

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LAVÍNIA MARINS ANDRINO

**PRODUÇÃO DE EMBALAGENS A PARTIR DO APROVEITAMENTO
DE COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO**

PATOS DE MINAS/MG
2021

LAVÍNIA MARINS ANDRINO

**PRODUÇÃO DE EMBALAGENS A PARTIR DO APROVEITAMENTO
DE COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao curso de Engenharia de
Alimentos da Universidade Federal de
Uberlândia *Campus* Patos de Minas como
parte dos requisitos necessários à
convalidação da disciplina Trabalho de
Conclusão de Curso II em Engenharia de
Alimentos.

Orientadora: Prof. ^a Dr.^a Marieli de Lima.

PATOS DE MINAS/MG
2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br

**HOMOLOGAÇÃO Nº 50****LAVINIA MARINS ANDRINO****Produção de embalagens a partir do aproveitamento de coprodutos da indústria de alimentos: uma revisão**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof.ª Dr.ª Marieli de Lima

Orientadora - FEQUI/UFU

Prof.ª Dr.ª Michelle Andriati Sentanin

FEQUI/UFU

Prof.ª Dr.ª Vivian Consuelo Reolon Schmidt

FEQUI/UFU

Patos de Minas, 28 de outubro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Andriati Sentanin, Professor(a) do Magistério Superior**, em 04/11/2021, às 18:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marieli de Lima, Presidente**, em 04/11/2021, às 18:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vivian Consuelo Reolon Schmidt, Professor(a) do Magistério Superior**, em 04/11/2021, às 18:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3136176** e o código CRC **0ECB2F3F**.

Dedico esse trabalho a Deus que me capacitou para concluí-lo, e aos meus pais que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que está ao meu lado a todo o tempo, me deu saúde, ânimo e força para realizar esse trabalho. Agradeço aos meus pais, Carlos e Edna, pela minha criação, sempre buscando me dar o melhor, preocupando em me dar uma boa educação, entendendo muitas as vezes que me ausentei para ficar estudando, vocês são pais maravilhosos. Agradeço as minhas irmãs, Jéssica, Lisiany e Leilany por sempre me apoiarem e estarem dispostas a me ajudar, obrigada por compartilharem comigo a realização desse sonho. Agradeço ao meu namorado, Maurício, pela paciência e compreensão na minha ausência, obrigada por me apoiar e me incentivar a conquistar esse sonho, e por ser esse namorado maravilhoso.

Agradeço a minha amiga Letícia por compartilhar esses 5 anos comigo, e também os desafios e dificuldades para conclusão desse trabalho, obrigada pela sua amizade. Agradeço também a empresa Bem Brasil Alimentos, por sempre estarem dispostos a me auxiliar, preocupando com os meus estudos, sempre me incentivando e compreendendo quando precisei me ausentar, durante esse período.

Outra pessoa fundamental para a realização desse trabalho foi minha orientadora, professora Marieli, a quem tenho profundos agradecimentos, por toda disponibilidade, paciência, comprometimento e compreensão. Fico muito feliz em ter tido você como orientadora nesse trabalho. De forma especial, agradeço aos membros da banca examinadora: professoras Michelle e Vivian, que foram sempre muito simpáticas e prestativas, são professoras que eu admiro muito. Sorte a minha ter vocês como orientadora e examinadoras, muito obrigada.

Não posso deixar de agradecer a toda equipe do curso de Engenharia de alimentos, e a todos os professores que fizeram parte da minha jornada, e que prezam pela qualidade de ensino, por serem excelentes professores. Agradeço também aos meus colegas de turma, que contribuíram muito para o meu trabalho, e um agradecimento especial ao “quarteto da conversa”, que foram amigas que tive a oportunidade de conhecer durante a graduação, que ajudaram e fizeram tudo ficar mais leve e divertido.

Enfim, muito obrigada a todos que me apoiaram e torcem pelo meu sucesso, também torço pelo sucesso de cada um de vocês.

RESUMO

A indústria de alimentos produz alto volume de resíduos, ricos em nutrientes, como: celulose, proteína, lipídios, compostos fenólicos e outros. Porém, são encaminhados para a produção de ração animal ou fertilização orgânica, que possuem menor valor agregado. Como alternativa, diversos estudos propõem soluções com maior valorização dos resíduos, como o aproveitamento para elaboração de embalagens biodegradáveis. Conforme a composição dos resíduos, podem ser produzidos diversos tipos de embalagens, que além de reduzirem os danos ao meio ambiente, podem promover melhorias ou até monitorarem a deterioração e qualidade do alimento. Assim, esta revisão objetiva discutir o aproveitamento de resíduos das indústrias alimentícias, com foco na produção de embalagens biodegradáveis. Os resíduos das indústrias de alimentos e sua biodisponibilidade foram divididos em quatro setores: agricultura, frutas e vegetais, bebidas e de animais. Por fim, foram discutidos os biomateriais, métodos de preparo e aplicações das embalagens biodegradáveis, com maior utilização nos estudos mencionados. Os resultados mostram que os resíduos das indústrias de frutas e vegetais são os que possuem mais estudos em relação ao seu aproveitamento, quando comparado aos outros setores industriais. Isso ocorre devido as frutas e os vegetais promoverem maior geração de resíduos, cuja maioria possuem composições ricas em celulose e derivados, compostos fenólicos e outros que são de alta aplicabilidade para produção de filmes biodegradáveis. Em relação a aplicação em embalagens, os estudos levantados produziram embalagens biodegradáveis ativas, inteligentes, comestíveis e compostas. A embalagem ativa se destacou com maior número de estudos, quando comparada às outras embalagens, que é justificado devido a composição de grande parte dos resíduos possuírem compostos fenólicos, como antocianinas e outros que tem a característica de tornar a embalagem ativa. Os desafios para utilização de embalagens biodegradáveis em larga escala seria a variada composição dos resíduos, em que alguns possuem afinidade por água, dificultando o armazenamento do alimento. Além disso, os filmes ainda são comercializados em pequena escala dificultando sua competição com os polímeros. Assim, acredita-se que suprimindo as limitações ainda existentes na produção desses filmes, a utilização de resíduos das indústrias poderá reduzir o custo de produção desses filmes e consequentemente, aumentar a sua produção.

Palavras chave: *Resíduos da indústria de alimentos; Embalagens biodegradáveis; Meio ambiente; Compostos fenólicos; Embalagens ativas*

ABSTRACT

The food industry produces a high volume of waste rich in nutrients, such as: cellulose, protein, lipids, phenolic compounds and others. However, they are used to the production of animal feed or organic fertilization, which have lower added value. As an alternative, several studies propose solutions with greater waste recovery, such as biodegradable packaging. Depending on the composition of the waste, different types of packaging can be produced, which in addition to reducing damage to the environment, can promote improvements or even monitor the deterioration and quality of the food. Thus, this review aims to discuss the use of waste from food industries, focusing on the production of biodegradable packaging. The waste from the food industries and their bioavailability were divided into four sectors: agriculture, fruits and vegetables, beverages and animals. Finally, biomaterials, preparation methods and applications of biodegradable packaging, which had greater use in the studies mentioned, were discussed. The results show that the waste from the fruit and vegetable industries are the ones that have more studies in relation to their use, when compared to other industrial sectors. This is because fruits and vegetables promote greater waste generation, most of which have compositions rich in cellulose and derivatives, phenolic compounds and others that are highly applicable for the production of biodegradable films. Regarding the application in packaging, the studies surveyed produced active, intelligent, edible and composite biodegradable packaging. The active packaging stood out with a greater number of studies than other packaging, which is justified due to the composition of a large part of the residues containing phenolic compounds, such as anthocyanins and others that have the characteristic of making the packaging active. The challenges for the use of biodegradable packaging on a large scale would be the varied composition of residues, in which some have an affinity for water, making food storage difficult. In addition, films are still sold on a small scale, making it difficult for them to compete with polymers. Thus, it is believed that by supplying the limitations that still exist in the production of these films, the use of industrial waste can reduce the production cost of these films and, consequently, increase their production.

Keywords: Waste from the food industry; Biodegradable packaging; Environment; Phenolic compounds; Active packaging

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos	13
3 METODOLOGIA.....	14
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1 Resíduos da indústria de alimentos e biodisponibilidade	15
4.1.1 Resíduos da agricultura.....	15
4.1.1.1 Arroz	20
4.1.1.2 Milho.....	20
4.1.1.3 Trigo	21
4.1.2 Resíduos das indústrias de frutas e vegetais.....	22
4.1.2.1 Banana.....	28
4.1.2.2 Melancia	28
4.1.2.3 Maçã	29
4.1.2.4 Uva e laranja.....	29
4.1.2.5 Abacaxi	29
4.1.2.6 Manga.....	30
4.1.2.7 Batata	30
4.1.2.8 Cenoura	31
4.1.2.9 Cebola.....	32
4.1.2.10. Mandioca	32
4.1.2.11. Azeitona	33
4.1.2.12. Beterraba	33
4.1.3 Resíduos da indústria de bebidas	34
4.1.3.1 Bebidas não alcoólicas.....	37
4.1.3.1 Bebidas alcoólicas.....	39
4.1.4 Resíduos da indústria animal.....	41
4.1.4.1 Indústria avícola.....	45
4.1.4.2 Indústria suína e bovina	45
4.1.4.3 Indústria do pescado	47
5 OBTENÇÃO E PRODUÇÃO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS.....	49

5.1 Biomateriais	49
5.1.1 Amido	51
5.1.2 Celulose e derivados	51
5.1.3 Quitosana.....	52
5.1.4 Pectina.....	53
5.1.5 Colágeno e gelatina	53
5.1.6 Celulose bacteriana	54
5.2 Métodos de preparo para produção de filmes biodegradáveis.....	54
5.2.1 Fundição	55
5.2.2 Fundição em fita.....	55
5.2.3 Extrusão.....	56
5.3 Aplicações dos coprodutos para produção de embalagens.....	57
5.3.1 Embalagens biodegradáveis	58
5.3.2 Embalagens ativas.....	58
5.3.3 Embalagens inteligentes.....	59
5.3.4 Embalagens comestíveis	61
5.3.5 Embalagens compostas.....	62
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7 REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

Os plásticos são materiais formados pela união de grandes cadeias moleculares chamadas polímeros, que, por sua vez, são formadas por moléculas menores, chamadas monômeros (CANEVAROLO JR., 2006; MOHAMED; EL-SAKHAWY; EL-SAKHAWY, 2020). A produção e utilização dos primeiros plásticos, surgiram no início do século 20 e o uso generalizado de plásticos fora das forças armadas só ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial, por volta de 1950 e desde então observou-se seu rápido crescimento, superando a maioria dos outros materiais feitos pelo homem (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017).

As propriedades do plástico, como a durabilidade, leveza e fácil modelagem, o tornam ideal para muitos produtos industriais e itens do cotidiano. Hoje o plástico é usado principalmente em embalagens e produtos descartáveis, que geralmente são itens usados uma única vez por um curto período, depois são descartados. Por serem materiais resistentes, mantêm suas características em temperaturas altas e baixas; podem ser flexíveis ou rígidos, dependendo da composição (STIFTUNG, 2020).

No entanto, os plásticos possuem biodegradabilidade baixa, com um período de decomposição atingindo até 450 anos (BRASIL, 2019), quando são descartados, sejam em áreas terrestres, acumulando e poluindo o meio ambiente, ou nos oceanos levando à poluição das águas, trazendo consequências irreversíveis ao meio ambiente (KAUSHAL; KHATRI; ARYA, 2021; VILLARRUBIA-GÓMEZ; CORNELL; FABRES, 2018; WARING; HARRIS; MITCHELL, 2018).

O plástico que é eliminado nos oceanos mata milhões de animais marinhos todos os anos, incluindo espécies ameaçadas de extinção. O acúmulo de lixo plástico no meio ambiente também causa poluição química, quando métodos como a incineração são usados para eliminar o lixo. Além disso, os produtos químicos usados durante a fase de produção do plástico possuem efeitos nocivos à saúde humana, podendo causar doenças como câncer, doenças endócrinas, defeitos congênitos e muitos outros problemas de saúde (KAUSHAL; KHATRI; ARYA, 2021; VILLARRUBIA-GÓMEZ; CORNELL; FABRES, 2018; WARING; HARRIS; MITCHELL, 2018).

A revista Science Advances apresentou a primeira análise global de todos os plásticos produzidos em massa já fabricados, no período entre 1950 a 2015, e a geração acumulativa de plásticos primários e secundários (reciclados) totalizou 6.300Mt. De modo geral, a análise do destino destes plásticos demonstrou que pequena proporção recebeu algum tipo de tratamento,

em que aproximadamente 800 Mt (12%) de plásticos foram incinerados e 600 Mt (9%) foram reciclados e apenas 10 % dos quais foram reciclados mais de uma vez. A grande maioria, cerca de 4.900 Mt (60% de todos os plásticos já produzidos), foram descartados e estão se acumulando em aterros ou no ambiente natural (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017).

O Brasil, segundo a Fundação Joaquim Nabuco, é o quarto país maior produtor de lixo plástico no mundo, cerca de 11 milhões de toneladas por ano, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e da Índia. Além disso, o Brasil é um dos países que menos recicla o plástico, sendo apenas 1,2% do total do lixo produzido, ficando bem abaixo da média mundial que é de 9%. Dessa forma, são necessárias possíveis soluções ou alternativas para o aumento da reciclagem e a diminuição da produção de lixo plástico. Sendo assim, as indústrias de alimentos e embalagens estão se conscientizando e buscando alternativas que promovam um aumento na fabricação de materiais biodegradáveis e que sejam de baixo custo (COELHO, 2019).

No ano de 2020, o mundo foi atingido pela pandemia de Covid-19. A disseminação do vírus condicionou a população ao isolamento social e com isso observou-se o aumento no consumo de plásticos descartáveis, como as embalagens plásticas, a partir do aumento do consumo de serviços de *delivery* (STIFTUNG, 2020). No Brasil, uma *startup* de gestão de finanças pessoais analisou dados entre os meses de janeiro e dezembro de 2020, e constatou que os gastos com os principais aplicativos de entregas focados no *delivery* de alimentos cresceram 149%, o que consequentemente promoveu um aumento no descarte de embalagens (RIBEIRO, 2021). Dessa forma, materiais alternativos para produção de embalagens, são de extrema importância.

As embalagens são de extrema importância no setor de alimentos, para proteger os alimentos da contaminação e dos danos no armazenamento. Isso envolve o transporte de alimentos de um local para outro, bem como fornecer aos consumidores informações nutricionais corretas sobre o conteúdo embalado. Os materiais da embalagem devem ser cuidadosamente escolhidos, de acordo com as funções que se deseja para proteção do alimento embalado, como por exemplo, a resistência mecânica, térmica, propriedades antioxidantes e outras. Além de proteger o alimento contra danos externos, a embalagem deve ser atrativa ao consumidor transmitindo todas as informações relevantes sobre o alimento (YUVARAJ et al., 2021). Sendo assim, as embalagens biodegradáveis além de possuírem as funções e informações de uma embalagem convencional, elas também se decompõem naturalmente no meio ambiente.

As embalagens biodegradáveis possuem em sua composição materiais que se degradam de forma natural, por meio de processos orgânicos promovidos pelo próprio meio onde estão, sem causar efeitos nocivos no ecossistema. Filmes biodegradáveis podem ser desenvolvidos

usando proteínas, carboidratos, lipídios ou mistura deles, como biomateriais. Filmes que podem ser produzidos somente a partir de materiais biodegradáveis são os filmes comestíveis, sendo materiais seguros a saúde humana. Além disso, pode ser adicionado ao filme componentes com propriedades que caracterizam os filmes como inteligentes e ativos (NOURADDINI; ESMAILI; MOHTARAMI, 2018; YUVARAJ *et al.*, 2021). Dessa forma, são necessárias alternativas para a produção das embalagens biodegradáveis em substituição as embalagens sintéticas.

Uma alternativa que foi levantada pela Revista Atlas, em relação ao uso de bioplástico, é a substituição das matérias primas utilizadas na produção de plásticos sintéticos, pelo uso de *commodities* agrícolas como matéria prima. Ao analisar, essa substituição pode parecer pouco problemática, porém se for considerado o crescimento previsto para produção de plástico em relação ao uso de terra arável, é nítido que a pressão sobre a atual área cultivada aumentará ainda mais. As consequências levam à escassez de água, extinção de espécies, à desertificação e à perda de habitat natural. Dessa forma, expandir o cultivo de produtos agrícolas para uso como matéria-prima para produzir embalagens biodegradáveis, não é uma opção viável (STIFTUNG, 2020).

Por outro lado, é possível se pensar na utilização de matérias-primas renováveis para a fabricação de embalagens sem a necessidade de se aumentar as áreas produtivas de alimentos, principalmente quando são observados os resíduos gerados pelas cadeias produtivas dos alimentos. Estima-se que 30% dos alimentos produzidos para consumo humano em todo o mundo são perdidos ou desperdiçados em algum ponto da cadeia de abastecimento alimentar. O desperdício de alimentos ocorre tipicamente, mas não exclusivamente, nos níveis de varejo e consumidor, ao passo que a perda de alimentos ocorre nos estágios iniciais da cadeia de abastecimento de alimentos, pós-colheita e processamento. A perda e o desperdício de alimentos têm impactos negativos significativos na segurança alimentar, na economia e no meio ambiente (BAYSAL; ÜLKÜ, 2021). Hoje, a indústria de alimentos é marcada pelo alto volume de resíduos produzidos. A literatura tem discutido o problema dos resíduos gerados pela indústria de alimentos e a possibilidade de reutilizá-los não apenas para ração animal ou fertilização orgânica, que são produtos com menor valor agregado, mas também como matéria-prima para novos produtos alimentícios (FERREIRA *et al.*, 2015).

Os resíduos do processamento de alimentos podem ser líquidos, sólidos ou gasosos e sua composição reflete tanto as matérias-primas quanto a tecnologia de processamento utilizada. A quantidade e a qualidade dos resíduos gerados na indústria de alimentos variam amplamente e podem representar quase a metade do peso das matérias-primas originais. Os

resíduos são geralmente biodegradáveis e compreendem principalmente carboidratos e outros polímeros naturais, proteínas, gorduras, compostos fenólicos e outros. Esses componentes presentes nos resíduos possuem potencial para produção de filmes biodegradáveis, que são produtos de alto valor agregado e amigos do meio ambiente, por se degradarem de forma natural (BHARGAVA et al., 2020; ZAROR, 1992).

Diante do exposto, este trabalho propõe uma revisão bibliográfica, por meio do levantamento dos principais resíduos de diversos setores da indústria de alimentos e suas estratégias de aproveitamento para a produção de embalagens biodegradáveis. Assim, coprodutos que geralmente são descartados podem ser transformados e comercializados como produtos de alto valor agregado, aumentando o lucro para o setor industrial e reduzindo os danos ao meio ambiente. Os setores das indústrias que serão discutidos para o aproveitamento dos resíduos, incluem indústrias agrícolas, de frutas, vegetais, de bebidas e de animais. A partir destes, são discutidas diversas possibilidades de aplicação e desenvolvimento de embalagens e biomateriais com potencial de utilização em alimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Realizar o levantamento bibliográfico sobre o potencial de coprodutos de diversas categorias de indústrias de alimentos e seu uso na elaboração de biomateriais para embalagens.

2.2 Específicos

- Diagnosticar o cenário de produção dos resíduos e disponibilidade para uso;
- Apurar quais são os setores industriais com quantidade de resíduos mais representativos;
- Elucidar dentre os resíduos estudados quais são os compostos de interesse;
- Conceituar a obtenção e produção de embalagens com biomateriais a partir dos resíduos, com ênfase nas suas propriedades e caracterização;
- Demonstrar as aplicações dos biomateriais a partir dos resíduos na elaboração de: embalagens ativas, inteligentes, biodegradáveis, coberturas comestíveis, filmes compostos e outras.

3 METODOLOGIA

O trabalho consiste em um levantamento bibliográfico, realizado pelo Portal de Periódicos CAPES/MEC, utilizando o acesso a Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). O objetivo foi encontrar estudos sobre o aproveitamento de resíduos das indústrias de alimentos para produção de embalagens biodegradáveis. Sendo assim, foram realizadas pesquisas, tendo como base, livros, artigos e sites priorizando os artigos publicados nos últimos cinco anos. No entanto, os artigos com data de publicação anterior a esse período, julgados relevantes para fundamentação das informações também foram considerados.

