



**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**

RAIMARA REIS DO ROSÁRIO

**REVESTIMENTOS BIODEGRADÁVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
ALFACE (*Lactuca sativa*): UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**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**

RAIMARA REIS DO ROSÁRIO

**REVESTIMENTOS BIODEGRADÁVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
ALFACE (*Lactuca sativa*): UMA REVISÃO DE LITERATURA**

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.

Orientador/a: Dra. Laiane Torres Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R788 Rosário, Raimara Reis do.

Revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de Alface (*Lactuca sativa*): uma revisão de literatura / Raimara Reis do Rosário. - Petrolina, 2025.
67 f. : il.

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^ª. Dr^ª. Laiane Torres Silva.

1. Pós-colheita. 2. Biopolímero. 3. Hortaliças. 4. Sustentabilidade. 5. Folhosas. 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 “**Revestimentos biodegradáveis na Pós-colheita de Alface (*Lactuca sativa*): Uma Revisão de Literatura**”, autoria de **Raimara Reis do Rosário**, 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 19 de dezembro de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
gov.br LAIANE TORRES SILVA
Data: 19/12/2024 23:46:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Laiane Torres Silva – IFSertãoPE
(Presidenta – Orientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br Luiza Helena da Silva Martins
Data: 19/12/2024 23:43:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Luiza Helena da Silva Martins – UFRA
(1º Examinador - Membro Externo)

Documento assinado digitalmente
gov.br BRUNO EMANUEL SOUZA COELHO
Data: 19/12/2024 22:46:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Mestre Bruno Emanuel Souza Coelho – Faculdade Anhanquera
(2ª Examinador – Membro Externo)

Documento assinado digitalmente
gov.br MARIA DO SOCORRO CONCEICAO DE FREITAS
Data: 20/12/2024 06:48:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Maria do Socorro Conceição de Freitas – IFSertãoPE
(3ª Examinador – Coorientadora)

Dedico este trabalho de conclusão de curso, primeiramente, a minha maior incentivadora, Maria do Socorro de Sousa Reis, minha mãe, que sempre me impulsionou a estudar e esteve ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Em segundo lugar, ao Diego de Matos Nogueira, companheiro de vida, que sempre apoia e incentiva meus projetos pessoais. E por fim, ao meu amigo Otoniel Monteiro da Costa Neto, desde a graduação caminhando ao meu lado nessa eterna jornada acadêmica e profissional.

À todos vocês, minha eterna gratidão!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pelo discernimento diário, por me sustentar ao longo dessa jornada e permitir que eu conclua mais essa etapa com êxito.

Agradecer a minha pessoa por ter iniciado mais essa história e chegado até o fim, apesar de todos os obstáculos que surgiram ao longo do caminho.

À minha mãe, Maria do Socorro de Sousa Reis, por todo carinho, apoio e incentivo, mesmo quando tudo parecia ser impossível, o teu ombro e palavra amiga me impulsionaram a seguir em frente e por esse motivo alcanço o que almejo em minha vida.

Ao meu pai, Raimundo Nonato Fernandes do Rosário (*in memoriam*), por todo aprendizado de vida adquirido, que me auxiliou a continuar buscando meus objetivos.

À minha família, por acreditar no meu potencial, incentivando sempre a conquistar meus ideais.

Gostaria de agradecer aos professores por todo o conhecimento e respeito repassado. À minha orientadora, Laiane Torres Silva, pela excelente orientação e disponibilidade. Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano, por me capacitar e permitir alcançar mais esse título, mesmo estando a quilômetros de distância de casa.

A todos que de forma direta e indireta me ajudaram a alcançar mais uma vitória em minha vida e assim finalizar essa etapa tão importante, deixo aqui meu eterno sentimento de gratidão.

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir!”

Augusto Cury

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

O₃ - Ozônio

UV-C - Radiação Ultravioleta C

UV-B - Radiação Ultravioleta B

O₂ - Oxigênio

CO₂ - Dióxido de Carbono

KOH - Hidróxido de Potássio

PLA – Ácido polilático

HPLC - Cromatografia Líquida de Alta Performance

CG-MS - Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectroscopia de Massa

FDA - Food and Drug Administration

GRAS - General Recognized As Safe (Substância Reconhecida como Segura)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

FAO - Food and Agriculture Organization

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

TBCA - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 Aspectos gerais da alface	14
4.2 Fisiologia do desenvolvimento da alface.....	19
4.3 Colheita.....	20
4.4 Pós-colheita da alface	20
4.4.1 Lavagem e Sanitização	20
4.4.2 Embalagem	21
4.4.3 Comercialização	23
4.4.4 Ponto de Venda	23
4.6 Conceitos de Revestimentos Comestíveis	26
4.7 Formulações de Revestimentos Comestíveis na Pós-Colheita De Alface.....	34
4.7.1 Revestimentos comestíveis à base de Amido.....	35
4.7.2 Revestimentos comestíveis à base de Quitosana	39
4.7.3 Revestimentos comestíveis à base de Própolis.....	44
4.7.4 Revestimentos comestíveis à base de Ozônio.....	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMO

A perda de produtos hortifrutícolas na pós-colheita, demonstra a necessidade de adotar medidas que reduzam os danos ocasionados pelo manuseamento inadequado do produto, assim como, evitar a contaminação alimentar causada por agentes patogênicos, sendo está uma das preocupações na área da saúde pública. O objetivo deste trabalho é analisar e compilar informações presentes na literatura sobre a aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de alface, destacando suas vantagens, formulações e eficácia na manutenção da qualidade do produto. Os procedimentos metodológicos adotados tiveram como base a revisão bibliográfica sistemática, realizada com o auxílio do Google Acadêmico, utilizando bases de dados como Scielo. De modo qualitativo, realizou-se a coleta dos artigos, sem um recorte temporal definido, por isso houve artigos que variaram de 1972 a 2022, no entanto, vale ressaltar que sempre foram prioridade aqueles que correspondiam a períodos mais recentes, preferencialmente, sendo a maioria dos artigos escritos em português. A temperatura e a qualidade da semente interfere diretamente no desenvolvimento da Alface, pois em temperaturas elevadas não ocorre a germinação, além de afetar a sua qualidade. A utilização de revestimentos biodegradáveis como a quitosana, própolis, ozônio e amido contribue ambientalmente por serem biodegradáveis, além de servirem como suporte para os aditivos antimicrobianos e permitirem que estes compostos ativos sejam liberados na superfície do alimento, promovendo segurança aos consumidores e aumentando o tempo de prateleira. Em suma, para alcançar resultados satisfatórios, deve-se conhecer as características fisiológicas do produto de interesse e os métodos de aplicação.

Palavras-Chave: Biopolímero. Hortaliças. Sustentabilidade. Folhosas.

ABSTRACT

The loss of fruit and vegetable products after harvest demonstrates the need to adopt measures that reduce the damage caused by inadequate handling of the product, as well as to avoid food contamination caused by pathogenic agents, which is one of the concerns in the area of public health. The objective of this work is to analyze and compile information present in the literature on the application of biodegradable coatings in the post-harvest conservation of lettuce, highlighting their advantages, formulations and effectiveness in maintaining product quality. The methodological procedures adopted were based on a systematic bibliographic review, carried out with the help of Google Scholar, using databases such as Scielo. The articles were collected qualitatively, without a defined time frame, so there were articles that ranged from 1972 to 2022. However, it is worth mentioning that priority was always given to those that corresponded to more recent periods, preferably, with the majority of articles being written in Portuguese. The temperature and quality of the seed directly affect the development of lettuce, since germination does not occur at high temperatures, in addition to affecting its quality. The use of alternative coatings such as chitosan, propolis, ozone and starch contributes to the environment because they are biodegradable, in addition to serving as a support for antimicrobial additives and allowing these active compounds to be released on the surface of the food, promoting safety for consumers and increasing shelf life. In short, to achieve satisfactory results, one must know the physiological characteristics of the product of interest and the application methods.

Key words: Biopolymer. Vegetables. Sustainability. Leafy vegetables.

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Lactuca spp.* possui aproximadamente cerca de 100 espécies que são atrativas em função de suas folhas comestíveis, a exemplo da alface (*Lactuca sativa* L.) que é uma olerícola folhosa pertencente à família Asteraceae. Esta cultura é consumida mundialmente e cultivada de forma ampla, ocorrendo em praticamente todas as regiões do Brasil, devido ser uma espécie herbácea de ciclo curto (40 a 70 dias do plantio a colheita), sendo possível seu cultivo em ambientes protegidos ou abertos (campo) (VRIES, 1997), desde que sejam respeitados os aspectos de adaptação da cultivar (CARVALHO *et al.*, 2009; BARBOSA *et al.*, 2018).

A prática de utilizar filmes e revestimentos comestíveis para alimentos remete à década de 1950 (MD NOR & DING, 2020; TAVASSOLI-KAFRANI *et al.*, 2016). Atualmente, os revestimentos são amplamente difundidos com o intuito de conservar a qualidade e aumentar o tempo de prateleira de diversos produtos hortícolas, promovendo a proteção do produto contra danos mecânicos e microbianos, reduzindo a perda de compostos voláteis benéficos e os processos de senescência, mantendo uma aparência mais natural e preservando o frescor. Os compostos utilizados são derivados, principalmente, de materiais alimentícios geralmente reconhecidos como seguros (GRAS) e incluem celulose, proteínas, amidos e outros polissacarídeos (GALINDEZ *et al.*, 2019).

É notório que as perdas começam na colheita e permanecem durante o processo de embalagem, transporte, armazenamento, comercialização (atacado e varejo) até alcançar a mesa do consumidor (SEGASPINI, 2014). Em 2024, o Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos (*Food Waste Index Report*) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), apresentou uma estimativa global mais precisa à respeito do desperdício de alimentos, relatando que em 2022, cerca de 1,05 bilhão de toneladas de resíduos alimentares (considerando também partes não comestíveis) foram gerados, alcançando o total de 132 quilos per capita e quase um quinto de todos os alimentos disponíveis para os consumidores. Da quantidade de alimentos sem aproveitamento em 2022, 60% ocorreram no ambiente doméstico, 28% na indústria de foodservice ou catering (empresas e instituições que preparam refeições fora do domicílio) e 12% no mercado varejista.

A economia global é afetada com a perda e desperdício de alimentos, custando um valor em torno de US\$ 1 trilhão. Os dados obtidos demonstram que essa problemática não ocorre somente em “países ricos”, tendo em vista, que o desperdício

de alimentos em âmbito doméstico difere dos níveis médios observados para países de renda alta, média-alta e média-baixa em apenas 7 kg per capita. Ainda nesse âmbito, nota-se que os países de clima mais quente descartam mais alimentos, em função do consumo elevado de alimentos frescos, que apresentam partes não indicadas para consumo, além da ausência de cadeias de refrigeração robustas (PNUMA, 2024).

Diante disso, a necessidade de fornecer produtos *in natura* de ótima qualidade, durante todo o ano, torna crescente a procura por inovações tecnológicas efetivas, de baixo custo e sustentáveis para o manejo da cultura (MAGGI *et al.*, 2006; BARBOSA *et al.*, 2018), por esse motivo os processos de fabricação nas indústrias buscam acompanhar as atuais exigências do mercado consumidor, sendo a principal delas o desenvolvimento de produtos de qualidade associado ao aumento de vida útil, influenciando assim o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, principalmente, comestíveis. Este método reduz as possibilidades de remoção da cobertura do produto durante o consumo, contribuindo com a conservação ambiental através de tecnologias protetoras de natureza sustentável e biodegradável (CHERMAN *et al.*, 2022; TURQUETT *et al.*, 2021).

Desse modo, o presente trabalho teve como principal objetivo, analisar e compilar informações presentes na literatura sobre a aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de alface, destacando suas vantagens, formulações e eficácia na manutenção da qualidade do produto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar e compilar informações presentes na literatura sobre a aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de alface, destacando suas vantagens, formulações e eficácia na manutenção da qualidade do produto.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais tipos de revestimentos alternativos utilizados na conservação pós-colheita de alface, como quitosana, própolis, ozônio e amido;
- Descrever as características e formulações dos revestimentos biodegradáveis aplicados na alface, destacando suas propriedades antimicrobianas e de barreira;

- Analisar os resultados de estudos científicos sobre a eficácia dos revestimentos alternativos na preservação da qualidade e aumento da vida útil da alface;
- Investigar os impactos dos revestimentos comestíveis na redução das perdas pós-colheita de alface durante o armazenamento e transporte;
- Avaliar os benefícios ambientais e econômicos do uso de revestimentos biodegradáveis como alternativa sustentável às embalagens sintéticas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sistemática, a respeito da aplicabilidade de revestimentos biodegradáveis distintos, na conservação pós-colheita de alface.

A literatura pode ser reconhecida como um estudo que consiste na busca por trabalhos não originais que citam, revisam e interpretam trabalhos originais, enquanto a sua revisão é a combinação dos resultados de muitas pesquisas, ocasionando a organização das publicações e definições de conceitos relacionados a um determinado tema (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Esses estudos permitem indicar também as tendências teóricas, metodológicas, recorrências e lacunas que existem sobre o tema (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014). Uma das etapas que constituem o Estado do Conhecimento é a Bibliografia Sistematizada, que pode ser definida como uma “Leitura flutuante” de trechos relevantes dos trabalhos que farão parte da análise e escrita para o desenvolvimento da pesquisas (MOROSINI, 2015).

A pesquisa por essas publicações foi realizada com o auxílio do Google Acadêmico, utilizando bases de dados como Scielo. De modo qualitativo, realizou-se a coleta dos artigos, buscando alcançar o objetivo geral deste trabalho, sem um recorte temporal definido, por isso houve artigos que variaram de 1972 a 2022, no entanto, vale ressaltar que sempre foram prioridade aqueles que correspondiam a períodos mais recentes, preferencialmente, sendo a maioria dos artigos escritos em português. Utilizou-se as seguintes palavras-chave para encontrar os artigos que fundamentaram esta revisão: Biopolímero. Hortaliças. Sustentabilidade. Folhosas.

A pesquisa obteve 235 artigos, em que os critérios de inclusão eram trabalhos de períodos diversos, no idioma da língua portuguesa, relacionados com a temática e utilizando diferentes metodologias. Em relação aos critérios de exclusão, foram desconsiderados aqueles que não correspondiam com o objetivo da pesquisa e que utilizavam revestimentos inapropriados para hortaliças.

Ao encontrar os artigos que condiziam com a pesquisa, realizou-se a etapa de salvar os arquivos em pastas do sistema Windows, em seguida ocorreu a análise e a leitura do material. Para melhor demonstrar os conteúdos selecionados, optou-se pela elaboração de tabelas, gráficos e mapas mentais, visando facilitar a compreensão das informações presentes na revisão.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Aspectos gerais da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma espécie da família Asteraceae, originária da Bacia Ocidental do Mediterrâneo (SEGASPINI, 2014; CAVASINI, 2017). De acordo com Jagguer *et al.*, (1941), Vries (1997) e Suinaga *et al.*, (2013) existem indícios que seu cultivo teve início desde 4500 a.C., em que a espécie silvestre *Lactuca serriola* L. passou por processos de seleção e mutações gênicas até alcançar o fenótipo atual, sendo introduzida na Europa Ocidental no começo do século XV, onde determinadas variedades de alface como lisa, batávia e romana haviam sido caracterizadas (SALA e DA COSTA, 2012). As expedições de Cristóvão Colombo em direção ao Novo Mundo, permitem refletir que a alface possivelmente foi inserida na América em 1494 (RYDER, 2002), enquanto no Brasil aconteceu em 1650 por meio dos portugueses (SALA e DA COSTA, 2012).

É uma planta de clima temperado, eudicotiledônea, herbácea, sendo uma espécie olerícola folhosa que pode apresentar formação ou não de cabeça. As folhas podem ser lisas ou crespas, dispostas em forma de roseta partindo-se de um caule muito pequeno, não ramificado a qual se prendem folhas de coloração que variam do verde-claro ao verde-escuro. Algumas cultivares de alfaces têm pigmentação roxa nas bordas ou na folha como um todo (SEGASPINI, 2014; CAVASINI, 2017).

Segundo Henz e Suinaga (2009) os tipos de alface são importantes, devido às características morfológicas e fisiológicas entre os grupos serem diversas, influenciando na conservação pós-colheita e, conseqüentemente, nos aspectos de manuseio. Atualmente, o mercado brasileiro de sementes de alface, permite agrupá-las em cinco tipos morfológicos principais, baseado na formação de cabeça e tipo de folhas (HENZ E SUINAGA, 2009), conforme as informações presentes a seguir:

- **Repolhuda Lisa:** apresenta folhas lisas, delicadas e macias, com nervuras pouco salientes, com aspecto oleoso (“manteiga”), formando uma cabeça típica e compacta (Figura 1).

Cultivares: 'Áurea', 'Aurélia', 'Aurora', 'Babá de Verão', 'Boston Branca', 'Brasil 202', 'Brasil 303', 'Carla', 'Carolina AG 576', 'Crioula Branca', 'Elisa', 'Floresta', 'Glória', 'Kagraner de Verão', 'Karina', 'Lívia', 'Luisa', 'Marina', 'Maravilha de Inverno', 'Maravilha de Verão', 'Minie', 'Piracicaba 65', 'Rainha de Maio'.



Figura 1. Alface do tipo Repolhuda Lisa. Fonte: Gilmar Henz (2009).

- **Repolhuda Crespa ou Americana:** folhas crespas, consistentes e crocantes, cabeça grande e bem compacta (Figura 2).

Cultivares: 'América Delícia', 'Bounty Empire', 'Crespa Repolhuda', 'Grandes Lagos', 'Great Lakes', 'Great Lakes 659-700', 'Hanson', 'Iara', 'Lorca', 'Lucy Brown', 'Madona AG 605', 'Mesa 659', 'Nabuco', 'Raider', 'Salinas', 'Summertime', 'Tainá'.



Figura 2. Alface do tipo Repolhuda Crespa ou Americana. Fonte: Gilmar Henz (2009).

- **Solta Lisa:** folhas lisas e soltas, relativamente delicadas, sem formação de cabeça compacta (Figura 3).

Cultivares: 'Babá', 'Babá de Verão', 'Monalisa AG 819', 'Regina', 'Regina 71', 'Regina 440', 'Regina 579', 'Regina de Verão', 'Vitória de Verão'.



Figura 3. Alface do tipo Solta Lisa. Fonte: Horta e Flores (2015).

- **Solta Crespa:** folhas grandes e crespas, textura macia, mas consistente, sem formação de cabeça; pode ter coloração verde ou roxa (Figura 4).

