZANIAN, 2020). Além disso, o armazenamento a frio pode desregular a expressão de genes relacionados à formação do aroma, levando à redução da

intensidade aromática dos frutos. Estudos indicam que técnicas como o tratamento com UV-C e a aplicação de compostos químicos como 1-MCP (1-metilciclopropeno) podem ajudar a mitigar os efeitos negativos do armazenamento a frio (MANENOI *et al.*, 2007).

Outra abordagem relevante é o uso de atmosferas controladas (AC), em que a composição gasosa do ambiente de armazenamento é manipulada, diminuindo os níveis de oxigênio e aumentando os de dióxido de carbono (WENDT *et al.*, 2022). Este método retarda o amadurecimento, sendo particularmente eficaz em frutas como bananas e kiwis. Adicionalmente, técnicas como embalagens ativas, que incorporam substâncias antimicrobianas ou antioxidantes, têm demonstrado grande potencial para prolongar a vida útil dos produtos (MUÑOZ; MUNNÉ-BOSCH, 2017).

No contexto de inovação, as embalagens comestíveis surgem como uma solução sustentável e eficaz (GÓMEZ-ESTACA *et al.*, 2016). Produzidas a partir de biomateriais naturais, como biopolímeros, plastificantes e aditivos naturais, essas embalagens formam uma camada protetora ao redor das frutas, reduzindo a taxa de respiração, transpiração e produção de etileno, além de inibir a proliferação microbiana (AMIN *et al.*, 2021; CHEN *et al.*, 2019; VENKATESAN; MUNIYAN, 2024). A aplicação dessas embalagens pode ser realizada por métodos como imersão, pulverização ou escovação, com destaque para o revestimento por imersão devido à sua simplicidade e custo-benefício (NIAN *et al.*, 2024). A adoção de biopolímeros para esses filmes e revestimentos alinha-se às metas globais de sustentabilidade, promovendo a substituição de plásticos sintéticos convencionais por materiais biodegradáveis e ecologicamente corretos (CALVA-ESTRADA; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ; LUGO-CERVANTES, 2019)

Além dos métodos tradicionais e das inovações em embalagens, abordagens alternativas vêm ganhando espaço na conservação pós-colheita. Entre elas, destaca-se o controle do etileno, um hormônio vegetal responsável pela regulação do amadurecimento. A manipulação do etileno pode ser feita por meio da aplicação de inibidores ou pela modificação do ambiente de armazenamento, visando retardar o processo de maturação. Outra técnica promissora é a irradiação, que utiliza radiação ionizante para eliminar microorganismos e pragas, prolongando a vida útil dos produtos sem comprometer suas propriedades sensoriais. Métodos como a conservação por osmose, aplicada em processos de desidratação ou produção de

frutas cristalizadas, também têm demonstrado eficácia na redução do teor hídrico dos frutos e na preservação de suas características.

Apesar dos avanços tecnológicos, a conservação pós-colheita ainda enfrenta desafios significativos, como os altos custos operacionais, a necessidade de pessoal especializado e a aceitação por parte dos consumidores (AMWOKA *et al.*, 2021). Além disso, regulamentações específicas e preocupações com impactos ambientais tornam necessária uma abordagem mais sustentável. Estima-se que cerca de um terço dos produtos hortifrutícolas sejam desperdiçados globalmente devido à sua perecibilidade e a limitações nas instalações de armazenamento. Nesse cenário, a pesquisa em biotecnologia e o desenvolvimento de soluções inovadoras, como o uso de embalagens comestíveis e métodos baseados em biopolímeros, são essenciais para mitigar o desperdício de alimentos e minimizar os impactos ambientais (KUSWANDI *et al.*, 2011).

A combinação de métodos tradicionais com inovações sustentáveis oferece perspectivas promissoras para enfrentar os desafios da cadeia produtiva hortifrutícola. À medida que a demanda por soluções sustentáveis cresce, o aprofundamento em pesquisas e o desenvolvimento de novas abordagens tornam-se indispensáveis para consolidar práticas eficazes e ambientalmente responsáveis na conservação de frutas e vegetais.

### 3.3 Bibliometria

A bibliometria é uma ferramenta para a análise quantitativa da produção científica, permitindo identificar tendências, padrões e lacunas na pesquisa (ARIA; CUCCURULLO, 2017). No contexto das pesquisas pós-colheita de frutas, a bibliometria desempenha um papel chave ao oferecer insights sobre o desenvolvimento e a evolução das tecnologias e práticas que visam reduzir perdas e melhorar a qualidade dos produtos.

A bibliometria possui diversas aplicações no campo das pesquisas pós-colheita. Primeiramente, ela é fundamental para a avaliação do impacto científico. Através da análise de citações e publicações, é possível medir o impacto de diferentes estudos e inovações na área, ajudando a identificar quais abordagens têm sido mais eficazes na redução de perdas e na preservação da qualidade das frutas. Além disso, a bibliometria permite a identificação de tendências de pesquisa ao revelar áreas



emergentes e campos que necessitam de maior investigação, o que é particularmente relevante em um setor que evolui rapidamente, como o da tecnologia pós-colheita.

Outro benefício significativo é o mapeamento de colaborações. Por meio da análise bibliométrica, é possível identificar redes de colaboração entre pesquisadores e instituições, facilitando parcerias estratégicas que podem resultar em inovações significativas na conservação e processamento de frutas. Além disso, os dados bibliométricos têm implicações diretas no direcionamento de políticas públicas. Informações obtidas através dessa ferramenta podem auxiliar formuladores de políticas na alocação de recursos e no desenvolvimento de estratégias que atendam às demandas específicas do setor agrícola.

Um exemplo prático do uso da bibliometria é a análise do uso de nanotecnologia na pós-colheita. Pesquisas recentes têm explorado a aplicação de nanopartículas derivadas de resíduos de frutas para o desenvolvimento de materiais de embalagem sustentáveis (NAVINA *et al.*, 2023). A bibliometria pode mapear a quantidade de estudos realizados nesse campo, identificar os principais pesquisadores e instituições envolvidas, bem como os avanços alcançados. Outro exemplo é a integração da bibliometria com conceitos de economia circular, que tem ganhado destaque em pesquisas que utilizam resíduos de frutas para criar novos produtos. Essas práticas não apenas reduzem desperdícios, mas também promovem o desenvolvimento sustentável, um tema de crescente relevância nas publicações científicas.

Os principais benefícios da bibliometria na pesquisa pós-colheita incluem a avaliação do impacto científico, a identificação de tendências de pesquisa, o mapeamento de colaborações, o direcionamento de políticas públicas e a análise da produção científica. A contagem de publicações, citações e coautorias fornece uma visão abrangente sobre os principais autores, instituições e periódicos relevantes na área, permitindo uma compreensão mais detalhada do panorama científico atual. Esses benefícios demonstram como a bibliometria é uma ferramenta valiosa para impulsionar a pesquisa e a inovação, contribuindo para práticas mais eficientes e sustentáveis.

A bibliometria também desempenha um papel importante na compreensão da evolução das pesquisas sobre frutas. Ela possibilita o mapeamento da produção científica, identificando e quantificando publicações relacionadas ao tema. Isso

permite visualizar como a pesquisa tem crescido ao longo do tempo e quais tópicos têm recebido maior atenção. Além disso, através da análise de citações e publicações, é possível detectar tendências emergentes, como novas técnicas de conservação, variedades de frutas em estudo ou os impactos ambientais associados à produção. Esses dados são essenciais para direcionar futuras investigações e inovações.

A análise bibliométrica também destaca redes de colaboração entre pesquisadores e instituições, evidenciando como essas parcerias influenciam o desenvolvimento de novas ideias e tecnologias. Ao avaliar o impacto científico por meio da contagem de citações, torna-se possível identificar os estudos mais influentes e compreender como eles moldam o conhecimento no campo. Finalmente, os dados bibliométricos podem informar decisões estratégicas em políticas agrícolas e investimentos em pesquisa, priorizando áreas com maior necessidade de atenção ou potencial de inovação.

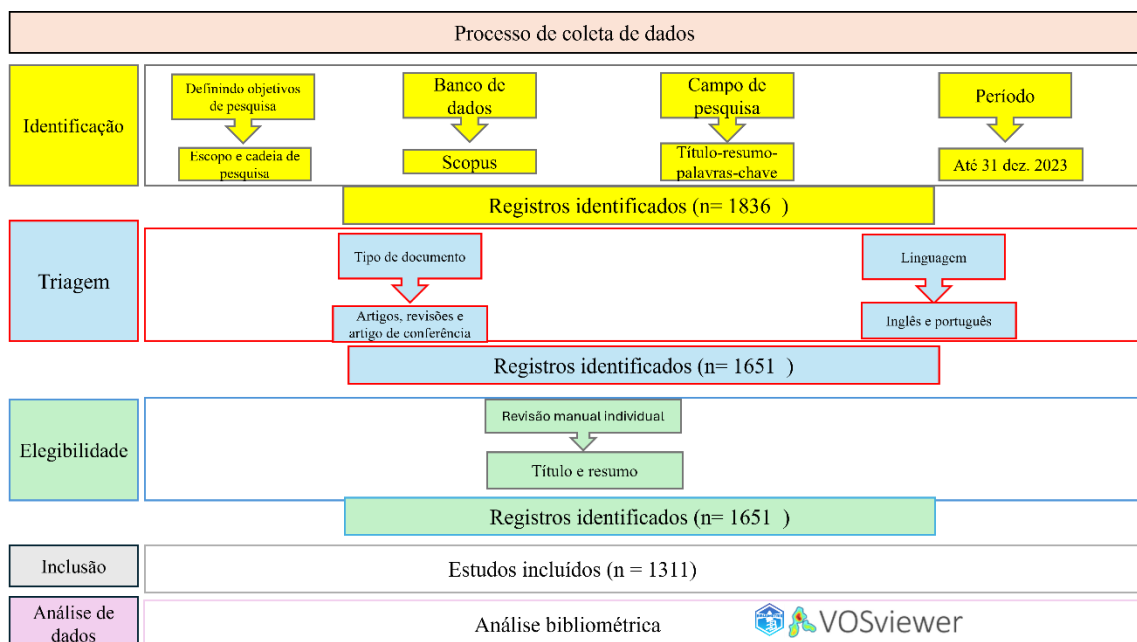
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo utilizou uma metodologia de análise bibliométrica (ARIA; CUCCURULLO, 2017). A revisão bibliométrica é uma técnica estatística para analisar quantitativamente a literatura acadêmica sobre um tópico selecionado. Essa técnica fornece uma visão geral da literatura existente e reconhece as principais contribuições feitas por autores, países e instituições de pesquisa, fornecendo ainda uma visão mais ampla sobre o campo de pesquisa examinado e uma compreensão estruturada dos padrões de pesquisa, agrupamentos temáticos e estruturas dentro do campo de pesquisa.