As pesquisas foram realizadas em plataformas de busca online, fundamentado em um padrão de busca, com auxílio de palavras-chave como “embalagens biodegradáveis”, “resíduos da indústria de alimentos”, “aproveitamento de resíduos”. Os termos foram alterados para o idioma inglês, para maior abrangência da pesquisa, devido aos sites serem em sua maioria internacionais. Para tal, foram escolhidas as seguintes plataformas de dados científicos conforme sua relevância, qualidade e vasta disponibilidade de trabalhos, relacionadas abaixo:

- Wiley Online Library
- Science Direct
- Taylor & Francis Online
- Institute of food science + technology
- ACS Publications
- Food Science and Technology Abstracts
- Royal Society of Chemistry
- Scielo
- PubMed
- Outras

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Resíduos da indústria de alimentos e biodisponibilidade

Os resíduos da indústria de alimentos possuem ampla biodisponibilidade, e quanto a sua composição alta diversidade. Sendo assim, nesta seção serão descritos os resíduos das indústrias de alimentos, com suas composições e substâncias de interesse. As indústrias alimentícias foram divididas em relação aos principais setores de produção, sendo: resíduos da agricultura, resíduos das indústrias de frutas e vegetais, resíduos da indústria de bebidas e resíduos da indústria animal.

4.1.1 Resíduos da agricultura

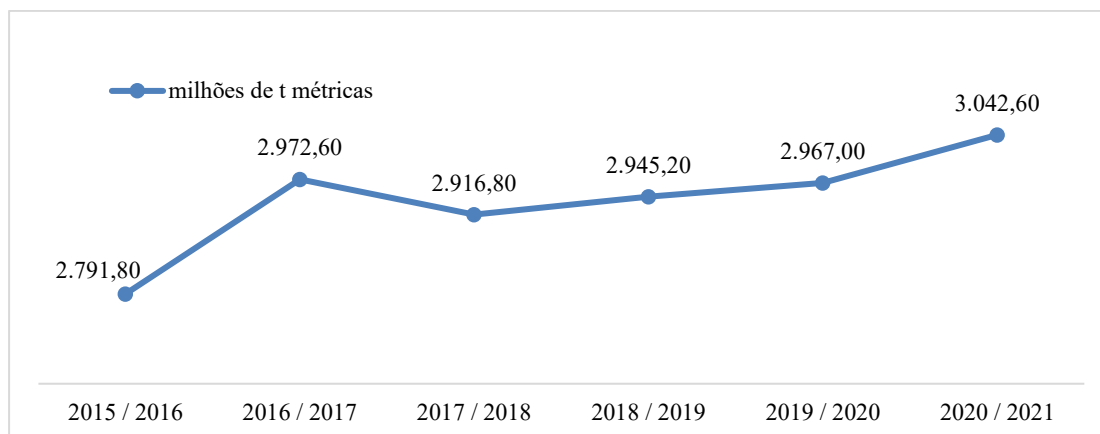
Os resíduos agrícolas (RAs) são gerados no campo por meio das atividades de colheita das produções agrícolas e possuem potencial para utilização como subprodutos agrícolas. Porém, deve-se ter cautela na sua retirada, pois em sua maioria promovem benefícios à terra de plantio, retendo a umidade, protegendo o solo e restaurando os níveis de nutrientes (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2014)

A biomassa agrícola são os materiais orgânicos produzidos como subprodutos das atividades agrícolas, sendo esse tipo de biomassa com maior abundância na natureza (DUNGANI *et al.*, 2017). As cascas (LI *et al.*, 2020), folhas, caules (GONZALO *et al.*, 2017), palhas (BIAN *et al.*, 2019), bagaços (CRIZEL *et al.*, 2018) e sementes (MOHAN *et al.*, 2016), são alguns desses materiais que se tornam subprodutos agrícolas.

O uso dos resíduos agrícolas ocorre devido a quantidade consideravelmente elevada, gerada nas plantações. Essa quantificação é feita por meio de um percentual entre a quantidade plantada por hectare e a quantidade aproveitável após a colheita (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2014; NOGUEIRA; LORA, 2002).

Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, ocorreu um crescimento significativo na produção agrícola mundial nas safras de 2015 / 2016 até as projeções para 2020 / 2021, que podem ser vistas no gráfico a seguir. Devido a esse aumento na produção, espera-se um aumento na geração dos resíduos agrícolas (SEAPA-MG, 2021).

Gráfico 1- Perfil mundial da produção agrícola - Grãos



Fonte: Modificado de: SEAPA-MG, 2021

Ao analisar a produção agrícola brasileira, no ano de 2017, por meio dos resultados encontrados na literatura, apontam que aproximadamente 53% de resíduos foram gerados em relação ao total produzido (EPE, 2019). Essa grande quantidade de resíduos deve ser aproveitada de alguma forma. Além de ser deixada nos solos agrícolas, também pode ser feito um processo simples de compostagem no próprio imóvel rural. Por outro lado, em grandes volumes de biomassa podem ser realizados processos produtivos que promovam uma maior diversidade para o produto final, como bioenergia, bioplásticos, produtos químicos, papel, celulose e ração animal (TORRES; TARIFA, 2012).

A utilização dos resíduos agrícolas para produção de embalagens biodegradáveis se justifica não só pelo respeito ao meio ambiente, mas também em relação ao baixo custo, baixa emissão de carbono e por serem de fontes não petrolíferas (ELHUSSIENY et al., 2020).

Os materiais plásticos sintéticos que são de fontes petrolíferas resultarão em sérias ameaças ambientais em todo o mundo. Os consumidores estão mais exigentes e cientes em relação aos possíveis danos ao meio ambiente, o que gera uma busca por alternativas. Sendo assim, os materiais provenientes de recursos renováveis e abundantes, como os resíduos agrícolas, que possuem polímeros em sua biomassa, sendo chamados de biopolímeros, estão se tornando mais atrativos na produção de embalagens, por serem considerados sustentáveis (DASH et al., 2019; RAMESH; RADHAKRISHNAN, 2019; URBINA et al., 2019).

As indústrias que produzem papel e celulose, na busca por medidas sustentáveis a fim de reduzir o impacto negativo no uso de recursos de madeira, procuram alternativas que supram essa necessidade e sejam economicamente viáveis. Os RAs são matérias primas de baixo custo com alto teor de celulose, em que por exemplo, resíduos como a folha de abacaxi, o bagaço, o caule de milho, a palha de trigo e o arroz podem alcançar um conteúdo de celulose de até 82%

da sua composição, sendo um grande atrativo para o seu uso, principalmente em países com grande produção agrícola (BIAN et al., 2019; RATTANAWONGKUN et al., 2020).

Na Tabela 1 é mostrado o levantamento bibliográfico, realizado para a indústria agrícola, de estudos com o aproveitamento dos resíduos desse setor para produção de embalagens biodegradáveis. Sendo assim, é descrito na Tabela 1, o tipo de biomassa utilizada para produção da embalagem, qual resíduo é aproveitado com a sua composição e o tipo de embalagem que foi produzida.

Os resíduos agrícolas mais citados, na Tabela 1, foram arroz, milho e trigo. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o arroz, milho e trigo possuem as maiores culturas cerealíferas do mundo (WANDER; SILVA, 2014), justificando o maior número de estudos, dessa forma, o panorama dessas culturas cerealíferas será abordado nos itens posteriores.

Tabela 1 – Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2021 com aproveitamento dos resíduos da indústria de agricultura, para produção de embalagens biodegradáveis.

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Celulósica	Celulose / Hemicelulose / lignina	Caule da bananeira / folha do abacaxi / palha do arroz	Embalagem biodegradável	(RATTANAWONGKUN et al., 2020)
Compósitos de epóxi / carbono-sílica	Celulose / Hemicelulose / lignina	Casca de arroz	Embalagens eletrônicas	(HSIEH et al., 2017)
Carboximetilcelulose / Nanocristais de celulose	Celulose / Hemicelulose / lignina	Casca de ervilha	Filme composto	(LI et al., 2020)
Quitosana	Celulose / Nanocelulose / Fibra	Resíduos de camarão e palha de arroz	Filmes compostos	(ELHUSSIENY et al., 2020)
Amido-pectina-óxido de titânio (tio 2 - nps)	Amido / Pectina	Batata-doce e casca de limão	Filme comestível	(DASH et al., 2019)
Álcool polivinílico / Nanopartículas de celulose / óleo de semente de erva-doce	Nanopartículas de celulose	Casca de batata	Embalagem ativa	(RAMESH; RADHAKRISHNAN, 2019)
Cianogênio / Amilose	Cianogênio / Amilose	Resíduos de mandioca amarga	Embalagem biodegradável	(TUMWESIGYE; OLIVEIRA; GALLAGHER, 2016)
Fibra	Celulose / Lignina / Cinzas	Casca de arroz	Papelão	(JEETAH; GOLAU; BUDDYNAUTH, 2015)
Celulose	A-celulose / hemicelulose / lignina / holocelulose / cinzas	Palha de milho, sabugo de milho, broto de videira e poda de mirtilo	Embalagem biodegradável	(BRIONES et al., 2015)
Fibras lignocelulósicas	Celulose / Hemicelulose / lignina	Palha de trigo, fermentação de grãos usados e moinhos de azeite	Embalagens biodegradável	(BERTHET et al., 2015b)
Polietileno de baixa densidade reciclado (R-LDPE)	Fibra / Lignina / Proteínas / Glucano sem amido	Fibras de casca de milho	Filmes compostos	(YOUSSEF; EL-GENDY; KAMEL, 2015)
Fibras de palha de trigo / PHBV	Celulose / Hemicelulose / Lignina	Palha de trigo	Filmes compostos	(BERTHET et al., 2015a)
Celulósica	Holocelulose / α -Celulose / Hemicelulose / Lignina / Cinzas	Hastes de aspargos, favas, quiabo, pimentão e malegueta / Caules de ervilhas	Papel	(GONZALO et al., 2017)
Amido	Amido / Fibra bruta / Cinzas / Proteínas	Semente de tamarindo	Filme comestível	(MOHAN et al., 2018)

Continua...

Conclusão (Tabela 1 - Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2021 com aproveitamento dos resíduos da indústria de agricultura, para produção de embalagens biodegradáveis)

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Quitosana	Fibra / Pectina / Compostos fenólicos	Bagaço de azeitona (fornecido da extração do óleo)	Embalagem ativa	(CRIZEL et al., 2018)
Nanofibrilas de celulose	Celulose / Hemicelulose / Lignina / Pectina	Palha de trigo	Embalagem biodegradável	(YANG; BAI; WANG, 2018)
Montmorilonita argila-álcool polivinílico	Celulose, hemicelulose, lignina e sílica	Palha de arroz	Embalagem biocompósito comestível	(PERUMAL et al., 2018)
Polipropileno e polietileno	Hemicelulose / Lignina	Palha de trigo	Filme biocompósito	(DIXIT; YADAV, 2019)
Celulose	Lignina / Celulose / Hemicelulose / Amido / Proteínas / Lípidios	Farinha de resíduos de frutas e vegetais	Embalagem biodegradável	(BRITO et al., 2019)
Pectina comercial	Amido / Celulose / Hemicelulose / Lignina	Farinha de milho e de arroz / casca de laranja / muesli / pó de beterraba	Filmes comestíveis	(SUCHETA et al., 2019)
Amido de banana	Celulose / Hemicelulose / Lignina	Eixo do cacho da banana deixada no solo	Embalagem biodegradável	(GARCÍA-RAMÓN et al., 2021)

Fonte: Autoria própria, 2021.

4.1.1.1 Arroz

A preferência no consumo diário do arroz é reconhecida na dieta alimentar brasileira, principalmente pelas classes socioeconômicas menos favorecidas (WANDER; SILVA, 2014). O grão de arroz é constituído por endosperma, casca, germe e película (BASSINELLO; CASTRO, 2004). A casca de arroz (também conhecida como palha de arroz) é um dos principais resíduos agrícolas, o arroz possui uma produção mundial de 700 milhões de toneladas de arroz, em que na produção gera mais de 22% de casca (UGHEOKE; MAMAT, 2012).

Cerca de 80-83 % em peso em base seca da casca, são componentes orgânicos que possuem celulose em abundância, hemicelulose, lignina e outra matéria orgânica. Os componentes menores presentes na casca incluem sílica e outros vestígios de impurezas, como óxidos alcalinos, cloreto, metais alcalinoterrosos e alumínio (BILO et al., 2018; GHOSH, 2013; HSIEH et al., 2017). Dessa forma, a composição da casca de arroz, além de possuir majoritariamente compostos que podem ser utilizados como biomassa para filmes biodegradáveis, sendo eles, a celulose, hemicelulose e lignina, também possui os compostos presentes em menor escala, mas que também podem ser utilizados nas embalagens, como a sílica.

Algumas das vantagens sociais e econômicas de se usar a casca de arroz são: a diminuição na saída da moeda estrangeira, por não necessitar importar matérias-primas; as vendas dos resíduos agrícolas promovem o fornecimento de uma maior receita para os agricultores que possuem poucas oportunidades de renda alternativa. Além disso, ainda é fornecido emprego para mão de obra rural. Como a matéria-prima se renova anualmente e em abundância, não promove danos significantes no equilíbrio ecológico (JEETAH; GOLAU; BUDDYNAUTH, 2015).

4.1.1.2 Milho

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, a produção mundial do milho na safra de 2019/2020 ficou em torno de 1,1 bilhão de toneladas, liderada pelos Estados Unidos, seguida da China e do Brasil (GUTH, 2019). A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, com a produção de filmes e embalagens biodegradáveis. Sendo assim, o milho pode estar presente na produção de alimentos, ração animal e produtos industriais (PAES, 2006; RUAN et al., 2019).

Os grãos de milho são, geralmente, amarelos ou brancos, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho. A sua formação é composta por quatro estruturas físicas: gérmen, endosperma, pericarpo (casca) e ponta, as quais diferem em composição química e também na organização dentro do grão. No geral, sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras e 4% de lipídios (PAES, 2006).

Durante a colheita e processamento do milho, grandes quantidades de subprodutos, como germe de milho, sabugo de milho, palha de milho, grãos secos de destilaria de milho com solúveis, solúveis de destilaria condensada e águas residuais de processamento são geradas. Entre esses subprodutos, os que são provenientes da colheita são a palha e o sabugo ou espiga de milho (RUAN et al., 2019).

Os caules, folhas e cascas que permanecem no campo após a colheita são a palha do milho, que é composto principalmente de celulose, hemicelulose e ligninas. Uma parte dessa palha pode ser deixada no próprio solo, para manter a produção do solo em atividade. O restante costuma ser utilizado como ração animal para ruminantes e cama de gado (RUAN et al., 2019).

Na produção anual do milho o seu índice de colheita varia entre 47 a 56% e o restante é a palha, sendo produzida aproximadamente em torno de 1 kg seco por quilo seco de grão de milho. Dessa forma, a produção mundial da palha de milho está em torno de 1 bilhão de toneladas (RUAN et al., 2019). A valorização da biomassa lignocelulósica naturalmente abundante e renovável que contém mais de 50% em peso de carboidratos é considerada uma fonte rica de matéria-prima para um futuro sustentável e de uma economia de base biológica (LI et al., 2017; ZHANG; SONG; HAN, 2017).

A espiga de milho é o núcleo cilíndrico que contém os grãos de milho. Semelhantemente à palha de milho, o sabugo contém celulose, hemicelulose e lignina. Porém, o teor de lignina é bem menor no sabugo quando comparado à palha de milho, enquanto o teor de celulose está presente em concentração maior no sabugo. Infelizmente poucas espigas estão sendo usadas para produzir produtos de alto valor agregado, a maioria dos quais são descartados como lixo ou como combustíveis de baixo grau (CAO et al., 2004; RUAN et al., 2019; WACHIRAPAKORN et al., 2016). Portanto, estudos com a utilização das espigas de milho para produção de produtos de alto valor agregado, como embalagens biodegradáveis são de extrema importância para uma economia circular.

4.1.1.3 Trigo

O CONAB realizou um acompanhamento da safra brasileira de grãos, na safra de

2020/21, com uma estimativa de safra segundo o levantamento de 7.688,7 milhões de toneladas de trigo (CONAB, 2021). O Brasil permanece na 16ª posição do ranking dos maiores produtores mundiais e segundo o USDA sua produção é cerca de 5,2 milhões de toneladas (SOUZA, 2020).

A produção elevada do trigo é devido ao seu consumo em larga escala, por ser uma matéria-prima que pode ser utilizada de forma ampla para elaboração de alimentos que são consumidos diariamente, como biscoitos, pães, bolos e massa (SCHEUER et al., 2011). Os grãos de trigo são ricos em carboidratos fermentáveis tais como fibras alimentares, amido resistente e oligossacarídeos. Sua estrutura é constituída pelo pericarpo, endosperma e gérmen (CONAB, 2017).

O principal resíduo agrícola gerado na produção do trigo é a palha do trigo que é produzida em abundância em todo mundo, além de ser uma fonte abundante e barata, é facilmente disponível na forma de biomassa lignocelulósica. Desse resíduo agrícola, apenas uma pequena quantidade é reservada para alimentação animal ou como combustível doméstico e grande parte da palha é queimada no campo, gerando poluição ambiental (SAIN; PANTHAPULAKKAL, 2006; XU; SUN; WANG, 2019).

A composição química da palha de trigo é composta por celulose, hemicelulose, lignina e cinzas (CANILHA, 2002; DIXIT; YADAV, 2020). Por ser um material com uma ótima composição química deve ser aproveitado para produção de novos materiais, como embalagens biodegradáveis, sendo assim estudos tem sido desenvolvido com o aproveitamento desse resíduo.

4.1.2 Resíduos das indústrias de frutas e vegetais

O levantamento bibliográfico, para os resíduos das indústrias de frutas e vegetais, é mostrado na Tabela 2, em que foram selecionados estudos com desenvolvimento de embalagens biodegradáveis por meio do aproveitamento desses resíduos. Retirou-se os seguintes dados dos estudos: tipo de biomassa do filme, o resíduo do alimento aproveitado com sua composição e o tipo de embalagem produzida.

Na mesma tabela, observou-se que os estudos encontrados mostraram uma diversidade de resíduos utilizados para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis. Esses estudos não tiveram um padrão ou uma tendência de pesquisa para alguns resíduos em específico, como foi o caso dos resíduos da agricultura.

Os resíduos da indústria de vegetais e frutas são as perdas que ocorrem durante o processamento desses alimentos para se produzir um novo produto. Segundo a FAO, um dos

fatores que promovem essas perdas é devido a habilidades, conhecimento e capacidade de gestão insuficientes dos atores da cadeia de abastecimento, causando uma diminuição da massa ou do valor nutricional do alimento utilizado como matéria-prima no processamento industrial (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2013).

No processo industrial ocorre a retirada das camadas externas e extremidades das frutas e vegetais, por meio de operações unitárias adequadas como por exemplo, prensagem, lavagem e descascamento. Esses resíduos retirados compreendem essencialmente cascas, sementes, caules, bagaços e polpas quebradas que ainda contêm grandes quantidades de moléculas bioativas e biopolímeros, resultando em uma perda nutricional considerável (AYALA-ZAVALA et al., 2010; BRITO et al., 2019; FERREIRA et al., 2015; SOUSA et al., 2011).

As frutas e vegetais são responsáveis por 45% de todo o resíduo alimentar produzido no mundo, possuindo um índice de desperdício entre 30 e 50% ao longo da cadeia produtiva (CEDES, 2018). Em âmbito mundial as frutas que possuem maior produção são bananas, melancias, maçãs, uvas e laranjas, respectivamente. No Brasil predominam laranja, banana, abacaxi, melancia e uva, ocorrendo a substituição da maçã pelo abacaxi (ANDRADE, 2020).

Essas frutas serão explicadas a seguir, logo depois são explicadas as frutas e vegetais presentes nos estudos da Tabela 2 que possuem resíduos em potencial para produção de embalagens biodegradáveis.