Cultivares: 'Black Seeded Simpson', 'Brisa', 'Elba', 'Grand Rapids', 'Grand Rapids Nacional', 'Grand Rapids TBR', 'Grande Rápida', 'Hortência', 'Itapuã 401', 'Marianne', 'Marisa AG 216', 'Mimosa (Salad Bowl)', 'Salad Bowl', 'Simpson', 'Vanessa', 'Verônica', 'Vera (AF-470)'.

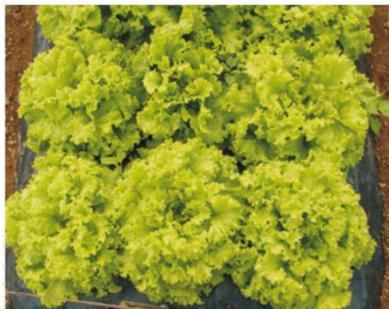


Figura 4. Alface do tipo Solta Crespa. Fonte: Gilmar Henz (2009).

- **Solta Crespa Roxa:**

Cultivares: 'Maravilha Quatro Estações', 'Mimosa Vermelha', 'Quatro Estações', 'Rossimo', 'Salad Bowl Roxa', 'Veneza Roxa', 'Vermelha Ruby' (Figura 5).



Figura 5. Alface do tipo Solta Crespa Roxa. Fonte: Gilmar Henz (2009).

- **Romana:** folhas tipicamente alongadas, duras, com nervuras claras, com uma cabeça fofa e alongada, na forma de cone (Figura 6).

Cultivares: 'Branca de Paris', 'Ideal Cos', 'Romana Balão'



Figura 6. Alface do tipo Romana. Fonte: Gilmar Henz (2009).

A alface também apresenta grande importância socioeconômica na América do

Sul (SILVEIRA *et al.*, 2019). No Brasil é explorada em todo o seu território (SOARES, 2002; SILVA; LIMA NETO, 2007) podendo ser cultivada em campo aberto, ambiente protegido, sistema hidropônico ou orgânico, utilizado comumente pelos pequenos produtores em áreas reduzidas, normalmente próximas aos centros consumidores (cinturões verdes) (TAVARES *et al.*, 2019), possibilitando o seu cultivo em quase toda localidade.

O Brasil possui cerca de 108,4 mil estabelecimentos que cultivam alface, produzindo em média 671,5 mil toneladas, sendo 82,2% dos produtores classificados como agricultores familiares, tendo destaque as regiões Sudeste, Sul e Nordeste por concentrar, respectivamente, 64,1, 16,2 e 10,5 % da produção nacional. No Estado de Alagoas, a produção é de 4.329 toneladas, onde o município de Arapiraca é responsável por 97,5% da produção (IBGE, 2020). A nível mundial a China, os Estados Unidos da América e a Índia são os maiores produtores, com 16,3, 3,7 e 1,3 milhões de toneladas, respectivamente, em 2019 (FAO, 2019).

As condições climáticas influenciam diretamente a produtividade durante a safra, especialmente na produção de folhosas, cuja demanda cresce no verão e diminui no inverno (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL 2023/2024). Segundo Filgueira (2000), a alface apresenta melhor desenvolvimento em regiões de clima tropical e subtropical, preferencialmente em estações com temperaturas mais amenas, variando entre 15°C e 20°C. No Brasil, na safra de verão 2022/2023, o clima quente elevou a procura por estes produtos, entretanto a quantidade produzida foi reduzida devido a ocorrência de chuvas, limitando assim a oferta. Diante disso, a partir de maio, os produtores de Teresópolis (RJ), Ibiúna (SP) e Mogi das Cruzes (SP), principais municípios produtores da região Sudeste, reduziram o tamanho de área, visando controlar a quantidade de pés de alface e minimizar desperdícios. No inverno de 2023 ficou abaixo do mesmo período de 2022, como mostra a Tabela 1, ocasionando um aumento nos valores. Além da redução de área cultivada, o calor intenso em setembro e novembro provocaram grandes perdas nas lavouras, contribuindo para a alta dos preços de comercialização (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL 2023/2024).

Tabela 1. Estatísticas de produção na safra de verão e inverno (ha)

ESTATÍSTICAS DE PRODUÇÃO				
MUNICÍPIO / ESTADO	SAFRA	ÁREA SAFRA DE VERÃO (ha)	SAFRA	ÁREA SAFRA DE INVERNO (ha)
TERESÓPOLIS (RJ)	2021/2022	1.446 ha	2022	700 ha
	2022/2023	1.400 ha	2023	690 ha
IBIÚNA (SP)	2021/2022	7.137 ha	2022	5.220 ha

	2022/2023	7.701 ha	2023	5.000 ha
MOGI DAS CRUZES (SP)	2021/2022	4.690 ha	2022	4.180 ha
	2022/2023	5.000 ha	2023	4.000 ha

Fonte: Hortifruti/Cepea.

Em relação a aspectos nutricionais, a alface possui relevância nutricional significativa na América do Sul (SILVEIRA *et al.*, 2019), fazendo parte da dieta da maioria dos brasileiros (PEREIRA *et al.*, 2020), além de ser a hortaliça folhosa mais consumida a nível mundial (SHARMA *et al.*, 2014; KAWAMOTO *et al.*, 2018), no entanto, no Brasil o consumo médio per capita é de 1,2 kg/ano (SEGASPINI, 2014).

Tal fato se deve não somente ao sabor e qualidade nutritiva, como também pela facilidade de aquisição, produção durante o ano todo e baixo custo (COMETTI *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2004). Por ser uma hortaliça a qual geralmente é consumida na forma crua, seus nutrientes são mantidos em maior proporção em comparação com outras hortaliças que são cozidas ou processadas. Além disso, a Alface é considerada componente básico de saladas, no uso doméstico ou comercial (SEGASPINI, 2014), mas o consumo de saladas contendo folhas primárias (cotilédones) brotos ou mudas vem ganhando popularidade como uma tendência culinária (XIAO *et al.*, 2012).

A alface é rica em vitaminas, sais minerais e apresenta baixo valor calórico (MENESES *et al.*, 2016). Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCA (2021), 100 g de folha crua contém 96,4 g de umidade, 8,0 kcal, 1,76 g de carboidratos, 1,01 g de proteínas, 1,87 g de fibras, e 37,5 mg de cálcio, 0,75 mg de ferro, 26,0 mg de fósforo e 311,0 mg de potássio, além das vitaminas A (364 µg) e C (18,5 µg), importantes na dieta alimentar.

Vale ressaltar que as cultivares, o sistema de produção e o manejo adotado variam com a região e com o nível tecnológico da propriedade (BARROS e CAVALCANTE, 2021). O manejo do ambiente agrícola é de suma importância ao desenvolvimento da espécie cultivada. Em regiões com temperaturas elevadas, como a região Nordeste, o aumento da evapotranspiração pode tornar o balanço hídrico negativo, sendo o manejo da água de irrigação e o emprego de técnicas que reduzam as perdas hídricas, as alternativas para assegurar a produtividade (SANTOS; BRITO, 2016). Em contrapartida, regiões com temperaturas mais baixas, como a região Sul, o principal fator limitante é a temperatura, se fazendo necessário utilizar técnicas que favoreçam o desenvolvimento das culturas, promovendo assim uma atividade agrícola sustentável (BARROS e CAVALCANTE, 2021).

4.2 Fisiologia do desenvolvimento da alface

O estudo da fisiologia do ciclo de desenvolvimento da Alface consiste nas fases vegetativa e reprodutiva influenciadas pelos fatores climáticos (TIBIRIÇÁ *et al.*, 2004). Na fase vegetativa, a planta desenvolve caule curto (10 a 15 cm de comprimento), em seu entorno nascem as folhas formando uma espécie de roseta, encerrando quando a cabeça está completamente desenvolvida. Posteriormente, dá-se início a fase reprodutiva, em que o caule passa pelo processo de alongamento e ramifica-se, formando uma inflorescência (TIBIRIÇÁ *et al.*, 2004).

A alface é adaptada a solos de textura média com boa capacidade de retenção de água, tendo em vista, que apresenta um sistema radicular superficial e ramificado, aproveitando os primeiros 0,25 m de profundidade do solo, enquanto a raiz pivotante pode alcançar até 0,60 m de profundidade (PRADO e FILHO, 2016). Esta folhosa é caracterizada como uma planta do tipo C3, conferindo-lhe alta exigência hídrica, elevada taxa fotossintética mesmo estando em condições de baixa intensidade de radiação solar e preferência por climas mais amenos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Os pigmentos predominantes nas alfaces são clorofila *a*, *b*, carotenoides e, em algumas cultivares, as antocianinas. A clorofila *a* é o pigmento utilizado para a realização da fase fotoquímica, primeiro estágio do processo fotossintético. Os demais pigmentos fotossintetizantes, como a clorofila *b* e os carotenoides ajudam a absorver a luz e transferir energia radiante para os centros de reação, sendo denominados pigmentos acessórios (TAIZ & ZEIGER, 2013).

As clorofilas *a* e *b* encontram-se na natureza numa proporção de 3:1, respectivamente, e diferem nos substituintes de carbono C-3 (STREIT *et al.*, 2005). As antocianinas, presentes nas alfaces roxas, possuem a função de proteger a planta contra efeitos prejudiciais da radiação ultravioleta B (UV-B) (ZHANG *et al.*, 2019), em excesso pode causar a foto inibição e a fotodegradação das clorofilas (STEYN *et al.*, 2002).

A concentração de pigmentos fotossintetizantes foliares é muito diferente entre as cultivares. A clorofila total, por exemplo, pode variar de 0,4 mg. g⁻¹ de massa fresca de alface (PROKOPOVÁ *et al.*, 2010) a 7,7 mg. g⁻¹ (ROSA *et al.*, 2014). A concentração de carotenoides, por outro lado, tende a variar pouco, permanecendo, em geral entre de 0,1 mg. g⁻¹ e 0,2 mg. g⁻¹ em alfaces sem qualquer tipo de tratamento (PROKOPOVÁ *et al.*, 2010; GUSMAN *et al.*, 2013).

4.3 Colheita

O ponto de colheita depende da cultivar e tipo de alface, assim como, da época do ano. Geralmente, no verão as plantas de alface são maiores do que aquelas cultivadas em clima frio. A colheita da alface é feita com uma faca limpa, de aço inox, que deve ser lavada com frequência. As folhas externas doentes ou muito machucadas devem ser removidas na seleção/lavação preliminar. Se houver demora para realizar a colheita, ocorre alteração no sabor e na textura das alfaces, tornando-as mais amargas e mais rígidas, diminuindo também o tempo de prateleira, por isso a colheita deve ser rápida e cuidadosa para que os vegetais não se deteriorem e contaminem (MALDONADE *et al.*, 2014).

As alfaces são colhidas inteiras, com aspecto de frescor, sem alterações visuais e de contaminação, com coloração uniforme e típica da variedade cultivada. Caso o produtor cultive mais de uma variedade de alface, estas devem ser agrupadas de acordo com a variedade, forma e cor. Normalmente, a alface é colhida sem raízes nas horas mais frescas do dia, de manhã cedo ou ao entardecer. A colheita da alface pode ser iniciada após as 16h para ser comercializada na madrugada seguinte (HENZ *et al.*, 2008).

4.4 Pós-colheita da alface

Durante a etapa de pós-colheita, a hortaliça torna-se mais suscetível a contaminações, principalmente, durante a lavagem, a higienização, o transporte e o armazenamento (MALDONADE *et al.*, 2014), por esse motivo a manipulação deve ser cuidadosa, seguindo o que determina a Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Diante disso, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Embrapa Hortaliças, desenvolveu o Manual de Boas Práticas Agrícolas na Produção de Alface, em que sugere algumas recomendações para conservar e entregar um produto de qualidade ao consumidor.

4.4.1 Lavagem e Sanitização

A higienização de hortifruti, tanto para a comercialização em supermercados quanto em feiras livres, pode ser considerada de suma importância na prevenção a contaminação de alimentos, tendo em vista, que estes produtos possuem grande quantidade de microorganismos patogênicos (RIOS, 2012). Diante disso, a alface deve

ser lavada folha a folha em água corrente, ausente de contaminação química e biológica, e em temperatura refrigerada, visando auxiliar na retirada do látex, de parasitas e resíduos que ficaram durante a colheita, além de resfriar as alfaces, facilitando a sua conservação com a diminuição das taxas de respiração (FERREIRA *et al.*, 2021).

O local de realização da lavagem deve ter cobertura e ser independente, azulejado, sendo de fácil de limpeza, revestida de azulejos apropriados para serem lavados e por pisos antiderrapante, com iluminação. Esta área deve impedir o acesso de insetos, animais e roedores através de telas ou portas adequadas, distante dos depósitos de defensivos agrícolas e de adubos orgânicos. Se faz necessário ressaltar que a recepção do produto deve ser separada da etapa final, evitando assim contaminação cruzada do material limpo e sujo. As alfaces não podem ser submetidas em tanques que não possuem sanitizantes, pois pode ocorrer o apodrecimento das hortaliças (FERREIRA *et al.*, 2021).

Se a lavagem da alface for feita em sistema fechado, como tanques e caixas d'água, torna-se importante adicionar sanitizante na água do tanque, como o hipoclorito de sódio, específico para uso em alimentos, em concentração de 100 mg/litro (100 ppm), deixando agir em um período mínimo de 15 minutos. Ao término da lavagem, a alface precisa ser escorrida em uma esteira perfurada tipo moeda, de inox, com o objetivo de retirar o excesso de água (BELETINI; TAKIZAWA, 2014). O produto deve ser acondicionado sob refrigeração, a temperaturas inferiores a 5°C, até o momento do corte, da separação da porção ou embalagem para a venda (RIOS, 2012).

O cuidado também se estende aos funcionários do estabelecimento que precisam utilizar uniformes, compostos por aventais de material plástico e luvas durante a higienização, além de realizar a higienização da área e dos utensílios utilizados para a lavagem, antes e depois de sua utilização. Os sanitários e vestiários devem ser mantidos isolados ou separados da área em que será feita a higienização (MARTINEZ *et al.*, 2016; MEDEIROS *et al.*, 2017).

4.4.2 Embalagem

Em supermercados, costuma-se encontrar a alface envolvida em embalagens plásticas individuais, que devem conter as informações de procedência e seguir os regulamentos sobre rotulagem em vigência, a fim de minimizar os danos provocados pelo manuseio e, assim, diminuir as perdas, sendo

posteriormente acondicionadas em caixas plásticas, armazenadas sob refrigeração e expedidas (LUENGO, 2001).

As caixas plásticas utilizadas para acondicionar e transportar as alfaces, devem ser lavadas e higienizadas regularmente, antes e depois da sua utilização, devendo ser etiquetadas para assegurar a rastreabilidade do produto e evitar misturar os diferentes tipos de produtos, além de serem colocadas sobre o estrado (pallet) e cobertas para evitar contaminação (BALLOU, 2001).

Os funcionários devem higienizar as mãos com detergente, antes e depois de embalar a Alface, seguindo as normas conforme treinamento fornecido sobre as Boas Práticas de Fabricação (BPF), que enfatiza também a proibição em fumar, beber ou comer na área de lavagem e embalagem. As alfaces devem ser separadas e classificadas de forma igual em relação à variedade, qualidade e tamanho (MARTINEZ *et al.*, 2016; MEDEIROS *et al.*, 2017).

O depósito das embalagens deve ser higiênico, organizado, com boa ventilação e iluminação, longe de sanitários e dos agrotóxicos. Os corredores entre os estrados devem ser livres para a passagem de pessoas e máquinas assim como para permitir a circulação de ar. Os sacos plásticos devem ser armazenados no depósito de embalagem e mantidos longe de roedores, animais em geral, produtos químicos e não podem ser reutilizados (SANTOS, 2018).

Após serem acondicionadas individualmente, as hortaliças devem ser refrigeradas até a sua saída, mantendo a higiene das câmaras que não devem exceder a capacidade permitida, precisando estarem ventiladas para evitar o acúmulo do etileno que acelera o processo de amadurecimento do produto e a perda da clorofila, promovendo o amarelecimento das folhas (LIMA, 2016).

A temperatura de armazenamento para alface deve estar na faixa de 5 a 8°C e umidade relativa entre 95-99%. No entanto, na literatura também existem sugestões em que a temperatura de armazenamento deve ser 0°C, com Umidade Relativa de 98 a 100% (GROSS *et al.*, 2016; KADER, 2002). Por esse motivo, a câmara deve ser monitorada, evitando a formação de gelo com temperaturas abaixo de 0°C, podendo ocasionar injúria por frio (CHITARRA, 2005).

Entretanto, devido ao baixo custo unitário, o uso de câmaras não se justifica para os pequenos produtores, uma vez que a vida útil do produto é pequena e não há necessidade de armazenamento por períodos longos. Porém, caso o produtor decida usar as câmaras, estas devem estar em perfeitas condições de uso e limpas

regularmente (MALDONADE *et al.*, 2014).

4.4.3 Comercialização

Um ponto que deve sempre ser considerado é a higiene do ambiente durante o transporte e a distribuição, visando evitar a contaminação cruzada, que pode ser ocasionada tanto pela ausência de higiene adequada por parte dos trabalhadores quanto por embalagens sujas (MARTINEZ *et al.*, 2016; MEDEIROS *et al.*, 2017). Além disso, durante o transporte e comercialização, não é considerado adequado colocar a alface próxima a frutos climatéricos ou outras fontes de etileno, devido ele causar o escurecimento desta hortaliça (FERREIRA *et al.*, 2021).

O transporte das hortaliças deve ser feito em caixas plásticas higienizadas, evitando colocar as caixas diretamente sobre o solo, por meio da utilização de estrados, podendo serem empilhadas sem sobrecarregar, permitindo a circulação de ar. Nas caixas devem ser transportadas somente hortaliças, não podendo ser utilizadas para transportar outro tipo de produto. O transporte final deve ser em veículo fechado e refrigerado, no entanto, ao considerar que este tipo de transporte tem custo mais elevado, o produtor pode optar por transportar em veículo sem refrigeração, contanto que seja fechado e limpo (LIMA, 2016).

4.4.4 Ponto de Venda

A alface é uma hortaliça de fácil deterioração, por isso deve ser conservada nos supermercados em gôndolas refrigeradas e nas feiras livres deve ser humificada constantemente. Desse modo, algumas precauções devem ser adotadas pelo comerciante para preservar a qualidade do produto, em que a alface deve ficar com a parte cortada para cima (cabeça), pois assim perde água mais rapidamente, devendo ser embalada individualmente e rotulada de acordo com a legislação vigente (HENZ *et al.*, 2008).

O local das gôndolas deve ser iluminado, arejado, diariamente limpo e organizado, sendo abastecido conforme a necessidade. As etiquetas precisam estar sempre limpas e com o nome do produto/produtor e preço. As alfases devem ser umidificadas com vapor de água por aspersão para que mantenham a umidade e o frescor, devendo ser removidas as folhas mais externas que apresentarem alguma injúria (MALDONADE *et al.*, 2014).