Foram seguidos os seguintes passos metodológicos ilustrados na Figura 1:

- (a) **Identificação das palavras-chave mais frequentemente usadas relacionadas à qualidade pós-colheita e frutas.** Após verificar as várias possibilidades de palavras-chave utilizadas em trabalhos científicos anteriores e revisões sistemáticas, foram usadas as seguintes palavras-chave: [TITLE-ABS-KEY “Postharvest quality” “qualidade pós-colheita” e TITLE-ABS-KEY “Fruit” “Fruta”. Essas palavras-chave visavam capturar os principais aspectos relacionados ao uso de tecnologias utilizadas para os processos de pós-colheita de frutas;

**Figura 1** – Diagrama de fluxo da revisão sistemática.



Fonte: O autor, 2024

- (b) **Seleção da base de dados para a pesquisa.** A base de dados Scopus foi escolhida por possuir ampla cobertura de artigos, citações e os principais periódicos relevantes para o tema analisado;
- (c) **Definição dos critérios de seleção para os artigos analisados.** Os critérios utilizados para estabelecer as áreas de análise em uma pesquisa bibliométrica são definidos com base na relevância e abrangência dos temas de interesse para o objetivo do estudo. No caso apresentado, a escolha das áreas visa fornecer uma visão interdisciplinar e ampla sobre os tópicos relacionados à qualidade pós-colheita de frutas, baseando-se também na lista de áreas oferecidas pela base de dados do Scopus. No campos das Ciências Agrícolas, Biológicas e Ciências Ambientais, foram incluídas porque o estudo da qualidade pós-colheita está diretamente associado à produção agrícola, fisiologia das plantas e impacto ambiental. No caso de Bioquímica, Genética e Biologia Molecular, porque abordam os processos bioquímicos e genéticos que afetam a qualidade das frutas, como síntese de antioxidantes e metabolismo pós-colheita. Em se tratando de Engenharia e Ciência dos Materiais, temos a relevância dessas áreas para o desenvolvimento de tecnologias como revestimentos, embalagens e sistemas de armazenamento que prolongam a vida útil das frutas. No caso de Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica, essas áreas estão relacionadas aos potenciais benefícios à saúde dos compostos bioativos em frutas e à segurança de aditivos usados no pós-colheita. Áreas como Química e Ciência da Computação, reflete a necessidade de integrar abordagens químicas, como a análise de compostos antioxidantes, com ferramentas computacionais, como modelagem e análise de grandes volumes de dados. Essa abordagem interdisciplinar permite que o estudo capture a complexidade do tema, considerando desde a composição química das frutas até soluções tecnológicas para a preservação de qualidade. E por fim, as áreas de Imunologia e Microbiologia, que podem tratar de aspectos microbiológicos que impactam o armazenamento, como o crescimento de fungos e bactérias. O período de publicação correspondeu aos anos de 2010 a dezembro de 2023, definido para captar as tendências mais recentes e relevantes no campo, permitindo a análise de avanços tecnológicos, científicos e industriais ao longo dos últimos anos. Um intervalo de 13 anos é adequado para identificar mudanças

significativas, enquanto ainda permanece atualizado para fornecer insights relevantes para pesquisas e práticas atuais.

- (d) **Processo de filtragem inicial.** Aplicou-se então filtros de limpeza de dados, restringindo os tipos de documentos a somente artigos, revisões e materiais de conferências publicados em língua inglesa e portuguesa, resultando em 1651 documentos.
- (e) **Revisão e seleção final de documentos.** Como um passo adicional, foram examinados todos os artigos extraídos para confirmar a relevância e enquadramento de cada um. Incluímos apenas os artigos que discutem, por meio de uma abordagem bibliométrica, as dimensões da qualidade pós-colheita em frutas. Nossa amostra final incluiu 1311 documentos.

Os dados foram extraídos entre os meses de agosto e setembro de 2024. Esses dados foram salvos e aplicados na análise bibliométrica utilizando os softwares VOSViewer e Bibliometrix. No VOSViewer e biblioshiny do Bibliometrix RStudio, foram realizadas várias análises, incluindo coocorrências, acoplamento bibliográfico, análise de redes, visualização de sobreposição, mapeamento de colaboração e citações, bem como análise de evolução temática. Além disso, com base nos artigos e informações incluídos no conjunto de dados, foram determinados os seguintes indicadores: (i) Número de artigos publicados por ano, por instituição, por periódico, por autor e por país; (ii) Contagem de artigos publicados por autores de um único país e de múltiplos países com base nas afiliações dos autores; (iii) Número total de citações por artigo e por periódico.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Produção científica ao longo do tempo

No total, 1311 documentos relacionados a “qualidade pós-colheita” e “frutas” foram identificados. Esses documentos foram classificados em 1050 artigos de periódicos, 189 documentos de conferência e 72 revisões. Os documentos apresentaram uma média de 21,46 citações por ano, com uma taxa de crescimento anual de 7,84 (Tabela 1).

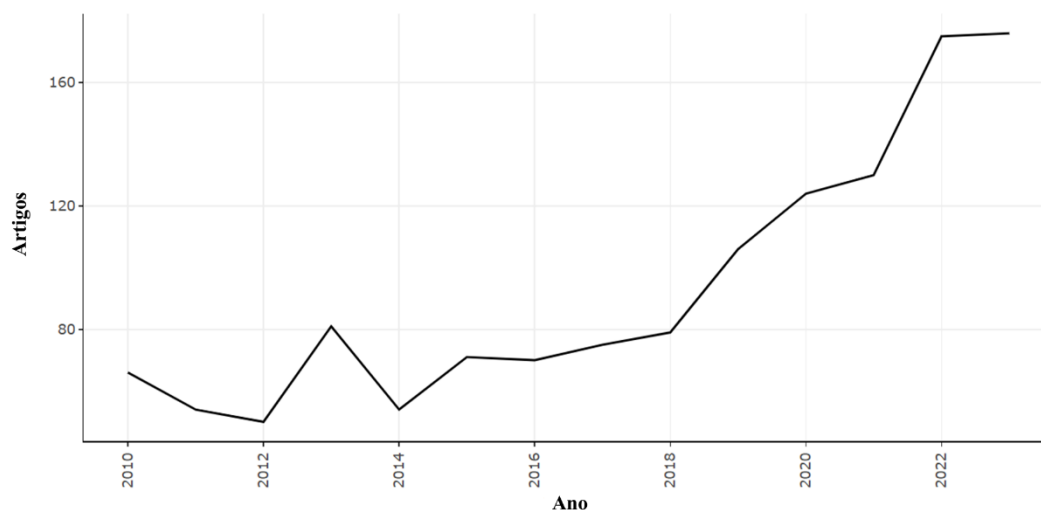
**Tabela 1** – Resumo estatístico da produção científica sobre qualidade pós-colheita de frutas no período de 2010 a 2023.

Descrição	Resultados
<i>INFORMAÇÕES PRINCIPAIS SOBRE OS DADOS</i>	
Período	2010:2023
Fontes (Jornais, livros, etc)	258
Documentos	1311
Taxa de crescimento anual (%)	7,84
Idade média dos documentos (anos)	5,95
Média de citação por documento	21,46
Referências	49783
<i>CONTEÚDOS DOS DOCUMENTOS</i>	
Keywords Plus (ID)	3261
Palavras-chave dos autores (DE)	2697
<i>AUTORES</i>	
Autores	4214
Autores de documentos de autoria única	31
<i>COLABORAÇÃO ENTRE AUTORES</i>	
Documentos de autoria única	34
Coautores por documento	4,9
Coautorias internacionais %	17,24
<i>TIPOS DE DOCUMENTOS</i>	
Artigos	1050
Trabalho em Conferência	189
Revisão	72

Fonte: O autor (2024).

Entre 2010 e 2014, houve oscilações no número de artigos publicados. No entanto, após 2014, o número total de documentos publicados por ano aumentou exponencialmente, alcançando mais de 160 documentos em 2023 (Figura 2).

**Figura 2** – Número de publicações no conjunto final de dados sobre qualidade pós-colheita de frutas utilizando a base de dados Scopus entre 2010 e 2023



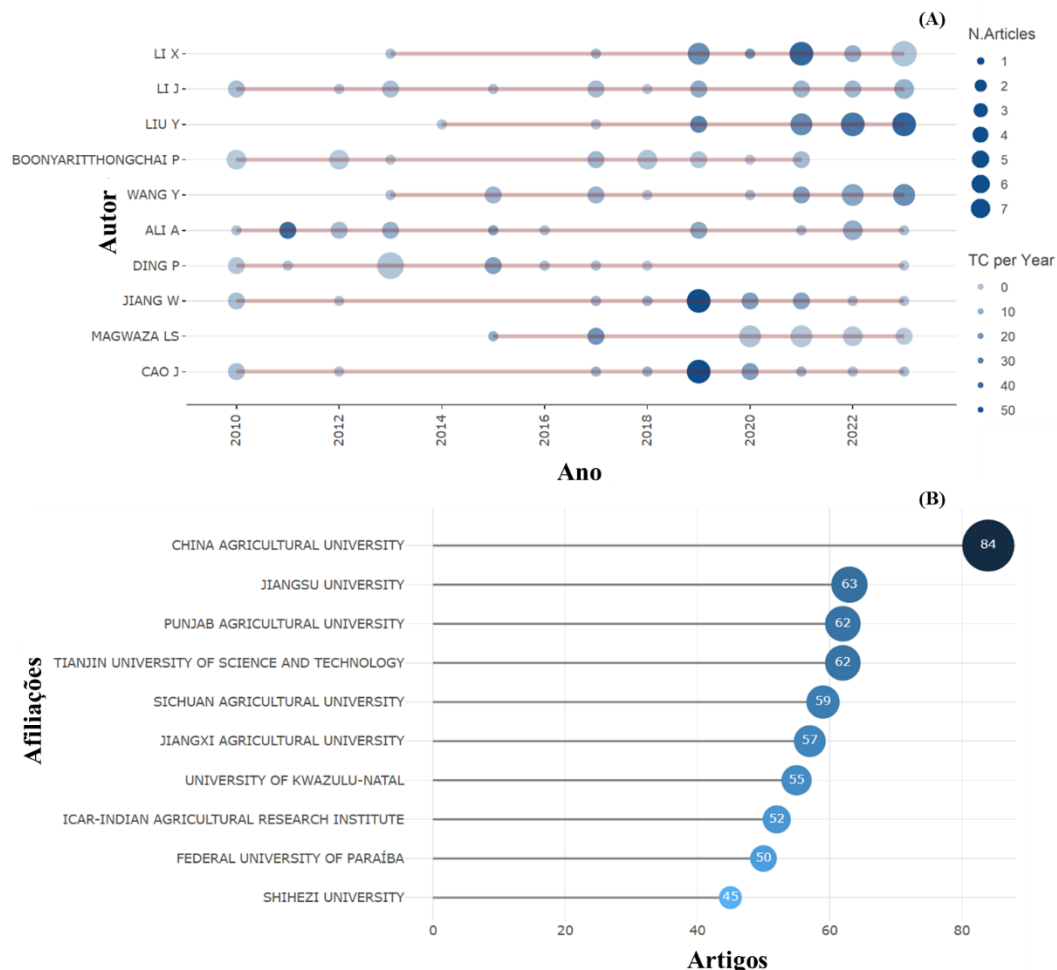
Fonte: O autor (2024).