Tabela 2 – Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2022 com aproveitamento dos resíduos da indústria de frutas e vegetais, para produção de embalagens biodegradáveis

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Filmes de amido utilizando glicerol como plastificante	Compostos fenólicos / antocianinas	Extrato de couve roxa (RCE) e soro de leite doce	Embalagem ativa	(SANCHES et al., 2021)
Bicamada de gelatina de peixe / polietileno	Polifenóis	Pós de casca de romã (PMG), mamão (PPY) e jaca (JF)	Embalagem ativa	(HANANI et al., 2018)
Quitosana	Polifenóis	Extratos de bagaço de mirtilo e amora-preta	Filmes inteligentes	(KUREK et al., 2018)
Poli (álcool vinílico- co- etileno)	Celulose / Hemicelulose / Lignina	Planta de tomate pós-colheita	Filmes compostos	(NISTICÒ et al., 2017)
Amido de pinhão / pectina cítrica	Carboidratos / Lipídios / Proteínas / Compostos fenólicos	Farinha de casca de feijoa	Embalagem ativa e composta	(SGANZERLA et al., 2020)
Goma gelana	Celulose / Hemicelulose / Lignina / Cinzas	Resíduo de café em pergaminho	Embalagem ativa	(MIRÓN-MÉRIDA et al., 2019)
Quitosana	Compostos fenólicos / ácido ascórbico / alina	Extrato de raiz de cebolinha chinesa	Embalagem ativa	(RIAZ et al., 2020)
Quitosana e com tio 2 nanométrico	Compostos fenólicos	Bagaço de maçã vermelha	Embalagem ativa e multifuncional	(LAN et al., 2021)
Quitosana	Polifenóis	Casca de maçã	Embalagem ativa	(RIAZ et al., 2018)
Amido	Compostos fenólicos	Resíduo de mirtilo	Embalagem inteligente	(ANDRETTA et al., 2019)
Pectina	Compostos fenólicos	Carum copticum	Embalagem ativa	(CHAVOSHIZADEH; PIRSA; MOHTARAMI, 2020)
Amido de milho	Antocianinas	Tegumento de feijão preto e repolho roxo	Embalagem inteligente	(PRIETTO et al., 2017)
Quitosana / amido de milho	Compostos fenólicos	Repolho roxo	Embalagem inteligente	(PEREIRA et al., 2015)
Proteína de soja	Polifenóis e proteínas	Soja e taninos	Embalagem biodegradável	(WANG; WANG, 2017)
Carboidratos	Carboidratos / Fibra / Proteínas	Resíduos de salada minimamente processados	Embalagem biodegradável	(PLAZZOTTA; CALLIGARIS; MANZOCCO, 2018)
Celulose	Celulose / Fibras	Resíduos da cenoura	Filmes compostos	(OTONI et al., 2018)
Gelatina de peixe	Compostos fenólicos / flavonoides / fibras	Cascas de manga	Embalagem ativa	(ADILAH et al., 2018)

Continua...

Continuação (Tabela 2 - Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2022 com aproveitamento dos resíduos da indústria de frutas e vegetais, para produção de embalagens biodegradáveis)

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Quitosana	Ácido oleico / Ácido linoleico	Caroço de damasco	Embalagem ativa	(PRIYADARSHI et al., 2018)
Carboidratos	Carboidratos / Gordura / Proteínas	Sementes e cascas de abóboras	Filmes compostos	(LALNUNTHARI et al., 2019)
Proteínas	Gordura / Carboidrato	Extrato de caroço de manga	Embalagem ativa	(ADILAH; JAMILAH; HANANI, 2018)
K-carragenina	Compostos fenólicos	Amora	Embalagem ativa	(LIU et al., 2019)
Pectina da casca de melancia	Pectina / Compostos fenólicos	Casca de melancia e de kiwi	Filme biodegradável	(HAN; SONG, 2021)
Pectina	Pectina / ácido galacturônico	Casca de manga	Filme comestível	(CHAIWARIT et al., 2020)
Pectina	Pectina	Casca de abacaxi	Filmes comestíveis	(RODSAMRAN; SOTHORNVIT, 2019a)
Pectina e água de coco	Pectina	Casca de limão	Filme bioativo	(RODSAMRAN; SOTHORNVIT, 2019b)
Celulose	Lignina / Celulose / Hemicelulose / Amido / Proteínas / Lipídios	Farinha de resíduos de frutas e vegetais	Filme biodegradável	(BRITO et al., 2019)
Gelatina de peixe	Compostos fenólicos	Casca de romã, resíduo da produção de suco de romã	Embalagem ativa	(HANANI; YEE; NOR-KHAIZURA, 2019)
Proteína de feijão mungo	Compostos fenólicos	Casca de romã, resíduo da produção de suco de romã	Embalagem ativa	(MOGHADAM et al., 2020)
Alginato, carboximetilcelulose e carragenina	Compostos fenólicos	Semente de toranja	Embalagem ativa	(SHANKAR; RHIM, 2018)
Quitosana	Compostos fenólicos	Semente de toranja	Filmes compostos	(TAN et al., 2015)
Amido de mandioca	Compostos fenólicos	Bagaço de maçã	Embalagem ativa	(CARPES et al., 2021)
Amido de milho	Compostos fenólicos	Casca de banana	Embalagem ativa	(SILVA et al., 2020)
Quitosana	Compostos fenólicos	Casca de banana	Embalagem ativa / Filmes compostos	(ZHANG; LI; JIANG, 2020)

Continua...

Continuação (Tabela 3 - Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2022 com aproveitamento dos resíduos da indústria de frutas e vegetais, para produção de embalagens biodegradáveis)

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Amido da banana	Amido, proteínas, lipídios, minerais e vitaminas	Farinha de banana	Embalagem comestível	(SALAZAR et al., 2022)
Amido de milho	Fibras	Casca de banana	Embalagem comestível	(ARQUELAU et al., 2019)
Nanocápsulas de licopeno	Amido	Amido da mandioca	Filmes biodegradáveis	(ASSIS et al., 2017)
Fibra	Fibra	Resíduos da cenoura	Filmes ativo	(IAHNKE et al., 2015)
Quitosana	Fibra (celulose / hemicelulose/lignina)	Resíduos da cenoura	Filmes biodegradáveis	(SOGUT; CAKMAK, 2020)
Fibra	Celulose nanofibrilada (NFC) e celulose nanocristalina	Polpa de cenoura	Filmes biodegradáveis	(RAJINIPRIYA et al., 2018)
Alginato de sódio	Compostos fenólicos	Extratos de casca de cebola roxa	Embalagem ativa	(SANTOS et al., 2021b)
Funoran	Compostos fenólicos	Extrato de casca de cebola amarela	Embalagem ativa	(JU; SONG, 2020)
Casca de cebola	Celulose / Hemiceluloses / Pectina	Casca de cebola	Filmes biodegradáveis	(DIAS et al., 2020)
Amido	Amido / Carboidratos	Resíduo de amido de mandioca	Filmes biodegradáveis	(LUCHESE; RODRIGUES; TESSARO, 2021)
Amido de mandioca	Nanofibras de lignocelulose	Bagaço de mandioca	Filmes biodegradáveis	(TRAVALINI et al., 2019)
Amido de mandioca	Compostos fenólicos	Pó de beterraba subproduto da indústria	Filmes biodegradáveis	(GONZÁLEZ et al., 2020)
Amido	Amido	Seda degomada da mandioca	Filmes biodegradáveis	(HUANG et al., 2020)
Amido de mandioca	Compostos fenólicos / Hemicelulose / Lignina	Casca de café	Filmes biodegradáveis	(BIGLIARDI; TORO; CHIRALT, 2019a)
Álcool poli vinílico	Celulose / Hemicelulose / Lignina / Cinzas	Polpa de beterraba resíduos da indústria de açúcar	Filmes biodegradáveis	(SHEN; GHASEMLOU; KAMDEM, 2015)
Cápsulas de gelatina nutracêutica	Celulose / Hemicelulose / Lignina / Cinzas / Fibras / Compostos fenólicos	Raiz de beterraba minimamente processados	Embalagem ativa	(IAHNKE et al., 2016)

Continua...

Conclusão (Tabela 4 - Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2022 com aproveitamento dos resíduos da indústria de frutas e vegetais, para produção de embalagens biodegradáveis)

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Amido da indústria de batata	Celulose, polissacarídeos hemicelulósicos, lignina, proteínas, lipídios e cinzas	Cafê prateado: Resíduos da indústria de torrefação de café	Embalagem ativa	(OLIVEIRA et al., 2020)
Quitosana	Compostos fenólicos / Celulose / Hemicelulose / Lignina	Resíduos de folha e bagaço de oliva (azeitona)	Embalagem ativa	(KHALIFA et al., 2017)
Extrato de oliveira e torta	Celulose / Hemiceluloses / Lignina	Subprodutos do processamento da azeitona	Embalagem ativa	(MOUDACHE et al., 2016)
Gelatina de peixe	Celulose / Hemiceluloses / Lignina	Folha de oliveira (azeitona)	Filmes comestíveis e ativos	(ALBERTOS et al., 2017)
Quitosana	Celulose / Hemiceluloses / Lignina	Extratos de resíduos de oliva (azeitona)	Filmes comestíveis	(KHALIFA et al., 2016)
Farinha de banana	Betalaínas	Farinha de beterraba	Filmes comestíveis	(GUTIÉRREZ et al., 2016)

Fonte: Autoria própria, 2021.

4.1.2.1 Banana

A banana é uma das frutas mais populares e altamente cultivadas, sendo a principal fruta comercializada, em valor e volume (AHMAD; DANISH, 2018; SEBRAE, 2017). A banana em sua maioria é consumida *in natura*, mas pode ser utilizada para produção de diversos produtos. Na indústria de processamento da banana pode-se produzir purê da banana, banana-passa, chips, flocos e bananada. Em menor escala também se produz doces, frutas em calda, fruta cristalizada, farinha e suco clarificado simples ou concentrado. Outra possibilidade é a utilização da banana como ingredientes no processamento de outros alimentos, devido a procura de alimentos mais naturais ou orgânicos, como em formulações de tortas, bolos, sorvetes, iogurtes e cereais (FOLEGATTI; MATSUURA, 2004; SEBRAE, 2017; VU; SCARLETT; VUONG, 2018).

A casca da banana é um resíduo gerado não só industrialmente, mas também na forma domiciliar, sendo o principal resíduo da banana, representando 35% do peso total do fruto (VU; SCARLETT; VUONG, 2017). A composição das cascas de bananas é caracterizada pela presença de carboidratos como celulose, hemicelulose, lignina e compostos fenólicos como pectina (DMOCHOWSKA et al., 2020). Dessa forma, é possível ressaltar que vários autores já propuseram diferentes valorizações para a casca da banana, como a produção de metano, em que as cascas possuem taxas mais altas que a maioria dos resíduos de frutas (GUNASEELAN, 2004, 2007). Além disso, pode-se produzir álcool (HAMMOND et al., 1996; TEWARI; MARWAHA; RUPAL, 1986), adsorventes para purificação de água (ANNADURAI; JUANG; LEE, 2002) e como biomassa (ESSIEN; AKPAN; ESSIEN, 2005). No levantamento bibliográfico (Tabela 2), observa-se que as utilizações da casca não foram como biomassa e sim como um complemento ao filme biodegradável, permitindo a produção de filmes ativos e também filmes comestíveis, mostrando assim mais uma aplicação das cascas de bananas.

4.1.2.2 Melancia

Segundo o SEBRAE, a melancia é uma fruta cultivada há milhares de anos, sendo uma das maiores frutas conhecidas, e seu peso pode chegar a 20kg. Em relação ao seu consumo, tem basicamente como destino o mercado *in natura*. Pode ser utilizada como ingrediente na produção de outros alimentos como sorvetes e outras sobremesas e também como minimamente processada, mas no Brasil não há escala industrial para este segmento. Mesmo a melancia não sendo produzida em larga escala industrial, a geração de resíduos provocada no seu consumo é alta. A polpa da fruta representa 40% do peso total, enquanto a casca e as sementes os 60%

restantes da fruta. Sendo assim, pode-se dizer que mais da metade da fruta é descartada após o consumo (PERKINS-VEAZIE; COLLINS, 2004; SEBRAE, 2016a; ZIA et al., 2021).

Entre a cobertura externa verde e a polpa ou parte interna vermelha da melancia, está presente uma polpa branca que também faz parte da casca. Esta polpa é responsável por um terço da massa total do fruto, que geralmente é descartada. Na sua composição estão presentes gorduras, proteínas, fibras, carotenoides, cinzas e em maior quantidade, os carboidratos. Dentre os carboidratos estão presentes a celulose, hemicelulose, lignina e a pectina (AL-SAYED; AHMED, 2013; BHATTACHARJEE; DUTTA; SAXENA, 2020; ZIA et al., 2021).

4.1.2.3 Maçã

A maçã tem como principal destino o consumo fresco, mas também são realizados diversos tipos de processamento com essa fruta, como geleias, compotas, doces, vinhos, sucos, xaropes e vinagres (SEBRAE, 2016b). Segundo RABETAFIKA et al., os subprodutos gerados no processo industrial da maçã podem ser cascas, sementes e o bagaço, cuja composição pode variar de acordo com o processamento aplicado na fruta. O bagaço nas indústrias de suco, cidra e xarope são uma mistura de sementes, cascas e do próprio bagaço, essas misturas em sua maioria, são compostas por celulose, hemicelulose e lignina. Já nas indústrias de minimamente processados, geleias, compotas e tortas de maçã, a casca é retirada por peneiramento, sua composição em sua maioria é constituída por fibras, proteínas, lipídios e compostos bioativos (RABETAFIKA et al., 2014).

4.1.2.4 Uva e laranja

A uva e a laranja estão entre as frutas mais produzidas em âmbito mundial e nacional. O processamento industrial dessas frutas ocorre em maior escala nas indústrias de bebidas, por esse motivo os resíduos serão descritos no tópico de resíduos da indústria de bebidas (Seção 4.1.3.1).

4.1.2.5 Abacaxi

O abacaxi é uma fruta tropical, que pode ser consumida na forma *in natura* ou processada em novos produtos alimentícios (MOHD ALI et al., 2020). Segundo o SEBRAE, é utilizado na produção da fruta em calda (fatias ou pedaços) e suco pasteurizado (concentrado ou não), seguido pela produção de geleias. Os resíduos do processamento, constituem cerca de

45 a 55% da fruta e geralmente são utilizados na alimentação animal (NOR et al., 2015; SEBRAE, 2016c). Os subprodutos gerados no processamento industrial são a coroa, casca e o núcleo ou caroço. A composição da coroa e da casca é de celulose, hemicelulose, lignina, proteínas, lipídios, já o núcleo é composto por lipídios e proteínas (BANERJEE et al., 2018; RODA; LAMBRI, 2019). Além disso, na casca, coroa e no núcleo tem a presença da bromelaína e pectina, tornando esses resíduos fontes de matéria prima para produção de novos produtos (RODSAMRAN; SOTHORNVIT, 2019a). Porém, na Tabela 2 é encontrado apenas um estudo aproveitando a casca do abacaxi, para uso da pectina na produção do filme, sendo assim, é relevante citar que se aumentar o interesse e o número de estudos para esses resíduos, poderá ser feito um melhor aproveitamento dos mesmos.

4.1.2.6 Manga

A manga é uma fruta muito apreciada em todo o mundo, devido ao seu sabor, aroma e sua coloração atraente, com alto valor nutricional e funcional (DE SOUSA et al., 2021). O seu consumo pode ser na forma fresca ou na industrializada como sucos, compotas, polpas, doces, geleias, picles, vinho, vinagre e papinhas para bebês (JAHURUL et al., 2015). Um subproduto gerado no processamento é a casca, que possui compostos fenólicos, carotenoides, fibra alimentar, celulose, hemicelulose, lignina, lipídios e proteínas (AJILA; BHAT; PRASADA RAO, 2007; SOGI et al., 2013). Outro subproduto é o caroço da manga que possui compostos fenólicos em sua composição (ABDALLA et al., 2007; SOONG; BARLOW, 2006).

Na Tabela 2 pode ser visualizada que a quantidade de estudos para essa fruta é semelhante à quantidade de estudos desenvolvidos para as frutas mais produzidas no mundo, com exceção da banana. A manga possui uma geração de resíduos, caracterizada pelo auto rendimento obtido com a semente ou também chamada de caroço e a sua facilidade em obtenção das fibras. Sendo assim, aumenta a possibilidade de aplicação na produção de embalagens, dessa forma, mesmo não sendo uma das frutas mais produzidas, promove um aumento no desenvolvimento de estudos.

4.1.2.7 Batata

A batata é uma das hortaliças mais consumidas e está associada a um dos maiores setores de processamento de alimentos em todo o mundo, devido a mudança em seu consumo, da aquisição das batatas frescas para o consumo de produtos processados de valor agregado, como

batatas fritas, chips e purê (SABEENA FARVIN; GREJSEN; JACOBSEN, 2012; SAMPAIO et al., 2020). Além disso, a batata também é usada como matéria-prima para produzir a fécula da batata ou amido de batata, farinha e ingrediente de enlatados (PATHAK et al., 2018).

Nessas indústrias ocorre a geração de resíduos, sendo principalmente, composto pelas cascas de batatas, em que sua composição é um dos fatores que a torna um subproduto com valor agregado, por ser principalmente composta por amido, fibra alimentar e proteína (BEN JEDDOU et al., 2017). Sendo assim, devido a presença do amido, esse pode ser utilizado como matriz de filme biodegradável. Além disso, a casca de batata é uma fonte rica de compostos bioativos, devido a presença do alto teor de compostos fenólicos, podendo ser utilizada para aumentar a vida útil dos alimentos, quando adicionado ao filme biodegradável. Além disso, a casca de batata é uma fonte rica de compostos bioativos, devido a presença do alto teor de compostos fenólicos, podendo ser utilizada para aumentar a vida útil dos alimentos. Porém, tradicionalmente as cascas são usadas para produção de fertilizantes e ração animal que possuem baixo valor e durante esses processamentos os seus ricos nutrientes são perdidos (PATHAK et al., 2018).

4.1.2.8 Cenoura

A cenoura é um vegetal produzido mundialmente, sendo classificada entre as 10 principais culturas de vegetais do mundo, possuindo um alto consumo devido aos seus componentes nutricionais (PAPOUTSIS; EDELENBOS, 2021). As cenouras podem ser comercializadas frescas, minimamente processadas, na forma industrializada e como ingredientes para outros alimentos. Na forma processada, são produzidas em cubos secos e pós, onde estes últimos são ingredientes essenciais de vários produtos, como bolos, sucos de frutas, sopas e alimentos para bebês (GONG et al., 2019; KESER et al., 2020; ÖZBEK, 2021).

O uso das cenouras nos processos industriais tem aumentado e consequentemente a geração dos seus resíduos durante o seu processo também. O processamento da cenoura pode gerar resíduos como a cascas e também em caso de produção para obtenção de líquido, como suco, pode-se obter o bagaço que seria a massa triturada e prensada. Esse subprodutos normalmente são usados como ingredientes de ração animal. Porém, a composição desses resíduos, os tornam subprodutos de alto valor, pois são ricos em fibra, celulose, hemicelulose, lignina e pectina. Além disso, possuem a presença dos carotenoides como β -caroteno, essas características tornam esses resíduos como matéria prima para produção de embalagens ativas (HIRANVARACHAT; DEVAHASTIN, 2014; JAYESREE et al., 2021; SHARMA; KUMAR,

2017).

4.1.2.9 Cebola

A cebola é a segunda hortaliça mais cultivada em todo o mundo, geralmente há quatro variedades de cores de cebola (vermelha, roxa, amarela / marrom e branca) com sabores distintos (BAHRAM-PARVAR; LIM, 2018). A produção da cebola pode ocorrer na forma de bulbos frescos, cebolas desidratadas que são fornecidas como ingredientes a outras indústrias e as cebolas direcionadas para produção de óleo essencial. Além disso, a cebola é utilizada na forma de minimamente processados, sendo cortada em cubinhos, lascadas, fatiadas e também na forma de purê (WICZKOWSKI, 2018).

Ultimamente, tem havido um aumento na demanda por cebolas processadas, provocando um aumento na produção dos resíduos. Os principais resíduos gerados durante o processamento são cascas, raízes, escamas caruais externas e bulbos que possuem tamanho inferior, que estão doentes ou danificados. Os resíduos da cebola não são adequados para uso em fertilizantes orgânicos devido ao rápido desenvolvimento de agentes fitopatogênicos e nem para forragem por conta do aroma característico (BENÍTEZ et al., 2011; CAMPONE et al., 2018; WALDRON, 2001).

A composição dos resíduos do processamento da cebola possui a presença de fibras, compostos fenólicos, flavonoides e compostos minoritários, variando de acordo com o tipo de resíduo (BENÍTEZ et al., 2011). A utilização desses resíduos para o desenvolvimento de filmes biodegradáveis se torna uma opção altamente viável.

4.1.2.10. Mandioca

A mandioca pode ser utilizada na produção de minimamente processados como a mandioca pré-cozida congelada ou como chips. Outra forma de utilização são os produtos processados que incluem a farinha seca, fécula ou polvilho doce, goma de mandioca hidratada (massa de tapioca), farinha temperada e o polvilho azedo (SEBRAE, 2009; SENAR, 2018). Durante o processamento desses produtos ocorre a geração de resíduos que são a torta ou bagaço e a casca (OLAOYE et al., 2020).