4.5 Perdas Pós-Colheita de Hortaliças Folhosas

A perda consiste na redução inconsciente de alimentos disponibilizados ao consumo humano, causado por problemas na cadeia de produção, enquanto o desperdício é definido como o descarte de modo intencional dos produtos próprios ao consumo, a partir de hábitos socioculturais da população (BELIK, 2018). A comercialização é uma das etapas onde ocorre a maior perda de frutas e hortaliças durante a pós-colheita no Brasil (SOARES; JÚNIOR, 2018).

Existem atualmente valores estimados de perdas e desperdícios de alimentos em torno de US\$1 trilhão, sendo que US\$680 bilhões são nos países industrializados e US\$310 bilhões naqueles em desenvolvimento. Diversos prejuízos são ocasionados em decorrência destas perdas, desde o campo até o consumidor final, ocorrendo variações dependendo do nível tecnológico, de ações do consumidor e da região geográfica (SOARES; JÚNIOR, 2018).

É importante destacar a escassez de informações na literatura sobre a quantificação de perdas de hortaliças no país (LANA, 2018), sendo encontrado com frequência pesquisas direcionadas a cadeia agroalimentar por meio de aplicação de questionários, sem mensurar *in loco* o descarte, interferindo na quantificação adequada do volume de hortaliças descartadas. Tal fato, não ocorre somente no Brasil, mas também em outros países (SHEANE; MCCOSKER; LILLYWHITE, 2017).

A qualidade de frutas e hortaliças corresponde ao conjunto de propriedades que os tornam aceitáveis como alimentos. Qualidade pode ser definida como o conjunto de características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que tem reflexo na aceitação por parte do consumidor (MAISTRO, 2001). A aparência, o sabor e o valor nutritivo estão entre os atributos de qualidade mais exigidos (PEREIRA; MACHADO; COSTA, 2014).

Os teores de ácidos orgânicos (influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e manutenção da qualidade), sólidos solúveis (nível de maturação e açúcar) e pH (textura de geléias e gelatinas, retenção do sabor e verificação do estado de maturação) são alguns dos parâmetros de qualidade de frutas e hortaliças (PEREIRA; MACHADO; COSTA, 2014). Segundo Rodolfo Júnior *et al.* (2007), esses parâmetros são influenciados por fatores como época, local de colheita, variedade, tratamentos culturais e manuseio pós-colheita.

Em alface, a deterioração se inicia logo após a colheita, reações químicas e físicas passam a ocorrer e podem influenciar na qualidade e aumentar a

vulnerabilidade de frutas e hortaliças ao ataque de microrganismos deteriorantes, diminuindo assim a vida útil do produto, portanto, quanto mais rápida a redução de temperatura do produto, mais tempo ele se conservará em condições de comercialização (ANTONIALI, 2000; BEZERRA, 2003; CAVASINI, 2017).

A decomposição por microrganismos é devido a diversos fatores como manejo inadequado na colheita, conservação imprópria, uso de embalagens inapropriadas que não atendem às exigências dos produtos, planejamento logístico ineficiente e falta de aplicação de tecnologias após a colheita que auxiliem na conservação dos produtos (TERUEL, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 2005).

O conhecimento das causas das perdas pós-colheita são de fundamental importância, constituindo requisito para a redução de desperdícios, aumentando o lucro e a competitividade dos participantes da cadeia ao mesmo tempo em que colaboram para a permanência e a evolução da atividade econômica (CALEGARO *et al.*, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2014), por esse motivo quantificar as perdas de hortaliças no país e identificar quais os agentes responsáveis, pode auxiliar no planejamento de sistemas que visem minimizar os prejuízos, como a implementação de novas técnicas e tecnologias.

Para fazer a escolha certa em relação às tecnologias pós-colheita é de suma importância entender a fisiologia do produto e levar em consideração a logística da cadeia, visando reduzir prejuízos causados por manuseio inadequado, transporte ineficiente e armazenamento precário (WATSON *et al.*, 2015; ROSA *et al.*, 2020). Existem diversas tecnologias aplicáveis à conservação desses produtos, como o uso de embalagens com atmosfera modificada e o armazenamento em atmosfera controlada (ROSA *et al.*, 2020).

Além disso, destacam-se técnicas como refrigeração, tratamento térmico por aquecimento (KAWANO *et al.*, 2016) e aplicação de revestimentos comestíveis. Outras abordagens incluem a implementação de sistemas de rastreabilidade e o desenvolvimento de variedades geneticamente melhoradas, que visam otimizar tanto a qualidade sensorial quanto a nutricional dos produtos (ROSA *et al.*, 2020).

Com o avanço da ciência de alimentos, ocorreram diversas pesquisas com o intuito de ampliar a aplicação de métodos considerados satisfatórios na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças, como a radiação gama, o ozônio (O₃) em sua fase gasosa ou diluído em meio aquoso e a radiação ultravioleta C (UV-C) (KAWANO *et al.*, 2016), sendo importante frisar que cada método apresenta suas vantagens e

desvantagens (Tabela 2), podendo a junção de diferentes métodos adequados tornar-se a alternativa mais viável.

Tabela 2. Vantagens e desvantagens dos métodos de tratamento pós-colheita de frutas e hortaliças.

MÉTODOS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Térmico (aquecimento)	Controle consolidado e efetivo no combate a podridões em manga e mamão.	Pode ocasionar alterações químicas, nutricionais, sensoriais e de textura do alimento. Exige alto consumo energético.
Refrigeração	Amplamente utilizada, efetiva no controle de podridões. Aumenta a vida de prateleira.	Alto consumo energético. Pode causar danos pelo frio na superfície do alimento.
Radiação gama	Penetração uniforme no alimento. Não causa contaminação pós-tratamento.	Elevados custos de manutenção e com segurança no manuseio do material fonte de radiação.
Modificação de atmosfera	Sua utilização é eficiente no armazenamento de frutas de alto valor agregado, principalmente as voltadas para exportação	Exige investimento elevado em estrutura da câmara de armazenamento, no caso da atmosfera controlada, e tecnologia específica, no caso da modificação de atmosfera.
Radiação ultravioleta C (UV – C)	Grande disponibilidade de lâmpadas de UV-C comerciais. Baixo custo de manutenção. Não contamina o alimento.	Pode ocasionar alterações nos alimentos, como descoloração ou escurecimento.
Ozônio (O3)	Não contamina o alimento. Efetivo em hortaliças. Pode ser aplicado diluído em água. Elimina alguns defensivos agrícolas residuais nos alimentos.	Exige atenção ao controle e à segurança do ozônio armazenado.

Fonte: Kawano *et al.*, 2016.

4.6 Conceitos de Revestimentos Comestíveis

Os revestimentos comestíveis atuam como uma alternativa, mostrando benefícios em relação às sintéticas, considerando que na sua elaboração são usadas matérias-primas biodegradáveis de origem natural (Quadro 1). Um adequado revestimento dispõe para o fruto brilho, aparência atraente e diminui a perda de massa, através da redução da respiração dos frutos, sem ocasionar condições de anaerobiose (BALDWIN *et al.*, 2012). Os revestimentos são elaborados inteiramente baseado de elementos renováveis e de segurança (FALQUERA *et al.*, 2011), à base de polímeros naturais e biodegradáveis, constituindo uma possibilidade eficaz para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos (RINALDI *et al.*, 2011).

Os revestimentos comestíveis costumam apresentar uma permeabilidade e propriedades mecânicas menos eficientes quando comparados aos filmes sintéticos, limitando sua utilização a aplicações específicas. Dessa maneira é indispensável compreender que os mesmos não têm como objetivo substituir totalmente as

embalagens convencionais, pois acredita-se que a agregação de ambos fornecerá a proteção correta aos alimentos, havendo a possibilidade de ser aprimorada por meio da combinação de revestimentos comestíveis para a primeira camada (cascas) e revestimentos não comestíveis para evitar danos mecânicos, com as embalagens secundárias, por motivos higiênicos e de manuseio (SMANIOTTO *et al.*, 2018; SHARIFIMEHR *et al.*, 2019).

Entretanto, vale ressaltar que para serem definidos como comestíveis, os componentes utilizados, incluindo biopolímeros, plastificantes e outros aditivos, necessitam possuir grau alimentício e todo o processamento e equipamentos devem ser adequados para processar os alimentos, enquanto que o conceito de biodegradáveis, depende do nível de toxicidade e segurança ambiental dos revestimentos comestíveis devendo serem avaliadas por meio de protocolos analíticos padrão (TAVASSOLI-KAFRANI *et al.*, 2016). O conceito de revestimentos comestíveis às vezes é confundido com o conceito de filmes comestíveis, pois possuem definições parecidas, porém existem diferenças entre eles (DEGHANI *et al.*, 2018).

Os revestimentos comestíveis são uma camada de espessura fina composta de material comestível, ocorrendo a formação de filmes diretamente na superfície do produto que visam proteger ou aprimorar, enquanto os filmes comestíveis possuem uma película fina pré-formada, capaz de ser ingerida, podendo ser inserido sobre ou entre os componentes dos alimentos, servindo como capas, envoltórios ou camadas de separação (EOM, CHANG, LEE, CHOI, & HAN, 2018; TAVASSOLI-KAFRANI *et al.*, 2016; VALENCIA-CHAMORRO *et al.*, 2011).

Os revestimentos podem ser classificados quanto a sua afinidade pela água em hidrofílicos, formados por estruturas contendo grupos amido, carboxila e hidroxila apresentando elevada solubilidade em água, sendo recomendados para frutas com aspecto brilhante, pois a superfície fica mais hidratada, e os hidrofóbicos, quando provenientes de materiais à base de lipídio ou proteínas que atuam como barreiras no compostos voláteis e apolares possuindo grupamentos alquílicos e aromáticos, indicados para produtos com alta taxa respiratória, atuando como barreira, evitando que o vegetal resseque e assim o mantenha preservado por longo período (EMBRAPA, 2008; LOPES DA COSTA; OLIVEIRA; SILVA, 2022; BARBOZA *et al.*, 2022).

O bom revestimento precisa apresentar propriedades desejáveis que dependem da sua estrutura molecular, requerendo assim uma pesquisa para a escolha da

formulação mais adequada para o que se anseia (SILVEIRA, 2020). Entre estas propriedades está a facilidade no manuseio (mistura e aplicação), boa aderência e estabilidade no produto, transparência, ausência de toxicidade, ser desfavorável ao crescimento de microrganismos (EMBRAPA, 2008) e resistência a água para que o revestimento permaneça intacto durante a aplicação (LOPES DA COSTA; OLIVEIRA; SILVA, 2022).

Além disso, deve reduzir a permeabilidade ao vapor d'água para que não ocorra perda de água pela fruta ou hortaliça, não deve alterar os atributos do vegetal *in natura*, como sabor, textura e aparência, deve amolecer acima de 40° C sem se decompor, possuir baixa viscosidade, reter compostos voláteis que são responsáveis pelo aroma da fruta, não deve ser pegajoso e nem secar rapidamente, não pode esgotar os níveis de oxigênio (O₂) ou de dióxido de carbono (CO₂) e ser economicamente viável para que assim possa ser utilizado (LOPES DA COSTA; OLIVEIRA; SILVA, 2022).

Desse modo, a escolha dos filmes e materiais de revestimentos comestíveis deve sempre considerar o tipo de alimento e as necessidades específicas de conservação, pois cada componente contribui para uma funcionalidade essencial. Portanto, os lipídios são ideais para diminuir a transmissão de água, o que é importante para alimentos que precisam evitar a perda de umidade, como frutas e vegetais (COSTA *et al.*, 2018).

Os polissacarídeos funcionam bem no controle da difusão de gases, como o oxigênio e o dióxido de carbono, sendo utilizados em alimentos que precisam de proteção contra a oxidação, já que evitam o contato direto com o oxigênio e filmes à base de proteínas fornecem estabilidade mecânica, proporcionando uma estrutura resistente e boa aderência, o que é relevante para revestimentos que precisam manter a integridade física do alimento (COSTA *et al.*, 2018).

Quadro 1: Sinopse dos principais revestimentos comestíveis e seus respectivos resultados

REFERÊNCIA	REVESTIMENTO	MÉTODO DE APLICAÇÃO/ PRINCIPAIS PARÂMETROS ANALISADOS	RESULTADOS DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS
------------	--------------	---	--------------------------------------

<p>BOTREL et al. (2010)</p>	<p>Amido, lactato de cálcio e L-cisteína em pera Williams</p>	<p>Imersão: 3 minutos. Teor sólidos solúveis; acidez titulável e Ph; perda de massa.</p>	<p>A ação da cisteína na inibição do escurecimento enzimático foi observada nos tratamentos 2 e 3, que apresentaram valores de deltaE significativamente menores em relação ao controle (C). Além disso, a contagem de psicrófilos e enterobactérias foi significativamente reduzida nos tratamentos 2 e T em comparação com o controle, indicando uma menor proliferação de microrganismos. Esses resultados sugerem que o revestimento à base de amido incorporado com lactato de cálcio e L-cisteína pode prolongar a vida de prateleira de peras minimamente processadas, contribuindo para a sua conservação por mais tempo.</p>
<p>SANTOS et al. (2011)</p>	<p>Biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho em mangas 'Tommy Atkins</p>	<p>Imersão: 1 minuto. Perda de massa (%); sólidos solúveis (SS); acidez titulável; pH e firmeza da polpa</p>	<p>O uso de biofilmes de fécula de mandioca a 2% e amido de milho a 4% reduziram a perda de massa, mantiveram a firmeza e melhoraram o aspecto visual, permitindo um armazenamento por mais tempo sem perda da qualidade dos frutos.</p>
<p>COUTO et al. (2015)</p>	<p>Alginato em pimentão verde</p>	<p>Imersão: 1 minuto. Perda de massa; firmeza; atividade da enzima pectinametilsterase.</p>	<p>Os resultados mostraram que os pimentões revestidos com 3% e 1% de alginato de sódio apresentaram maior firmeza em comparação com o grupo de controle, além de uma menor atividade da enzima pectinametilsterase e menor perda de massa fresca ao longo do período de armazenamento. Isso sugere que o uso do revestimento à base de alginato de sódio foi efetivo para conservar a qualidade dos pimentões durante o armazenamento.</p>
<p>FONSECA et al. (2016)</p>	<p>Amido de mandioca, alginato de sódio e carboximetilcelulose em goiaba 'pedro sato/</p>	<p>Imersão: 1 minuto. Glicose; sólidos solúveis totais; acidez total titulável; pH; Vitamina C; Carotenóides totais; Licopeno e β-caroteno.</p>	<p>Independentemente do revestimento aplicado, as goiabas 'Pedro Sato' demonstraram maiores níveis de vitamina C após um período prolongado de armazenamento de 22 dias. Por outro lado, os revestimentos comestíveis feitos de amido e alginato mostraram eficácia em retardar o processo de amadurecimento das goiabas 'Pedro Sato' armazenadas por quatro dias em refrigeração, seguidos de três dias em temperatura ambiente. No que se refere ao conteúdo de licopeno (um antioxidante) e β-caroteno (precursores de vitamina A no organismo humano), as goiabas revestidas com amido de mandioca apresentaram as maiores quantidades durante os períodos de armazenamento</p>

			mais prolongados.
SILVA (2017)	Adição do adjunto óleo de buriti, fécula de mandioca e pectina + óleo de buriti em melancia e melão	Imersão: 1 minuto. Perda de massa; sólidos solúveis; pH; acidez titulável e análise microbiológica.	Os revestimentos à base de fécula e pectina ofereceram condições adequadas para o consumo de melancias até o oitavo dia após o processamento, enquanto no caso do melão, apenas os revestimentos de pectina e pectina com óleo de buriti garantiram a estabilidade microbiológica até o quarto dia de armazenamento. o óleo de buriti não apresentou atividade antimicrobiana nos revestimentos comestíveis utilizados neste estudo.
JONGSRI (2017)	Quitosana + espermidina na doença e qualidades da antracnose em manga 'Nam Dok Mai'	Imersão: 1 minuto. Conteúdo de H ₂ O ₂ ; compostos fenólicos totais; Atividade da fenilalanina amônia-liase; atividade da quitinase; atividade de β-1,3-glucanase; atividades de peroxidase; total de proteínas; Teor de pectina solúvel; firmeza; acidez titulável; teor sólidos solúveis total.	Os resultados mostraram que os frutos inoculados <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> e revestidas com 1% de CTS combinada com 0,1 ppm de SPD apresentaram a menor área de desenvolvimento de lesões (0-1 cm), enquanto as frutas inoculadas sem revestimento exibiram a deterioração fúngica mais severa (4-5 cm). Além disso, as frutas tratadas com a combinação de CTS e SPD demonstraram uma resposta de defesa da planta mais pronunciada em comparação com o controle e os demais tratamentos. Isso foi evidenciado pela produção elevada de H ₂ O ₂ e compostos fenólicos durante o armazenamento, bem como pela indução de atividades de enzimas de defesa, como quitinase, β-1,3-glucanase e peroxidase.
DALLAGNOL LORENÇO (2017)	Fécula de mandioca e antifúngicos naturais em morangos	Imersão: 1 minuto. Avaliação da aparência e incidência de <i>Botrytis cinérea</i> ; cor; Perda de massa; Sólidos solúveis; pH e acidez titulável.	Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e observações visuais quanto à infestação fúngica e aparência demonstraram que o grupo tratado apenas com a película de fécula de mandioca foi mais eficaz. No entanto, os grupos tratados com a película adicionada de extratos vegetais não se mostraram mais efetivos que o controle, exceto em algumas amostras tratadas com gengibre. Acredita-se que a baixa interação entre os extratos vegetais e a fécula de mandioca resultou na formação de fissuras na película após a aplicação nos frutos, o que poderia tornar a superfície do fruto suscetível ao ataque fúngico.
OLIVEIRA (2020)	Hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha em caju	Imersão: 1 minuto. Perda de massa; firmeza; análise de cor; clorofila total; acidez titulável; sólidos solúveis e	Os revestimentos mostraram-se eficazes no controle do envelhecimento dos cajus, mantendo a cor, firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez, relação entre componentes, açúcares e ácido ascórbico, além de reduzir a perda de