## 5.2 Principais autores e instituições

A Figura 3A mostra a produção por autores ao longo do tempo com base no número de artigos publicados e o número de citações por ano. O resultado revelou que os autores com o maior número de artigos eram de instituições chinesas (Figura 3B). Xuejin Li (Li, X.) e Jiangbo Li (Li J.) são os autores com maior produção de artigos e impacto em termos de citações nos anos recentes 2021 e 2022. Esses autores apresentam publicações frequentes ao longo dos anos, com destaque para os anos de 2019 a 2022, nos quais houve um aumento na produção de artigos. Em termos de impacto, os círculos escuros indicam que alguns desses artigos receberam um número considerável de citações, especialmente para Li X. em 2021 e 2022 (Figura 3A).

Esses resultados são refletidos ainda na Figura 3B, que mostra a predominância de Instituições Chinesas como China Agricultural University em primeiro lugar (84 artigos), seguida por outras instituições como Jiangsu University (63 artigos), Sichuan Agricultural University (59 artigos) e Shihezi University (45 artigos). Isso sugere que a China tem investido massivamente em pesquisa agrícola, o que reflete a sua estratégia para aumentar a segurança alimentar, melhorar a eficiência agrícola e promover inovações em técnicas pós-colheita.

**Figura 3** – Autores que tiveram as maiores contribuições científicas referente ao número de artigos e citações por ano ao longo do tempo (A) e instituições afiliadas que tiveram as maiores contribuições científicas (B).



Fonte: O autor (2024)

Os resultados mostram ainda a presença de Universidades Indianas importantes com a Punjab Agricultural University e o ICAR - Indian Agricultural Research Institute, destacando a Índia como outro país em desenvolvimento que tem foco em inovação agrícola, em especial nas áreas de conservação da qualidade pós-colheita das frutas. Esse destaque pode ser atribuído à necessidade de reduzir o desperdício de alimentos e melhorar a cadeia de distribuição em um país com uma população extensa.

Detalhe importante para participação de Universidades Africanas, University of KwaZulu-Natal, na África do Sul e Instituição brasileira, Federal University of Paraíba, o que é relevante, pois mostra o engajamento da África na pesquisa agrícola, uma vez que em países africanos, as inovações pós-colheita são essenciais para reduzir



perdas e garantir segurança alimentar, especialmente em áreas rurais com menos infraestrutura, e o Brasil, sendo um dos maiores produtores agrícolas do mundo, tem interesse direto em melhorar as tecnologias de pós-colheita para manter sua competitividade internacional, além de lidar com questões como a conservação de produtos agrícolas em regiões remotas.

### 5.3 Análise de revistas e fontes

A revista *Acta Horticulturae* publicou o maior número de documentos, 231, (Figura 4A), mas possui um impacto relativamente menor em termos de citação,  $H=11$  (Figura 4B). Isso pode indicar que, apesar de publicar muitos trabalhos, a revista não gera tantas citações ou não está em tópicos de alto impacto, o que pode sugerir um foco em temas mais práticos ou regionais. Por outro lado, a *Postharvest Biology and Technology* combina uma quantidade razoável de publicações, 100, com o maior impacto,  $H=50$  (Figura 4), indicando que seus artigos são amplamente citados e influentes na comunidade científica.

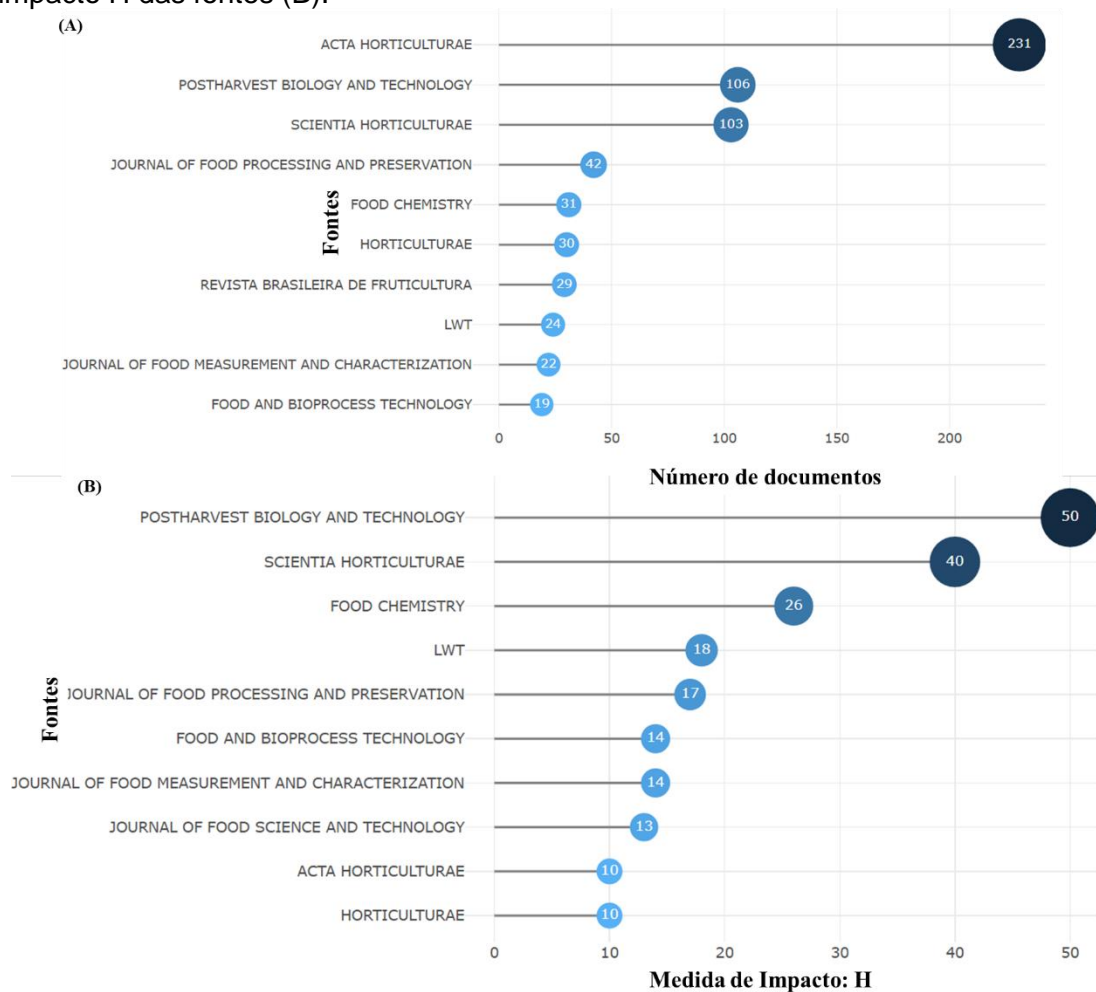
O destaque das revistas como *Postharvest Biology and Technology* e *Scientia Horticulturae* sugere uma forte relevância do campo de pesquisa relacionado à biologia e tecnologia pós-colheita, onde inovações são cruciais para reduzir as perdas de alimentos e manter a qualidade dos produtos agrícolas. O fato de revistas com foco em pós-colheita estarem no topo do índice H reflete a crescente importância da área, não apenas em termos de volume de publicações, mas também no impacto científico.

Revistas como *Food Chemistry* e *LWT* também aparecem com impacto considerável (Figura 4B). Isso indica a natureza interdisciplinar da pesquisa em pós-colheita, envolvendo tanto aspectos biológicos quanto químicos, de processamento de alimentos e tecnologias associadas. Além disso, a presença de uma revista brasileira, *Revista Brasileira de Fruticultura*, mostra a relevância de estudos regionais e de fruticultura na pesquisa global, especialmente em países produtores de frutas como o Brasil.

Logo, esses resultados destacam a importância de considerar tanto a quantidade de publicações quanto o impacto medido por citações ao avaliar a relevância científica de uma fonte. As revistas que combinam um número elevado de publicações com um alto índice H, como *Postharvest Biology and Technology*, são particularmente importantes na área da pesquisa pós-colheita. O campo é

interdisciplinar e as colaborações entre áreas como biologia, química e processamento de alimentos são cruciais para avanços científicos e tecnológicos que podem impactar diretamente a segurança alimentar e a eficiência agrícola.

**Figura 4** – Distribuição de documentos e medidas de impacto de fontes acadêmicas em pesquisa pós-colheita. Número de documentos publicados nas principais fontes (A) e medida de impacto H das fontes (B).



Fonte: O autor (2024).