O bagaço é o resíduo obtido da extração do amido, com aproximadamente 50% do amido residual, é um material fibroso com presença de celulose, hemicelulose e lignina (POLACHINI et al., 2016; TRAVALINI et al., 2019), a casca também é composta na sua

maioria por fibras (VILHALVA et al., 2011). Esses resíduos são utilizados em pequena escala para ração animal (OGHENEJOBOH et al., 2021), mesmo possuindo um potencial para produção de novos produtos.

Na Tabela 2 observa-se que a utilização desses resíduos na produção de embalagens, ocorre em uma menor escala, pois na sua maioria é utilizado o próprio amido da mandioca como biomassa do filme. Mas os resíduos desse processamento possuem compostos que os tornam um subproduto de interesse, então a utilização desses resíduos para produção de biofilme é uma alternativa altamente viável.

4.1.2.11. Azeitona

A produção da azeitona e da indústria do azeite aumentou, por ser um produto com considerado saudável. Consequentemente ocorreu um aumento na geração de resíduos durante o processamento, sendo eles as folhas de oliveira, o bagaço, as peles, os caroços e as águas residuais do processamento do azeite de oliva (GULLÓN et al., 2020).

As folhas de oliveira podem ser retiradas na agricultura, bem como na indústria durante a limpeza das azeitonas. A composição das folhas é caracterizada pela presença da celulose, hemicelulose, lignina e também proteínas brutas (DEL MAR CONTRERAS et al., 2019; GULLÓN et al., 2020; ROMERO-GARCÍA et al., 2014).

O bagaço é o principal subproduto gerado no processamento do azeite, com excelente fonte de compostos de alto valor agregado, como proteínas, fenóis, minerais e uma biomassa lignocelulósica (RODRIGUES; PIMENTEL; OLIVEIRA, 2015). A pele da azeitona é considerada uma fonte de oligossacarídeos, fenóis e ácido triterpênico (FERNANDEZ-PASTOR et al., 2017). Os caroços de azeitona são compostos em sua maioria por celulose, hemicelulose e lignina (ROMERO-GARCÍA et al., 2014). As águas residuais do processamento apresentam um alto teor de compostos fenólicos (LA SCALIA et al., 2017). A composição desses resíduos mostra a excelente oportunidade para utilizá-los como matéria prima para produção de novos produtos, como é o caso das embalagens biodegradáveis.

4.1.2.12. Beterraba

A beterraba é rica em açúcares e destaca-se como uma das hortaliças mais ricas em ferro, tanto na raiz quanto nas folhas (SEBRAE, 2007). Na indústria, a beterraba pode ser utilizada como matéria prima para produção de minimamente processado e do açúcar

(RAJAEIFAR et al., 2019; VITTI et al., 2004). Os resíduos gerados são cascas, folhas, polpas e raízes ricos em compostos bioativos como betalaína, fibras e minerais (RAVICHANDRAN et al., 2013; SUN; HUGHES, 1999). Esses resíduos possuem alta capacidade antioxidante e sua utilização como matéria prima para novos produtos é mínima, mesmo apresentando características nutricionais e funcionais vantajosas (GEORGIEV et al., 2010; IAHNKE et al., 2016; VULIĆ et al., 2012). Na literatura observa-se alguns estudos utilizando esses resíduos para produção de embalagens biodegradáveis, mostrados na Tabela 2.

4.1.3 Resíduos da indústria de bebidas

A indústria de bebidas pode ser dividida no setor de bebidas alcoólicas e não alcoólicas. A Tabela 3, apresenta estudos desenvolvidos para produção de embalagens biodegradáveis a partir de resíduos das indústrias de bebidas. É descrito nela o tipo de biomassa utilizado no filme, a bebida aproveitada com o seu resíduo, a composição do resíduo e o tipo de embalagem que foi produzido, para cada estudo selecionado.

Para as bebidas não alcoólicas, é possível visualizar na Tabela 3 a presença de estudos com produção de embalagens para o aproveitamento dos resíduos de bebidas como sucos, refrescos, café, chá e água de coco. As bebidas citadas serão abordadas com mais detalhes após a Tabela 3.

Segundo a Associação brasileira de bebidas (ABRABE), a produção de bebidas alcoólicas no Brasil é liderada pela cerveja, seguida da cachaça, bebidas destiladas e por fim o vinho (ABRABE, 2019). Porém, no levantamento bibliográfico (Tabela 3), encontrou-se estudos aproveitando apenas os resíduos da produção de cachaça. Mas, devido as composições dos resíduos dessas bebidas as tornarem potenciais para produção de novos produtos, será descrito após as bebidas não alcoólicas sobre a cachaça e algumas bebidas alcoólicas.

Tabela 3 – Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2022 com aproveitamento dos resíduos da indústria de bebidas, para produção de embalagens biodegradáveis.

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Amido de mandioca	Compostos fenólicos	Resíduos da indústria de suco de mirtilo	Filmes ativos	(LUCHESE et al., 2018b)
Amido de mandioca	Compostos fenólicos	Cascas de rambutan resíduos da indústria de suco	Filmes comestível	(CHOLLAKUP et al., 2020)
Amido de mandioca	Compostos fenólicos	Resíduos da indústria de suco de mirtilo	Filmes ativos	(LUCHESE et al., 2018a)
Amido da indústria de batata	Celulose, polissacarídeos hemicelulósicos, lignina, proteínas, lipídios e cinzas	Café prateado: Resíduos da indústria de torrefação de café	Embalagem ativa	(OLIVEIRA et al., 2020)
Galactomanana / celulose	Proteínas / lipídios / carboidratos	Pó de café gasto	Filmes biodegradáveis	(BATISTA et al., 2020)
Carboximetilcelulose	Ácidos clorogênicos	Biomassa residual do óleo de café verde prensado a frio	Filmes biodegradáveis	(VIDAL et al., 2022)
Celulose	Galactomananas	Galactomananas recuperadas de borra de café exaurida	Filmes biodegradáveis	(COELHO et al., 2020)
Amido / PLA	Fibras celulósicas	Casca de café	Filmes ativos	(BIGLIARDI; TORO; CHIRALT, 2019b)
Carboximetilcelulose	Compostos fenólicos: ácidos clorogênicos	Óleo de café verde e seus resíduos	Filmes ativos	(VIDAL et al., 2020)
Pectina	Holocelulose / Hemicelulose / Celulose / Lignina / Cinzas	Pó de café gasto	Filmes biodegradáveis	(HAN; SONG, 2021)
Carboximetilcelulose	Polissacarídeos e compostos fenólicos	Borra de café gasta	Filmes comestível	(BALLESTEROS et al., 2018)
Blends de quitosana	Pectina / ácido galacturônico / cinzas	Casca de laranja e siri azul	Filmes compostos	(BARON et al., 2017)
Gelatina de peixe e pectina	Proteínas / Carboidratos e cinzas	Casca de laranja (Citrus sinensis)	Embalagem ativa	(JRIDI et al., 2020)
Amido de mandioca	Compostos fenólicos	Resíduos da produção de suco de laranja	Filme ativo	(LUCHESE; PAVONI; TESSARO, 2021)
Álcool poli vinílico antioxidante (PVA)	Flavonóis / Polifenóis	Folhas de chá verde e vinagre balsâmico descartado	Embalagem ativa	(MOLINA et al., 2020)
Quitosana	Compostos fenólicos	Bagaço de mirtilo	Filme inteligente	(KUREK et al., 2018)

Continua...

Conclusão (Tabela 3 – Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2022 com aproveitamento dos resíduos da indústria de bebidas, para produção de embalagens biodegradáveis.)

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Amido de mandioca	Compostos fenólicos	Resíduos do suco de mirtilo	Filme inteligente	(ANDRETTA et al., 2019)
Quitosana (CS) e carboximetilcelulose	Compostos fenólicos	Extratos de mirtilo (BP) e bagaço de casca de uva vermelha	Filme inteligente	(KUREK et al., 2019)
Amido de milho	Compostos fenólicos	Resíduos do suco de mirtilo	Filme inteligente	(LUCHESE et al., 2017)
Resíduos da indústria cápsulas de gelatina	Fibra e compostos fenólicos	Resíduos do suco de mirtilo	Filme inteligente e ativas	(CRIZEL et al., 2016)
Folhas de chá gastas, ácido cítrico e água	Celulose / lignina	Resíduos da indústria de chá	Embalagem biodegradável	(LIU ET AL., 2020)
Álcool poli vinílico (PVA) e amido de milho	Compostos fenólicos	Extrato de casca de coco	Filme ativo	(TANWAR et al., 2021)
Poli (metacrilato de metila)	Lignina	Casca de coco	Filme biodegradável	(AVELINO et al., 2019)
Celulose regenerada e ácido butil metacrilato	Celulose	Casca de coco	Filme biodegradável	(FARAH; SALMAH; MARLIZA, 2016)
Nano fibrilas de celulose	Celulose	Resíduos do coco	Filme biodegradável	(HASSAN et al., 2021)
Amido	Celulose / Amido / Proteína / Fibra / Cinzas	Bagaço de cana, sementes de tamarindo, resíduo de cabeça de quiabo e resíduos de farelo de arroz	Filmes biodegradáveis	(MOHAN et al., 2018)
Proteína isolada de soro de leite	Nanocristais de celulose	Bagaço de cana-de-açúcar	Filme biodegradável	(SUKYAI et al., 2018)
Nanocompósitos à base de celulose bacteriana / óxido de grafeno	Celulose / Hemicelulose / Lignina	Bagaço de cana de açúcar	Filme biodegradável	(DHAR et al., 2019)
Glucomanan (KGM) e alginato (ALG) de konjak	Nitrogênio / Fósforo / Potássio	Vinhaça de cana-de-açúcar	Filme biodegradável	(SANTOS et al., 2020)
Nanocelulose	Nanofibrilas de celulose	Bagaço de cana	Embalagem ativa	(YANG et al., 2020)
Nanocristais de celulose	Nanocristais de celulose	Bagaço de cana	Filme biodegradável	(EL ACHABY et al., 2017)
Triacetato de celulose	Celulose	Bagaço de cana	Filme biodegradável	(RIBEIRO et al., 2016)
Celulose nanofibrilada	Celulose nanofibrilada	Bagaço de cana	Filme biodegradável	(SANTUCCI et al., 2016)
Celulose regenerada	Celulose	Bagaço de cana	Filme biodegradável	(VANITJINDA; NIMCHUA; SUKYAI, 2019)

Fonte: Autoria própria, 2021.

4.1.3.1 Bebidas não alcoólicas

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) a produção de sucos em volume no Brasil é liderada pelos sucos de laranja e uva respectivamente (EMBRAPA, 2020). Ao realizar o levantamento bibliográfico observou-se que havia pouquíssimos estudos com a aplicação dos resíduos do processamento de laranja e uva para produção de embalagens. Por serem sucos com as maiores produções em volume, consequentemente a geração de resíduos durante o processamento será alta, assim são necessários novos estudos com foco na utilização dos resíduos gerados.

A produção do suco de laranja ocorre com a transformação de apenas cerca da metade do peso da laranja *in natura*, o restante são resíduos da produção sendo constituídos principalmente de cascas, folhas, sementes, polpas e também frutos inteiros da laranja, que não atendem aos requisitos de qualidade (GARCIA-CASTELLO et al., 2011). Os constituintes dos resíduos do suco de laranja possuem hemiceluloses, fibras de celulose, pectina, proteínas e óleos essenciais (CYPRIANO; DA SILVA; TASIC, 2018).

As uvas podem ser processadas na forma de sucos de uva ou de vinho, gerando os resíduos durante seu processamento, sendo eles bagaços, caules e cascas. Dentre os resíduos produzidos por meio do processamento, a casca de uva possui conteúdo de proteína, açúcares, cinzas, sobretudo teor de fibras e presença de compostos fenólicos. Uma das composições da parede celular da casca é a presença de celulose, hemicelulose e lignina, possuindo um alto valor agregado para utilização como subprodutos (DENG; PENNER; ZHAO, 2011; SPIGNO; MARINONI; GARRIDO, 2017). É nítido a importância desses resíduos que podem ser aproveitados como um produto de alto valor agregado.

O suco de mirtilo (termo em inglês *blueberry*) é produzido em larga escala nos Estados Unidos, Europa e nos últimos anos na China (HE et al., 2016). Na realização das pesquisas encontrou-se vários estudos com a aplicação dos resíduos da indústria desse suco, para produção de embalagens. O mirtilo geralmente é consumido como fruta fresca, mas uma grande fração da produção total é processada para produção de suco e vinho (LIU et al., 2021).

No seu processamento a quantidade de bagaço produzida é cerca de 20 a 30% do peso da fruta (CHENG et al., 2020). O bagaço é formado por sementes, cascas e resíduos da polpa, e é composto por fibra alimentar e compostos fenólicos, o tornando um produto de valor agregado (BENER et al., 2013). Esses resíduos são, na sua maioria, comumente convertidos em ração animal, fertilizantes agrícolas ou colocados em aterros sanitários. É necessário um pré-tratamento para utilizá-los como fertilizantes e, como ração animal, é um alimento com

baixo teor de proteínas (CHENG et al., 2020; MICHALSKA; ŁYSIAK, 2015; ZIELINSKA; MICHALSKA, 2018). A utilização desses subprodutos para produção de embalagens biodegradáveis se torna altamente viável.

O café é uma bebida amplamente consumida no mundo, apresenta aroma, sabor, cor e efeitos benéficos à saúde. É estimado um consumo mundial de cerca de 3,5 bilhões de xícaras de café todos os dias (BATISTA et al., 2020; SANTOS et al., 2021a). A produção em larga escala dessa bebida promove a geração de resíduos durante seu processamento, como a pele, que é a casca prateada do café após a torra, a própria casca e a polpa do grão. Além disso, após o seu consumo é descartada a borra do café gasta. Uma pequena quantidade desses resíduos é utilizada em alguns processos de compostagem, ração animal e fertilizantes. (DATTATRAYA SARATALE et al., 2020; JANISSEN; HUYNH, 2018).

A composição dos resíduos do café varia de acordo com o tipo. A pele é rica em fibras, proteínas e antioxidantes (BORRELLI et al., 2004; JIMÉNEZ-ZAMORA; PASTORIZA; RUFIÁN-HENARES, 2015), enquanto a casca que é o principal subproduto é composta em sua maioria por carboidratos, como celulose, hemicelulose, lignina e também por proteínas ((BLINOVÁ et al., 2017; IRIONDO-DEHOND et al., 2019).

A polpa do café é rica em carboidratos e possui componentes orgânicos como taninos, substâncias pécicas, açúcares e cafeína (MURTHY; MADHAVA NAIDU, 2012; SANTOS et al., 2021a). A borra de café gasta também é um dos principais resíduos da indústria e também do consumidor, sendo composta majoritariamente por fibra (ACEVEDO et al., 2013; SANTOS et al., 2021a). Sendo assim os subprodutos da produção do café possuem características intrínsecas para sua utilização como matéria prima de novos produtos, como as embalagens biodegradáveis.

O chá é uma das bebidas mais conhecidas em todo o mundo, e seu consumo diário é estimado em cerca de 18 a 20 bilhões de xícaras (HUSSAIN et al., 2018). Pode ser classificado em três tipos principais, dependendo do nível de oxidação, sendo eles, o chá preto, chá verde e o chá oolong (CHAN et al., 2011; NAMAL SENANAYAKE, 2013). O consumo do chá está aumentando em todo o mundo devido os seus efeitos refrescantes e os inúmeros benefícios à saúde, com a maior produção ocorre maior geração de resíduos (HOSSAIN et al., 2021).

Durante o processo de fabricação são retirados as folhas e ramos do chá, que são caracterizados pela presença de celulose holocelulose, lignina, proteínas insolúveis em água, polissacarídeos e compostos bioativos, como polifenóis (GUO et al., 2021; SUI et al., 2019). Devido a presença desses compostos nos resíduos dos chás, eles se tornam uma fonte importante para produção de novos produtos como os filmes biodegradáveis (DEBNATH; HALDAR;

PURKAIT, 2021).

O kombucha é um chá produzido a partir da fermentação de folhas de chá verde e preto adoçadas, com uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras, também conhecida como SCOBY (termo inglês *Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast*). No setor de bebidas probióticas tem havido um crescimento significativo no consumo dessa bebida, tornando o produto com crescimento mais rápido no setor. A cada produção da bebida kombucha é gerado uma nova cultura *starter* SCOBY, que pode ser usada posteriormente, porém como sempre é produzido um novo SCOBY ocorre um aumento na geração desse resíduo (DUTTA; PAUL, 2019; JAYABALAN; WAISUNDARA, 2019; SOARES; DE LIMA; REOLON SCHMIDT, 2021). O SCOBY possui em sua composição a presença de uma rede ultrafina compacta de celulose bacteriana, livre da hemicelulose e lignina (GOH et al., 2012; ZHU et al., 2014). Sendo assim, o resíduo dessa bebida é um excelente material para produção de filmes biodegradáveis.

A água de coco se apresenta como um produto rival às bebidas para o esporte, devido a sua capacidade para repor eletrólitos, por ser uma bebida natural contendo boa quantidade de minerais, com aroma e sabor suaves e pode ser consumida por todas as idades (FAO, 1998). Todas as partes do coqueiro podem ser utilizadas, como caule, folha, raiz e o fruto, sendo aplicado para fins alimentícios, artesanais, nutricionais, medicinais, agroindustriais e biotecnológicos (CARVALHO et al., 2006).

A água de coco tem sido usada com sucesso em várias partes do mundo como tratamento de diarreia, gastroenterite, reidratação oral e cólera. Na sua composição estão presentes compostos orgânicos e inorgânicos que auxiliam no sistema antioxidante do corpo humano (CARVALHO et al., 2006). Os resíduos do coco são principalmente eliminados por queima, contribuindo significativamente para as emissões de CO₂ e metano. A quantidade de biomassa lignocelulósica presente nas cascas de coco despertam interesse para aproveitamento e utilização como fonte de nanofibrilas de celulose (BOLIVAR-TELLERIA et al., 2018; HASSAN et al., 2021; KALIA et al., 2011).

4.1.3.1 Bebidas alcoólicas

A cachaça é uma designação típica e exclusiva do Brasil, sendo obtida pela destilação do caldo de cana fermentado (BORTOLETTO; ALCARDE, 2013). Também recebe o nome de aguardente, que se refere a todas as bebidas alcoólicas que foram fermentadas e em seguidas destiladas (RIACHI et al., 2014). A cana de açúcar é esmagada para obter o seu caldo e isso gera de 270-280 kg de bagaço por hectare de área plantada (HYMAVATHI et al., 2010).

Geralmente o bagaço da cana de açúcar é usado como combustível de caldeira, que pode ser utilizado na própria indústria. Mas a sua composição possui a presença de 40 a 50% de celulose, 20 a 25% de hemicelulose e 20 a 25% de lignina, tornando esse resíduo um subproduto de alto valor agregado (ARNI, 2018; HAJIHA; SAIN, 2015). Para a produção de embalagens biodegradáveis a presença de celulose é vital para um filme podendo melhorar as suas propriedades mecânicas (SUKYAI et al., 2018).

Dentre as bebidas alcoólicas a indústria cervejeira promove produção de uma grande geração de resíduos durante seu processamento, devido à matéria prima ser abundante durante todo o ano, seu processamento ocorre em larga escala de forma contínua. Os resíduos gerados durante o processo são o bagaço do malte, a levedura e o lodo da estação de tratamento de efluentes (ASSIS et al., 2006; BELTRÃO, 2017; BROCHIER, 2007). No processo, a cada 100 litros de cerveja obtidos, cerca de 20 quilos de bagaço é produzido, sendo o principal resíduo do processamento (ALIYU; BALA, 2011).

O bagaço é utilizado em maior escala para produção de ração animal, mas devido à sua composição, vem chamando atenção para o desenvolvimento de novos produtos (ASSIS et al., 2006; BELTRÃO, 2017). A sua composição pode variar de acordo com o tipo de variedade da cevada, época de colheita, condições de maltagem e maceração e a qualidade e tipo de adjuvantes adicionados no processo de fermentação. No geral, é considerado um material com característica lignocelulósica, por ser rico em fibras (70%), além disso contém proteínas (cerca de 20%) e compostos fenólicos que são o restante (HUIGE, 2006; MUSSATTO; DRAGONE; ROBERTO, 2006; SANTOS et al., 2003). Sendo assim, a composição desse resíduo o torna uma ótima alternativa para aplicação na produção de embalagens biodegradáveis, podendo conferir maior resistência ao material, pela presença das fibras. Porém, a presença de estudos com desenvolvimento de embalagens ainda é inferior ao esperado.