		ratio; açúcares solúveis e redutores; ácido ascórbico; compostos fenólicos totais; atividade antioxidante; taninos totais; peroxidação lipídica; atividade da superóxido dismutase; atividade da catalase; atividade das polifenoloxidase; enzima álcool desidrogenase e as antocianinas	massa e o teor de taninos nos frutos revestidos. Dentre os tratamentos testados, aquele com HPMC na concentração de 20g.; 100g-1 de cera de abelha demonstrou ser o mais recomendado para possíveis aplicações comerciais, pois proporcionou um acréscimo de quatro dias na vida útil dos cajus.
PANAHIRAD et al., (2020)	Pectina em ameixa (<i>Prunus domestica</i> L. cv. "Golden Drop")	Imersão: 1 minuto. Medição de acidez titulável; firmeza; vitamina C; sólidos solúveis totais; pH e perda de peso; compostos fenólicos totais; antocianina total e conteúdo de flavonoides; atividade antioxidante total; atividades de peroxidase; polifenol oxidase e poligalacturonase total.	As concentrações de 1% e 1,5% de pectina foram eficazes em aumentar o conteúdo de compostos fenólicos totais e teor de flavonoides, respectivamente, enquanto as outras concentrações tiveram efeitos semelhantes ao grupo de controle. De modo geral, o revestimento comestível à base de pectina a uma concentração de 1,5% apresentou os melhores resultados para a maioria dos parâmetros medidos. Levando em consideração os efeitos do revestimento comestível à base de pectina nas características antioxidantes dos frutos de ameixa, sua aplicação pode ser considerada como um método promissor para conservar o valor nutricional desses frutos.
SOUSA (2020)	Conservação de mangas 'palmer' com recobrimento comestível de hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha	Imersão: 1 minuto. Taxa respiratória; atividade da enzima álcool desidrogenase; acidez titulável; sólidos solúveis e "ratio"; açúcares solúveis e redutores; coloração da casca e da polpa; perda de massa fresca; firmeza; ácido ascórbico; compostos fenólicos totais; flavonoides; carotenoides; atividade antioxidante; atividades de peroxidase e peroxidação lipídica.	Os resultados obtidos na condição ambiente demonstraram que os revestimentos foram eficazes no controle do amadurecimento, preservando a cor da casca e da polpa, a acidez, a firmeza, os sólidos solúveis, o "ratio", os açúcares e o ácido ascórbico. Além disso, os revestimentos reduziram a perda de massa e a incidência de doenças, sem induzir a produção de etanol, mantendo os frutos em estágio pré-climatérico por 15 dias, o que resultou em um aumento de pelo menos 6 dias na vida útil das frutas. O tratamento com 20% de cera de abelha (CA) foi considerado o mais adequado para possíveis aplicações industriais nessa condição de armazenamento.
JESUS FILHO et al. (2020)	Aplicação de revestimentos	Imersão: 5 minutos. Perda de massa;	Ao longo do período de armazenamento, todos os

	comestíveis para conservação de uvas/ Fécula de batata, amido de milho e gelatina	firmeza; análise de cor; antocianinas; acidez titulável; sólidos solúveis e ratio; açúcares Solúveis; sólidos solúveis/acidez total titulável; textura; dureza; coesividade; mastigabilidade; gomosidade; índice de elasticidade e adesividade.	revestimentos resultaram em um aumento do pH e uma redução da acidez nas uvas, alcançando uma estabilização após certo tempo, o que não ocorreu para as uvas não revestidas (controle). As uvas sem revestimentos e as revestidas com amido de milho apresentaram maiores reduções nas antocianinas totais. As uvas revestidas foram percebidas sensorialmente de forma diferente em relação à amostra controle. Quanto aos parâmetros de textura, as uvas revestidas com gelatina mostraram menor variação na dureza e uma diminuição da elasticidade em todos os tratamentos. Em comparação com todas as amostras estudadas, a gelatina proporcionou melhores resultados, uma vez que as uvas revestidas com esse material apresentaram maior estabilidade durante os 20 dias de armazenamento.
PINSETTA JUNIOR (2018)	Recobrimento comestível com hidroxipropilmetilcelulose e agentes antiescurecimento em berinjela minimamente processada	Aspersão com pistola: 30 psi de pressão. Perda de massa fresca; firmeza; índice de brancura; Composição gasosa do interior das embalagens; determinação de acetaldeído e etanol; Compostos fenólicos totais; atividade da enzima peroxidase; atividade da enzima polifenoloxidase; atividade da enzima fenilalanina amônia-liase; microrganismos aeróbios mesófilos; coliformes totais e <i>E. Coli</i>	Os resultados mostraram que o recobrimento com HPMC+40% de cera de abelha reduziu a atividade das enzimas responsáveis pelo escurecimento da berinjela. Além disso, a adição de 0,5% de ácido cítrico ou 1% de ácido ascórbico ao revestimento resultou em menor síntese de compostos fenólicos e menor atividade enzimática relacionada ao escurecimento.
FARINA et al. (2020)	Uso de revestimento comestível à base de gel de <i>Aloe vera</i> com aditivos naturais antiescurecimento e antioxidantes para melhorar a qualidade pós-colheita da maçã 'Fuji' recém-cortada	Pulverizadas: 2 minutos. Teor sólidos solúveis; Acidez titulável e Ph ; perda de massa fresca, firmeza. Análise sensorial :aparência; cor da polpa; firmeza; cheiro de maçã; cheiro herbáceo; cheiro de suco; cheiro de	Os tratamentos com AVG/HPMC e AVG/LEO atrasaram significativamente os parâmetros relacionados à perda de qualidade pós-colheita. O tratamento AVG/HPMC apresentou um efeito retardador, enquanto o tratamento AVG/LEO atrasou os processos de escurecimento, mantendo uma excelente cor durante o armazenamento refrigerado. Em relação aos compostos próximos, os tratamentos não alteraram sua concentração nos tecidos das fatias de

		semente; se havia odor desagradável; doçura; acidez; amargo; adstringente; crocância ;aspereza; suculência;sabor de maçã; sabor herbáceo; sabor a suco; sabor da semente; se havia sabor desagradável ; avaliação global.	maçã. As análises sensoriais não revelaram efeitos prejudiciais no sabor, aroma ou textura das fatias de maçã tratadas. Os dados obtidos no estudo evidenciaram o efeito positivo do gel de Aloe vera em combinação com LEO e HPMC na qualidade das fatias de maçã como uma técnica inovadora e sustentável para preservar sua qualidade durante o armazenamento refrigerado.
SAPELLI et al. (2020)	Conservação póscolheita de pêssegos com aplicação de revestimentos aditivados de extrato de ervamate/fécula de mandioca	Imersão: 30 segundos. Teor sólidos solúveis; acidez titulável; perda de massa fresca; coloração da epiderme; firmeza;avaliação <i>in vivo</i> : incidência; índice de infecção; proteínas; peroxidase de guaiacol; polifenoloxidase.	Os resultados mostraram que o uso dos revestimentos reduziu a perda de massa dos frutos em 50%, aumentou o teor de sólidos solúveis e intensificou a coloração vermelha dos pêssegos, tornando-os mais atrativos para o consumidor. Além disso, os frutos revestidos apresentaram um aumento na atividade da enzima peroxidase, e o tratamento com aditivo de 15% de extrato de erva-mate inibiu o desenvolvimento da podridão parda nos pêssegos
OLIVEIRA (2020)	Avaliação físico-química do abacate (<i>Persea americana</i> mill.) com uso de revestimento comestível produzido à base da pectina do pomelo (<i>Citrus grandis</i>)	Acidez titulável; teor sólidos solúveis; cor; pressão de turgescência; firmeza; perda de massa fresca.	Os resultados demonstraram que os abacates revestidos apresentaram melhor desempenho em comparação com o grupo controle, especialmente nos parâmetros de perda de massa e teor de sólidos solúveis. Isso sugere que o uso do revestimento foi satisfatório e benéfico para a qualidade dos abacates durante o período de armazenamento.
MACHADO (2020)	Conservação póscolheita de pimenta de cheiro (<i>Capsicum</i>) com aplicação de revestimento à base de pectina extraída do albedo de pomelo	Imersão: 30 minutos. Teor sólidos solúveis; Cor; pressão de turgescência e perda de massa.	Os resultados mostraram que as pimentas com revestimento apresentaram melhores resultados em relação às pimentas não revestidas para todos os parâmetros avaliados, exceto para a perda de massa, onde não houve diferença significativa. O revestimento mostrou-se eficaz na manutenção da qualidade das pimentas de cheiro, aumentando a vida útil, pois a película retardou o processo de amadurecimento.
ALMEIDA (2021)	Conservação póscolheita de abobrinha revestida com cobertura comestível de fécula de mandioca/fécula de mandioca	Imersão: 1 minuto. Perda de massa (%); sólidos solúveis (SS); acidez titulável; pH e relação SS/AT.	Observou-se um comportamento inverso, onde as amostras com 0% de fécula de mandioca apresentaram uma melhor aparência e textura, e os parâmetros físicoquímicos exibiram uma tendência linear.

<p>CARVALHO et al. (2022)</p>	<p>Efeitos da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate/de fécula de mandioca + glicerol</p>	<p>Imersão: 1 minuto. Colorimetria da casca; perda de massa fresca; firmeza; teor de sólidos solúveis totais; acidez total titulável; relação SST/ATT e pH.</p>	<p>Os revestimentos à base de fécula de mandioca na concentração de 5% e fécula de mandioca na concentração de 5% combinada com glicerol na concentração de 1% se destacaram na preservação de alguns atributos de qualidade, como perda de massa, firmeza, acidez e cor da casca. Conclui-se que esses revestimentos são alternativas viáveis para preservar a qualidade pós-colheita de tomates quando mantidos em condições de temperatura ambiente.</p>
--	--	--	---

Fonte: Mendonça (2023).

4.7 Formulações de Revestimentos Comestíveis na Pós-Colheita De Alfaca

A utilização dos revestimentos comestíveis está sendo bastante estudada ao longo dos anos por apresentarem diversos efeitos quando aplicados em frutas e hortaliças, como: retardamento da perda de umidade; diminuição das trocas gasosas; aumento da integridade estrutural, proteção física contra injúrias entre outros (SALGADO *et al.*, 2015), melhorando a aparência do fruto e prolongando o tempo de prateleira. Na elaboração de revestimentos comestíveis, são utilizados de forma separada ou composta os carboidratos, proteínas e lipídios oriundos de inúmeras fontes (ASSIS; BRITO, 2014; BRAZEIRO *et al.*, 2018).

Nota-se que o amido e a gelatina se encontram entre os materiais disponíveis mais avaliados, em virtude do baixo custo, solubilidade em água, potencial de incorporação de agentes ativos com diferentes características, entre outras especificidades (ASSIS; BRITO, 2014; BRAZEIRO *et al.*, 2018). Desse modo, acredita-se ser importante apresentar os principais componentes dos revestimentos comestíveis, dispostos no fluxograma a seguir (Figura 7):

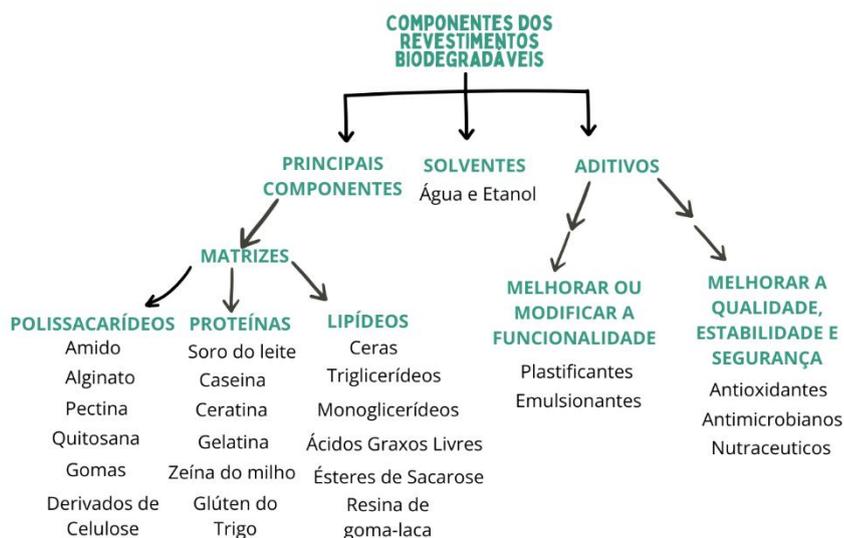


Figura 7. Componentes dos revestimentos biodegradáveis. Fonte: Mendonça (2023) adaptado de Salgado *et al.* (2015)

Os revestimentos comestíveis são aplicados na forma líquida no alimento pelos métodos de imersão, comumente utilizado em decorrência da sua facilidade de manipulação, além de revestimento e pulverização, sendo considerados uma parte do produto alimentar final, não podendo atribuir cor, odor, sabor, e textura adicionais ao produto revestido. No entanto, os filmes comestíveis são manuseados de forma separada, moldados como folhas sólidas, para que posteriormente sejam aplicados à superfície do alimento como um invólucro nos produtos alimentícios (EOM, CHANG, LEE, CHOI, & HAN, 2018; TAVASSOLI-KAFRANI *et al.*, 2016; VALENCIA-CHAMORRO *et al.*, 2011).

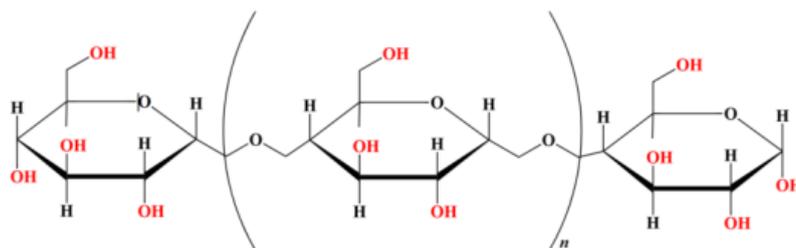
4.7.1 Revestimentos comestíveis à base de Amido

O amido é um material de grande interesse, pois é o segundo polímero mais abundante no planeta após a celulose, apresentando grande importância na vida da população sendo a principal fonte de carboidratos consumida pelo ser humano (DIYANA *et al.*, 2021). O amido é considerado um dos compostos mais empregados na preparação de revestimentos de frutas e hortaliças, sendo um polissacarídeo de reserva energética dos vegetais, podendo ser extraído de cereais (arroz, trigo, milho), de raízes (mandioca) ou tubérculos (batata, cará, inhame). Possui distintas aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética e têxtil (LI; WEI, 2020; AQUINO *et al.*, 2020).

Estruturalmente, o amido é um homopolímero composto por pelo menos dois polímeros principais de glicose; a amilose que é essencialmente linear (Figura 8 - a),

com pequenas ramificações, estas não influenciam o desempenho das cadeias de amilose em solução, continuando idênticas às cadeias lineares e a amilopectina um polímero altamente ramificado, como mostrado na Figura 8 (b) (TAPPIBAN *et al.*, 2018; FUENTES *et al.*, 2019; MAJZOABI; FARAHNKY, 2021), sendo o material adequado para a produção em grande escala de revestimentos devido ao baixo custo, a abundância e as excelentes propriedades de formação de filmes (ANDRES GALINDEZ *et al.*, 2019; EOM *et al.*, 2018; THAKUR *et al.*, 2019).

a)



b)

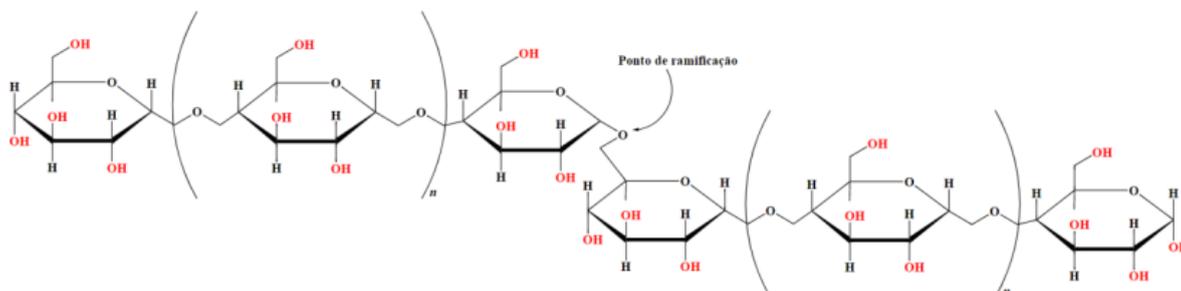


Figura 8. Fórmula estrutural da (a) amilose e (b) amilopectina. Fonte: Farias (2022).

O amido também é composto por proteínas e lipídios, cerca de 0,6 %, cálcio, magnésio, potássio e fósforo, representando em torno de 0,4%, podendo alterar suas propriedades funcionais (BARBOSA *et al.*, 2019; RAMÍREZ, 2011). Embora as quantidades de amilose e amilopectina variem de acordo com sua origem botânica, o amido normalmente possui teores de 20 a 30% de amilose e 70 a 80% de amilopectina. As diferentes proporções de amilose e amilopectina no amido, proporcionam também, diferentes propriedades físicas, químicas e funcionais, diversificando sua aplicação (BARBOSA, *et al.*, 2019; SJÖÖ; NILSSON, 2017; QIN, Y. *et al.*, 2016).

A diferença na estrutura do amido implica em diferentes propriedades físicas e químicas desses dois componentes. Por exemplo, a solubilidade da amilopectina em

água quente é maior do que a da amilose (FAN; PICCHIONI, 2020). Os grânulos de amido são praticamente insolúveis em água fria, este fato deve-se às fortes ligações de hidrogênio que sustentam as cadeias ligadas diminuindo a área livre para as ligações entre a água e os grânulos de amido. Propriedades como formato, tamanho, morfologia e teores de amilose e amilopectina dependem tanto de sua fonte botânica como das condições agrônômicas do lugar onde foi cultivado. Por exemplo, mudanças no clima podem afetar no desenvolvimento do grânulo e na deposição do amido (CHAI; WANG; ZHANG, 2013; QUIROGA, 2015).

A formação do filme a base de amido é baseada no princípio da geleificação, que acontece quando uma suspensão de amido com quantidade de água suficiente passa por um aquecimento entre 65 °C a 90 °C, que irá depender da fonte de amilácea e do teor de amilopectina (FAUSTINO *et al.*, 2021). Enquanto as propriedades óticas (transparentes, incolores), sensoriais (sem sabor, insípidas, inodoras) e de barreira (permeabilidade ao O₂ e CO₂) os carboidratos são geralmente considerados ideais para a formação de revestimentos, suas propriedades de resistência mecânica são extremamente frágeis e requerem a adição de outros materiais, tais como lipídios e gomas, para melhorar as suas propriedades mecânicas (ANDRES GALINDEZ *et al.*, 2019; EOM *et al.*, 2018; THAKUR *et al.*, 2019).

Pesquisas sugerem que a adição de agentes plastificantes e outros ingredientes ativos poderiam melhorar as propriedades de barreira à água dos polímeros de amido. Plastificantes são materiais importantes no desenvolvimento de revestimentos comestíveis, pois aumentam a flexibilidade e resiliência dos polímeros. Os polióis (glicerol e manitol) são os plastificantes mais compatíveis com amido. Recentemente, uma série de outros produtos naturais, como ácidos graxos, extratos de plantas naturais, extrato de chá verde, extrato de chokeberry preto, extrato de romã, compostos orgânicos, ureia, óleo de girassol e óleos essenciais têm sido investigados como plastificantes e inibidores microbianos (THAKUR *et al.*, 2019).