O índice H de uma revista científica é influenciado por diversos fatores, entre eles, o acesso aberto ou fechado aos seus artigos. Nessa perspectiva, isso pode influenciar o número de citações. Revistas de acesso aberto tendem a ter maior alcance e visibilidade, já que os conteúdos estão disponíveis gratuitamente para a comunidade científica e o público em geral, independentemente de assinaturas ou custos adicionais. Isso aumenta a probabilidade de seus artigos serem lidos, compartilhados e citados em outras publicações. Por outro lado, revistas de acesso fechado, como a Acta Horticulturae, podem apresentar barreiras significativas para o

acesso, uma vez que exigem assinatura ou pagamento individual por artigo. Essas limitações reduzem a disseminação de seus conteúdos e, conseqüentemente, a probabilidade de serem citados em outras pesquisas.

#### 5.4 Palavras-chave e áreas de foco

A Figura 5 mostra que as pesquisas mais recentes focam na qualidade pós-colheita com ênfase em tecnologias de revestimento, uso de antioxidantes e métodos de conservação como aditivos alimentares e controle da atividade enzimática. Esses resultados indicam uma evolução das pesquisas ao longo dos anos, com um foco crescente em métodos mais inovadores e sustentáveis para aumentar a durabilidade e qualidade das frutas após a colheita. Esta figura também revela direções de investigação emergentes e futuras.

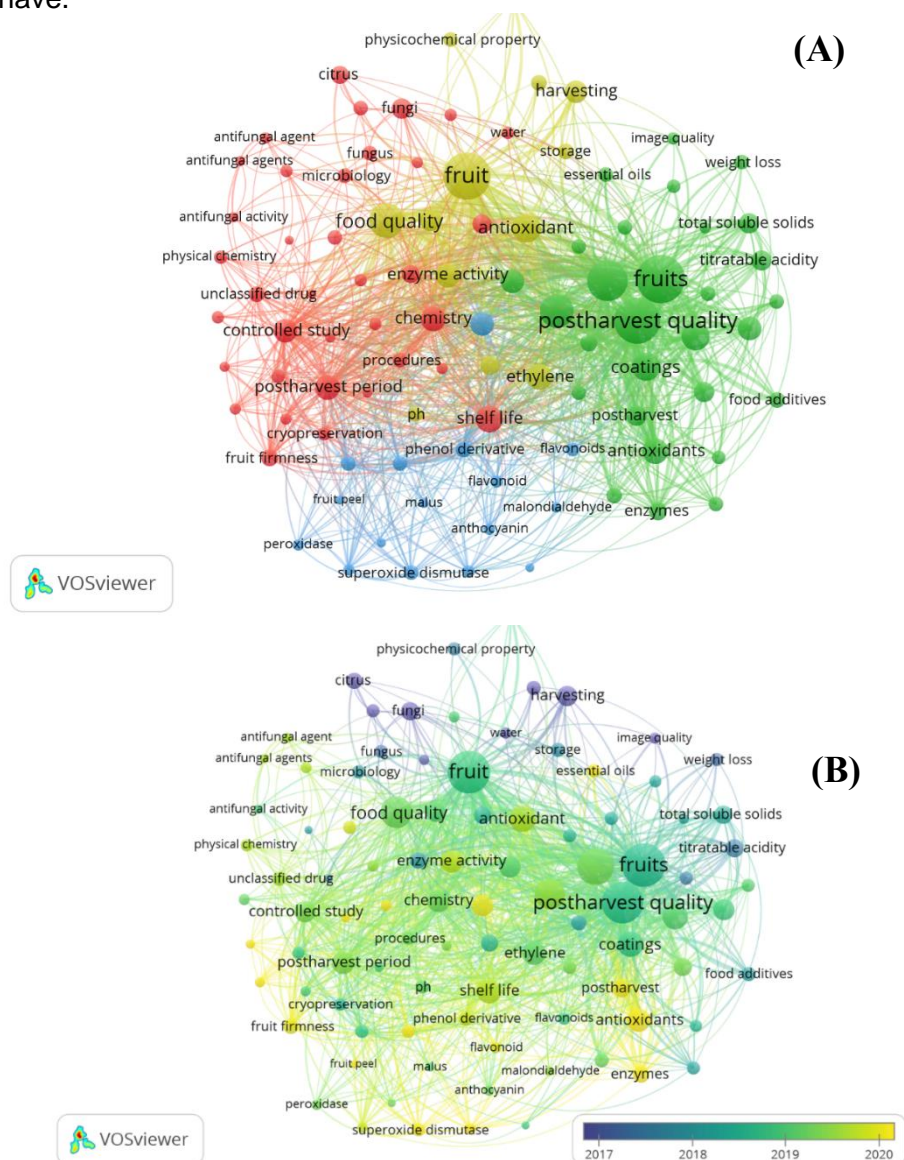
Cinco grupos temáticos são apresentados. O cluster 1 (verde) indica os domínios de investigação associados à qualidade pós-colheita e conservação de frutas, destacando a importância de tecnologias voltadas para a conservação da qualidade pós-colheita, como o uso de revestimentos comestíveis, antioxidantes e aditivos alimentares. A manutenção da qualidade visual, sensorial e nutricional das frutas é o foco principal, com estudos que investigam a eficácia desses tratamentos no prolongamento da vida útil das frutas.

O cluster 2 (vermelho) inclui aspectos de controle de fungos e estudo de qualidade, relacionando a estudos que investigam métodos para manter a qualidade dos alimentos pós-colheita, com foco no controle de fungos. As pesquisas incluem o uso de agentes antifúngicos e o estudo de compostos químicos para prevenir o crescimento de microrganismos que causam deterioração. Este cluster aborda também a microbiologia e a química dos alimentos. Este é mais evidente no cluster 3 (amarelo), que é composto por propriedades físico-químicas das frutas e manuseio pós-colheita, como impacto do manuseio e do armazenamento na qualidade pós-colheita. O uso de óleos essenciais para conservar frutas também é um tema em destaque, mostrando o interesse em métodos naturais para prolongar a vida útil das frutas.

O cluster 4 (azul) dá ênfase aos aspectos bioquímicos da preservação pós-colheita, incluindo o papel dos compostos fenólicos, a criopreservação (armazenamento em temperaturas muito baixas) e a regulação da atividade de

enzimas como a superóxido dismutase, que tem função antioxidante. As pesquisas aqui abordam estratégias para manter a qualidade e aumentar a longevidade das frutas. Finalmente, o cluster 5 (azul claro), que destaca o papel dos compostos bioativos como flavonoides e das enzimas antioxidantes na proteção das frutas contra o estresse oxidativo durante o período pós-colheita. Também se estudam os marcadores de deterioração, como o malondialdeído e o papel das peroxidases na resposta ao envelhecimento.

**Figura 5** - Mapa de visualização sobreposto exibindo as principais palavras-chave em qualidade pós-colheita de frutas no período de 2010 a 2023 na base de dados Scopus. (A) Cada nó representa uma palavra-chave, e o tamanho do nó designa a ocorrência da palavra-chave. O nó maior sinaliza uma alta ocorrência da palavra-chave. A conexão entre duas palavras-chave indica o número de vezes em que elas co-ocorrem. (B) A escala de cores mostra o ano médio de publicação de cada palavra-chave de todas as publicações com a palavra-chave.



Fonte: O autor (2024)

Todos os clusters estão estreitamente interligados e, a partir dos clusters estreitamente interligados, podemos reconhecer que as pesquisas atuais sobre a qualidade pós-colheita de frutas são multidisciplinares, abrangendo áreas como a química de alimentos, microbiologia, bioquímica e novas tecnologias de conservação como óleos essenciais e criopreservação. O foco principal está na preservação da qualidade das frutas, controle de deterioração e extensão da vida útil usando uma combinação de agentes naturais, revestimentos comestíveis e o controle do ambiente de armazenamento.

Ao realizar uma análise da evolução temporal dos tópicos (Figura 5B), observa-se que termos como "fungi" (fungos), "harvesting" (colheita) e "physicochemical property" (propriedades físico-química) refletem esforços anteriores para compreender os processos básicos que afetam a qualidade das frutas após a colheita, como a ação de fungos e alterações nas propriedades físico-químicas durante o armazenamento. Enquanto termos de transição como "enzyme activity" (atividade enzimática), "phenol derivative" (derivado de fenol) e "ethanol" (etanol) indicam uma expansão da pesquisa para incluir aspectos químicos e bioquímicos. Essa transição também reflete uma integração mais profunda de estudos sobre antioxidantes e compostos fenólicos, importantes para estender a vida útil das frutas. Como tópicos mais recentes, destacam-se "shelf life" (vida útil), "cryopreservation" (criopreservação) "coatings" (revestimentos) e "food additives" (aditivos alimentares) que despontam a partir do ano de 2020. Essa análise permite visualizar uma evolução clara da pesquisa, passando de uma ênfase inicial em características básicas e desafios microbiológicos para abordagens mais aplicadas e tecnológicas, como o uso de revestimentos e métodos de conservação. Essa mudança reflete as necessidades do setor agrícola e alimentício, que buscam soluções práticas para melhorar a qualidade e reduzir perdas no período pós-colheita.