A tequila é uma bebida de origem mexicana, produzida por meio de uma fermentação seguida da destilação. A planta utilizada para sua fabricação é uma espécie vegetal específica, chamada de Agave Tequilana Weber, mais conhecida como agave azul (NAVA-CRUZA et al., 2015). Segundo Alemán-nava et al (2018), a cada 1 litro de tequila produzida é gerado 1,4 quilos de bagaços, que é o principal resíduo do processo. O bagaço é o material residual obtido após a colheita e o cozimento da parte da cabeça, além disso também é o resíduo da lavagem para extração de açúcar (ALEMÁN-NAVA et al., 2018; IÑIGUEZ-COVARRUBIAS et al., 2001; IÑIGUEZ-COVARRUBIAS; LANGE; ROWELL, 2001).

A composição do bagaço de agave em base seca (teor de água de 5%) é caracterizada com cerca de 43% de celulose, 19% de hemicelulose e 15% de lignina (IÑIGUEZ et al., 2014).

A maior parte do bagaço não é aproveitada, causando aplicações impróprias em terras agrícolas ou despejo ilegal, além de poluição por lixiviados, geração de odores e habitat para pragas e doenças (RODRÍGUEZ et al., 2013). Os resíduos da indústria de tequila mostraram ser subprodutos em potencial para produção de produtos como embalagens biodegradáveis, podendo ser foco de estudos na literatura para desenvolvimento, pois no levantamento bibliográficos não se encontrou estudos realizando esse aproveitamento.

O uísque é também uma bebida destilada, que pode ser obtida por meio de carboidratos de grãos de cereais, sendo eles o milho, a cevada, o centeio e o trigo. Os resíduos possuem como característica a presença de carboidratos, como celulose, que os tornam subprodutos de valor agregado (ADAM; DALLAGO, 2018). Os resíduos do processamento são o draff que é o resíduo sólido, enquanto os resíduos líquidos (efluentes) do processo são chamados de pot ale (BARRENA et al., 2018). Para cada um litro de uísque produzido é gerado em média de 2,5 a 3,0 kg de draff e de 8 a 15 litros de pot ale (MOHANA; ACHARYA; MADAMWAR, 2009). Ao realizar o tratamento dos resíduos são formados grãos de destilaria úmida, que são uma fonte de alimento para ração animal, devido o seu alto teor de fibra e proteína. Porém esse processo para transformação em ração animal promove um alto gasto de energia, o que diminui sua viabilidade econômica (BARRENA et al., 2018; MURPHY; POWER, 2008). Uma alternativa é o uso para produção de embalagens biodegradáveis, que tornaria o resíduo em um produto de alto valor agregado.

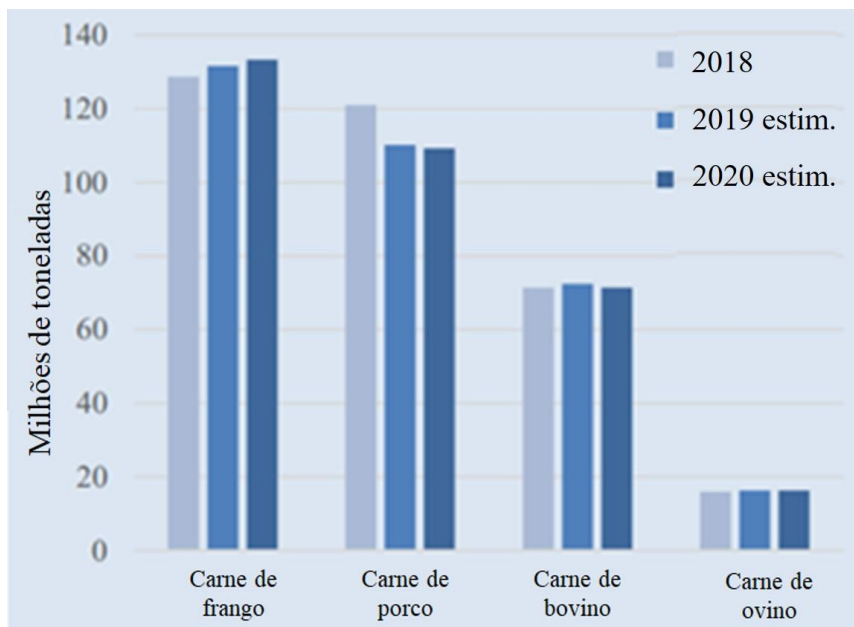
Na Tabela 3, observa-se presença maior de estudos com os resíduos das indústrias de bebidas não alcoólicas, quando comparados às bebidas alcoólicas. Encontrou-se estudos aproveitando apenas os resíduos da produção da cachaça, proveniente da cana de açúcar, já para as bebidas não alcoólicas foi obtido um maior número de estudos aproveitando os resíduos para produção de embalagens biodegradáveis. É observado que os resíduos das indústrias de bebidas não alcoólicas, além de possuírem de fibras, celulose e seus derivados, também possuem em sua maioria os compostos bioativos, como os compostos fenólicos. A presença dos compostos bioativos torna possível a produção de embalagens inteligentes e ativas, sendo as embalagens mais produzidas nesse setor industrial, que pode ser visualizado na Tabela 3.

4.1.4 Resíduos da indústria animal

O panorama mundial da produção de carnes em milhões de toneladas, no ano de 2018, 2019 e 2020 é representado na Figura 1, sendo liderado pelas aves, seguidas dos suínos, bovinos e por fim dos ovinos. Segundo a FAO, a produção mundial total de carne é estimada em 337,2

milhões de toneladas (em equivalente peso-carcaça) em 2020, semelhante ao ano anterior, visto que o aumento da produção de carne de aves e ovinos compensou as contrações na produção de carne suína e bovina (FAO, 2020a).

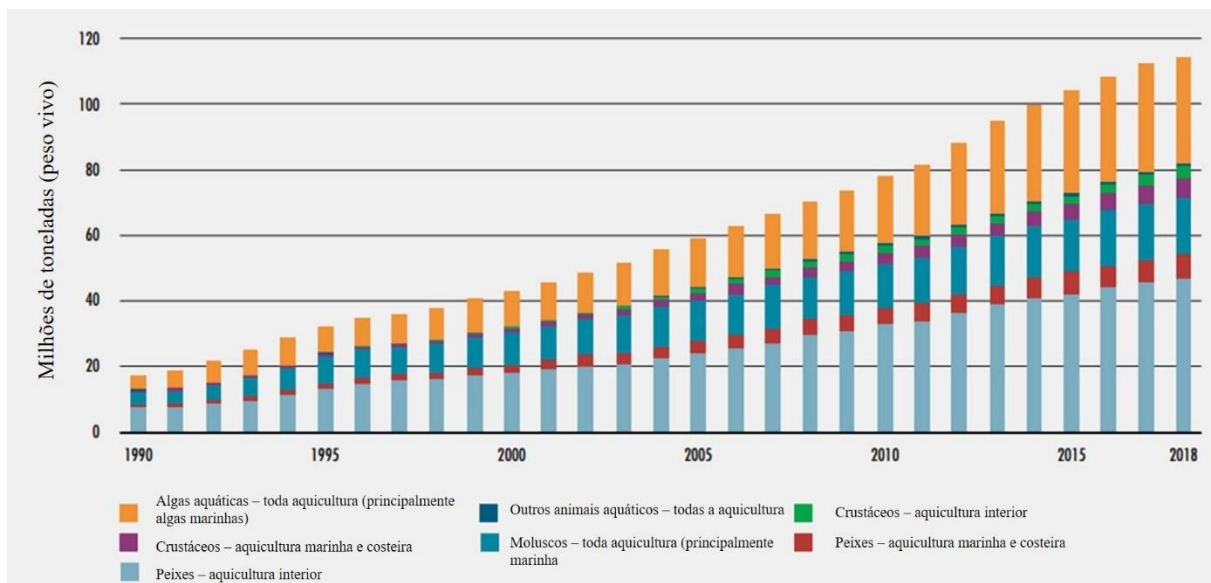
Figura 1 - Produção global de carne por tipo principal



Fonte: Adaptado de FAO, 2020a.

A FAO desenvolveu um relatório em 2020, representando o papel significativo da pesca e da aquicultura, que está se expandindo nas últimas décadas. O maior aumento é proveniente da aquicultura, que é a criação de animais aquáticos, incluindo, peixes, moluscos, crustáceos, etc. e plantas aquáticas principalmente algas. No ano de 2018 a produção mundial total na aquicultura dos animais aquáticos somou 82,1 milhões de toneladas, incluindo peixes, moluscos e crustáceos. Na Figura 2 é representado um panorama mundial de peixes e algas, do ano de 1990 a 2018 (FAO, 2020b).

Figura 2 - Produção mundial de aquacultura de animais aquáticos e algas, 1990-2018.



Fonte: Adaptado de FAO, 2020b.

Na Tabela 4, está o levantamento bibliográfico para o aproveitamento de resíduos da indústria animal, para produção de embalagens biodegradáveis. São descritos nessa tabela o tipo de biomassa do filme, o alimento e a composição do resíduo aproveitado e o tipo de embalagem produzido, em cada estudo.

É observado na Tabela 4 uma maior quantidade de estudos com o aproveitamento dos resíduos da indústria de pescado e posteriormente da indústria avícola, já a indústria bovina e suína possuem uma quantidade de estudos bem reduzida. Sendo assim, após a Tabela 4, será descrito de forma mais detalhada cada setor da indústria animal, justificando a quantidade de resíduos concentradas em alguns setores e escassa em outros.

Tabela 4 – Levantamento bibliográfico realizado no período de 2015 a 2021 com aproveitamento dos resíduos da indústria animal, para produção de embalagens biodegradáveis.

Tipo de biomassa	Composição química	Aproveitamento	Tipo de embalagem	Referências
Proteína com óleo essencial de palma, cravo e orégano	Proteína	Pele de peixe para obtenção de gelatina	Embalagem ativa	(DA SILVA E SILVA et al., 2021)
Colágeno-quitosana	Colágeno	Pele de <i>Centrolophus niger</i>	Embalagem ativa	(BHUIIMBAR; BHAGWAT; DANDGE, 2019)
Quitosana	Astaxantina	Cascas do camarão	Embalagem ativa	(ROY et al., 2021)
Quitosana	Proteína	Cascas do camarão	Embalagem ativa	(YUAN et al., 2020)
Quitosana	Quitosana	Cascas de crustáceos	Embalagem biodegradável	(LECETA et al., 2015)
Quitosana-gelatina	Proteínas, lipídios e carotenoides	Suco de camarão resíduos da indústria de marinhos	Embalagem comestível e ativa	(ALEMÁN et al., 2016)
Quitosana	Proteína / Lipídio	Resíduos do processamento de <i>Litopenaeus vannamei</i> (camarão)	Embalagem ativa	(ARANCIBIA et al., 2015)
Gelatina	Compostos fenólicos	Pele de peixe e café moído	Embalagem ativa	(GETACHEW et al., 2021)
Amido de arroz com cúrcuma	Gelatina	Pele de frango	Embalagem ativa	(SAID; SARBON, 2020)
Metilcelulose	Componente mineral: carbonato de cálcio	Cascas de ovo	Embalagem biodegradável	(SIRIPROM et al., 2018)
Quitosana	Gelatina	Cascas de ovo	Filmes comestíveis	(MOHAMMADI et al., 2018)
Amido de milho	Carbonato de cálcio	Casca de ovo em pó	Filmes compostos	(JIANG et al., 2018)
Celulose bacteriana	Carbonato de cálcio	Cascas de ovo	Filmes compostos	(UMMARTYOTIN; PISITSAK; PECHYEN, 2016)
Biocompósitos de poli (álcool vinílico)	Carbonato de cálcio	Cascas de ovo	Filmes compostos	(WU et al., 2020)
Isolado de proteína de trigo	Carbonato de cálcio	Pó da casca de ovo	Filmes compostos	(PRABHAKAR; REHAMAN SHAH; SONG, 2016)
Gelatina	Gelatina	Comparação gelatina de peixe e de boi	Filme biodegradável	(CHUAYNUKUL; PRODPRAN; BENJAKUL, 2015)
Gelatina	Gelatina	Peixe	Filmes compostos	(AHMAD et al., 2015)
Gelatina	Gelatina	Comparação gelatina de pele de peixe com gelatina de mamíferos	Filme biodegradável	(SUDERMAN; ISA; SARBON, 2018)

Fonte: Autoria própria, 2021.

4.1.4.1 Indústria avícola

A indústria avícola é composta pela produção da carne e dos ovos de aves, que são importantes fontes de proteínas para nutrição humana (FAO, 2021). Os resíduos gerados no processamento da carne incluem penas, sangue, pele, cabeça, pernas e órgãos como o fígado, rins, pulmões, cérebro, baço e outros. O aproveitamento desses resíduos é dificultado devido a composição dos mesmos, como as penas que são habitantes para microrganismos patogênicos (KARUPPANNAN et al., 2021; WILLIAMS, 2013).

Já os resíduos da incubação são os principais resíduos da indústria avícola, sendo eles o embrião morto, cascas de ovo vazias, ovo fértil, galinhas mortas e em decomposição. Esses resíduos possuem alto teor de proteína e cerca de 71% de umidade, geralmente são usados para produção de ração proteica e fertilizante orgânico (GLATZ; MIAO; RODDA, 2011; KARUPPANNAN et al., 2021; WILLIAMS, 2013).

Dentre os resíduos citados anteriormente, o que possui maior aplicação, de acordo com o levantamento bibliográfico da Tabela 4, é a casca do ovo. São geradas toneladas de cascas de ovos por dia, e além do processo industrial elas são ingredientes de muitos produtos alimentares, podendo ser geradas tanto em âmbito industrial como domiciliar. A casca do ovo pode ser convertida em produtos valiosos, devido à presença de cerca de 94% de carbonato de cálcio, vestígios de fosfato de cálcio, carbono de magnésio e matéria orgânica (ELETTA et al., 2016; KARUPPANNAN et al., 2021; RAMESH et al., 2016). Devido às suas características, as cascas de ovos já vem sendo utilizadas para produção de novos produtos, como aditivo para farinhas, suplementação de cálcio para ração, corretivo de solo para imobilização de cádmio e chumbo e outras aplicações (OK et al., 2011; QUINA; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017). Sendo assim, se torna uma opção viável para produção de embalagens biodegradáveis, como já é constatada nos estudos da Tabela 4.

4.1.4.2 Indústria suína e bovina

A carne suína é a principal fonte de proteína do mundo. Durante a sua produção ocorre a geração de subprodutos, os quais são vísceras, sangue, gordura não comestível e a comestível, ossos, pele e outros. Os subprodutos representam um valor entre 40 a 50% do peso vivo do animal, que é retirado durante o seu processamento (JUNIOR, 2015).

Por meio desses resíduos podem ser produzidos novos alimentos os quais são utilizados como ingrediente de formulações. Os novos produtos que podem ser produzidos são salsichas, ensopados, sopas, pratos vegetais, molhos, sobremesas de gelatina e outros. O coproduto pode

oferecer um aumento no valor nutricional e aprimoramento do sabor do alimento (MORA et al., 2018; ZHOU; REGENSTEIN, 2007).

A carne bovina é o produto final da bovinocultura (EMBRAPA, 1999). É um alimento extremamente nutritivo, que possui como principais constituintes proteína, gorduras, minerais e vitaminas (OLIVEIRA, 2020). Em comparação com a demanda das outras carnes, a bovina fica atrás das aves e dos suínos, respectivamente, mas é sem dúvida o maior estressor ambiental. Esse estresse ao meio ambiente é principalmente no manejo do gado, com a emissão de CO₂ no planeta e o consumo de água para o gado, que é cerca de 15 mil litros, para produção de 1 quilo de carne. No processamento industrial ocorre a geração dos subprodutos industriais, o rendimento do abate é cerca de 65 a 68%, o restante são os resíduos (ACCORSI et al., 2017; ELFERINK; NONHEBEL; MOLL, 2008).

Nas graxarias, segundo Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA), ocorre o aproveitamento de matérias-primas gordurosas que são divididas em comestíveis, não comestíveis, e subprodutos não comestíveis. Na classificação de gorduras comestíveis, a gordura bovina é o produto obtido pela fusão de tecidos adiposos dos bovinos. Já a gordura comestível dos suínos é a banha, produto obtido pela fusão de tecidos adiposos frescos de suínos. No geral, entende-se por "produtos gordurosos não comestíveis", todos aqueles obtidos pela fusão de partes e tecidos não empregados na alimentação humana, bem como de carcaças, partes de carcaça, órgãos e vísceras, que forem rejeitados pela Inspeção Federal. Os produtos gordurosos não comestíveis para os bovinos são chamados de sebo, enquanto para os suínos de graxa branca (RIISPOA, 2020).

Os subprodutos não comestíveis são utilizados como alimento para animais, sendo eles: Farinhas de carne, sangue, ossos (crus, autoclavados, degelatinizados), fígado, pulmão, sangue em pó e rações preparadas (RIISPOA, 2020). Porém, os produtos gordurosos não comestíveis e os subprodutos não comestíveis são uma fonte potencial de riscos para a saúde pública e animal, em especial aos bovinos. Crises anteriores relacionadas à febre aftosa, a propagação de encefalopatias espongiformes transmissíveis, como a encefalopatia espongiforme bovina e a presença de dioxinas nos alimentos para animais mostraram as consequências do uso indevido de certos subprodutos animais. A encefalopatia espongiforme bovina, comumente conhecida como “doença da vaca louca”, é uma doença degenerativa fatal e transmissível do sistema nervoso central de bovinos (LAURINDO; BARROS FILHO, 2017; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2017; PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, 2009).

Dessa forma, além de possuírem limitações como ração animal, o consumo para o ser

humano é restrito, dificultando a produção de embalagens biodegradáveis de alimentos. Para a produção da embalagem biodegradável, o consumidor também deve estar atento, pois consumidores vegetarianos e veganos não comprariam embalagens produzidas pelo aproveitamento de resíduos da indústria animal. Além disso, consumidores de religiões que possuem rituais para produção carnes, como o Halal, necessitam do certificado de garantia Halal. É necessário ressaltar que a propensão a contaminação microbiana com a grande variação entre os produtos, são fatores que dificultam o uso desses resíduos na alimentação (GALANAKIS, 2018). Sendo assim, é possível justificar a pouca quantidade de estudos presentes no levantamento bibliográfico para aproveitamento de resíduos da indústria de bovinos e suínos, mostrado na Tabela 4.

A gelatina é proveniente do colágeno fibroso insolúvel presente nos ossos e na pele dos suínos e bovinos (NÚÑEZ-FLORES et al., 2012). O RIISPOA define gelatina comestível como o produto da hidrólise em água fervente de tecidos ricos em substâncias colágenos (cartilagens, tendões, ossos, aparas de couro) (RIISPOA, 2020). No levantamento bibliográfico (Tabela 4), a gelatina foi o único resíduo dos bovinos e suínos, encontrada com o aproveitamento para utilização em embalagens de alimentos. A partir da análise cronológica das publicações envolvendo o uso de gelatinas obtidas a partir de bovinos e suínos, percebe-se que o aproveitamento de coprodutos para aplicação em embalagens possui pouca contribuição deste setor. No entanto, alguns estudos recentes estão comparando filmes de gelatina bovina e suína com a gelatina do peixe, mostrando uma maior eficácia na gelatina do peixe (CHUAYNUKUL; PRODPRAN; BENJAKUL, 2015; SUDERMAN; ISA; SARBON, 2018). Outro fator, para justificar a pequena quantidade de estudos, é a ocorrência produção de novos produtos com outras finalidades a partir destes resíduos, conforme citado anteriormente.

4.1.4.3 Indústria do pescado

Os animais aquáticos que possuem maior produção em ordem crescente, segundo a FAO, são os peixes, os moluscos e os crustáceos, como visualizada na Figura 2, mostrada anteriormente (FAO, 2020b). Na Tabela 4, os estudos encontrados com o aproveitamento de animais marinhos incluem os crustáceos no geral, em especial os camarões, e os peixes.