O amido tem sido utilizado de diversas formas nas indústrias agroalimentares como ingrediente, componente básico dos produtos ou aditivos adicionados em baixas quantidades para melhorar a fabricação, apresentação ou conservação dos alimentos. Além do consumo em alimentos, grande quantidade do amido é destinada a empresas não alimentares, tais como indústrias papeleiras, têxteis, farmacêuticas e químicas (FRANCO *et al.*, 2001). A aplicação do amido na produção de filmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua

capacidade para formar filmes (WURZBURG, 1986).

As moléculas de amilose em solução, devido à sua linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes. Como resultado, a afinidade do polímero por água é reduzida, favorecendo a formação de pastas opacas e filmes resistentes (WURZBURG, 1986). O custo deste tipo de embalagem é maior que o das embalagens tradicionais, como as de polietileno, no entanto, o consumidor em geral está mais consciente em relação à preservação do meio ambiente, aceitando muitas vezes preços mais elevados em favor desta preservação (RIOUX *et al.*, 2002).

Outros aspectos a serem considerados são as propriedades de barreira ao vapor de água inferiores que estes materiais apresentam em relação aos tradicionais e, isto pode ser resolvido, por exemplo, analisando-se a compatibilidade entre o filme e o alimento a ser embalado (RIOUX *et al.*, 2002). A função a ser desempenhada pela embalagem vai depender do produto alimentício e da deterioração a que este produto está submetido. Alguns filmes biodegradáveis já são comercializados na Europa para produtos alimentícios, como filmes de amido de milho usados como barreira contra gordura em produtos de confeitaria, embalagens de manteiga e margarina confeccionadas com amido de milho (90%) e ácido polilático (10%), ou ainda, para fins não alimentícios, como sacos de lixo a base de amido de milho e trigo disponíveis nos mercados da Itália, Finlândia e Dinamarca (HAUGAARD, 2001).

O amido também pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de polímeros biodegradáveis obtidos por fermentação e síntese, como PLA (ácido polilático), já empregado para a produção em escala industrial de embalagens. A empresa australiana *Nature Package* vem produzindo embalagens biodegradáveis tipo bandejas a base de PLA para utilização em alimentos (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). Dentre as possíveis aplicações dos filmes a base de amido, pode-se ressaltar o seu emprego como embalagem para frutas e hortaliças minimamente processadas; definindo-se processamento mínimo como manejo, desinfecção, embalagem e distribuição de produtos agrícolas sem alterar as suas características de produto fresco, haja vista, que frutas e hortaliças tendem a se deteriorar após a colheita (GARCIA, 1999; NISPEROS-CARRIEDO, 1994; NISPEROS-CARRIEDO; BALDWIN, 1996; YAMASHITA *et al.*, 2005; 2006).

O emprego de embalagens que levem ao decréscimo do aporte de O₂ e o aumento de CO₂ em frutas e hortaliças minimamente processados, como é o caso das

embalagens de amido, que apresentam baixa permeabilidade ao O₂, levam à indução de uma atmosfera modificada favorável à conservação destes produtos, isto porque, nestas condições, a respiração e outros os processos metabólicos ficam retardados, assim como a produção de etileno, um metabólito acelerador da maturação. No entanto, deve-se levar em conta que uma relação CO₂/O₂ muito elevada pode levar à anaerobiose, o que também é desfavorável, resultando em injúrias metabólicas e formação de sabores e odores desagradáveis (ZHUANG *et al.*, 1996; YAMASHITA *et al.*; 2005; 2006).

Filmes biodegradáveis inteligentes (ativos) destacam-se no controle da entrada de O₂ (em alimentos facilmente oxidáveis), retenção de aditivos, sequestro de etileno, ação antimicrobiana etc. (BRODY, 2002). Muitas pesquisas vêm sendo realizadas neste campo, no qual a grande preocupação é garantir que o agente ativo adicionado ao filme não prejudique a inocuidade do produto embalado (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).

4.7.2 Revestimentos comestíveis à base de Quitosana

A quitosana foi descoberta pelo francês Charles Rouget em 1859, após verificar que a substância formada por meio do aquecimento da quitina em solução concentrada de hidróxido de potássio (KOH), resultava na sua desacetilação. Porém, apenas 35 anos após este fato, foi dado o nome “quitosana” pelo alemão Felix Hoppe-Seyler (MEDEIROS *et al.*, 2021).

A quitosana é um biopolímero obtido em escala industrial, principalmente, por meio do processo de desacetilação da quitina, que, por sua vez, é considerada o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (Tabela 3), ficando atrás apenas da celulose. A quitosana é o principal componente estrutural do exoesqueleto de crustáceos, como caranguejos, lagostas e camarões. Além disso, também pode ser encontrada em insetos, na composição de nematoides, e na parede celular de fungos e leveduras (KUBOTA *et al.*, 2000; KUMAR, 2000; SINGLA; CHAWLA, 2001; MUZZARELLI *et al.*, 2012; DAMIAN, 2005; ANDRADE *et al.*, 2020).

Tabela 3. Fontes de Quitosana

TIPOS DE ANIMAIS	ESPECIÉS
Animais marinhos	Anelídeo, molusco, celenterado, caranguejo, lagosta, camarão e “Krill”
Insetos	Besouro, formiga, escorpião e aranha
Microrganismos	Alga verde, levedura (tipo β), esporo, alga Marrom

Fonte: Barros *et al.* (2020) adaptado de Rinaudo (2006).

Durante a desacetilação, as ligações N-acetil da quitina são rompidas, resultando na formação de D-glicosamina, uma unidade monomérica que contém um grupo amino livre. Quando o grau de desacetilação, ou seja, a porcentagem de unidades de D-glicosamina na cadeia polimérica, atinge ou ultrapassa 50%, a quitina torna-se solúvel em meio aquoso, originando a quitosana (Figura 9) (CAMPANA FILHO; DESIBRIÈRES, 2000; CAMPANA-FILHO *et al.*, 2007; RINAUDO, 2006; CARDOSO, 2008; VEIGA, 2011).

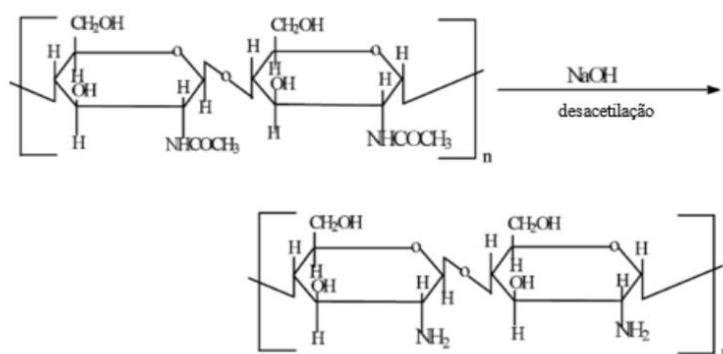


Figura 9. Desacetilação da quitina. Fonte: Kumar (2000).

Embora eficaz, a desacetilação alcalina utiliza condições severas, como temperaturas elevadas e soluções concentradas de hidróxido de sódio, o que pode gerar resíduos químicos e exigir tratamentos adicionais de efluentes para minimizar impactos ambientais. Uma alternativa a esse método é a desacetilação microbológica, que utiliza enzimas específicas (como quitinases e desacetilases) ou microrganismos para promover a conversão da quitina em quitosana. Esse método apresenta vantagens ambientais, pois evita o uso de produtos químicos agressivos (CAMPANA FILHO; DESIBRIÈRES, 2000; CAMPANA-FILHO *et al.*, 2007; RINAUDO, 2006; CARDOSO, 2008; VEIGA, 2011).

Contudo, os processos enzimáticos ainda enfrentam desafios econômicos significativos, principalmente devido ao custo elevado de produção e purificação das enzimas, bem como à sua eficiência limitada em operações de larga escala (CAMPANA FILHO; DESIBRIÈRES, 2000; CAMPANA-FILHO *et al.*, 2007; RINAUDO, 2006; CARDOSO, 2008; VEIGA, 2011). No futuro, avanços biotecnológicos, como o desenvolvimento de enzimas mais estáveis e economicamente viáveis, bem como melhorias nos processos de fermentação e reutilização de resíduos, podem tornar a

desacetilação microbiológica uma alternativa mais competitiva. Enquanto isso, a desacetilação alcalina continua sendo o método dominante devido à sua eficiência e custo relativamente baixo (BARROS *et al.*, 2020)

A quitosana é um polímero formado por uma cadeia linear catiônica, caracterizada pela protonação de seus grupamentos amino (NH_3^+). Sua principal diferenciação em relação à quitina está na solubilidade e na proporção de grupos aminos disponíveis (Figura 10). Em termos de solubilidade, a quitosana dissolve-se em soluções aquosas diluídas de diversos ácidos, sendo o ácido acético e o ácido clorídrico os mais utilizados. Por outro lado, a quitina não é solúvel nesses meios, apresentando solubilidade apenas em sistemas solventes específicos e menos comuns (VARMA; DESHPANDE; KENNEDY, 2004, AIROLDI, 2008).

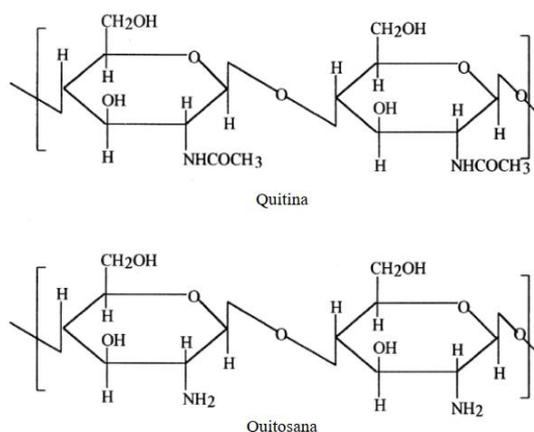


Figura 10. Estrutura química da quitina e quitosana. Fonte: Kumar (2000).

Quanto aos grupamentos amino, a quitosana possui maior quantidade desses grupamentos livres, o que potencializa sua capacidade de reagir com uma ampla variedade de moléculas. Essa característica confere à quitosana maior disponibilidade de grupos pendentes, tornando-a um polímero altamente funcional e apto a desempenhar diversas atividades (VARMA; DESHPANDE; KENNEDY, 2004, AIROLDI, 2008). Dentre os antimicrobianos naturais, a quitosana tem gerado interesse da comunidade científica, uma vez que, dispõe de propriedades importantes (Tabela 4), as quais permitem o aumento do seu potencial biotecnológico e aplicações no mercado consumidor (TONHI; PEPLIS, 2002; SYNOWIECKI; AL-KHATEEB, 2003; THARANATHAN; KITTUR, 2003; CAMPANA FILHO *et al.*, 2007; SINGH *et al.*, 2008, FAI; STAMFORD; STAMFORD, 2008; ALBUQUERQUE *et al.*, 2009; DASH *et al.*, 2011; BERTOLINO, 2018).

Tabela 4. Propriedades da Quitosana.

PROPRIEDADES
Bioatividade;
Biodegradabilidade;
Biocompatibilidade;
Permeabilidade seletiva;
Hidrofilicidade;
Versatilidade de preparação (géis, filmes, membranas, microesferas, flocos, nanopartículas e soluções de viscosidade controlada);
Habilidade de quelação de metais;
Baixa toxicidade;
Conservante;
Antioxidante;
Atividade antimicrobiana.

Fonte: Barros *et al.*, 2020.

A ação da quitosana como agente antimicrobiano pode ser modulada pela sua massa molecular, e essa característica influencia seu comportamento frente a diferentes tipos de microrganismos. As Bactérias Gram-positivas (como *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus*), que possuem uma parede celular espessa de peptidoglicano, são mais sensíveis à quitosana de maior massa molecular. Isso ocorre porque as moléculas maiores conseguem interagir melhor com os componentes da parede celular dessas bactérias, provocando danos ou inibindo o crescimento bacteriano. Portanto, a maior massa molecular da quitosana tende a aumentar sua atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas (HELANDER *et al.*, 2001; DEVLIEGHIERE; VERMEIREN; DEBEVERE, 2004).

Por outro lado, bactérias Gram-negativas (como *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*), que têm uma membrana externa lipídica, apresentam uma barreira física que dificulta a penetração de moléculas grandes. Para essas bactérias, a quitosana com menor massa molecular é mais eficaz. As moléculas menores conseguem atravessar mais facilmente a membrana externa e alcançar o interior da célula bacteriana, o que aumenta sua capacidade antimicrobiana contra esses microrganismos (HELANDER *et al.*, 2001; DEVLIEGHIERE; VERMEIREN; DEBEVERE, 2004).

A quitosana foi o primeiro composto básico para proteção de plantas aprovado pela União Europeia (Reg. EU 2014/563) (XYLIA *et al.*, 2021), tendo sido amplamente estudada por suas propriedades que favorecem a conservação pós-colheita de frutos e legumes. Sua capacidade de formar revestimentos semipermeáveis, devido atuarem

como uma barreira, tornou-se um dos principais atributos que ajudam a controlar a troca de gases (como oxigênio e dióxido de carbono), óleos e a umidade, fatores essenciais para retardar a senescência, que é a deterioração natural dos alimentos ao longo do tempo. A associação das características antimicrobianas e gelificantes da quitosana torna esse biopolímero ainda mais eficaz para a produção de coberturas comestíveis (TANADA-PALMU *et al.*, 2005; HAN *et al.*, 2005; BAUTISTA-BAÑOS, 2006; FAKHOURI *et al.*, 2007).

É considerada um produto natural não tóxico, renovável, de baixo custo, biodegradável, biocompatível e com propriedades para formação de géis e microesferas. Sua aplicação vem sendo expandida em vários ramos industriais, como na confecção de embalagens biodegradáveis/comestíveis, no tratamento da água com ação bactericida/fungicida, na fabricação de papel, como conservante para molhos e defensivos agrícola (BARROS *et al.*, 2020; MEDEIROS *et al.*, 2021). Sua capacidade gelificante facilita a formação de um filme protetor sobre os alimentos, sem comprometer a textura ou aparência dos produtos (HAN *et al.*, 2005; FAKHOURI *et al.*, 2007).

Além disso, os revestimentos à base de quitosana são resistentes, flexíveis e de longa duração, proporcionando proteção contínua sem que o alimento perca suas qualidades. Uma grande vantagem é que esses revestimentos são comestíveis, eliminando qualquer risco de contaminação com substâncias não seguras, como acontece com alguns materiais sintéticos usados em embalagens convencionais. Portanto, os revestimentos de quitosana representam uma solução eficaz, segura e sustentável para prolongar a vida útil de frutas e legumes, oferecendo uma alternativa viável à preservação desses alimentos, com benefícios tanto para a indústria alimentícia quanto para o meio ambiente (HAN *et al.*, 2005; FAKHOURI *et al.*, 2007).

Logo, observa-se que as vantagens quanto à utilização da quitosana como conservante nos alimentos são ampliadas devido a sua origem natural, biodegradabilidade, preparação sob diferentes formas, baixa toxicidade, amplo espectro de inibição de microrganismos patogênicos e deteriorantes e melhora das características microbiológicas do produto (BARROS, *et al.*, 2020). Vale ressaltar, que a utilização de quitosana de origem animal especificadamente promove o gerenciamento de problemas resultantes da poluição ambiental decorrente de resíduos da indústria pesqueira, basicamente o seu uso levará ao aproveitamento eficiente de subprodutos (carapaça de crustáceo), destinando adequadamente estes resíduos

alimentares e conseqüentemente reduzindo os impactos ambientais (OLIVEIRA, 2015).

4.7.3 Revestimentos comestíveis à base de Própolis

A própolis é uma complexa mistura de substâncias resinosas que abelhas da espécie *Apis mellifera* coletam de várias plantas e levam até a colmeia com o objetivo de proteger as crias e o alimento armazenado (LONGHINI *et al.*, 2007). As técnicas mais frequentemente utilizadas para a análise e determinação dos constituintes químicos da própolis são a cromatografia gasosa acoplada a espectroscopia de massa (CG-MS) e a cromatografia líquida de alta performance (HPLC) (BANKOVA, 2005; SOUSA *et al.*, 2007).

Recentemente, foi encontrada uma própolis vermelha em colméias localizadas ao longo do mar e costas de rios no nordeste brasileiro a qual foi classificada como própolis do grupo 13, apresentando valiosa atividade antioxidante e antimicrobiana (DAUGSCH *et al.*, 2006; OLDONI *et al.*, 2011). Foi observado que as abelhas coletavam o exudato vermelho da superfície da *Dalbergia ecastophyllum* (L) Taub. (DONNELLY *et al.*, 1973; MATOS *et al.*, 1975), sugerindo que essa é a origem botânica da própolis vermelha.

Então analisou-se comparativamente as amostras de exudatos das plantas e da própolis vermelha, mostrando que o perfil cromatográfico da própolis é exatamente o mesmo da *D. ecastophyllum* (DAUGSCH *et al.*, 2006) (Figura 11). Algumas dessas moléculas apresentadas na Figura 11 são encontradas apenas na própolis vermelha do nordeste do Brasil diferenciando-a dos outros tipos já largamente citadas na literatura. Acredita-se, dessa forma, que tais moléculas possam revelar atividades biológicas ainda não conhecidas em outras amostras (LUSTOSA *et al.*, 2008).