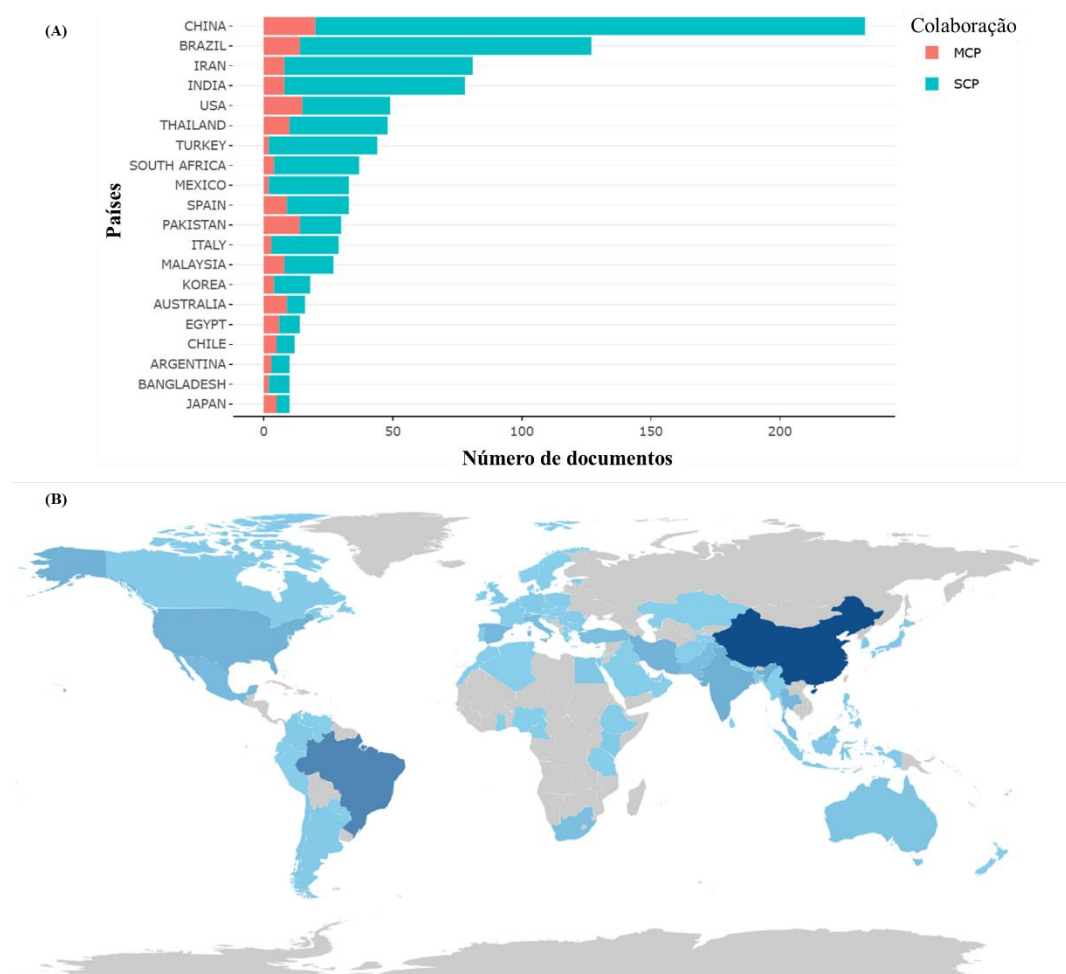
### 5.5 Redes de co-autoria e colaborações

Ao analisar a Figura 6A, fica evidente a liderança da China não apenas em volume de publicações (SCP), mas também em colaborações internacionais (MCP). Esse dado indica que o país está se consolidando como uma potência científica global, exportando conhecimento e colaborando com diversos países. Isso também reflete o

grande investimento chinês em pesquisa, especialmente em áreas como agricultura e sustentabilidade.

De interesse aqui é o destaque do Brasil como um polo científico regional (Figura 6B), com uma grande quantidade de publicações, principalmente realizadas localmente. Isso mostra a força das instituições de pesquisa brasileiras e sua relevância na América Latina. No entanto, a menor participação em colaborações internacionais pode sugerir que o país pode se beneficiar de mais parcerias globais para aumentar ainda mais o impacto de sua produção científica.

**Figura 6** – Colaboração global incluindo países com um número mínimo de 5 documentos (A) mapa de visualização em rede de países através da análise de acoplamento bibliográfico de documentos recuperados sobre pesquisas de Publicações feitas por pesquisadores de um único país (SCP) e Publicações resultantes de colaborações internacionais, envolvendo pesquisadores de múltiplos países (MCP) na base de dados Scopus (2010–2023) e (B) mapa de produção científica na área de qualidade pós-colheita de frutas destacando os países com maior produção (em tons mais escuros de azul) e aqueles com menor produção (tons mais claros).



Fonte: O autor (2024).

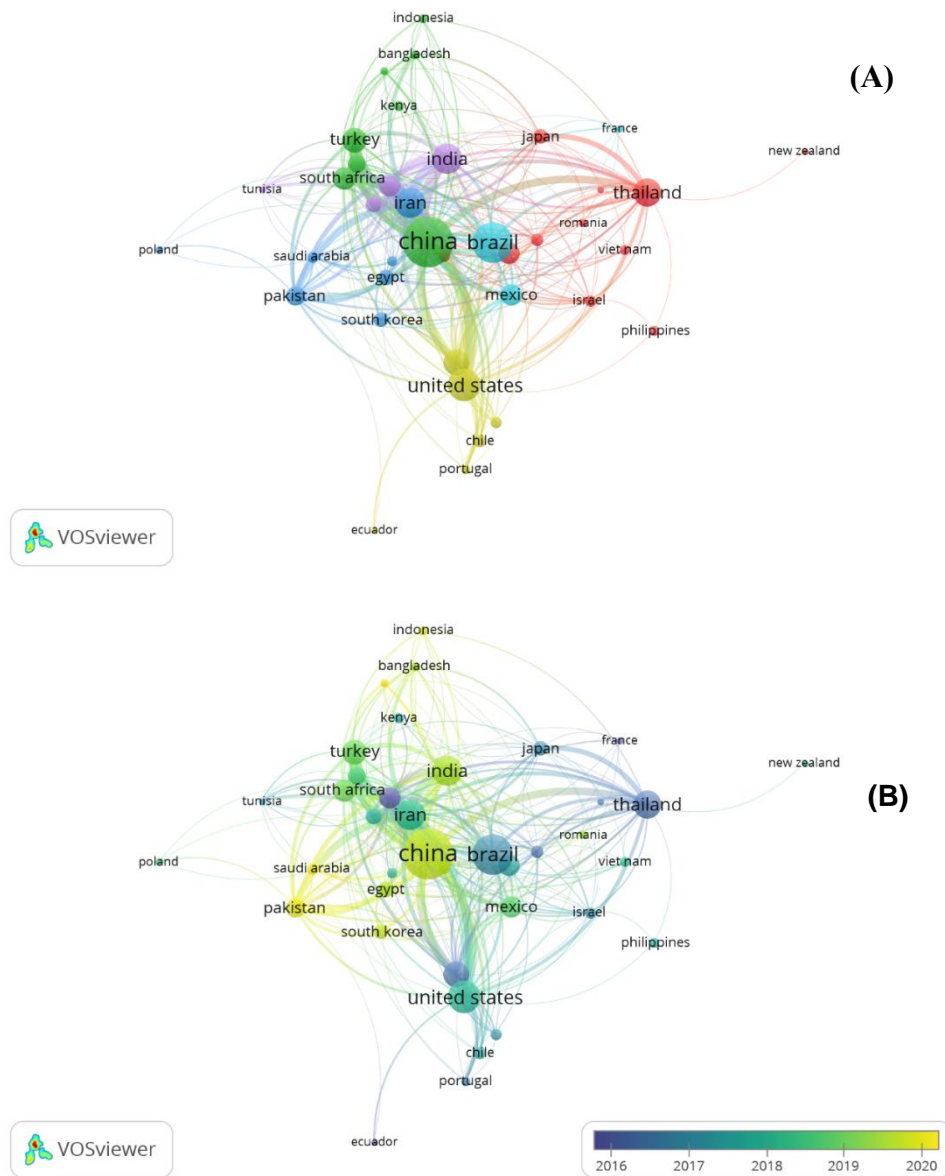
Por outro lado, países que possuem uma alta proporção de publicações em MCP, como Argentina, Espanha, Paquistão, Malásia e Japão, indicam que essas nações têm priorizado ou dependido de colaborações internacionais para aumentar sua produtividade científica. Essas colaborações são fundamentais para o avanço da ciência em áreas específicas, permitindo a troca de conhecimentos e o uso de infraestrutura compartilhada. Curiosamente, países como Irã, Índia, Tailândia e África do Sul estão emergindo como centros de pesquisa científica. Embora ainda possuam menos colaborações internacionais que países mais desenvolvidos, eles estão fortalecendo suas capacidades científicas nacionais e regionais. O aumento do número de colaborações internacionais pode contribuir para o desenvolvimento científico sustentável nesses países.

O que emerge dos resultados relatados aqui é que há uma desigualdade na produção científica no campo da qualidade pós-colheita de frutas, havendo concentrações em algumas regiões, com muitas partes da África, América Central e algumas partes da Ásia com baixa produção. Isso reflete desafios econômicos e de infraestrutura, que limitam o desenvolvimento da pesquisa científica. Esses países podem se beneficiar de programas de cooperação internacional e financiamento para capacitar seus sistemas de pesquisa.

## 5.6 Distribuição espaço temporal globais e redes de colaboração

A colaboração global em pesquisas sobre o tópico abrangeu 39 países, embora as frequências de publicações e colaboração variem (Figura 7). China e Brasil estão no centro da rede, com um grande número de colaborações internacionais. Isso indica que são líderes não apenas em produção científica nacional, mas também na facilitação de colaborações internacionais. Isso pode refletir políticas estratégicas desses países para fomentar cooperação científica, especialmente em áreas cruciais como agricultura e sustentabilidade. Países como Irã, Índia, Turquia, África do Sul, e Tailândia têm fortes conexões com outros países da Ásia, América Latina e África, o que sugere um crescimento nas colaborações científicas em regiões em desenvolvimento. Isso pode estar relacionado ao aumento da necessidade de resolver problemas globais, como segurança alimentar e mudanças climáticas, que afetam mais diretamente esses países.

**Figura 7** – Países com pelo menos 5 artigos e mais de 10 colaborações (A) análise de visualização de rede (B) análise de visualização de sobreposição cronológica.



Fonte: O autor (2024).

A posição dos Estados Unidos no gráfico é um pouco periférica em relação aos outros clusters centrais. Isso pode indicar que o país tem priorizado colaborações científicas com uma rede mais limitada ou focada em parceiros tradicionais. Essa tendência pode ter implicações para o futuro da ciência global, à medida que outros países emergem como centros estratégicos de colaboração. Muitos dos clusters refletem colaborações regionais, como o grupo liderado por Tailândia e Japão na Ásia, ou Irã, Índia e Turquia na Ásia Central. Isso sugere que as colaborações científicas muitas vezes ocorrem dentro de contextos regionais, possivelmente facilitadas por



acordos econômicos e geopolíticos. No entanto, países como Brasil e China conseguem transcender essas fronteiras regionais, estabelecendo-se como hubs globais.

A Figura 7B revela que as colaborações entre os principais países, especialmente China, Brasil e Índia, são recentes e crescentes. Isso pode estar relacionado a investimentos recentes em pesquisa e desenvolvimento, mudanças nas políticas de ciência e tecnologia, ou desafios globais emergentes que exigem cooperação internacional mais intensa, como mudanças climáticas e segurança alimentar.