O processamento do crustáceo pode gerar até 70% de resíduos do peso total, sendo formados por cabeças, caudas e carapaças (PEREIRA et al., 2020). Atualmente, estudos dos resíduos tem sido desenvolvidos para obtenção de compostos bioativos, como quitina e carotenoides, e também para uso em rações de peixes (COSTA-BOMFIM et al., 2017). Nas

carapaças, está presente a quitina, que é combinada com uma rede complexa com proteínas nas quais os minerais (principalmente CaCO_3), se depositam para formar a casca rígida (PAKIZEH; MORADI; GHASSEMI, 2021; YOUNES; RINAUDO, 2015).

O camarão é um produto valioso na indústria de frutos do mar, o seu processo ocorre para obtenção da carne. A sua produção gera cerca de 40 a 60% de resíduos, incluindo a carapaça, cabeça e a calda (GAO et al., 2020; ROY et al., 2020). A carapaça é uma fonte barata e natural de um nutracêutico chamado astaxantina, porém o mercado ainda é dominado pelo uso da astaxantina sintética. Como os consumidores estão mais preocupados com as origens do alimento que está sendo consumido, o interesse em produzir astaxantina natural está aumentando (HIGUERA-CIAPARA; FÉLIX-VALENZUELA; GOYCOOLEA, 2006). Além disso, a casca do camarão também contém proteínas, lipídios, compostos de sabor, vitaminas, minerais e quitina. O isolamento da quitina é mais fácil quando comparado aos crustáceos, devido aos camarões possuírem uma casca mais fina (NIRMAL et al., 2020; PAKIZEH; MORADI; GHASSEMI, 2021; YOUNES; RINAUDO, 2015).

O peixe pode ser vendido *in natura*, ou industrializado, e seu processamento ocorre para obtenção do peixe congelado, salgado, enlatado, semiconservas e outros produtos (FELTES et al., 2010; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006). Quantidades consideráveis de subprodutos ricos em proteínas das fábricas de processamento são descartadas sem qualquer tentativa de recuperação (WASSWA; TANG; GU, 2007). Os resíduos do processamento dos peixes varia de acordo com o produto que se deseja obter, sendo cerca de 75% do total produzido (KARAYANNAKIDIS; ZOTOS, 2016; WASSWA; TANG; GU, 2007).

Os subprodutos do peixe incluem vísceras, pele, cabeça, ossos, cortes e peixes danificados ou impróprios para o consumo (WASSWA; TANG; GU, 2007). A composição dos resíduos é valiosa devido a sua diversidade, contém frações de lipídios e de proteínas, essas facilmente digeríveis, diferentes peptídeos e aminoácidos, gelatina e colágeno. O óleo marinho presente contém ácidos graxos ômega-3. Além disso, possuem ácidos nucleicos, fósforo, cálcio, compostos bioativos, como astaxantina. Devido à diversidade de frações, a composição e a estabilidade podem variar em uma ampla faixa, de acordo com o produto (FALCH et al., 2006; KERRY; MURPHY, 2006; RUSTAD, 2006; RUSTAD; STORRØ; SLIZYTE, 2011).

O destino dos subprodutos da indústria pesqueira geralmente é o despejo em aterros sanitários, causando danos ambientais, ou a produção de farinha de peixe, silagem, fertilizantes e outros, que são produtos de baixo valor agregado (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2002; KARAYANNAKIDIS; ZOTOS, 2016; SHAHIDI, 1994). Dessa forma, a sua utilização para produção de embalagens biodegradáveis, se torna altamente viável, por ser um produto de alto

valor agregado.

5 OBTENÇÃO E PRODUÇÃO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS

5.1 Biomateriais

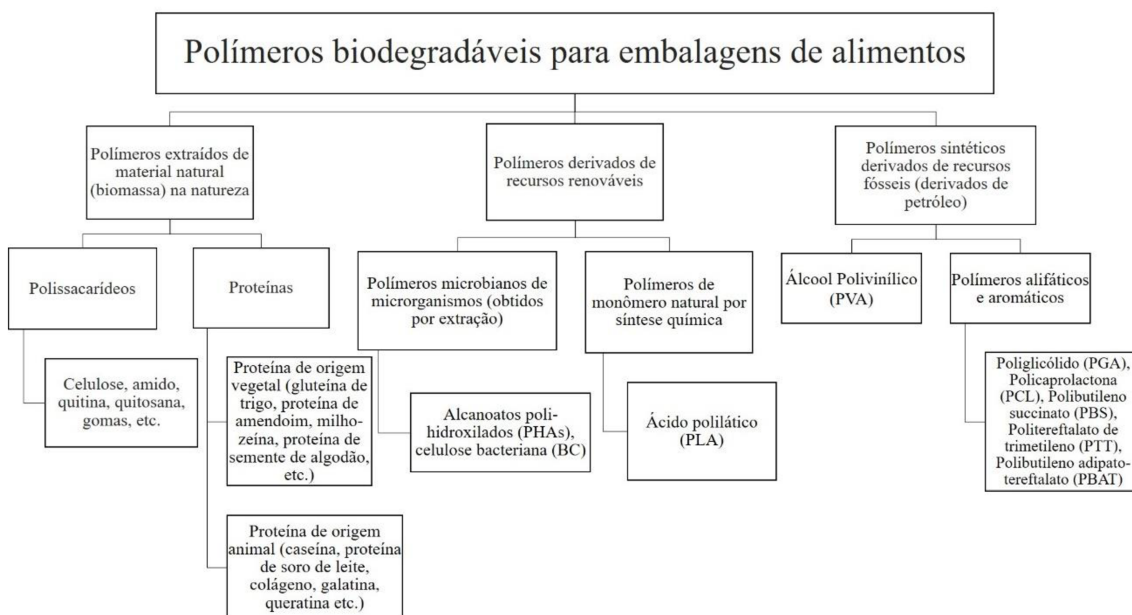
Os biomateriais estão associados ao uso de matérias primas renováveis, como por exemplo proteínas e polissacarídeos extraídos de fontes agrícolas, marinhas e animais (RHIM; WANG; HONG, 2013; ROCHA et al., 2013; ROCHA; SOUZA; PRENTICE, 2018). Os polímeros biodegradáveis, são biomateriais que surgiram como uma grande alternativa para uso em embalagens, em substituição aos plásticos não biodegradáveis (SHAIKH; YAQOOB; AGGARWAL, 2021). São definidos como moléculas muito grandes, com estrutura semelhante a uma cadeia longa, com alto peso molecular, podendo ser decompostos por microrganismos (bactérias, fungos, algas) (DHALL; ALAM, 2020).

A classificação dos biopolímeros para embalagens pode ser dividida em diferentes categorias de acordo com o método de produção, conforme mostrado a seguir (DHALL; ALAM, 2020):

- (1) Polímeros extraídos / removidos diretamente de materiais naturais.
- (2) Polímeros produzidos por microrganismos ou bactérias geneticamente modificadas.
- (3) Polímeros produzidos por síntese química “clássica” a partir de monômeros bio derivados renováveis.

Na Figura 3 a seguir está representada a classificação dos polímeros biodegradáveis para embalagens de alimentos.

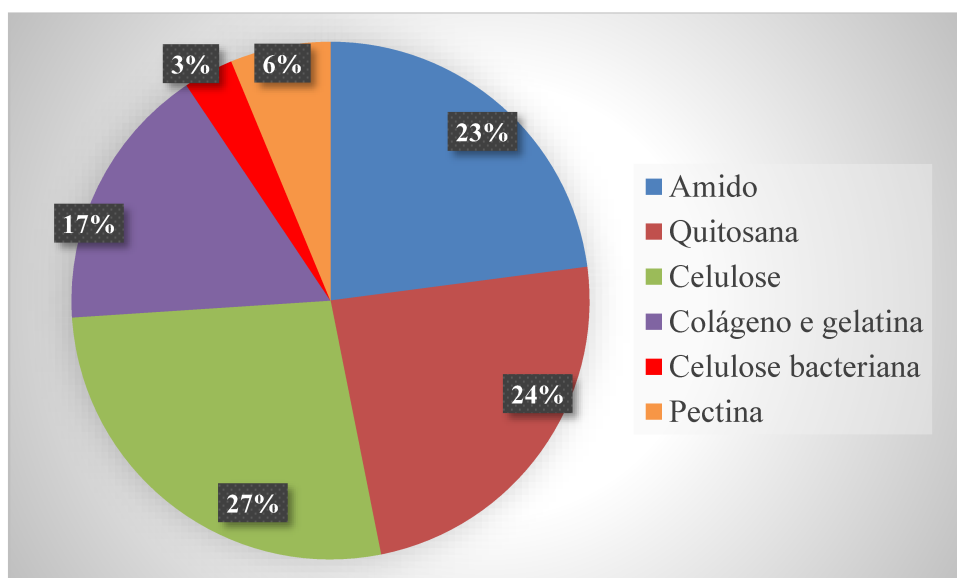
Figura 3 - Classificação dos polímeros biodegradáveis para embalagens de alimentos



Fonte: Adaptado de DHALL; ALAM, 2020.

No levantamento bibliográfico, os biopolímeros que foram mais utilizados segundo as Tabelas 1, 2, 3 e 4 foram: amido, celulose e derivados, quitosana, pectina, colágeno e gelatina, e por fim, a celulose bacteriana. A partir desses dados, foi montado o Gráfico 2, que apresenta a proporção de estudos que usaram biomassa com aproveitamento de resíduos industriais no período de 2015 – 2021.

Gráfico 2 - Dados obtidos sobre o uso de biomassa em estudos com aproveitamento de resíduos industriais pelo levantamento bibliográfico no período de 2015 – 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Ao analisar o Gráfico 2, observa-se a presença de uma quantidade maior de estudos para a celulose (27%), quitosana (24%) e o amido (23%), respectivamente. Uma das justificativas para a maior quantidade de estudos, para essas biomassas, é a biodisponibilidade e a sua abundância, além disso, esses materiais possuem baixo custo. Dessa forma, será descrito a seguir um pouco de cada um dos biomateriais.

5.1.1 Amido

Devido a sua abundância, baixo custo, digestibilidade e por ser um material biodegradável, o seu uso como embalagens ocorre em larga escala (JI et al., 2019). O amido pode ser produzido por meio de diversas fontes como, por exemplo, trigo, arroz, milho, cevada, aveia e soja (RYDZ et al., 2018). A sua composição é disposta pela presença de amilopectina (70 – 80%) e amilose (20 – 30%), e essa proporção vai variar de acordo com a fonte do amido (RYDZ et al., 2018; SHAIKH; YAQOOB; AGGARWAL, 2021). No levantamento bibliográfico, os estudos que utilizaram como biomassa o amido, na sua maioria, o retirou da mandioca e do milho, seguindo em menor quantidade a batata, banana, pinhão e o arroz. Além disso, o amido está entre os três biomateriais com maior uso, conforme demonstrado pelo Gráfico 2.

As propriedades dos filmes de amido podem variar de acordo com a sua composição, pois a amilose possui excelentes propriedades de formação de filmes, formando filmes incolores e transparentes. Além disso, a formação do filme depende das características de retrogradação do amido (CUI et al., 2021). Os filmes de amido são descritos como insípidos, inodoros, incolores e exibem permeabilidade ao oxigênio muito baixa quando acondicionados em baixa umidade relativa (PHAN THE et al., 2009). Quando submetidos a um baixo teor de umidade, exibem uma resistência à tração moderada e tornam-se marcadamente frágeis (PHAN THE et al., 2009; TALJA et al., 2007, 2008). Devido a essa fragilidade, pode ser realizada uma modificação química ou mistura com outros materiais, como o álcool polivinílico no filme (PVA) (LU; XIAO; XU, 2009; RYDZ et al., 2018).

5.1.2 Celulose e derivados

A celulose é o recurso de biomassa mais abundante do planeta, está presente nas folhas, troncos, cascas e é encontrados nas paredes das células vegetais de todas as frutas e vegetais. Possui um baixo custo e é um material biodegradável, se tornando uma ótima oportunidade para

produção de embalagens (ROCHA; SOUZA; PRENTICE, 2018). A celulose é um homopolímero linear constituído por moléculas de glicose ligadas por ligações glicosídicas altamente polares e hidrofílicas β (1-4) porém, é insolúvel em água (CHAMBI; GROSSO, 2011). Além disso, a celulose não pode ser dissolvida facilmente em solventes convencionais, devido a presença de redes de ligações de hidrogênio altamente desenvolvidas e estrutura parcialmente cristalina (KUANG et al., 2008; VANITJINDA; NIMCHUA; SUKYAI, 2019).

Para promover maior solubilidade, são produzidos os seus derivados, com a esterificação da celulose, utilizando cloreto de metila, óxido de propileno ou monocloroacetato de sódio. Os derivados produzidos são hidroxipropilcelulose (HPC), metilcelulose (MC), hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e carboximetilcelulose de sódio (CMC) (CHAMBI; GROSSO, 2011). Dentre seus derivados, o HPMC e o MC possuem boas propriedades de formação de filme e resistência mecânica (NIETO, 2009). A MC forma filmes com boa solubilidade e barreira de oxigênio, sendo mais fortes que os filmes de HPMC (MURA et al., 2011). Os filmes de HPMC são transparentes, inodoros, insípidos, resistentes a óleo e solúveis em água (AKHTAR et al., 2010). No Gráfico 2 é nítido que os estudos com a celulose e seus derivados estão em alta, na busca por embalagens biodegradáveis com propriedades desejáveis.

5.1.3 Quitosana

A quitina é um constituinte do exoesqueleto dos artrópodes, como por exemplo, os crustáceos (incluindo camarão, ostras, caranguejos, lagostas e outros). É um polissacarídeo que ao ser preparado por meio da N-desacetilação química, forma a quitosana, que é o segundo polissacarídeo mais abundante encontrado na natureza (NIETO, 2009; ROCHA; SOUZA; PRENTICE, 2018). A sua estrutura é semelhante à da celulose. Em relação à composição, é classificada como uma fibra dietética, sendo uma boa fonte de minerais. Por meio do Gráfico 2 percebe-se que existe uma maior presença de estudos utilizando a quitosana como biomassa, quando comparada aos outros biomateriais, ficando atrás apenas da celulose. Isso pode ocorrer devido a composição do filme de quitosana e a sua abundância.

Os filmes biodegradáveis de quitosana possuem como características uma boa permeabilidade ao oxigênio e gás carbônico e excelentes propriedades mecânicas. Além disso, possuem atividade antimicrobiana, ampliando seu uso para embalagens ativas, promovendo um aumento da vida útil do produto (RYDZ et al., 2018). Sendo assim, é um excelente biomaterial para ser aproveitado na produção de embalagens biodegradáveis.

5.1.4 Pectina

A pectina é classificada como um polissacarídeo, sendo rica em ácido galacturônico e está presente como um dos principais componentes da parede celular vegetal, contribuindo para a integridade e rigidez do tecido (JOLIE et al., 2010). Os filmes a base de pectina são baratos e sua capacidade de renovação e sustentabilidade os tornam materiais de “embalagens verdes” (EÇA et al., 2015). Devido a presença de regiões cristalinas e / ou amorfas, os filmes de pectina podem ser usados com incorporação de compostos ativos e como uma barreira para o fluxo de gás e umidade, podendo estender a vida útil e preservar a qualidade de produtos alimentícios (EÇA et al., 2015; JIN et al., 2009; SPATAFORA SALAZAR et al., 2019). Ao se incorporar extratos naturais, vitaminas, corantes, sabores e especiarias em revestimentos de pectina, pode-se promover propriedades nutritivas, antimicrobianas e antioxidantes (DE'NOBILI et al., 2013; EÇA et al., 2015; OMS-OLIU; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2008). Dessa forma, os filmes com o uso da pectina, como biomaterial, possuem excelentes propriedades para seu uso, porém o seu uso ainda é relativamente baixo, segundo o Gráfico 2.

5.1.5 Colágeno e gelatina

O colágeno é o principal constituinte da proteína fibrosa nos ossos, cartilagens e peles. Quando submetido à hidrólise parcial, ocorre a formação de um composto de proteína solúvel, chamado gelatina (GOMEZ-GUILLEN et al., 2011; JOHNSTON-BANKS, 1990). A gelatina possui capacidade de formação de filme, em que as propriedades físicas dos filmes dependem principalmente das condições de processamento da fabricação da gelatina e das propriedades das matérias-primas extraídas das diferentes espécies de animais (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2009; MENEGALLI et al., 1999). Sendo assim, por meio de um estudo desenvolvido, determinou-se que os filmes de gelatina de peixe de água fria possuem permeabilidade ao vapor de água baixa quando comparados aos filmes de gelatina de peixes de água quente e de mamíferos (AVENA-BUSTILLOS et al., 2006). No Gráfico 2 é possível observar que os estudos utilizando gelatina ficam atrás apenas do amido, celulose e da quitosana. Uma justificativa para os estudos com gelatina possuírem menor quantidade, quando comparados àqueles com amido, celulose e quitosana, é devido a essas biomassas serem mais abundantes na natureza. Além disso, a gelatina já é amplamente comercializada como um próprio alimento, que é um produto com valor agregado, sendo assim, já ocorre um maior aproveitamento desse resíduo na indústria alimentícia.

5.1.6 Celulose bacteriana

Por meio de fermentação microbiana em culturas estáticas ou agitadas, a celulose bacteriana (BC) é obtida. Sendo produzida pelo *Acetobacter xylinum*, possui forma quimicamente pura de celulose, alta resistência mecânica e tração, maior capacidade de retenção de água, textura distintamente macia, alto teor de fibra e custo extremamente baixo. Esse material possui alto potencial como embalagem ativa para alimentos (GAO et al., 2014; WAN et al., 2006, 2007).

Ao comparar com outros polímeros biodegradáveis, como colágeno, quitosana, quitina e gelatina, a BC apresenta propriedades mecânicas muito maiores. Além disso, quando se compara com polímeros derivados de animais, a BC está livre de qualquer ocorrência de infecção cruzada provavelmente associada ao colágeno (HUTMACHER, 2000; KONG et al., 2004; WAN et al., 2007). Apesar das vantagens citadas acima, o uso da BC em embalagens de alimentos ainda é baixo, como pode ser observado no Gráfico 2, desenvolvido de acordo com o levantamento bibliográfico realizado. Uma justificativa para esse número baixo de estudos, seria devido ao custo elevado de produção, que é considerado um fator limitante. Para ampliar as aplicações em filmes, são necessários esforços para otimização de todo o processo, incluindo avaliação de composições de meios de cultura, sistemas de fermentação, engenharia genética e modificação de pós-produção. Sendo assim, um aumento no número de estudos focados no aproveitamento de resíduos industriais alimentícios, para uso em diferentes meios de cultura é de extrema importância, para contribuir na redução dos custos de produção da BC (AZEREDO et al., 2019; CAZÓN; VÁZQUEZ, 2021; GAMA; DOURADO, 2018).

5.2 Métodos de preparo para produção de filmes biodegradáveis

Para a preparação dos filmes biodegradáveis existem vários métodos que são utilizados, a escolha do método vai depender das composições do filme e também do tipo de embalagem que se deseja produzir. No levantamento bibliográfico foi constatada a presença de uma diversidade de métodos utilizados, mas o método de fundição (termo em inglês *casting*) foi o mais aplicado para produção de filmes biodegradáveis, o que pode ser explicado devido à maioria dos estudos serem escala laboratorial. Além dos estudos utilizando o método de fundição, no levantamento também houve a presença de outros métodos clássicos como o de fundição em fita (termo traduzido do inglês *tape casting*) e a extrusão que são métodos que podem ser utilizados em escala industrial. Dessa forma, esses três métodos de preparo de filmes biodegradáveis serão detalhados a seguir, por serem os mais aplicados nos estudos levantados.

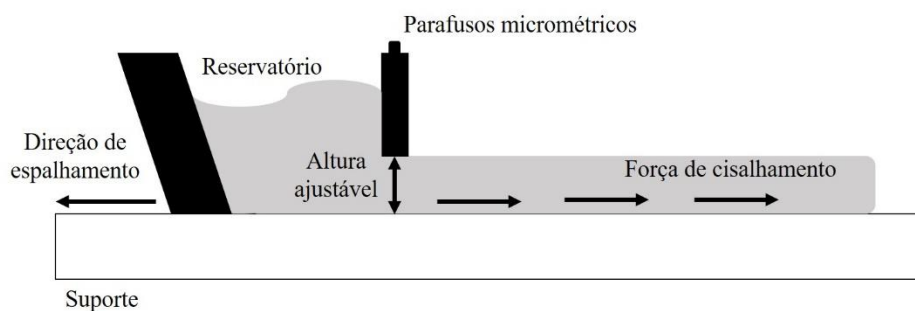
5.2.1 Fundição

O método de fundição é um método clássico para produção de embalagens biodegradáveis, que consiste em espalhar uma solução ou suspensão filmogênica sobre pequenas placas (uma placa de Petri, por exemplo), em que a espessura do filme é controlada pela massa de suspensão despejada, ocorrendo variações locais que são inevitáveis. A secagem desses filmes geralmente ocorre em temperatura ambiente (RIAZ et al., 2018) ou em forno com circulação de ar a temperatura de 30 a 40°C (LUCHESE; RODRIGUES; TESSARO, 2021), com tempos de secagem entre 10 a 24 horas. Esse método não permite a produção de filmes em grandes dimensões, sendo uma grande limitação para a produção em escala industrial e possui longos tempos de secagem. A alternativa utilizada é uma técnica desenvolvida para produção de filmes em escala maior, chamada de fundição em fita (termo em inglês *tape casting*) (DE MORAES et al., 2013; SCHEIBE; DE MORAES; LAURINDO, 2014).