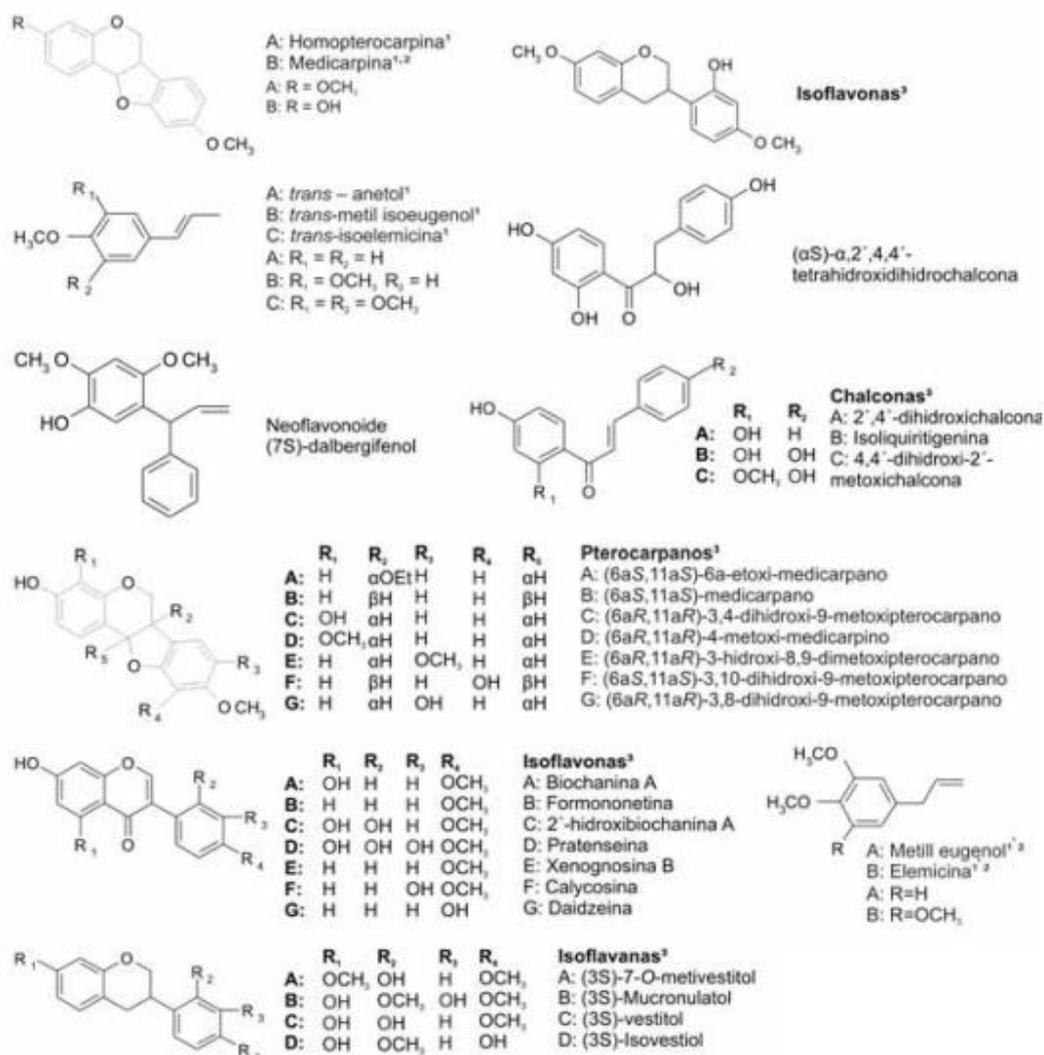


Figura 11. Constituintes químicos da própolis vermelha do nordeste do Brasil . Fonte: Trusheva *et al.*, 2006; Alencar *et al.*, 2005; Awale *et al.*, 2008

A própolis tem sido amplamente utilizada para aplicações médicas, o que resulta em um aumento do interesse do meio científico, especialmente por apresentar grande variação em sua composição química e biológica (LOTTI *et al.*, 2010). Diversas propriedades biológicas têm sido atribuídas à própolis, incluindo antimicrobiana e anti-inflamatória (MARCUCCI *et al.*, 2001; PARK *et al.*, 2002), antitumoral (SULAIMAN *et al.*, 2012) como também antioxidante (DALEPRANE *et al.*, 2012). Os compostos isolados da própolis são principalmente flavonóides e ácidos fenólicos, que são os componentes responsáveis pela atividade biológica contra vários microrganismos patogênicos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2009).

A ação da própolis frente aos microrganismos foi comprovada em trabalhos como os de Marcucci *et al.* (1996) que verificaram atividade antimicrobiana *in vitro* contra linhagens de bactérias Gram-positivas: *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*

e *Streptococcus faecalis*. Estudo realizado por Menezes *et al.* (1997) também observaram que extratos etanólicos, contendo o referido produto, em preparações comerciais como tabletes, cápsulas e pós tem ação frente a *S. aureus*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus cereus*.

Segundo Chen *et al.* (2010) uma vantagem no uso dessas embalagens é que além de serem biodegradáveis, estes filmes podem servir como suporte para os aditivos antimicrobianos e podem permitir que estes compostos ativos sejam liberados na superfície do alimento promovendo segurança aos consumidores, além do prazo de validade que pode ser prolongado (Figura 12). Em outro estudo realizado por Pranoto *et al.* (2005) filmes contendo óleo de alho mostrou ação inibitória contra *S. aureus*, apresentando halo de inibição de 17 mm, resultado semelhante ao obtido no teste de sensibilidade antimicrobiana no presente estudo com extratos de própolis vermelha.



Figura 12. Biofilme de própolis vermelha embalando folhas de alface. Fonte: Araújo *et al.* (2012).

De acordo com os estudos de Araújo *et al.* (2012) uma observação feita durante o experimento, mesmo não realizando testes organolépticos, foi que a coloração verde da alface permaneceu ativa, sendo possível perceber que não houve escurecimento ou mudança na coloração nas folhas durante os cinco dias do experimento. Esse fato pode ser devido à ação antioxidante da própolis vermelha, comprovada por diversos autores (MARCUCCI *et al.*, 2001; PARK *et al.*, 2002; OLDONI *et al.*, 2011).

4.7.4 Revestimentos comestíveis à base de Ozônio

O ozônio foi reconhecido como um potente desinfetante de água em 1866, por Meritens e em 1889, o químico francês Marius Paul Otto iniciou os estudos sobre a atividade germicida do ozônio na Universidade de Sorbone, Paris. Testes em escala piloto na Alemanha em 1981 mostraram a efetiva ação do ozônio contra bactérias

(SILVA *et al.*, 2011). A ozonização passou a ser utilizada no Brasil como alternativa aos métodos convencionais de pré-cloração e pré-aeração no tratamento de águas superficiais a partir de 1983 (LAPOLLI *et al.*, 2003).

Em 1997, a partir da aprovação pela Food and Drug Administration (FDA), o ozônio foi reconhecido como uma substância segura (“General Recognized As Safe” - GRAS) de esterilização para aplicação em alimentos nos Estados Unidos. No entanto, no Brasil, não há legislação específica sobre a sua utilização no setor alimentício, ficando restrito ainda a pesquisas e experimentos científicos. O ozônio pode afetar componentes dos microrganismos, como glicoproteínas, glicolipídios, enzimas, além de apresentar outros efeitos benéficos para o aumento da vida útil dos produtos (KAWANO *et al.*, 2016).

O ozônio, que se apresenta na forma triatômica do oxigênio (O₃), é um gás extremamente instável e parcialmente solúvel em água (DI BERNARDO; DANTAS, 2005; LAPOLLI *et al.*, 2003; RUSSEL; HUGO; AVLIFFE, 1999). O gás ozônio possui odor penetrante e é facilmente detectável em concentrações muito baixas (0,01 a 0,05 mg/L) (LAPOLLI *et al.*, 2003; RICE *et al.*, 1981). A molécula de ozônio é produzida a partir do oxigênio elementar e tem caráter metaestável (LAPOLLI *et al.*, 2003; LANGLAIS; RECKHOW; BRINK, 1991). As possíveis formas da estrutura molecular do ozônio devido à ressonância magnética estão dispostas a seguir (Figura 13):

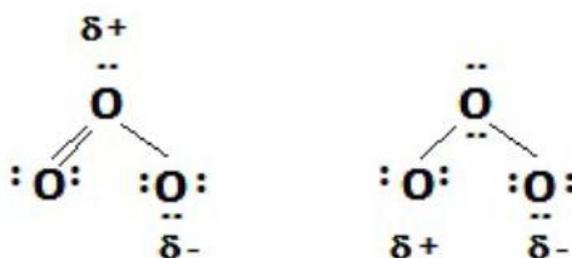


Figura 13. Estrutura molecular do ozônio devido à ressonância magnética. Fonte: Silva *et al.* (2011).

A molécula de ozônio pode agir como um dipolo, como um agente eletrofílico ou como um agente nucleofílico. A reação eletrofílica é restrita a locais na molécula que apresentam uma alta densidade eletrônica e, em particular, a algumas combinações aromáticas. Substitutos aromáticos com grupo de elétrons doadores (OH, NH₂ e compostos similares) mostram alta densidade eletrônica nos carbonos localizados na posição *orto* e são altamente reativos nesta posição. Ao contrário, os substitutos aromáticos sem grupo de elétrons doadores reagem fracamente com o ozônio (VIDAL,

2003; LANGLAIS; RECKHOW; BRINK, 1991).

Neste caso, o ataque inicial do ozônio molecular acontece principalmente na posição *para*. As reações nucleofílicas são encontradas em sítios moleculares que mostram um déficit eletrônico, principalmente nos carbonos que não apresentam grupos de elétrons doadores. As reações com ozônio molecular são extremamente seletivas e limitadas aos componentes aromáticos insaturados e alifáticos como também aos grupos funcionais específicos (VIDAL, 2003; LANGLAIS; RECKHOW; BRINK, 1991)

Muitos processos da indústria de alimentos são propícios à utilização do ozônio. São exemplos de aplicações a ozonização de produtos agrícolas durante o armazenamento e o transporte e a sanitização da água de lavagem dos alimentos, equipamentos e materiais das embalagens (GRAHAM, 1997). O tratamento de frutas e vegetais com ozônio aumenta a vida-de-prateleira desses produtos. Em uvas houve redução do apodrecimento fúngico com tratamento de ozônio e armazenamento a frio. O ozônio também é capaz de mudar a coloração da superfície de frutas e legumes como pêssegos, cenouras, e brócolis (PRESTES, 2007; KIM; YOUSEF; DAVE, 1999).

As alterações nos atributos sensoriais ou físico-químicos dependem da composição química do alimento, da dosagem de ozônio, e das condições do tratamento (SILVA *et al.*, 2011). Alguns pesquisadores demonstraram que o tratamento com ozônio melhorou a qualidade sensorial em carne de boi e de ovos, porém não alterou significativamente a qualidade sensorial de algumas frutas e legumes. Por esse motivo, o ozônio não pode ser considerado universalmente benéfico aos alimentos, pois em altas concentrações, pode promover a degradação oxidativa, alterando o sabor e a coloração do produto alimentício (KIM; YOUSEF; DAVE, 1999).

Segundo KAWANO *et al.* (2016) um entrave da utilização do ozônio é que ele é um gás tóxico, que necessita de controle pelos órgãos responsáveis. Entretanto, quando é aplicado no alimento, o ozônio degrada-se rapidamente em gás oxigênio, não sendo um contaminante. A agroindústria de tomates, por exemplo, tem utilizado o ozônio na forma aquosa para tratar seus produtos e evitar a proliferação de microrganismos patogênicos desde os anos 2000 (SILVA *et al.*, 2011).

Além de suas propriedades como agente sanitizante na descontaminação de alimentos (ARTÉS *et al.*, 2009), alguns estudos atentam para a importância dos efeitos

do ozônio em retardar o processo de amadurecimento de frutas e vegetais. Segundo Rice *et al.* (2005), muitas frutas como banana e maçã liberam o gás etileno (C₂H₄), que acelera o processo de amadurecimento. O ozônio é muito eficiente na remoção do etileno através de reação química, podendo aumentar a vida de prateleira de muitas frutas e hortaliças em câmaras frias e contêineres de transporte (AGUAYO *et al.*, 2006; PALOU, 2001).

Prestes (2007) avaliou o uso do ozônio na higienização de alface americana e crespa (*Lactuca sativa L.*), rúcula (*Eruca sativa Mill.*) e agrião (*Nasturtium officinale R. Br.*), com concentrações de 0,5, 1,0 e 1,5 mg/L pelo tempo de 1 minuto durante o processamento mínimo em comparação ao cloro. Neste estudo verificou-se que o ozônio reduziu efetivamente a contaminação por bolores e leveduras. Ao final do período de análise, os grupos tratados por ozônio apresentaram uma população média de bolores e leveduras notadamente menor que os grupos tratados por cloro (SILVA *et al.*, 2011).

Selma *et al.* (2007) avaliaram a eficiência da aplicação de ozônio na inativação de *Shigella sonnei* em alface. Os resultados mostraram que para 1 minuto de contato a 1,6 e 2,2 ppm de ozônio, a população de *S. sonnei* inoculada em água diminuiu de 3,7 e 5,6 log UFC/mL, respectivamente. De acordo com estudos realizados por Cavalcante (2007), com alface americana previamente contaminada, demonstraram que 1,0 mg L⁻¹ de água ozonizada no tempo de 1 minuto, na ausência de matéria orgânica, é suficiente para reduzir, no mínimo, 6,57 e 5,27 ciclos logarítmicos de *E. coli* O157:H7 e esporos de *B. subtilis*, respectivamente.

Durante pesquisas desenvolvidas por Rico *et al.* (2006) constatou-se que a aplicação de água ozonizada (1 mg L⁻¹ a 18-20°C) como tratamento pós-colheita de alface reduziu tanto a atividade das enzimas quanto o escurecimento enzimático. No entanto, essa inativação teve um efeito negativo, como redução da textura e crocância das folhas (SILVA *et al.*, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ter sido identificado poucas publicações relacionadas, a pesquisa alcançou o objetivo proposto. Foi possível identificar poucas publicações relacionadas especificamente a revestimentos comestíveis de hortaliças, tendo sido encontradas mais pesquisas aplicadas a frutos. No entanto, quando a pesquisa era aplicada tanto a frutos quanto a hortaliças, o conteúdo tinha mais enfoque nos frutos, mas não aprofundando a aplicabilidade de um determinado revestimento em hortaliças,

deixando assim dúvidas, se o revestimento de fato era indicado para esta folhosa.

A quantificação de hortaliças descartadas pós-colheita no Brasil e em outros países ainda é escassa, dificultando o dimensionamento exato dos desperdícios, pois a maioria das pesquisas relacionadas utiliza dados obtidos em censos ou em outras fontes de informação, sendo necessária à sua mensuração *in loco* para dimensionar a real perda desses produtos e os agentes responsáveis envolvidos. Diante disso, tais ações podem auxiliar no planejamento de sistemas que visem minimizar os prejuízos, como a implementação de novas técnicas, tecnologias e fomento a pesquisas em campo direcionadas a quantificar estas perdas.

A utilização de revestimentos comestíveis em alimentos apresenta um aspecto de sustentabilidade, redução de desperdício, preservação do meio ambiente e bioeconomia, porém ainda necessita de mais pesquisas e adesão por parte das grandes indústrias. Por esse motivo é de suma importância investir em pesquisas aplicadas a revestimentos biodegradáveis distintos aplicados na alface, utilizando também o conhecimento tradicional consentido de comunidades que fazem uso de algum produto encontrado na natureza para aumentar a durabilidade da alface, gerando assim novas possibilidades na indústria e uma fonte de renda para a comunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUAYO, E.; ESCALONA, V. H.; ARTÉS, F. Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v.39, p.169-177, 2006.

AIROLDI, C. A. relevante potencialidade dos centros básicos nitrogenados disponíveis em polímeros inorgânicos e biopolímeros na remoção catiônica. **Química Nova**, v. 31, n. 1, p.144- 153, 2008.

ALBUQUERQUE, R. B. et al. Perspectiva e potencial aplicação de quitosana como inibidor de *Listeria monocytogenes* em produtos cárneos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, v.10, p.260-274, 2009

ALBUQUERQUE JUNIOR, R. L. C.; BARRETO, A. L. S.; PIRES, J.A.; REIS, F. P.; LIMA, S. O.; RIBEIRO, M.A.G.; CARDOSO, J. C. Effect of bovine type-I collagen based films containing red propolis on dermal wound healing in rodent model. **Int J Morphol**. 2009; 27:1105-1110.

ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L.; GUZMÁN, J. P.; PARK, Y. K. 2005. Composição química de *Baccharis dracunculifolia*. *Ciência Rural* 35: 909-915.

ALMEIDA, J. C. Conservação pós-colheita de abobrinha revestida com cobertura comestível de fécula de mandioca, Urutaí: **A Nutritime Revista Eletrônica**. Vol. 18,

ANDRADE, G. S. et al. Technological forecasting of Chitosan, Silk Fibroin and Xanthan Gum as biomaterials for Scaffolds-3D. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 10, n. 1, p. 5279-5288, 2020.

ANDRES GALINDEZ, D. L. D., HOMEZ-JARA, A., EIM, V. S., & VÁQUIRO, H. A. Characterization of ulluco starch and its potential for use in edible films prepared at low drying temperature. **Carbohydrate Polymers**, 215, 143–150, 2019.
<https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2019.03.074>

ANTONIALI, S. **Resfriamento rápido com ar forçado para conservação pós-colheita de alface “crespa”**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 125 f., 2000.

AQUINO, A. A.; RODRIGUES, R. S.; DONATO, I. A.; BRANDÃO, M. R. S.; MOREIRA, E. S.; COSTA, M. L. X. Revestimento à base de amido extraído da semente de Manga Plamer com adição de extrato de própolis na conservação de Abacate Geada. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 9, p. 7111671135, Curitiba, 2020.

ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V.; ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. **Postharvest Biology and Technology**, v.51, p.287–296, 2009.

ARAÚJO, Y. L. F. M.; SOUZA, C. O.; DRUZIAN, J. I.; PADILHA, F. F.; ORELLANA, S. C. Uso de biofilme de amido à base de própolis vermelha para a conservação de folhas de alface (*Lactuca sativa*). **Scientia Plena**, 8, 121002 (2012).

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos**. v. 17, n. 2, p. 87, 2014.

AWALE, S.; LI, F.; ONOZUKA, H.; ESUMI, H.; TEZUKA, Y.; KADOTA, S. 2008. Constituents of Brazilian red propolis and their preferential cytotoxic activity against human pancreatic PANC-1 cancer cell line in nutrient-deprived condition. *Bioorgan Med Chem* 16: 181-189.

BALDWIN, E. A.; HAGENMAIER, R.; BAI, J. **Edible coatings and films to improve food quality**. 2ª Ed. Boca Raton: CRC, 460p. 2012.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2001. 532 p.

BANKOVA, V. 2005. Recent trends and important developments in propolis research. e *CAM* 2: 29-32.

BARBOSA, J.; OLIVEIRA, J.; BARBOSA, J.; MARTINS FLHO, A.; MEDEIROS, E.; KUKLINSKY-SOBRAL, J. Influência de esterco bovino e microrganismo promotores de crescimento na cultura da Alface (*Lactuca sativa* L.), no município de Garanhuns, PE. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2018.