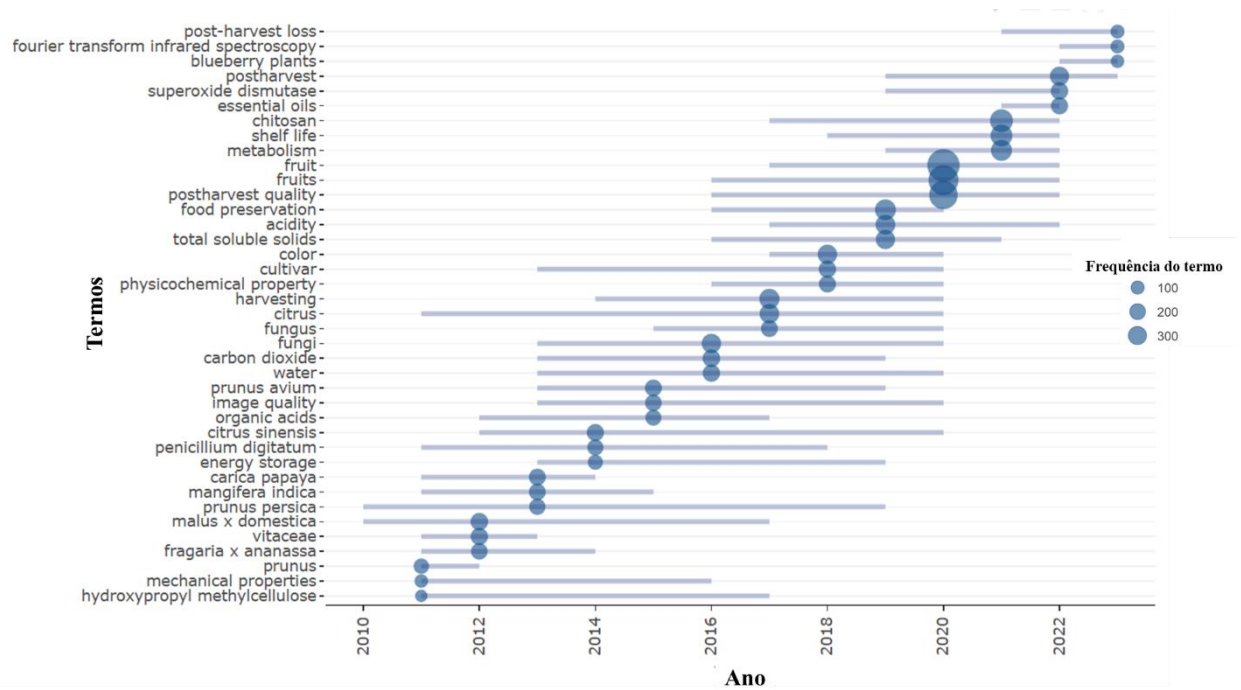
### 5.7 Tópicos e tendências emergentes

A partir da análise da Figura 8, permite-se identificar que termos como *superóxido dismutase*, *óleos essenciais* e *vida útil* começaram a surgir e ganharam maior visibilidade a partir de 2015-2016. Enquanto termos mais recentes, como *fungos*, *propriedades físico-químicas* e *qualidade pós-colheita*, têm presença expressiva nos últimos anos, indicando uma tendência crescente nesses aspectos. Termos como *frutas*, *qualidade pós-colheita* e *conservação de alimentos* aparecem com maior frequência, indicando que são áreas de interesse central para pesquisa e desenvolvimento.

Termos como *acidez* e *sólidos solúveis totais* também apresentam alta frequência, reforçando seu papel importante em estudos de qualidade pós-colheita, especialmente em relação ao sabor e à aceitabilidade do consumidor. Esses termos associados a propriedades físico-químicas são críticos para a aceitação do consumidor, afetando diretamente o sabor e a aparência dos produtos. A frequência desses termos indica uma preocupação contínua com a manutenção da qualidade sensorial durante o armazenamento.

Por outro lado, tópicos como *óleos essenciais*, *metabolismo* e *frutas cítricas* são temas consolidados, pois aparecem consistentemente ao longo da linha do tempo. Enquanto tópicos mais técnicos, como *espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier* e *hidroxipropil metilcelulose*, embora menos frequentes, surgem em anos específicos, sugerindo inovações tecnológicas avançadas para monitorar e prever a qualidade dos produtos pós-colheita. Isso permite detecções rápidas de alterações na qualidade, promovendo intervenções mais eficazes.

**Figura 8** – Análise de tópicos emergentes no contexto de qualidade pós-colheita, com base na frequência e no ano de surgimento desses termos em publicações ou estudos.



Fonte: O autor (2024).

Ainda a partir da análise da Figura 8 e da discussão da Figura 5, foi possível elencar as principais tendências e temas emergentes em pós-colheita como descrito na Tabela 2.

**Tabela 2.** Temas emergentes envolvendo tecnologias utilizadas na preservação de frutas e seus principais resultados

<b>Tecnologia</b>	<b>Autores</b>	<b>Local de publicação</b>	<b>Principais resultados observados</b>
Antioxidantes	Arabia; Munné-Bosch; Muñoz, 2024; Ghifari, Saha; Murcha, 2023, Morelli <i>et al.</i> (2023)	Postharvest Biology and Technology	O ácido ascórbico (AsA) regula o amadurecimento por modular o estado redox celular, controla espécies reativas de oxigênio (ROS) e é eficaz na prevenção de danos como queimaduras solares, escurecimento interno e escaldadura superficial. Estudos destacam que manter níveis endógenos de AsA em ambientes controlados reduz significativamente os danos por frio em frutas como pêssegos, peras e bananas.
Revestimentos Comestíveis	Falguera <i>et al.</i> (2011), Wang <i>et al.</i> (2023), Kocira <i>et al.</i> (2021)	Trends in Food Science & Technology	Revestimentos baseados em polissacarídeos (quitosana, pectina, celulose), lipídeos (ceras naturais) e proteínas (zeína, caseína) criam barreiras contra perdas de água e oxigênio, além de propriedades antibacterianas. Aplicações em morangos e maçãs mostraram redução na perda de peso e preservação da textura e cor por até 14 dias de armazenamento.
Óleos Essenciais	Esmaeili <i>et al.</i> (2021), Gonçalves <i>et al.</i> (2021), Seshadri <i>et al.</i> (2020)	Journal of Food Measurement and Characterization	Óleos como tomilho e orégano inibem patógenos como <i>Botrytis cinerea</i> e <i>Colletotrichum</i> spp., retardando a deterioração e aumentando a vida útil. Estudos em mamões e morangos mostraram preservação de firmeza e redução da senescência em mais de 30%.
Aditivos de Alimentos	Ramos-Villaruel; Martín-Belloso; Soliva-Fortuny, 2015, Meneses-Espinosa <i>et al.</i> (2023)	Food Research International	Ácidos orgânicos, como láctico, cítrico e ascórbico, reduzem o pH e impedem o crescimento microbiano. Aplicações em frutas cortadas, como melão e abacaxi, mantiveram a qualidade sensorial por até 10 dias.
Atividade Enzimática	Navina <i>et al.</i> (2023), Moon <i>et al.</i> (2020), Khalid <i>et al.</i> (2022)	International Journal of Food Properties	Técnicas físicas como refrigeração e irradiação reduziram a ação da PPO, atrasando o escurecimento enzimático em maçãs e batatas. O uso de antioxidantes naturais e extratos vegetais mostrou-se eficaz para preservar cor e sabor.
Criopreservação	Jha <i>et al.</i> (2024), Bonat; Ghanem; Su-Ling, 2015, Meneses-Espinosa <i>et al.</i> (2023)	Applied Food Research	Criopreservação com super resfriamento e congelamento criogênico preveniu formação de cristais de gelo em frutas de alto teor de água, como manga e abacaxi, mantendo textura e cor por períodos superiores a 6 meses.
Controle de Etileno	Pongprasert; Srilaong; Kaewsukseang, 2018, Alonso-Salinas <i>et al.</i>	Postharvest Biology and Technology	O 1-MCP reduziu a ação do etileno em frutas climatéricas, prolongando a firmeza de maçãs por até 90 dias. Embalagens com atmosfera modificada diminuíram a produção de etileno, preservando qualidade sensorial em bananas

---

(2023), Büchele *et al.*  
(2023)

---

e tomates.

---

## 5.8 Top 20 artigos mais citados globalmente

A partir da análise da Tabela 3, fica evidente que os artigos mais citados globalmente foram focados em alternativas naturais e com baixa toxicidade, como o uso de *Aloe vera* e óleos essenciais, demonstrando uma resposta ao desejo dos consumidores por soluções sustentáveis e alternativas ao uso de produtos químicos convencionais, alinhadas com a demanda por alimentos mais saudáveis e com menos resíduos de pesticidas. Geralmente, uso desses revestimentos como quitosana, *Aloe vera*, goma arábica e alginato, são combinados com outros compostos antimicrobianos ou antioxidantes. Estes revestimentos ajudam a prolongar a vida útil das frutas, mantendo sua qualidade física e reduzindo a perda de água, além de inibir o crescimento de microrganismos patogênicos.