5.2.2 Fundição em fita

O método de fundição em fita (também conhecido como espalhamento ou revestimento por faca) é bastante utilizado nas indústrias de fabricação de papel, plástico, cerâmica e tintas. O processo desse método é demonstrado na Figura 4, a seguir. Em um reservatório com lâmina, cuja altura possa ser ajustada com parafusos micrométricos, ocorre a moldagem da suspensão com uma camada fina sobre um suporte. Existe a presença de uma lâmina raspadora ou fita, quando a suspensão passa por ela ocorre o espalhamento de forma contínua e linear, formando o filme. Após a formação do filme, ocorre sua secagem podendo ser feita no próprio suporte, por condução de calor, circulação de ar quente (convecção de calor) e infravermelho. A espessura dos filmes resultante varia entre 20µm e 1mm, podendo ser realizado o preparo de filmes multicamadas, repetindo as etapas descritas anteriormente (DE MORAES et al., 2013; ROCHA; SOUZA; PRENTICE, 2018).

Figura 4 – Esboço do processo do método de fundição de fita



Fonte: Adaptado de DE MORAES et al., 2013.

Entre as vantagens do método de fundição em fita está a espessura, que pode ser reajustada com precisão, variando o intervalo entre a lâmina e o suporte, e fitas com grandes dimensões laterais podem ser fundidas normalmente (TANIMOTO; HAYAKAWA; NEMOTO, 2005).

5.2.3 Extrusão

Um método clássico utilizado para produção de embalagens plásticas comerciais convencionais é a extrusão. É um processo contínuo em que as matérias-primas são constantemente introduzidas em um funil, que alimenta um barril horizontal. Nele é usado um ou dois parafusos rotativos encaixados em um cilindro para aumentar progressivamente a pressão, empurrar e misturar os ingredientes necessários para a fabricação do polímero por meio de uma matriz onde a expansão ocorre. Quando comparado ao método de fundição, a extrusão é frequentemente preferida como um método de fabricação de filmes, porque o processamento é mais rápido e menos energia é necessária para a remoção de água (ROCHA; SOUZA; PRENTICE, 2018).

No entanto, a realização do método de extrusão com sucesso envolve o uso de diferentes parâmetros do processo que devem ser controlados de forma correta. Os parâmetros a serem controlados incluem a seleção do polímero, taxas de alimentação do líquido, configuração e velocidade da rosca, temperaturas e pressões. Pequenas variações nessas condições de processamento podem ter um efeito considerável nas características dos filmes (ESPITIA et al., 2014; LIU; KERRY; KERRY, 2005).

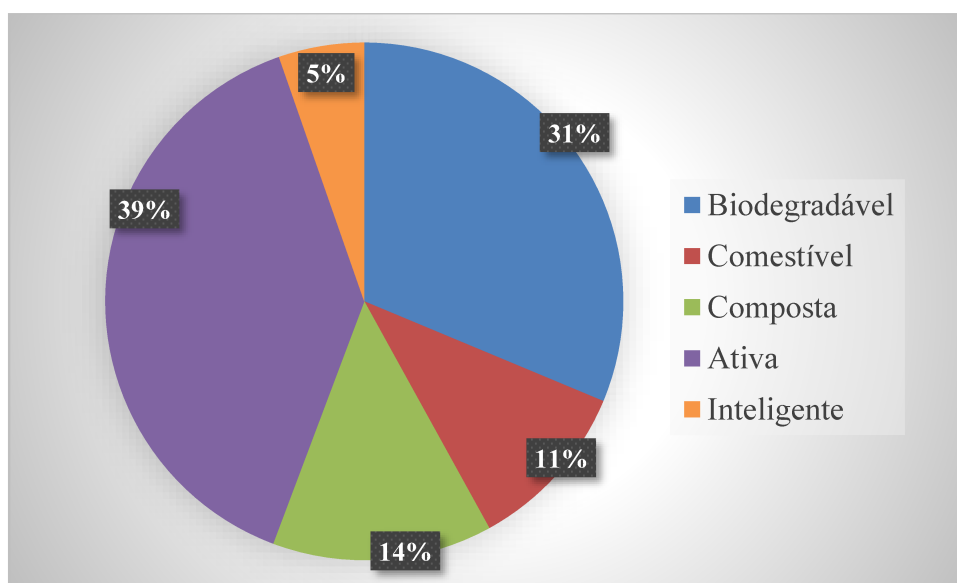
Para a fabricação de materiais biodegradáveis, o método de extrusão está limitado à escala de pesquisa devido à falta de compreensão do comportamento desses materiais. O comportamento e a interação química dos ingredientes alimentares durante a extrusão são

bastante difíceis de entender e muitos parâmetros de processamento precisam ser considerados (ESPITIA et al., 2014; NUR HANANI et al., 2012). Dessa forma, é necessário que continuem a desenvolver estudos, a fim de entender e aprimorar o comportamento do material e as variáveis do equipamento, para aumentar o potencial de comercialização dos materiais biodegradáveis para produção de filmes de embalagens.

5.3 Aplicações dos coprodutos para produção de embalagens

No levantamento bibliográfico realizado, diversos tipos de filmes biodegradáveis foram produzidos por meio dos resíduos das indústrias de alimentos. Encontraram-se estudos em que os filmes eram apenas biodegradáveis, porém a maioria, além dos filmes serem biodegradáveis, possuíam compostos funcionais, que trazem como resultado a produção de embalagens biodegradáveis ativas, inteligentes, comestíveis e compostas. Dessa forma, o Gráfico 3 apresenta as categorias de embalagem desenvolvidas pelos estudos encontrados no levantamento bibliográfico entre 2015 a 2021, em que é possível visualizar que a maior parte dos estudos produziram embalagens biodegradáveis ativas (39 %), seguida das embalagens biodegradáveis (31 %) e por fim, das embalagens compostas (14 %).

Gráfico 3 -Tipos de embalagens desenvolvidas de acordo com os dados do levantamento bibliográfico (2015 – 2021)



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.3.1 Embalagens biodegradáveis

Os materiais de embalagens biodegradáveis vêm ganhando importância em substituição aos materiais de embalagens sintéticos (AMIN et al., 2021). Essas embalagens são materiais biodegradáveis produzidos a partir de fontes agrícolas, que possuem propriedades semelhantes às dos plásticos tradicionais e podem ser processados com técnicas convencionais de produzir filmes. O maior interesse nessas embalagens é devido a sua biodegradabilidade em vários ambientes, como em sistemas de esgoto e aterros, além do fato de poderem ser destinadas para a compostagem, não prejudicando a natureza. Porém, essas embalagens são caras, sendo necessárias alternativas para uma maior utilização, como é o caso da utilização de coprodutos das indústrias alimentícias, que irá tornar o preço do material mais acessível (ANYADIKE, 2010; KUBASKI; ITO, 2017).

Um inconveniente é que essas embalagens ainda possuem pouca aplicação em volume, e necessitam ser produzidas em escala comercial para competir com polímeros convencionais. Outra limitação é que o uso mais amplo dos filmes biodegradáveis pesa devido à composição de alguns materiais dos filmes possuírem afinidade por umidade e também por determinados filmes não terem uma resistência mecânica alta para garantir maior segurança do alimento em impactos (ANYADIKE, 2010). Mesmo assim é de extrema importância continuar desenvolvendo estudos para aprimoramento da produção dessas embalagens.

5.3.2 Embalagens ativas

As embalagens ativas promovem interações com o produto, a fim de prolongar a vida útil, mantendo ou melhorando as propriedades dos alimentos embalados. Os materiais de embalagens usados nesses sistemas podem incorporar componentes destinados a serem liberados nos alimentos ou absorver substâncias dos alimentos embalados que são responsáveis por sua deterioração. As substâncias responsáveis pela função ativa da embalagem podem estar em um recipiente separado, como sachês, rótulos e tampas de garrafas ou ser diretamente incorporadas ao material de embalagem (DAINELLI et al., 2008; RIBEIRO-SANTOS et al., 2017).

Existem diversos tipos de embalagens ativas, como por exemplo, as embalagens antimicrobianas, antioxidantes, absorvedoras de umidade, emissoras de etanol e emissoras de dióxido de carbono (OZDEMIR; FLOROS, 2004; QIAN et al., 2021). A função que a embalagem irá exercer no alimento, irá depender da composição do material utilizado.

No levantamento bibliográfico (Tabelas 1, 2, 3 e 4), a maior quantidade de estudos com

produção de embalagens ativas são da indústria de frutas e vegetais (cerca de 59%), seguida da indústria de bebidas com aproximadamente 20%. Isso pode ser devido aos resíduos desses setores serem em sua maioria provenientes de frutas que possuem em sua composição os compostos fenólicos.

Ao analisar os tipos de embalagens ativas produzidas nos estudos levantados pelas Tabelas 1, 2, 3 e 4, observa-se que a maioria desses filmes possui como propriedades ativas características antioxidantes. Para justificar o maior número de estudos com tipos de embalagens ativas semelhantes, basta apenas observar a composição dos resíduos presentes no levantamento bibliográfico. Dentre os estudos levantados para os resíduos aproveitados em todos os setores industriais, em específico para produção de embalagens ativas, os compostos fenólicos compreendem 55% do total da composição dos resíduos nos estudos.

O interesse nos compostos fenólicos está aumentando, por serem antioxidantes naturais. Nas indústrias alimentícias, utiliza-se os antioxidantes para evitar ou minimizar as reações de oxidação lipídica dos produtos, podendo eles serem naturais ou sintéticos. Porém, o uso de antioxidantes sintéticos tem causado preocupações devido aos riscos potenciais à saúde, além do aumento na demanda do consumidor por produtos naturais. Sendo assim, o uso dos compostos fenólicos são uma excelente alternativa, pois a indústria poderá utilizar substâncias residuais de subprodutos que possuem uma fonte prática e econômica de antioxidante natural, contribuindo também para o meio ambiente (BARBOSA-PEREIRA et al., 2014; FONSECA et al., 2021; ROMANI; MARTINS; SOARES, 2017).

5.3.3 Embalagens inteligentes

A embalagem inteligente é uma extensão da função de comunicação da embalagem tradicional, que comunica informações ao consumidor com base em sua capacidade de sentir, detectar ou registrar mudanças externas ou internas no ambiente do produto. Ela contém um indicador externo e interno para fornecer informações sobre a qualidade do alimento e todos os aspectos da embalagem (SHIVAKUMAR; MADHUSUDAN; DANIEL, 2018).

Os tipos de embalagens inteligentes mais desenvolvidas são os indicadores de tempo-temperatura, indicadores de frescor, indicadores de gás e outros (QIAN et al., 2021). O rótulo incorporado ou impresso em um material da embalagem pode oferecer possibilidades aprimoradas para o monitoramento da qualidade do produto, podendo rastrear os pontos críticos e fornecer informações mais detalhadas em toda a cadeia de abastecimento (DAINELLI et al., 2008; HAN; HO; RODRIGUES, 2005).

Os indicadores de tempo-temperatura são utilizados para identificar variações térmicas em relação a qualidade e a validade de produtos perecíveis durante seu armazenamento, distribuição e o consumo. As mudanças na cor ou de outras propriedades que são provocadas por variações na temperatura, durante a vida útil do alimento ou bebida, fazem com que esse indicador possa alertar o consumidor de maneira simples (TAOUKIS; TSIRONI, 2016).

Os indicadores de frescor fornecem informações imediatas sobre a qualidade do produto, resultantes do crescimento microbiano ou alterações químicas em um produto alimentício. Para a escolha adequada do indicador de frescor, alguns fatores devem ser observados, como a natureza do produto, tipo de flora deteriorante, temperatura de estocagem e tipo de embalagem. A qualidade microbiológica pode ser determinada visualmente por meio de reações entre metabólitos de crescimento microbiano e indicadores integrados dentro da embalagem. Os indicadores podem ser desenvolvidos de forma semelhante ao de tempo e temperatura ou também de acordo com a concentração de um metabólito específico que seja produzido ou aumente sua concentração, durante o período de deterioração do alimento, alterando sua cor de acordo com o aumento (TAOUKIS; TSIRONI, 2016).

Alguns alimentos necessitam de uma modificação na atmosfera da embalagem, por serem perecíveis. A exclusão de oxigênio e altas concentrações de dióxido de carbono melhoram a estabilidade do produto, pois o crescimento de microrganismos aeróbios é evitado. No entanto, se a integridade dessa embalagem for comprometida, o prazo de validade é significativamente reduzido, pois a atmosfera protetora desaparece e o alimento fica suscetível a alterações (PETERSEN; KREYENSCHMIDT, 2004; TAOUKIS; TSIRONI, 2016). Dessa forma, indicadores de gás podem ser utilizados, como os de CO₂, que podem ser feitos com base na mudança de cor de um corante indicador de pH (colorimétrico) e aqueles baseados na mudança de fluorescência induzida por dióxido de carbono (CO₂) de um corante luminescente (PULIGUNDLA; JUNG; KO, 2012). Outro sensor que pode ser feito é para monitoração da concentração de oxigênio (O₂), esse indicador consiste em um corante redox (por exemplo, azul de metileno), um composto redutor (por exemplo, açúcares redutores) e um composto alcalino (por exemplo, hidróxido de sódio) (LAGARON et al., 2014). Os corantes redox dos indicadores são oxidados pelo O₂, produzindo mudanças de cor observáveis. Existem também sistemas de O₂ baseados em enzimas oxidativas (GARDIOL et al., 1996; MATTILA; TAWAST; AHVENAINEN, 1990). Esses indicadores são capazes de monitorar o conteúdo e a exposição geral ao CO₂ e O₂ e detectar um vazamento dentro da embalagem de um produto alimentício, indicando ao consumidor se o produto pode ser consumido (TAOUKIS; TSIRONI, 2016).

Nos estudos encontrados (Tabelas 1, 2, 3 e 4) com aproveitamento dos resíduos para

produção de embalagens inteligentes, foram caracterizados em sua maioria como indicadores de pH, e em alguns estudos os filmes possuíam atividade antioxidante sobre os alimentos, tornando-os também uma embalagem ativa. Para verificar o indicador de pH, este é testado em soluções com diferentes pHs, em que se verifica a mudança de cor conforme a alteração. No alimento, o pH pode ser alterado devido ao processo de deterioração. Conforme é alterado o pH, a cor do indicador presente na embalagem irá alterar, para mostrar ao consumidor se o produto ainda pode ser consumido. A maioria dos estudos levantados, para produção de embalagens inteligentes, produziram-se filmes com propriedades de indicadores de pH, devido grande parte da composição dos resíduos aproveitados, ser rica em compostos fenólicos. Os compostos fenólicos, além de promover atividade antioxidante no alimento, ainda podem alterar suas formas estruturais quando ocorre variações do pH, tornando-se agentes ativos e inteligentes. Os compostos com essas propriedades são pigmentos naturais, não tóxicos e solúveis em água, que pertencem aos flavonoides e são responsáveis pelos tons de vermelhos, roxo e azul dos frutos, flores e folhas das plantas (KUREK et al., 2018; SHAHID; SHAHID-UL-ISLAM; MOHAMMAD, 2013; ZHANG; LU; CHEN, 2014).

5.3.4 Embalagens comestíveis

Uma embalagem é considerada comestível quando é parte integrante de um alimento e pode ser consumida juntamente com ele. Essas embalagens devem ser produzidas de forma segura, seguindo as boas práticas de fabricação, para não oferecerem risco ao consumidor. Além desses materiais serem comestíveis, podem promover melhorias na qualidade do produto, protegendo-os de deterioração física, química e biológica (GUILBERT; GONTARD, 2005; HAN; SCANLON, 2013; SALGADO et al., 2015; SOTHORNVIT; KROCHTA, 2005).

Os filmes comestíveis devem atender a uma série de requisitos funcionais específicos, sendo eles atuar como barreira contra gases ou vapores, óleos e solutos, fornecer proteção estrutural para evitar danos mecânicos durante o transporte, manuseio e exposição, e proteger os alimentos contra oxidação, crescimento microbiano e outras reações químicas. As propriedades vão depender do tipo de material utilizado, sua formação e sua aplicação (GUILBERT; GONTARD, 2005; HAN; SCANLON, 2013; SALGADO et al., 2015).

Ao analisar os estudos desenvolvidos para aplicação de embalagens comestíveis no levantamento bibliográfico (Tabelas 1, 2, 3, e 4), os resíduos das indústrias da agricultura e de frutas e vegetais são compostos, em sua maioria, por amido, pectina, fibra, celulose e seus derivados. Já os resíduos das indústrias de bebidas e animal são caracterizados pela presença

de compostos fenólicos, proteínas, lipídios e gelatinas. Na Tabela 2 é encontrado um estudo em que se produziu embalagem comestível e ativa, utilizando folhas de oliveira que são resíduos da indústria do azeite. Essas folhas, além de serem usadas em filmes comestíveis, são caracterizadas como antimicrobiana e antioxidante, tornando o filme ativo (ALBERTOS et al., 2017). Dessa forma, percebe-se a diversidade de composições que se consegue produzir essas embalagens, aumentando a possibilidade do aproveitamento dos resíduos industriais para sua aplicação na produção de embalagens comestíveis.

5.3.5 Embalagens compostas

A formação de um filme composto elimina as desvantagens do biomaterial e pode dar uma contribuição benéfica para a aplicação de revestimento de filme na indústria alimentícia. Esses filmes são formados pela união de mais de um material, com o objetivo de se obter um produto de maior qualidade. Para formação do compósito, é necessário que exista afinidade entre os materiais que serão unidos (NUSSINOVITCH, 2013; SORADECH et al., 2012).

Filmes de polissacarídeo e proteína são barreiras contra gases, mas pobres em barreiras contra umidade. Por outro lado, os filmes de lipídios puros são boas barreiras contra a umidade, mas deficientes para gases. Este é o principal motivo do interesse em desenvolver revestimentos compostos que incluam as virtudes de cada classe de ingredientes (MCHUGH, 1996; NUSSINOVITCH, 2013).

Como regra geral, se o objetivo é retardar a migração de umidade, filmes compostos ou à base de lipídios são escolhidos, ou seja, filmes que consistem em uma combinação de componentes lipídicos e hidrocolóides presentes em uma bicamada ou conglomerado (NUSSINOVITCH, 2009; PARK, 1995).

Para retardar a migração de óleo e gordura, filmes do tipo hidrocolóide são escolhidos. Para todas as outras aplicações, ou seja, para retardar a migração de gás ou soluto, melhorar a integridade estrutural ou propriedades de manuseio, reter componentes de sabor voláteis ou transportar aditivos alimentares, hidrocolóides, lipídios ou combinações compostas são escolhidas de acordo com sua adequação (NUSSINOVITCH, 2009; PARK, 1995).

Um exemplo de resíduo utilizado na produção de filmes compostos é a casca do ovo, em que os estudos encontrados aproveitando esse resíduo foram majoritariamente de filmes compostos, como pode ser visualizado na Tabela 4. As cascas de ovos são matérias primas em abundância, com baixo preço e recursos renováveis, que podem ser utilizadas para a preparação de compostos poliméricos (BUAKAEW et al., 2013). Na casca do ovo está presente o carbonato

de sódio, esse que pode promover reações com a matriz dos biopolímeros, podendo melhorar as propriedades mecânicas e a estabilidade térmica dos compósitos (BOOTKLAD; KAEWTATIP, 2013; PRABHAKAR; REHAMAN SHAH; SONG, 2016). Sendo assim, a utilização das cascas de ovos para produção de filmes compostos pode trazer melhoras significativas para as propriedades dos filmes.