- BARBOSA, J. V. *et al.* Effect of peroxide oxidation on the expansion of potato starch foam. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 137, n. May, p. 428–435, 2019.
- BARBOZA, H. T. G.; SOARES, A. G.; FERREIRA, J. C. S.; FREITAS SILVA, O. Filmes e revestimentos comestíveis: conceito, aplicação e uso na pós-colheita de frutas, legumes e vegetais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e9911931418, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31418>.
- BARROS, Dayane de Melo *et al.* Utilização de quitosana na conservação dos alimentos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 17717-17731, 2020.
- BARROS, J. A. S.; CAVALCANTE, M. O uso do Mulching no cultivo de alface: Revisão de Literatura. **Diversitas Journal**. Santana do Ipanema/AL. vol. 6, n. 4; p.3796-3810, out./dez. 2021.
- BAUTISTA-BAÑOS, S. *et al.* Chitosan as a potencial natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, v.25, p.108-118, 2006.
- BELETINI, L. F.; TAKIZAWA, L. H. H.; TAKIZAWA, M. G. M. H. Enteroparasitas em alfaces (*Lactuca sativa*) variedade crespa previamente tratadas com desinfetantes. **Revista Thêma et Scientia**, v. 4, n. 1, p. 150-157, 2014.
- BELIK, W. **Rumo a uma estratégia para a redução de perdas e desperdício de alimentos**. In: Zaro, M. (Org.). *Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios*. 1 ed. Caxias do Sul, RS: Educs, 2018. cap. 1, p. 920.
- BERTOLINO, J.F. **Biomaterial de quitosana, gelatina e óleo de pequi: obtenção, caracterização, avaliação da biocompatibilidade e da atividade antimicrobiana**. 2018. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- BEZERRA, V. S. **Pós-colheita de Frutos**. Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 26p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46031/1/AP Documentos-51-.PDF>> Acesso em: 28/02/2024.
- BOTREL, D. A. *et al.* Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, 2010. v.40, n.8, p.1814-1820.
- BRAZEIRO, F.; DE MOURA, J. M.; ALMEIDA, L.; MORAES, C. C.; DE MOURA, C. M. **Atividade antimicrobiana de filmes a base de gelatina e quitosana contra *Staphylococcus aureus***. In: *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 10, n. 2, 2018.
- BRASIL, Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html>. Acesso em: 29 dez. 2024.
- BRODY, A. L. Active and intelligent packaging: the saga continues. *Food Technology*,

Chicago, v. 56, n. 12, p. 65- 66, 2002.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de Atmosfera Modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1049-1055, 2002.

CAMPANA FILHO, S. P.; DESBRIÈRES, J. Chitin, Chitosan and Derivatives. **Natural polymers and agrofibers based composites**, p.41-71, 2000.

CAMPANA-FILHO, S.P. et al. Extração, estruturas e propriedades de α - e β -quitina. **Química Nova**, v.30, n.3, p.644-650, 2007.

CARDOSO, M. B. **Contribuição ao estudo da reação de desacetilação de quitina: estudos de desacetilação assistida por ultra-som de alta potência**. 2008. 102f.Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

CARVALHO FILHO, J. L. S. de; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F4 de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2009. DOI: 10.4025/actasciagron. v31i1.6607.

CARVALHO, S. A.; FIGUEIREDO NETO, A.; COSTA, M. S.; COSTA, J. D. S.; PEREIRA FILHO, A.; ARAGÃO, C. A. **Effects of the application of biodegradable coatings on post-harvest tomato conservation**. Research, Society and Development 2022. [S. l.], v. 11, n. 9, p. e59011931677. DOI: 10.33448/rsdv11i9.31677.

CAVALCANTE, D. A. **Avaliação do tratamento com água ozonizada para Higienização de alface (*Lactuca sativa*)**. 102f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2007.

CAVASINI, R. **Caracterização topográfica da epiderme de hortaliças folhosas e mistura gasosa de ozônio na qualidade de alface**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 2017.

CHAI, Y.; WANG, M.; ZHANG, G. Interaction between amylose and Tea Polyphenols modulates the Postprandial Glycemic Response to High amylose maize starch. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 8608-8615, sep, 2013.

CHEN, C.-P., WANG, BE-J., & WENG, Y.-M. Physiochemical and antimicrobial properties of ediblealoe/gelatin composite films. *Int J Food Sci & Tech*. 2010, 45:1050- 1055.

CHERMAN, Kamila Alvares *et al.* Caracterização de cobertura comestível a base de alginato e óleos essenciais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e52911226145-e52911226145, 2022.

COMETTI, N. N.; Composto nitrogenado e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p. 748-753, 2004.

COSTA, C.P. da. Olericultura Brasileira: passado, presente e futuro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., CONGRESSO IBERO-AMERICANO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE PLÁSTICOS NA AGRICULTURA, 2., SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES, 1., 2000, São Pedro, SP. Trabalhos apresentados e palestras... Brasília: SOB/FCAVUNESP, 2000. v.18, p7–11. (Suplemento).

COUTO, H. G. S. A.; SENA, E. O. A.; PAIXAO, A. R. C.; SILVEIRA, M. P. C.; SANTOS, P. L. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G. **Efeito do uso de revestimento comestível a base de alginato na conservação de pimentão verde**. Aracaju: In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 2015.

DAIE, J. Metabolic adjustments, assimilate partitioning, and alterations in source-sink relations in drought-stressed plants. In: ZAMSKY, E., SCHAFFER, A.A. Photoassimilate distribution in plants and crops. New York : Marcel Dekker, 1996. Cap.17. p.407-420.

DALEPRANE, J.B., FREITAS, V.S., PACHECO, A., RUDNICKI, M., FAINE, L. A., DÖRR, F.A., IKEGAKI, M., SALAZAR, L.A., ONG, T.P., ABDALLA, D.S.P. Anti atherogenic and anti-angiogenic activities of polyphenols from propolis. **The J Nut Biochem**. 2012 June; 23(6):557-566.

DALLAGNOL, KHAROLINE J.P.L; LORENÇO, Anderso Luiz. **Desenvolvimento e Avaliação de Revestimento Comestível com Adição de Antifúngicos Naturais para a Proteção de Morangos**. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Francisco Beltrão. 2017.

DAMIAN, C. **Efeito da quitosana na digestibilidade aparente da gordura e na qualidade de salsichas Frankfurt**. 2005. 154f.Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DASH, M. et al. Chitosan - A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications. **Progress in Polymer Science**, v. 36, n. 8, p. 981-1014, 2011.

DAUGSCH, A.; MORAES, C. S.; FORT, P.; PACHECO, E.; LIMA, I. B.; ABREU, J. Á.; PARK, Y. K. Própolis Vermelha e sua origem botânica, *Mensagem Doce*, 2006, nº 89

DEGHANI, S., HOSSEINI, S. V., & REGENSTEIN, J. M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chemistry**, 240, 505–513, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.07.034>

DEVLIEGHIERE, F.; VERMEIREN, A.; DEBEVERE, J. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruits and vegetable. **Food Microbiology**, v.21, p.703-714, 2004.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. São Carlos: Rima, 2005. v. 2, 784 p.

DIYANA, Z. N. *et al.* Physical properties of thermoplastic starch derived from natural

resources and its blends: A review. **Polymers**, [s. l.], v. 13, n. 9, p. 5–20, 2021.

DONNELLY, D. M. X.; KEENAN, P. J.; PRENDERGAST, J. P. 1973. Isoflavonoids of *Dalbergia ecastophyllum*. *Phytochemistry* 12: 1157-1161.

EMBRAPA. Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças. Marcos David Ferreira editor. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 146 p., 2008.

EOM, H., CHANG, Y., LEE, E., CHOI, H.-D., & HAN, J. Development of a starch/gum-based edible coating for rice cakes to retard retrogradation during storage. *LWT*, 97, 516–522, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.07.044>

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v.9, n.5, p.435-451, 2008.

FAKHOURI, F. M; FONTES, L. C. B; GONÇALVES, P. V. M; MILANEZ, C.R; STEEL, C. J; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatinas na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p 369-375, 2007.

FAN, Y.; PICCHIONI, F. Modification of starch: A review on the application of “green” solvents and controlled functionalization. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 241, n. 1, apr, 2020.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. Production quantities of Lettuce and chicory by country. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 30 de outubro. 2024.

FARIAS, Amanda Vasconcelos. **Caracterização das propriedades do amido da crueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) isolado por diferentes métodos de extração**. 2022. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2022.

FARINA, V.; PASSAFIUME, R.; TINEBRA, I.; PALAZZOLO, E.; SORTINO, G. Use of *Aloe vera* Gel-Based Edible Coating with Natural Anti-Browning and Anti-Oxidant Additives to Improve Post-Harvest Quality of Fresh-Cut “Fuji” Apple. Palermo, Italy: **Agronomy-Basel**, 2020. v. 10, n. 4, p. 18, DOI: 10.3390/agronomy10040515

FAUSTINO, E. F. A.; FAUSTINO, C. F. A.; LUCAS, G. K. S.; SILVA, R. J.; COSTA, B. L.; SOUSA, P. A.; AROUCHA, E. M. M.; LIMA, M. M.; CARNEIRO, L. C. Uso de revestimento a base de amido de mandioca e quitosana na conservação de passas de caju. **Brazilian Journal of Development**. v. 7, n. 12, p. 120263120277, Curitiba, 2021.

FERREIRA, F. A.; MALDONADE, I. R.; E SILVA, J. A. B.; FREIRE, N. F.; LUENGO, R. F. A.; GINANI, V. C. Manuseio para processamento mínimo de hortaliças e frutas no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 80p. (Embrapa Hortaliças, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Universidade de Brasília e Ministério da Educação, ISBN 978-65-86056-05-1).

FONSECA, M. J. O. ; Soares, A. G.; Barboza, H. T. G., Carvalho, M. A. G., Neves

Júnior, A. C. V.; **Uso de revestimento comestível para extensão da vida útil da goiaba ‘pedro sato’**; Reveng, 101-110p. Engenharia na agricultura, viçosa - mg, V.24 N.2, MARÇO / ABRIL 2016.

FRANCO, C. M. L. et al. Introdução. In:_____. **Propriedades gerais do amido**. v. 1. Campinas: Fundação Cargill, 2001^a. 221 p. (Cultura de Tuberculosas Amiláceas Latino Americanas).

FUENTES, C. *et al.* Characterization of molecular properties of wheat starch from three different types of breads using asymmetric flow field-flow fractionation (AF4). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 298, n. apr, 2019

GALINDEZ, A; DAZAA, L. D; HOMEZ- JARA, A; EIM, V. S, & VÁQUIRO, H. A. ARTES, F. Panorâmica actual de al Postcosecha Hortofrutícola yde los Productos Vegetales Mínimamente Procesados. In: CURSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y PROCESAD MÍNIMO, 2. 208, Cartagena, Espanha, 2019.

GARCIA, M. A. *Desarrollo de recubrimientos de matriz amilósica para vegetales*. 1999. Tese (Doutorado) – Departamento de Química, Facultad de Ciência Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

GRAHAM, D. M. Use of ozone for food processing. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 6, p. 72-75, 1997.

GROSS, K. C.; WANG, C. Y.; SALTVEIT, M. (ed.) **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. California: USDA, 2016. 780 p. (Agriculture Handbook Number, 66). Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/is/np/CommercialStorage/CommercialStorage.pdf> .

GUSMAN, Grasielle S. *et al.* Arsenate and arsenite: the toxic effects on photosynthesis and growth of lettuce plants. **Acta physiologiae plantarum**, v. 35, n. 4, p. 1201-1209, 2013.

HAN, C; LEDERER, C; McDANIEL, M; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings. **Journal Of Food Science**, v. 70, n. 3, p. S172-S178, 2005.

HAUGAARD, V. K. Potential food applications of biobased materials. An EU-concerted action project. *Starch/Stärke*, Weinheim, v. 5, n. 1, p. 189-200, 2001.

HELANDER, I. M. et al. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.71, p.235-244, 2001

HENZ, G. P.; CALBO, A. G.; MALDONADE, I. R. Manuseio pós-colheita de Alface. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2008. 12 p. - (Circular Técnica / Embrapa Hortaliças, ISSN 1415-3033).

HENZ, G. P; SUINAGA, F. Tipos de Alface cultivada no Brasil. **Comunicado Técnico 75**. Brasília, DF. 2009. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf> >. Acesso

em: 31 out. 2024.

HORTIFRUTI BRASIL. Anuário 2023/2024. Edição especial, Ano 22, nº 240, Dez/23 - Jan/24 - ISSN 1981-1837.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. **Censo Agropecuário**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 30 Outubro. 2024.

JAGGER IC; WHITAKER TW; USELMAN JJ; OWEN WM. 1941. **The Imperial strains of lettuce**. United States Department of Agriculture, Washington, 15p. (Circular, 596).

JESUS FILHO, M.; MACIEL, K. S.; TEIXEIRA, L. J. Q.; TEIXEIRA, L. J. Q.; Aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de uvas, tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos. Guarujá: **Editora Científica Digital**, 2020. Volume 3, p. 38-53 nov. 10.37885/201001695.

JONGSRI, P.; ROJSITTHISAK, P.; WANGSOMBOONDEE, T.; SERAYPHEAP, K. Influence of chitosan coating combined with spermidine on anthracnose disease and qualities of 'Nam Dok Mai' mango after harvest. **Scientia Horticulturae**, 2017. v.224, p.180– 187.

KADER, A. A. (ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Oakland: University of California, 2002. 535 p. (UNIVERSITY OF CALIFORNIA. Agriculture and Natural Resources. Publication, 3311)

KATAYAMA, M. **Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão**. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. Nutrição e adubação de hortaliças Jaboticabal: Potafós, p. 141-148, 1993.

KAWAMOTO, E. K.; GUALBERTO, R.; TEIXEIRA, D. B.; DALL'EVEDOVE, L. F. Associação do alpha x 35 - o® e biocontrol-o® na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Unimar Ciências**, Marília, v. 27, n. 1-2, 2018.

KAWANO, B. R.; MORES, G. V.; DA SILVA, R. F.; CUGNASCA, C. E. Frutas e Hortaliças: tecnologias para a conservação pós-colheita. **Agroanalysis**, p. 29-30, 2016.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 62, n. 9, p. 1071-1087, 1999.

KUBOTA, N. et al. A simple preparation of half Nacetylated chitosan highly soluble in water and aqueous organic solvents. **Carbohydrate Reserach**, v.324, n.4, p.268-274, 2000.

KUMAR, M. N. V. R. A review and chitosan applications. **Reactive and Functional Polymers**, v.46, p.1-27, 2000.

LANA, M. M. **Perdas e desperdício de hortaliças no Brasil**. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. In: DOLABELLA, R. (coord.). *et al.* Perdas e desperdício de alimentos: estratégias para redução. Brasília: Câmara dos Deputados,

Edições Câmara, 2018.

LANGLAIS, B.; RECKHOW, D. A.; BRINK, D. R. *Ozone in water treatment: application and engineering*. Chelsea: AWWARF and Lewis Publishers, 1991. 568 p.

LAPOLLI, F. R.; SANTOS, L. F.; HÁSSEMER, M. E. N.; AISSE, M. M.; PIVELI, R. P. Desinfecção de efluentes sanitários por meio da ozonização. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). *Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patogênicos e substâncias nocivas: aplicação para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidropônica*. Vitória: PROSAB, 2003. p. 169-208.

LI, Z.; WEI, C. Morphology, structure, properties and applications of starch ghost: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 163, p. 2084–2096, nov, 2020.

LIMA, J. A. D. **Métodos para conservação de frutas e hortaliças**. 2016. 53 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

LONGHINI, R.; RAKSA, S. M.; OLIVEIRA, A. C. P.; SVIDZINSKI, T. I. E.; FRANCO, S. L. Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica. **Rev. Bras.Farmac.** jul-set; 17(3):388-395, 2007.

LOPES DA COSTA, B.; OLIVEIRA, M. C. D.; SILVA, J. B. Prospecção Científica e Tecnológica sobre Revestimentos Comestíveis de Polissacarídeos para Conservação de Alimentos. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 4, p. 1212-1227, 2022. <https://doi.org/10.9771/cp.v15i4.49093>.

LOTTI, C., FERNANDEZ, M. C., PICCINELLI, A. L., CUESTA-RUBIO, O. HERNANDEZ, I. M.; RASTRELLI, L. Chemical constituents of red Mexican própolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 58: 2209-2213, 2010.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. 242 p

LUSTOSA, S. R.; GALINDO, A. B.; NUNES, L. C.C.; RANDAU, K. P.; NETO, P. J. R. Própolis: atualizações sobre a química e a farmacologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 18 (3): jul./set. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102695X2008000300020>

MACHADO, A. L. V. **Conservação pós-colheita de pimenta de cheiro (Capsicum) com aplicação de revestimento à base de pectina extraída do albedo de pomelo**. 2020. 41 p. Monografia (Curso de Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

MAGGI, M. F.; KLAR, A. E.; JADOSKI, C. J.; ANDRADE, A. R. S. Produção de variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 415-427, 2006.

MAISTRO, L. C. Alface minimamente processada: uma revisão. **Revista de Nutrição**,

v.14, n.3, Campinas, 2001.

MAJZOBI, M.; FARAHNAKY, A. Granular cold-water swelling starch; properties, preparation and applications, a review. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 111, feb, 2021.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. Manual de boas práticas na produção de Alface. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2014. 44 p. - (Documentos / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229; 141).

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, jan./mar. 2010.

MARCUCCI, M. C. Propriedades biológicas e terapêuticas dos constituintes químicos da própolis. **Q Nova**. 19:529-535, 1996.

MARCUCCI, M. C.; FERRERES, F.; VIGUERA, G. C.; BANKOVA, S.; CASTRO, S. L.; DANTAS, A. P.; VALENTE, P. H. M.; PAULINO, N. Phenolic compounds from Brazilian propolis with pharmacological activities. **Journal of Ethnopharm**, 74: 105- 112, 2001.

MARTINEZ, L. P. G.; TAVARES, S. A.; JÚNIOR, A. D. C.; LEMOS, S. A. **Boas práticas agrícolas na produção de hortaliças folhosas**. Brasília, DF: EMATER- - DF, 2016. 45 p.

MATOS, F. J. A.; GOTTLIEB, O. R.; ANDRADE, C. H. S. 1975. Flavonoids from *D. ecastophyllum*. *Phytochemistry* 14: 825-826.

MD NOR, S., & DING, P. Trends and advances in edible biopolymer coating for tropical fruit: A review. **Food Research International**, 134, 109208, 2020. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109208>.

MEDEIROS, M. G. G. de A.; CARVALHO, L. R.; FRANCO, R. M. Percepção sobre a higiene dos manipuladores de alimentos e perfil microbiológico em restaurante universitário. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 383-392, 2017

MEDEIROS, José Alberto da Costa. *et al.* Nanopartículas de quitosana na conservação e produção de alimentos. **Avanço em ciência e tecnologia dos alimentos**, Vol. 4, Cap. 27, p. 417-429, 2021.

MENDONÇA, A. A. O. **Revestimentos Comestíveis na Conservação Pós-Colheita de Frutos: Uma Revisão Bibliográfica**. Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em Pós- colheita de Produtos Hortifrutícolas). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. Petrolina - Pernambuco, 2023.