**Tabela 3 – Top 20 artigos altamente citados no campo de investigação da qualidade pós-colheita de frutas.**

<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Revista</b>	<b>TC</b>	<b>TC/ano</b>
Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) fruit during cold storage	Ali <i>et al.</i> , 2011	Food Chemistry	365	26,07
Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: A review	Valencia-Chamorro <i>et al.</i> , 2011	Critical Reviews in Food Science and Nutrition	254	18,14
Postharvest quality of apple predicted by NIR-spectroscopy: Study of the effect of biological variability on spectra and model performance	Bobelyn <i>et al.</i> , 2010	Postharvest Biology and Technology	254	16,93
Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava ( <i>Psidium guajava</i> L.)	Nair; Saxena; Kaur, 2018	Food Chemistry	249	35,57
Effect of chitosan– <i>Aloe vera</i> coating on postharvest quality of blueberry ( <i>Vaccinium corymbosum</i> ) fruit	Vieira <i>et al.</i> , 2016	Postharvest Biology and Technology	249	27,67
The fruit cuticle as a modulator of postharvest quality	Lara; Belge; Goulao (2014)	Postharvest Biology and Technology	236	21,45
Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: A review	Moretti <i>et al.</i> , 2010	Food Research International	236	15,73

Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit	Arnon <i>et al.</i> , 2014	Postharvest Biology and Technology	204	18,55
Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage	Maqbool <i>et al.</i> , 2011	Postharvest Biology and Technology	198	14,14
Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles on post harvest quality of banana fruits	Lustriane <i>et al.</i> 2018	Journal of Plant Biotechnology	191	27,29
Effect of gum arabic coating combined with calcium chloride on physico-chemical and qualitative properties of mango ( <i>Mangifera indica</i> L.) fruit during low temperature storage	Khaliq <i>et al.</i> , 2015	Scientia Horticulturae	167	16,70
Effect of molecular weights of chitosan coating on postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruit	Jongsri <i>et al.</i> , 2016	LWT	158	1,56
Effects of chitosan/nano-silica on postharvest quality and antioxidant capacity of loquat fruit during cold storage	Song <i>et al.</i> , 2016	Postharvest Biology and Technology	153	17,00
Effects of cuticular wax on the postharvest quality of blueberry fruit	Chu <i>et al.</i> , 2018	Food Chemistry	144	20,57
Inhibitory effect of salicylic acid and <i>Aloe vera</i> gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange fruit	Rasouli; Koushesh Saba; Ramezani, 2019	Scientia Horticulturae	142	23,67
Hyperspectral near-infrared imaging for the detection of physical damages of pear	Lee <i>et al.</i> , 2014	Journal of Food Engineering	141	12,82
Early detection of mechanical damage in mango using NIR hyperspectral images and machine learning	Rivera <i>et al.</i> , 2014	Biosystems Engineering	140	12,73
The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on <i>Arbutus unedo</i> L. fresh fruit storage	Guerreiro <i>et al.</i> , 2015	Postharvest Biology and Technology	139	13,90
A starch edible surface coating delays banana fruit ripening	Thakur <i>et al.</i> , 2019	LWT	135	22,50
Application of biocomposite edible coatings based on pea starch and guar gum on quality, storability and shelf life of 'Valencia' oranges	Saberi <i>et al.</i> 2018	Postharvest Biology and Technology	133	19,00

TC – Total de citação

Fonte: O autor (2024)

Outros destaques para Tabela 3 é dado aos trabalhos de Valencia-Chamorro *et al.*, (2011) e Ali *et al.*, (2011), que mostram que os revestimentos comestíveis afetam características físico-químicas como textura, cor e firmeza, que são essenciais para a aceitação do consumidor. Sob o ponto de vista de qualidade pós-colheita, o foco na qualidade físico-química é crucial, pois características como textura e cor são os primeiros indicadores de frescor percebidos pelo consumidor. Manter essas características ajuda a estender a "vida útil de prateleira" e reduzir desperdícios.

Com 254 e 140 citações, os trabalhos de Bobelyn *et al.*, 2010 e Rivera *et al.*, 2014, respectivamente, centraram-se no uso de tecnologias avançadas como *NIR-spectroscopy* e imagens hiperespectrais, que permite uma avaliação não destrutiva da qualidade das frutas. Esses métodos ajudam a detectar danos físicos ou deterioração precoce sem comprometer o produto. A introdução dessas tecnologias pode melhorar a eficiência do controle de qualidade pós-colheita, reduzindo perdas e permitindo a distribuição de produtos com maior qualidade para o mercado.

Por fim, destaque também dado ao trabalho de Moretti *et al.* (2010) com 236 citações, ao explorar o impacto das mudanças climáticas na qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças. Com o aumento da temperatura e alterações nos padrões de precipitação, espera-se que ocorram mais desafios para manter a qualidade pós-colheita, pois esses fatores podem influenciar a maturação e a suscetibilidade a doenças. Essa perspectiva aponta para a necessidade de novas tecnologias e estratégias de mitigação e adaptação que sejam capazes de responder aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Tais tecnologias incluem o desenvolvimento de métodos de armazenamento e conservação mais eficientes, que possam reduzir os efeitos adversos das variações de temperatura e umidade. Além disso, estratégias de manejo pós-colheita adaptadas ao clima, como o uso de cultivares mais resistentes e técnicas de controle de doenças menos dependentes de produtos químicos, se tornam essenciais para manter a qualidade dos produtos ao longo da cadeia produtiva.

## 6 CONCLUSÕES

A análise bibliométrica abrangeu 1311 publicações entre 2010 a dezembro de 2023 e permitiu identificar os termos mais frequentes para pós-colheita de frutas, indicando para a importância de palavras-chave como "qualidade pós-colheita", "revestimentos comestíveis", "antioxidantes" e "vida útil". Esses tópicos refletem o foco crescente em tecnologias sustentáveis que buscam prolongar a durabilidade e preservar as características sensoriais e nutricionais das frutas.

Entre os periódicos mais citados e com maior volume de publicações, destacaram-se *Postharvest Biology and Technology* e *Scientia Horticulturae*. Esses periódicos combinam um número significativo de artigos publicados com altos índices de impacto, evidenciando sua relevância na disseminação de pesquisas inovadoras e aplicadas ao campo da conservação pós-colheita.

No que tange à área mais pesquisada, ficou evidenciado que os principais focos estão nas ciências agrárias e biológicas, com forte integração de disciplinas como química, biotecnologia e tecnologia de alimentos. Os avanços mais recentes concentraram-se no desenvolvimento de métodos e tecnologias para conservação de frutas, com ênfase em revestimentos comestíveis, uso de antioxidantes naturais e controle microbiológico. Esses avanços têm impacto direto na redução de perdas e no aumento da sustentabilidade das cadeias de suprimentos agrícolas.

Os artigos de maior impacto foram publicados em revistas de alto fator de citação, como *Food Chemistry* e *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Essas publicações destacaram inovações tecnológicas, como o uso de biossensores e óleos essenciais, refletindo uma demanda por soluções práticas e de baixo custo que atendam aos desafios globais de segurança alimentar e mudanças climáticas.

Por fim, este trabalho evidenciou a importância das colaborações internacionais, lideradas por países como China e Brasil, para o avanço da área. Apesar do progresso significativo, permanecem desafios relacionados à implementação de tecnologias em países em desenvolvimento, ressaltando a necessidade de políticas públicas e soluções acessíveis para pequenos agricultores. Futuros estudos devem explorar estratégias integradas que alinhem sustentabilidade, inovação tecnológica e impactos econômicos e sociais, promovendo uma cadeia alimentar mais resiliente e eficiente.

## REFERÊNCIAS

- ALI, A. et al. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Ekotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 620-626, jan. 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.085>.
- ALONSO-SALINAS, R. et al. Effect of potassium permanganate, ultraviolet radiation and titanium oxide as ethylene scavengers on preservation of postharvest quality and sensory attributes of broccoli stored with tomatoes. **Foods**, v. 12, n. 12, p. 2418, 20 jun. 2023. <http://dx.doi.org/10.3390/foods12122418>.
- AMIN, U. et al. Improvement of the performance of chitosan—*Aloe vera* coatings by adding beeswax on postharvest quality of mango fruit. **Foods**, v. 10, n. 10, p. 2240, 22 set. 2021. <http://dx.doi.org/10.3390/foods10102240>.
- AMWOKA, E. M. et al. Effectiveness of selected cold chain management practices to extend shelf life of mango fruit. **Advances In Agriculture**, v. 2021, n. 1, p. 1-12, 7 jun. 2021. <http://dx.doi.org/10.1155/2021/8859144>.
- ARABIA, A.; MUNNÉ-BOSCH, S.; MUÑOZ, P. Ascorbic acid as a master redox regulator of fruit ripening. **Postharvest Biology And Technology**, v. 207, n. 1, p. 112614, jan. 2024. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112614>.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, nov. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.
- ARNON, H. et al. Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. **Postharvest Biology And Technology**, v. 87, n. 1, p. 21-26, jan. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.08.007>.
- BALANA, B. B.; AGHADI, C. N.; OGUNNIYI, A. I. Improving livelihoods through postharvest loss management: evidence from Nigeria. **Food Security**, v. 14, n. 1, p. 249-265, 8 jul. 2022. <http://dx.doi.org/10.1007/s12571-021-01196-2>.
- BANCAL, V.; RAY, R. C. **Fruits and vegetable wastes: valorization to bioproducts and platform chemicals**. Springer: Gateway East, TX, USA; Singapore, 2023, 448p. ISBN 9789811695278.
- BASEDIYA, A.; SAMUEL, D.V.K.; BEERA, V. Evaporative cooling system for storage of fruits and vegetables - a review, **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 3, p. 429–442, jun 2013. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0311-6>.
- BASWAL, A. K.; RAMEZANIAN, A. 1-methylcyclopropene potentials in maintaining the postharvest quality of fruits, vegetables, and ornamentals: A review. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 1, p. e15129, 12 dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.15129>.
- BOBELYN, E. et al. Postharvest quality of apple predicted by NIR-spectroscopy: study of the effect of biological variability on spectra and model performance.



**Postharvest Biology and Technology**, v. 55, n. 3, p. 133-143, mar. 2010.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.09.006>.

BONAT, C. G.; GHANEM, A.; SU-LING, B. M. Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. **Food Reviews International**, v. 32, n. 3, p. 280–304, 24 jul. 2015.  
<https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1075212>

BÜCHELE, F. et al. Dynamic control of atmosphere and temperature based on fruit CO<sub>2</sub> production: practical application in apple storage and effects on metabolism, quality, and volatile profiles. **Food and Bioprocess Technology**, v. 16, n. 11, p. 2497-2510, 3 abr. 2023. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-023-03079-0>.

CALVA-ESTRADA, S. J.; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, M.; LUGO-CERVANTES, E. Protein-based films: advances in the development of biomaterials applicable to food packaging. **Food Engineering Reviews**, v. 11, n. 2, p. 78-92, 18 mar. 2019.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s12393-019-09189-w>.

CHRISENDO, D. et al. Socioeconomic factors of global food loss. **Agriculture & Food Security**, v. 12, n. 1, p. 1-18, 1 set. 2023. <http://dx.doi.org/10.1186/s40066-023-00426-4>.

CHEN, H. et al. Application of protein-based films and coatings for food packaging: a review. **Polymers**, v. 11, n. 12, p. 2039, 9 dez. 2019.  
<https://doi.org/10.3390/polym11122039>.