MENEZES, H., JUNIOR, M. B., OLIVEIRA, S. D. E PAGNOCCA, F. C. Antibacterial properties of propolis and products containing propolis from Brazil. **Apidologie**, 28(2):71-76, 1997.

MENESES, N. B.; MOREIRA, M. A.; SOUZA, I. M.; BIANCHINI, F. G. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@ambiente on-line-line**, v. 10, n. 2, p. 123-129, Roraima, 2016.

MOROSINI, Marília Costa. Estado de conhecimento e questões do campo científico. **Revista da Educação**. Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 101-116, jan./abr. 2015.

MUZZARELLI, R. A. A. et al. Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, p. 995-1012, 2012.

NASCIMENTO, M.A.R. Incidência de *Escherichia coli* e *Salmonella* em alface (*Lactuca sativa*). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 128, p. 121-124, 2005.

NISPEROS-CARRIEDO, M. O. Edible coatings and films based on polysaccharides. In: KROCHTA, J. M.; BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O. (Ed.). *Edible coatings and films to improve food quality*. Lancaster, PA (USA): Technomic Publishing Co., 1994. p. 305-330.

NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BALDWIN, E. A. Edible coatings for whole and minimally processed fruits and vegetables. *Food Australia*, North Sydney, v. 48, n. 1, p. 27-31, 1996.

OLDONI, T. L.C.; CABRAL, I.C.R.; D'ARCEA, M.A.B.R.; ROSALEN, P.L.; IKEGAKIC, M.; NASCIMENTO, A.M.; ALENCAR, S.M. Isolation and analysis of bioactive isoflavonoids and chalcone from a new type of Brazilian propolis. **Sep Pur Techn.** 77: 208–213, 2011.

OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p.211-217, 2004.

OLIVEIRA, P.G. **Bioatividade de quitosana como cobertura comestível na inibição de *Listeria monocytogenes***. 2015. 121f. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente), Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, 2015.

OLIVEIRA K. T. E. F. **Recobrimento comestível a base de hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha na conservação pós-colheita de caju**. Dissertação de mestrado Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, 2020.

OLIVEIRA, L. C. da S. **Avaliação físico-química do abacate com uso de revestimento comestível produzido à base da pectina do pomelo**. 2020. 38p. Trabalho de Curso (Curso de Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. "Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos 2024. Pense, coma, economize: rastreando o progresso para reduzir pela metade o desperdício global de alimentos". Repositório de conhecimento - UNEP. UNEP. 2024. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45230>>. Acesso em 10 de janeiro de 2025.

PALOU, L.; SMILANICK, J.L.; CRISOSTO, C. H.; MANSOUR, M. Effect of Gaseous

Ozone Exposure on the Development of Green and Blue Molds on Cold Stored Citrus Fruit. **Plant Disease**, v.85, n.6, p. 632-638, 2001.

PANAHIRAD, S.; NAGHSHIBAND-HASSANI, R.; MAHNA, N. Pectin-based edible coating preserves antioxidative capacity of plum fruit during shelf life. Tabriz, Iran: **Food Science and Technology International**, 2020. p. 10,. DOI: 10.1177/1082013220916559.

PARK, Y. K., ALENCAR, S. M., SCAMPARINI, A. R. P., AGUIAR, C. L. Própolis produzida no sul do Brasil, Argentina e Uruguai: Evidências fitoquímicas de sua origem vegetal. **Ciênc Rur.**, 32(6), 997-1003, 2002.

PEREIRA, G. S.; MACHADO, F. L. C.; COSTA, J. M. C. da. Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja 'Valência Delta' durante armazenamento ambiente. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, n.3, p.520-527, 2014.

PEREIRA, C. M. S.; ANTUNES, L. F. S.; AQUINO, A. M.; LEAL, M. A. A. Substrato à base de esterco de coelho na produção de mudas de alface. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 1, p. 58-65, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i1.8018>

PINSETTA JUNIOR, J.S; **Recobrimento comestível com hidroxipropilmetilcelulose e agentes antiescurecimento em berinjela minimamente processada**. –Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.

PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal: FCAV/CAPEL, 2016.

PRANOTO, Y., SALOKHE, V. M., & RAKSHIT, S. K. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *F Res Intern*. 2005, 38:267-272.

PRESTES, E. B. *Avaliação da eficiência do ozônio como sanitizante em hortaliças folhosas minimamente processadas*. 2007. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PROKOPOVÁ, Jitka *et al*. Photosynthetic responses of lettuce to downy mildew infection and cytokinin treatment. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, n. 8, p. 716-723, 2010.

QIN, Y. *et al*. Characterization of starch nanoparticles prepared by nanoprecipitation: Influence of amylose content and starch type. **Industrial Crops & Products**, v. 87, p. 182–190, sep, 2016.

QUIROGA, A. L. B. Amidos. **Food ingredients Brasil**, [s. l.], v. n. 35, p. 31–56, 2015.

RAMÍREZ, M. G. L. **Desenvolvimento de biocompósitos de amido termoplástico reforçados por fibra de coco verde**. 2011. 168 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba., 2011.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. de; SOUZA, S. O. de; ARAÚJO, J. L. P. Perdas pós-

colheita em uva de mesa registradas em casas de embalagem e em mercado distribuidor. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.1, p.67-7, 2014.

RICE, R. G.; ROBSON, C. M.; MILLER, G. W.; HILL, A. B. Uses of ozone in drinking water treatment. *Journal of the American Water Works Association*, Denver, v. 73, n. 1, p. 44-47, 1981.

RICE, S. A.; KOH, K. S.; QUECK, S. Y.; LABBATE, M.; LAM, K. W.; KJELLEBERG, S. Biofilm formation and sloughing in *Serratia marcescens* controlled by quorum sensing and nutrient cues. **Journal of Bacteriology**, v.187, p.3477-3485, 2005.

RICO, D., MARTIN-DIANA, A. B., FRIAS, J. M., HENEHAN, G. T. M., BARRY-RYAN, C. Effects of ozone and calcium lactate treatments on browning and texture properties of fresh-cut lettuce. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86, 2179–2188, 2006.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B. N.; SALES, R. N.; AMARAL, R. D. A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 305-316, 2011.

RINAUDO, M. Chitin and chitosan: Properties and applications. **Progress in Polymer Science**, v.31, n.7, p.603-632, 2006.

RIOS, T. C. **Boas práticas em supermercados e na central de armazenamento e distribuição**. 56f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2012.

RODOLFO JÚNIOR, F. TORRES, L.B.V.; CAMPOS, V.B.; LIMA, A.R. de; OLIVEIRA, A.D. de; MOTA, J.K.M. Caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados na EMPASA de Campina Grande-PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 1, p. 53-58, 2007.

ROSA, Aline Mabel *et al.* Production and photosynthetic activity of Mimosa verde and Mimosa roxa lettuce in two farming systems. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 494-501, 2014.

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.; SAFITRI *et al.* “Refining citronella oil (*Cymbopogon nardus* L) by utilizing sunlight using solar cells (photovoltaics)”. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 854:12051. 2020.

RUSSEL, A. D.; HUGO, W. B.; AVLIFFE, G. A. J. *Principles and practice of disinfection, preservation and sterilization*. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1999. 826 p.

RYDER EJ. 2002. The new salad crop revolution. Disponível em <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-408.html/>

SALGADO, P. R.; ORTIZ, C. M.; MUSSO, Y. S.; DI GIORGIO, L.; MAURI, A. N. Edible films and coatings containing bioactives. **Current Opinion in Food**

Science, v. 5, p. 86-92, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.09.004>.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.

SANTOS, A.E.O. dos; ASSIS, J.S. de ; BERBERT, P.A.; SANTOS, O.O. dos; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. A.. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Agrária**. Recife. v. 6, p. 508-513, 2011.

SANTOS, Marcelo Rocha; BRITO, Cleiton Fernando Barbosa. 2016. Irrigação com água salina, opção agrícola consciente. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 1, p. 33-41. DOI: 10.12971/5175.

SANTOS, A. B.; GONÇALVES, P. F.; SILVA, J. S. da; AGUIAR, M. O.; SANTOS, K. S.; QUEIROZ, R. L.; FOGAÇA, L. C. S. Avaliação parasitológica de couve minimamente processada: riscos associados ao seu consumo in natura. **Id On Line**, v. 12, n. 42, p. 933-942, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/online.v12i42.1385>

SAPELLI, K. S.; FARIA, C. M. D. R.; BOTELHO, R. V. Postharvest conservation of peaches with the use of edible coatings added with yerba mate extract. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2020. 23, e 2019. 044. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04419>.

SEGASPINI, M. J. **Efeito do recobrimento de soluções de Quitosana em alfaces minimamente processadas**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 52p., 2014.

SELMA, M. V.; BELTRAN, D.; ALLENDE, A.; CHACON-VERA, E.; GIL, M. I. Elimination by ozone of *Shigella sonnei* in shredded lettuce and water. *International Journal of Food Microbiology*, London, v. 24, n. 5, p. 492-499. 2007

SHARIFIMEHR, SHAHRZAD; SOLTANIZADH, NAFISEH; GOLI, HOSSEIN; AMIR, SAYED. Effects of edible coating containing nano-emulsion of Aloe vera and eugenol on the physicochemical properties of shrimp during cold storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 99, n. 7, p. 3604–3615, 2019.

SHARMA, S.; SHEEHY, T.; KOLONEL, L. Sources of vegetables, fruits and vitamins A, C and E among five ethnic groups: results from a multiethnic cohort study. **European Journal of Clinical Nutrition**, 68 (3), 384–391, 2014.

SHEANE, R.; MCCOSKER, C.; LILLYWHITE, R. Food waste in primary production: a preliminary study on strawberries and lettuce. 97p., WRAP, 2017. Disponível em: https://wrap.org.uk/sites/default/files/2020-10/WRAPFood_waste_in_primary_production_report.pdf. Acesso em: 25 out. 2024.

SILVA, M. S. C. da; LIMA NETO, V. da C. Doenças em cultivos hidropônicos de alface na região metropolitana de Curitiba/PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, PR, v.8, p.275-283, 2007.

- SILVA, S. B.; LUVIELMO, M. M.; GEYER, M. C.; PRÁ, I. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. **Ciências Agrárias**, v.32, p.659-682, 2011.
- SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Quality of looseleaf lettuce in organic, conventional and hydroponic crop in Rio Branco State, Brazil. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, Brasília, Apr/June, 2011.
- SILVA, A. F. **Revestimentos Comestíveis na Aplicação em Melancia e Melão: adição do adjunto óleo de buriti e vida de prateleira**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Gurupi - TO, 2017.
- SILVEIRA, A. J.; FINZI, R. R.; CABRAL NETO, L. D.; MACIEL, G. M.; BELOTI, I. F.; JACINTO, A. C. P. Genetic dissimilarity between lettuce genotypes with different levels of carotenoids biofortification. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 6, p. 656-660, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7331>
- SILVEIRA, M. F. D. **Desenvolvimento de filme biodegradável e revestimento comestível à base de isolado protéico de soro de leite e sua aplicação em morangos (Fragaria x ananassa Duch)**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020.
- SINGH, T. et al. Effect of chitosan on physiological, morphological, and ultrastructural characteristics of wood-degrading fungi. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 62, n. 2, p. 116-124, 2008.
- SINGLA, A.K.; CHAWLA, M. Chitosan: some pharmaceutical and biological aspects-an update. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.53, p. 1047-1067, 2001.
- SJÖÖ, M.; NILSSON, L. **Starch in Food: Structure, Function and Applications**. 2. nd. Royston: **Woodhead Publishing**, 2017, 916 p.
- SMANIOTTO, F.; SANTOS, S. N.; MELO, I. S.; QUEIROZ, S. C. N. Avaliação da atividade antagonista de bactérias ácidoláticas contra fungos *Botrytis cinérea*. 12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, Campinas - SP, 2018.
- SOARES, I. Alface, cultivo hidropônico. Fortaleza: Editora UFC. 50 p. 2002.
- SOARES, A. G.; JÚNIOR, M. F. Perda de frutas e hortaliças relacionadas a etapa de colheita, transporte e armazenamento. Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios. Caxias do Sul, RS: Educs, 2018.
- Sousa JPB, Furtado NAJC, Jorge R, Soares AEE, Bastos JK 2007. Perfis físico-químico e cromatográfico de amostras de própolis produzidas nas microrregiões de Franca (SP) e Passos (MG), Brasil. *Rev Bras Farmacogn* 17: 85-93.
- SOUSA, F. F. de. **Conservação de mangas 'Palmer' com recobrimento comestível de hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha**. Fagner Freires de Sousa. -- Jaboticabal, 2020. 93 p.

STEYN, Wiehann J. *et al.* Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. **New Phytologist**, v. 155, n. 3, p. 349-361, 2002.

STREIT, Nivia Maria *et al.* As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

SUINAGA *et al.* Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 89**, Brasília, DF. 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81571/1/bpd-89.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

SULAIMAN, G.M., AD'HIAH, A.H., AL-SAMMARRAE, K.W., BAGNATI, R., FRAPOLLI, R., BELLO, E., UBOLDI, S., ROMANO, M., PANINI, N., SCANZIANI, E., PEZZOLATO, M., ERBA, E., D'INCALCI, M.. Assessing the anti-tumour properties of Iraqi propolis in vitro and in vivo. **F Chem Toxic**. 2012 May; 50(5):1632-1641.

SYNOWIECKI, J.; AL-KHATTEB, N.A. A. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 43, p.144-171, 2003.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TANADA-PALMU, P.S. *et al.* Recobrimento de sementes de brócolos e salsa com coberturas e filmes biodegradáveis. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 291-297, 2005.

TAPPIBAN, P., SMITH, D. R., TRIWITAYAKORN, K., BAO, J., Recent understanding of starch biosynthesis in cassava for quality improvement: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 167-180, 2018.

TAVARES, A. T.; VAZ, J. C.; HAESBAERT, F. M.; REYES, I. D. P.; ROSA, P. H. L.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. Adubação NPK como promotor de crescimento em alface. **Agri-Environmental Sciences**, v. 5, n. (s/n), p. 1-9, 2019. DOI: 10.36725/agries.v5i0.1215.

TAVASSOLI-KAFRANI, E., SHEKARCHIZADEH, H., & MASOUDPOUR-BEHABADI, M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, 137, 360–374, 2016. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2015.10.074>

TBCA: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 2021. Alface, crua, *Lactuca sativa* L. Disponível em: http://www.tbca.net.br/basedados/int_composicao_estatistica.php?cod_produto=C0009B. Acesso em: 30 outubro. 2024.

TERUEL, B. J. M. Tecnologias de resfriamento de frutas e hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p. 199-220, 2008.

THAKUR, R.; PRISTIJONO, P.; SCARLETT, C. J.; BOWYER, M.; SINGH, S. P.; & VUONG, Q. V. Starch-based films: Major factors affecting their properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132, 1079–1089, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2019.03.190>

THARANATHAN, R.N.; KITTUR, F.S. Chitin - the undisputed biomolecule of great potential. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.43, n.1, p.61-87. 2003.

TIBIRIÇÁ, A. C. G.; BRITO, A. A. A.; BAÊTA, F. C. Produção de alface no verão: estufas como ambiente de cultivo. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, novembro de 2004.

TONHI E.; PEPLIS A. M. G. Obtenção e caracterização de blendas colágenoquitosana. **Química Nova**, v.25, n.6, p.943-948, 2002.

Trusheva B, Popova M, Bankova V, Simova S, Marcucci MC, Miorin PL, Pasin FR, Tsvetkova I 2006. Bioactive constituents of Brazilian red propolis. e *CAM* 3: 249- 254

TURQUETT, Lucélia Cristiane Das Graças Batista *et al.*, Avaliação da cobertura comestível elaborada a partir de quitosana, farelo de arroz e fécula de mandioca na conservação pós-colheita de morangos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p. 33153-33171 mar 2021.

ULLÉ, J.A. Comportamiento post-transplante de hortalizas de hojas y brassicáceas, provenientes de diferente volumen de contenedor y mezclas de sustratos, a base de vermicompost, turba, perlita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41., 2001, Brasília. Trabalhos apresentados... Brasília: SOB/FCAV-UNESP, 2001. v.19. CD. (Suplemento).

VALENCIA-CHAMORRO, S. A., PALOU, L., DELRÍO, M. A., & PÉREZ-GAGO, M. B. Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 51(9), 872–900, 2011. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.485705>

VARMA, A. J.; DESHPANDE, S. V.; KENNEDY, J. F. Metal complexation by chitosan and its derivatives: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 55, n. 1, p. 77-93, 2004.

VEIGA, P. C. S. **Estudos físico-químicos de N-acetilação de quitosanas em meio homogêneo**. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan./abr. 2014.

VRIES IM. 1997. Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. Genetic Resources and Crop Evolution, 44: 165-174.

WATSON, J. A.; TREADWELL, D.; SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; PELLETIER, W. Postharvest storage, packaging and handling of specialty crops: a guide for Florida small farm producers. Florida: University of Florida, 1-19 p., 2015.

WURZBURG, O. B. Cross – linking starches. In: WURZBURG, O. B. *Modified starches: properties and uses*. Boca Raton: CRC Press, 1986. p. 41-53.

XIAO, Z., LESTER, G. E., LUO, Y., WANG, Q., Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. **Journal of**

Agricultural and Food Chemistry, 60 (31), 7644–7651, 2012.

XYLIA, Panayiota; CHRYSARGYRIS, Antonios; TZORTZAKIS, Nikolaos.
The combined and single effect of marjoram essential oil, ascorbic acid, and chitosan on fresh cut lettuce preservation. **Foods**, v. 10, n. 3, p. 575, 2021.

YAMASHITA, F., NAKAGAWA, A., VEIGA, G. F., MALI, S., GROSSMANN, M. V. E.
Filmes biodegradáveis para aplicação em frutas e hortaliças minimamente processadas. *Brazilian Journal of Food Technology (ITAL)*, Campinas, v. 8, n. 3, p. 335-343, 2005.

YAMASHITA, F., NAKAGAWA, A., VEIGA, G. F., MALI, S., GROSSMANN, M. V. E.
Embalagem ativa para frutos de acerola. *Brazilian Journal of Food Technology (ITAL)*, Campinas, v. 9, n. 4, p. 95-100, 2006.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de.; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C. de., SOUZA, R. J. de. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio e dois locais do sul de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Agronomia. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2000.

ZHANG, Lili *et al.* De novo transcriptome analysis of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and the identification of structural genes involved in anthocyanin biosynthesis in response to UV-B radiation. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 41, n. 8, p. 148, 2019.

ZHUANG, R.; BEUCHAT, L.R.; CHINNAN, M.S.; SHEWFELT, R.L.; HUANG, Y.W.
Inactivation of *Salmonella montevideo* on tomatoes by applying cellulose based edible films. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 59, n. 8, p. 808-812, 1996.