CHU, W. et al. Effects of cuticular wax on the postharvest quality of blueberry fruit. **Food Chemistry**, v. 15, n. 239, p. 68-74, jan. 2018.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.024>

ESMAEILI, Y. et al. Essential oils as natural antimicrobial agents in postharvest treatments of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 16, n. 1, p. 507-522, 5 out. 2021.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11694-021-01178-0>.

FALGUERA, V. et al. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 6, p. 292-303, jun. 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>.

FALLIK, E.; ZORAN, I. Control of postharvest decay of fresh produce by heat treatments; the risks and the benefits. In: PALOU, L.; SMILANICK, J. L. (Editors). **Postharvest pathology of fresh horticultural produce**. Boca Raton: CRC Press. 2019; 521–538.

FAOSTAT. **Food loss data**. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Acesso em: 04 nov. 2024.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food Security and Nutrition Around the World**. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc3017en/online/state-food-security-and-nutrition-2023/food->

security-nutrition-indicators.html. Acesso em: 04 nov. 2024.

GONÇALVES, D. da C. et al. Recent advances and future perspective of essential oils in control *Colletotrichum* spp.: a sustainable alternative in postharvest treatment of fruits. **Food Research International**, v. 150, n. 1, p. 110758, dez. 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110758>.

GOUDA, M. H. B.; DUARTE-SIERRA, A. An overview of low-cost approaches for the postharvest storage of fruits and vegetables for smallholders, retailers, and consumers. **Horticulturae**, v. 10, n. 8, p. 803, 30 jul. 2024. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae10080803>.

GOODWIN, L. **The global benefits of reducing food loss and waste, and how to do it**. World Resources Institute, Washington DC, USA; 2023. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/reducing-food-loss-and-food-waste>. Acesso em: 28 out. 2024.

GÓMEZ-ESTACA, J. et al. The potential of proteins for producing food packaging materials: a review. **Packaging Technology and Science**, v. 29, n. 4-5, p. 203-224, 19 fev. 2016. <http://dx.doi.org/10.1002/pts.2198>.

GHIFARI, A. S.; SAHA, S.; MURCHA, M. W. The biogenesis and regulation of the plant oxidative phosphorylation system. **Plant Physiology**, v. 192, n. 2, p. 728-747, 21 fev. 2023. <http://dx.doi.org/10.1093/plphys/kiad108>.

GUERREIRO, A. C. et al. The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 100, n. 1, p. 226-233, fev. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.002>.

HE, JIAN-LIN et al. Fruits cold tolerance: a review of mechanisms and methods. **Postharvest Biology and Technology**, v. 215, n. 1, p. 113019, set. 2024. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113019>.

JACKSON-DAVIS, A. et al. A Review of regulatory standards and advances in essential oils as antimicrobials in foods. **Journal of Food Protection**, v. 86, n. 2, p. 100025, fev. 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfp.2022.100025>.

JHA, P. K. et al. Can cryogenic freezing preserve the quality of fruit matrices during long-term storage compared to the mechanical method? **Applied Food Research**, v. 4, n. 1, p. 100374–100374, 1 jun. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100374>.

JONGSRI, P. et al. Effect of molecular weights of chitosan coating on postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruit. **LWT**, v. 73, n. 1, p. 28-36, nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.038>.

KHALID, M. A. et al. Edible coatings for enhancing safety and quality attributes of fresh produce: a comprehensive review. **International Journal of Food Properties**, v. 25, n. 1, p. 1817-1847, 7 ago. 2022. <http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2022.2107005>.

KHALIQ, G. et al. Effect of gum arabic coating combined with calcium chloride on physico-chemical and qualitative properties of mango (*Mangifera indica* L.) fruit during low temperature storage. **Scientia Horticulturae**, v. 190, n. 1, p. 187-194, jul. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.020>.

KOCIRA, A. et al. Polysaccharides as edible films and coatings: characteristics and influence on fruit and vegetable quality: a review. **Agronomy**, v. 11, n. 5, p. 813, 21 abr. 2021. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11050813>.

KUSWANDI, B. et al. Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety. **Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety**, v. 5, n. 3-4, p. 137-146, 30 nov. 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s11694-011-9120-x>.

LARA, I.; BELGE, B.; GOULAO, L. F. The fruit cuticle as a modulator of postharvest quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 87, n. 1, p. 103-112, jan. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.08.012>.

LEE, WANG-HEE et al. Hyperspectral near-infrared imaging for the detection of physical damages of pear. **Journal of Food Engineering**, v. 130, n. 1, p. 1-7, jun. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.12.032>.

LUSTRIANE, C. et al. Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles on post harvest quality of banana fruits. **Journal of Plant Biotechnology**, v. 45, n. 1, p. 36-44, 31 mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.5010/jpb.2018.45.1.036>.

MANENOI, A. et al. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, n. 1, p. 55-62, abr. 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.005>.

MAKULE, E.; DIMOSO, N.; TASSOU, S. A. Precooling and cold storage methods for fruits and vegetables in Sub-Saharan Africa – A review. **Horticulturae**, v. 8, n. 9, p. 776, 26 ago. 2022. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae8090776>.

MAQBOOL, M. et al. Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. **Postharvest Biology And Technology**, v. 62, n. 1, p. 71-76, out. 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.04.002>.

MENESES-ESPINOSA, E. et al. Advantages and disadvantages of using emerging technologies to increase postharvest life of fruits and vegetables. **Food Reviews International**, v. 40, n. 5, p. 1348-1373, 11 maio 2023. <http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2023.2212061>.

MOON, K. M. et al. Recent trends in controlling the enzymatic browning of fruit and vegetable products. **Molecules**, v. 25, n. 12, p. 2754, 15 jun. 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25122754>.

MORELLI, L. et al. Novel insights into the contribution of plastoglobules and reactive oxygen species to chromoplast differentiation. **New Phytologist**, v. 237, n. 5, p.

1696-1710, 5 dez. 2023. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.18585>.

MORETTI, C. L. et al. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: a review. **Food Research International**, v. 43, n. 7, p. 1824-1832, ago. 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2009.10.013>.

MUÑOZ, P.; MUNNÉ-BOSCH, S. Photo-oxidative stress during leaf, flower and fruit development. **Plant Physiology**, v. 176, n. 2, p. 1004-1014, 19 out. 2017. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.17.01127>.

NAIR, M. S.; SAXENA, A.; KAUR, C. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Food Chemistry**, v. 240, n. 1, p. 245–252, fev. 2018.

NAVINA, B. et al. Insights into recent innovations in anti browning strategies for fruit and vegetable preservation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 139, n. 1, p. 104128, set. 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104128>.

NIAN, L. et al. Biodegradable active packaging: components, preparation, and applications in the preservation of postharvest perishable fruits and vegetables. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, v. 64, n. 8, p. 2304-2339, 19 set. 2024. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2022.2122924>.

PONGPRASERT, N.; SRILAONG, V.; KAEWSUKSEANG, S. 1-MCP micro-bubbles delaying postharvest ripening of “Khai” banana. **Acta Horticulturae**, n. 1213, p. 245–250, 1 set. 2018. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1213.34>

RAMOS-VILLARROEL, A. Y.; MARTÍN-BELLOSO, O.; SOLIVA-FORTUNY, R. Combined effects of malic acid dip and pulsed light treatments on the inactivation of *Listeria innocua* and *Escherichia coli* on fresh-cut produce. **Food Control**, v. 52, p. 112–118, jun. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.020>.

RASOULI, M.; KOUSHESH SABA, M.; RAMEZANIAN, A. Inhibitory effect of salicylic acid and *Aloe vera* gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 247, p. 27–34, mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.004>.

RIVERA, N. V. et al. Early detection of mechanical damage in mango using NIR hyperspectral images and machine learning. **Biosystems Engineering**, v. 122, n. 1, p. 91-98, jun. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.03.009>.

RIZZO, M. et al. Fruit ripeness classification: a survey. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 7, n. 1, p. 44-57, mar. 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aiia.2023.02.004>.

SABERI, B. et al. Application of biocomposite edible coatings based on pea starch and guar gum on quality, storability and shelf life of ‘Valencia’ oranges. **Postharvest Biology and Technology**, v. 137, n. 1, p. 9-20, mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.11.003>.

- SESHADRI, V. D. et al. Essential oils of *Cinnamomum loureirii* and *Evolvulus alsinoides* protect guava fruits from spoilage bacteria, fungi and insect (*Pseudococcus longispinus*). **Industrial Crops and Products**, v. 154, n. 1, p. 112629, out. 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112629>.
- SINGH, V. et al. Postharvest technology of fruits and vegetables: an overview. **Journal of Postharvest Technology**, v. 2, n. 2, p. 124–135. 2014.
- SONG, H. et al. Effects of chitosan/nano-silica on postharvest quality and antioxidant capacity of loquat fruit during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 119, n. 1, p. 41-48, set. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.015>.
- THAKUR, R. et al. A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. **LWT**, v. 100, n. 1, p. 341-347, fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.055>.
- VALENCIA-CHAMORRO, S. A. et al. Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 9, p. 872-900, out. 2011. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2010.485705>.
- VENKATESAN, U.; MUNIYAN, R. Review on the extension of shelf life for fruits and vegetables using natural preservatives. **Food Science and Biotechnology**, v. 33, n. 11, p. 2477-2496, 18 jun. 2024. <http://dx.doi.org/10.1007/s10068-024-01602-3>.
- VIEIRA, J. M. et al. Effect of chitosan – *Aloe vera* coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 116, n. 1, p. 88-97, jun. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.01.011>.
- VINOD, B. R. et al. Recent advances in physical treatments of papaya fruit for postharvest quality retention: a review. **Efood**, v. 4, n. 2, p. 1-18, 21 mar. 2023. <http://dx.doi.org/10.1002/efd2.79>.
- WANG, X. et al. Biological control efficacy of *Bacillus licheniformis* HG03 against soft rot disease of postharvest peach. **Food Control**, v. 145, n. 1, p. 109402, mar. 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109402>.
- WENDT, L. M. et al. Effects of ethylene control and dynamic controlled atmosphere storage on 'Galaxy' apple quality. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 42, n. 2, p. 701-718, 3 fev. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-022-10578-5>.
- YESHIWAS, Y.; TADELE, E. An investigation into major causes for postharvest losses of horticultural crops and their handling practice in debre markos, north-western Ethiopia. **Advances in Agriculture**, v. 2021, n. 1, p. e1985303, 6 set. 2021. <http://dx.doi.org/10.1155/2021/1985303>.