Dessa forma, pode ser visualizado nos estudos (Tabelas 1, 2, 3 e 4) a combinação da biomassa com os compostos de interesse dos resíduos das indústrias de alimentos, em que essas combinações sempre buscam uma melhoria nas propriedades dos filmes compostos produzidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão destaca a necessidade de uma abordagem interdisciplinar para a produção de embalagens biodegradáveis, devido à quantidade de resíduos das indústrias alimentícias que são descartados ou pouco valorizados. Por meio do levantamento bibliográfico, foi constatado que esses resíduos possuem composições ricas em nutrientes, que podem ser aproveitados de uma melhor forma. As indústrias de frutas e vegetais, quando comparadas às indústrias da agricultura, de bebidas e animal, foram o setor industrial com maior quantidade de estudos para o uso dos resíduos das indústrias como coprodutos na produção de embalagens biodegradáveis.

Na produção de embalagens, os resíduos podem atuar como biomateriais, devido as suas composições. Em relação à aplicação dos resíduos como coprodutos, foi possível encontrar estudos aplicando os resíduos para produção de embalagens biodegradáveis inteligentes, coberturas comestíveis, filmes compostos e em sua maioria embalagens ativas. O maior número de estudos para embalagens ativas pode ser justificado devido à presença de compostos fenólicos na maioria dos resíduos estudados. Os compostos de interesse presentes nos resíduos variaram de acordo com o tipo de embalagem desejado, em sua maioria com a presença de celulose e seus derivados, o amido e também os compostos fenólicos.

Os estudos levantados para produção de embalagem biodegradável mostraram que o método de preparo ainda ocorre majoritariamente em escala laboratorial, além disso é necessária uma diminuição no custo de produção, sendo desafios a serem superados para esses materiais substituírem os plásticos. Com o aumento no número de estudos, a tendência é que as embalagens biodegradáveis consigam superar as barreiras e conquistar o mercado.

7 REFERÊNCIAS

- ABDALLA, Ahmed E. M.; DARWISH, Saeid M.; AYAD, Eman H. E.; EL-HAMAHMY, Reham M. Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 103, n. 4, 2007. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.10.017.
- ABRABE. O mercado consumidor, o futuro. Estudo ABRABE: uma visão inédita do setor de bebidas alcoólicas. [S. l.], 2019.
- ACCORSI, R.; MANZINI, R.; BARUFFALDI, G.; BORTOLINI, M. On reconciling sustainable plants and networks design for by-products management in the meat industry. In: SMART INNOVATION, SYSTEMS AND TECHNOLOGIES 2017, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.] DOI: 10.1007/978-3-319-57078-5_64.
- ACEVEDO, F.; RUBILAR, M.; SCHEUERMANN, E.; CANCINO, B.; UQUICHE, E.; GARCÉS, M.; INOSTROZA, K.; SHENE, C. Spent coffee grounds as a renewable source of bioactive compounds. **Journal of Biobased Materials and Bioenergy**, [S. l.], v. 7, n. 3, 2013. DOI: 10.1166/jbmb.2013.1369.
- ADAM, Vinícius Diego; DALLAGO, Rogério Marcos. WHISKY. In: **Química das bebidas**. [s.l.: s.n.]. p. 66. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/publicacoes/Ebook_Química_das_Bebidas_publicação_final_2018.pdf.
- ADILAH, A. Nor; JAMILAH, B.; NORANIZAN, M. A.; HANANI, Z. A. Nu. Utilization of mango peel extracts on the biodegradable films for active packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.fpsl.2018.01.006.
- ADILAH, Z. A. Maryam; JAMILAH, B.; HANANI, Z. A. Nur. Functional and antioxidant properties of protein-based films incorporated with mango kernel extract for active packaging. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.08.017.
- AHMAD, Mehraj; HANI, Norziah Mohd; NIRMAL, Nilesh Prakash; FAZIAL, Farah Faiqah; MOHTAR, Nor Fazliyana; ROMLI, Siti Rashima. Optical and thermo-mechanical properties of composite films based on fish gelatin/rice flour fabricated by casting technique. **Progress in Organic Coatings**, [S. l.], v. 84, 2015. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2015.02.016.
- AHMAD, Tanweer; DANISH, Mohammed. **Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review** **Journal of Environmental Management**, 2018. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.10.061.
- AJILA, C. M.; BHAT, S. G.; PRASADA RAO, U. J. S. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 102, n. 4, 2007. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.06.036.
- AKHTAR, Muhammad Javeed; JACQUOT, Muriel; ARAB-TEHRANY, Elmira; GAÏANI, Claire; LINDER, Michel; DESOBRY, Stéphane. Control of salmon oil photo-oxidation during storage in HPMC packaging film: Influence of film colour. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 120, n. 2, 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.10.010.
- AL-SAYED, Hanan M. A.; AHMED, Abdelrahman R. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. **Annals of Agricultural Sciences**, [S. l.], v. 58, n. 1, 2013. DOI: 10.1016/j.aos.2013.01.012.
- ALBERTOS, Irene; AVENA-BUSTILLOS, Roberto J.; MARTÍN-DIANA, Ana Belén; DU, Wen Xian; RICO, Daniel; MCHUGH, Tara H. Antimicrobial Olive Leaf Gelatin films for enhancing the

quality of cold-smoked Salmon. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 13, 2017. DOI: 10.1016/j.fpsl.2017.07.004.

ALEMÁN-NAVA, Gibrán S.; GATTI, Ilaria Alessandra; PARRA-SALDIVAR, Roberto; DALLEMAND, Jean Francois; RITTMANN, Bruce E.; IQBAL, Hafiz M. N. Biotechnological revalorization of Tequila waste and by-product streams for cleaner production – A review from bio-refinery perspective. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 172, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.134.

ALEMÁN, A.; GONZÁLEZ, F.; ARANCIBIA, M. Y.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Comparative study between film and coating packaging based on shrimp concentrate obtained from marine industrial waste for fish sausage preservation. **Food Control**, [S. l.], 2016. DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.06.007.

ALIYU, Salihu; BALA, Muntari. **Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications***African Journal of Biotechnology*, 2011. DOI: 10.4314/ajb.v10i3.

AMIN, Usman; KHAN, Muhammad Usman; MAJEED, Yaqoob; REBEZOV, Maksim; KHAYRULLIN, Mars; BOBKOVA, Elena; SHARIATI, Mohammad Ali; CHUNG, Ill Min; THIRUVENGADAM, Muthu. **Potentials of polysaccharides, lipids and proteins in biodegradable food packaging applications***International Journal of Biological Macromolecules*, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.05.182.

ANDRADE, Paulo Fernando de Souza. Departamento de Economia Rural, prognóstico FRUTICULTURA, Análise da Conjuntura. [S. l.], n. 41, p. 1–7, 2020. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf.

ANDRETTA, Rafaela; LUCHESE, Cláudia Leites; TESSARO, Isabel Cristina; SPADA, Jordana Corralo. Development and characterization of pH-indicator films based on cassava starch and blueberry residue by thermocompression. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.02.019.

ANNADURAI, Gurusamy; JUANG, Ruey Shin; LEE, Duu Jong. Use of cellulose-based wastes for adsorption of dyes from aqueous solutions. **Journal of Hazardous Materials**, [S. l.], v. 92, n. 3, 2002. DOI: 10.1016/S0304-3894(02)00017-1.

ANYADIKE, Nnamdi. **Embalagens flexíveis**. São Paulo.

ARANCIBIA, M. Y.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; MONTERO, P. Chitosan coatings enriched with active shrimp waste for shrimp preservation. **Food Control**, [S. l.], 2015. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.02.004.

ARNI, Saleh Al. **Extraction and isolation methods for lignin separation from sugarcane bagasse: A review***Industrial Crops and Products*, 2018. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.02.012.

ARQUELAU, Priscila Borges de Faria; SILVA, Viviane Dias Medeiros; GARCIA, Maria Aparecida Vieira Teixeira; DE ARAÚJO, Raquel Linhares Bello; FANTE, Camila Argenta. Characterization of edible coatings based on ripe “Prata” banana peel flour. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 89, 2019. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.11.029.

ASSIS, Letícia Marques De; MEDINA, Aline Lisboa; CARVALHO, Daniele; RODRIGUES, Rosane. Elaboração de farelo a partir de bagaço de malte de cevada proveniente da indústria cervejeira. In: XV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA: VIII ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO 2006, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.]

ASSIS, Renato Queiroz; LOPES, Stefani Machado; COSTA, Tania Maria Haas; FLÔRES, Simone

Hickmann; RIOS, Alessandro de Oliveira. Active biodegradable cassava starch films incorporated lycopene nanocapsules. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 109, 2017. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.09.043.

AVELINO, Francisco; DE OLIVEIRA, Davi Rabelo; MAZZETTO, Selma Elaine; LOMONACO, Diego. Poly(methyl methacrylate) films reinforced with coconut shell lignin fractions to enhance their UV-blocking, antioxidant and thermo-mechanical properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 125, 2019. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.12.043.

AVENA-BUSTILLOS, R. J.; OLSEN, C. W.; OLSON, D. A.; CHIOU, B.; YEE, E.; BECHTEL, P. J.; MCHUGH, T. H. Water vapor permeability of mammalian and fish gelatin films. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 71, n. 4, 2006. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00016.x.

AYALA-ZAVALA, J. F.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; VEGA-VEGA, V.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own byproducts: Looking for integral exploitation. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 75, n. 8, 2010. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01792.x.

AZEREDO, Henriette M. C.; BARUD, Hernane; FARINAS, Cristiane S.; VASCONCELLOS, Vanessa M.; CLARO, Amanda M. **Bacterial Cellulose as a Raw Material for Food and Food Packaging Applications** *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2019. DOI: 10.3389/fsufs.2019.00007.

BAHRAM-PARVAR, Maryam; LIM, Loong Tak. Fresh-Cut Onion: A Review on Processing, Health Benefits, and Shelf-Life. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [S. l.], v. 17, n. 2, 2018. DOI: 10.1111/1541-4337.12331.

BALLESTEROS, Lina F.; CERQUEIRA, Miguel A.; TEIXEIRA, José A.; MUSSATTO, Solange I. Production and physicochemical properties of carboxymethyl cellulose films enriched with spent coffee grounds polysaccharides. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 106, 2018. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.08.060.

BANERJEE, Shivali; RANGANATHAN, Vijayaraghavan; PATTI, Antonio; ARORA, Amit. **Valorisation of pineapple wastes for food and therapeutic applications** *Trends in Food Science and Technology*, 2018. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.09.024.

BARBOSA-PEREIRA, Letricia; AURREKOETXEA, Goizane P.; ANGULO, Inmaculada; PASEIRO-LOSADA, Perfecto; CRUZ, José M. Development of new active packaging films coated with natural phenolic compounds to improve the oxidative stability of beef. **Meat Science**, [S. l.], v. 97, n. 2, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.02.006.

BARON, Ricardo Duran; PÉREZ, Latife Lúquez; SALCEDO, Jesús Mejía; CÓRDOBA, Luis Pérez; SOBRAL, Paulo José do Amaral. Production and characterization of films based on blends of chitosan from blue crab (*Callinectes sapidus*) waste and pectin from Orange (*Citrus sinensis* Osbeck) peel. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], 2017. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.02.004.

BARRENA, Raquel; TRAUB, Julio E.; GIL, Cristina Rodriguez; GOODWIN, Julian A. S.; HARPER, Alan J.; WILLOUGHBY, Nik A.; SÁNCHEZ, Antoni; ASPRAY, Thomas J. Batch anaerobic digestion of deproteinated malt whisky pot ale using different source inocula. **Waste Management**, [S. l.], v. 71, 2018. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.06.025.

BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. da M. De. Arroz como alimento. **Embrapa Arroz e Feijão**, [S. l.], 2004.

BATISTA, Michelle J. P. A.; ÁVILA, Antônio F.; FRANCA, Adriana S.; OLIVEIRA, Leandro S.

Polysaccharide-rich fraction of spent coffee grounds as promising biomaterial for films fabrication. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 233, 2020. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.115851.

BAYSAL, S. Su; ÜLKÜ, M. Ali. Food Loss and Waste. [S. l.], n. July, p. 90–108, 2021. DOI: 10.4018/978-1-7998-8900-7.ch006.

BELTRÃO, Francisco. **Aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira na elaboração de cupcake**. 2017. [S. l.], 2017.

BEN JEDDOU, Khawla; BOUAZIZ, Fatma; ZOUARI-ELLOUZI, Soumaya; CHAARI, Fatma; ELLOUZ-CHAABOUNI, Semia; ELLOUZ-GHORBEL, Raoudha; NOURI-ELLOUZ, Oumèma. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 217, 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.08.081.

BENER, Mustafa; SHEN, Yixiao; APAK, Reşat; FINLEY, John W.; XU, Zhimin. Release and degradation of anthocyanins and phenolics from blueberry pomace during thermal acid hydrolysis and dry heating. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 61, n. 27, 2013. DOI: 10.1021/jf401983c.

BENÍTEZ, Vanesa; MOLLÁ, Esperanza; MARTÍN-CABREJAS, María A.; AGUILERA, Yolanda; LÓPEZ-ANDRÉU, Francisco J.; COOLS, Katherine; TERRY, Leon A.; ESTEBAN, Rosa M. Characterization of Industrial Onion Wastes (*Allium cepa* L.): Dietary Fibre and Bioactive Compounds. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S. l.], v. 66, n. 1, 2011. DOI: 10.1007/s11130-011-0212-x.

BERTHET, M. A.; ANGELLIER-COUSSY, H.; CHEA, V.; GUILLARD, V.; GASTALDI, E.; GONTARD, N. Sustainable food packaging: Valorising wheat straw fibres for tuning PHBV-based composites properties. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, [S. l.], 2015. a. DOI: 10.1016/j.compositesa.2015.02.006.

BERTHET, Marie Alix; ANGELLIER-COUSSY, Helene; MACHADO, Diogo; HILLIOU, Loïc; STAEBLER, Andreas; VICENTE, Antonio; GONTARD, Nathalie. Exploring the potentialities of using lignocellulosic fibres derived from three food by-products as constituents of biocomposites for food packaging. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], 2015. b. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.01.028.

BHARGAVA, Nitya; SHARANAGAT, Vijay Singh; MOR, Rahul S.; KUMAR, Kshitiz. **Active and intelligent biodegradable packaging films using food and food waste-derived bioactive compounds: A review** *Trends in Food Science and Technology*, 2020. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.09.015.

BHATTACHARJEE, Chiranjit; DUTTA, Suman; SAXENA, Vinod K. A review on biosorptive removal of dyes and heavy metals from wastewater using watermelon rind as biosorbent. **Environmental Advances**, [S. l.], v. 2, 2020. DOI: 10.1016/j.envadv.2020.100007.

BHUIMBAR, Madhuri V.; BHAGWAT, Prashant K.; DANDGE, Padma B. Extraction and characterization of acid soluble collagen from fish waste: Development of collagen-chitosan blend as food packaging film. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.jece.2019.102983.

BIAN, Huiyang; GAO, Ying; LUO, Jing; JIAO, Liang; WU, Weibing; FANG, Guigan; DAI, Hongqi. Lignocellulosic nanofibrils produced using wheat straw and their pulping solid residue: From agricultural waste to cellulose nanomaterials. **Waste Management**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.04.052.

BIGLIARDI, Sofia Collazo; TORO, Rodrigo Ortega; CHIRALT, Amparo. Improving properties of thermoplastic starch films by incorporating active extracts and cellulose fibres isolated from rice or coffee husk. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 22, 2019. a. DOI: 10.1016/j.fpsl.2019.100383.

BIGLIARDI, Sofia Collazo; TORO, Rodrigo Ortega; CHIRALT, Amparo. Using lignocellulosic fractions of coffee husk to improve properties of compatibilised starch-PLA blend films. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 22, 2019. b. DOI: 10.1016/j.fpsl.2019.100423.

BILO, Fabjola; PANDINI, Stefano; SARTORE, Luciana; DEPERO, Laura E.; GARGIULO, Giovanna; BONASSI, Andrea; FEDERICI, Stefania; BONTEMPI, Elza. A sustainable bioplastic obtained from rice straw. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 200, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.252.

BLINOVÁ, Lenka; SIROTIK, Maroš; BARTOŠOVÁ, Alica; SOLDÁN, Maroš. Review: Utilization of Waste From Coffee Production. **Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology**, [S. l.], v. 25, n. 40, 2017. DOI: 10.1515/rput-2017-0011.

BOLIVAR-TELLERIA, Maria; TURBAY, Cárta; FAVARATO, Luiza; CARNEIRO, Tarcio; DE BIASI, Ronaldo S.; FERNANDES, A. Alberto R.; SANTOS, Alexandre M. C.; FERNANDES, Patricia M. B.; LEI, Zhang. **Second-Generation Bioethanol from Coconut Husk BioMed Research International**, 2018. DOI: 10.1155/2018/4916497.

BOOTKLAD, Munlika; KAEWTATIP, Kaewta. Biodegradation of thermoplastic starch/eggshell powder composites. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 97, n. 2, 2013. DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.05.030.

BORRELLI, Rosa Cinzia; ESPOSITO, Fabrizio; NAPOLITANO, Aurora; RITIENI, Alberto; FOGLIANO, Vincenzo. Characterization of a New Potential Functional Ingredient: Coffee Silverskin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 52, n. 5, 2004. DOI: 10.1021/jf034974x.

BORTOLETTO, Aline M.; ALCARDE, André R. Congeners in sugar cane spirits aged in casks of different woods. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 139, n. 1–4, 2013. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.12.053.

BRASIL. **AGENDA NACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA: plano de combate ao lixo no mar**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/lixo-no-mar.html>.

BRIONES, Rodrigo; TORRES, Layla; SARAVIA, Yanina; SERRANO, Luis; LABIDI, Jalel. Liquefied agricultural residues for film elaboration. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], 2015. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.10.021.

BRITO, T. B.; CARRAJOLA, J. F.; GONÇALVES, E. C. B. A.; MARTELLI-TOSI, M.; FERREIRA, M. S. L. Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. **Food Research International**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.03.058.

BROCHIER, Mariana Augusta. **Aproveitamento do resíduos úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros confinados em fase de terminação**. 2007. [S. l.], 2007.

BUAKAEW, Wanikorn; RUKSAKULPIWAT, Yupaporn; SUPPAKARN, Nitinat; SUTAPUN, Wimonlak. Mechanical, thermal and morphological properties of poly(butylene succinate) filled with Bio-Functional filler from eggshell waste. In: **ADVANCED MATERIALS RESEARCH 2013, Anais [...]**. [s.l.: s.n.] DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.747.72.

CAMPONE, Luca et al. Response surface methodology to optimize supercritical carbon dioxide/co-solvent extraction of brown onion skin by-product as source of nutraceutical compounds. **Food**

Chemistry, [S. l.], v. 269, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.07.042.

CANEVAROLO JR., Sebastião Vicente. **Ciência dos Polímeros**. [s.l.: s.n.].

CANILHA, Larissa. **Aproveitamento do hidrolisado de palha de trigo para a obtenção de xilitol por via microbiana**. 2002. Faculdade de engenharia química de Lorena, [S. l.], 2002. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/antigas/2002/BID02001.pdf>.

CAO, Qing; XIE, Ke Chang; BAO, Wei Ren; SHEN, Shu Guang. Pyrolytic behavior of waste corn cob. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 94, n. 1, 2004. DOI: 10.1016/j.biortech.2003.10.031.

CARPES, Solange Teresinha; BERTOTTO, Carlize; BILCK, Ana Paula; YAMASHITA, Fabio; ANJOS, Ofélia; BAKAR SIDDIQUE, Md Abu; HARRISON, Sabine Martina; BRUNTON, Nigel Patrick. Bio-based films prepared with apple pomace: Volatiles compound composition and mechanical, antioxidant and antibacterial properties. **LWT**, [S. l.], v. 144, 2021. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111241.

CARVALHO, Joelia Marques De; MAIA, Geraldo Arraes; HENRIQUE, Paulo; SOUSA, Machado De; ARRAES, Geraldo; JR, Maia. Water of coconut: Nutritional and functional properties and processing. [S. l.], p. 437–452, 2006.

CAZÓN, Patricia; VÁZQUEZ, Manuel. **Bacterial cellulose as a biodegradable food packaging material: A review** **Food Hydrocolloids**, 2021. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.106530.

CEDES. **Estratégias para redução de perdas e desperdício de alimentos**. [s.l.: s.n.]. v. 3

CHAIWARIT, Tanpong; MASAVANG, Supuksorn; MAHE, Joaquim; SOMMANO, Sarana; RUKSIRIWANICH, Warintorn; BRACHAIS, Claire Hélène; CHAMBIN, Odile; JANTRAWUT, Pensak. Mango (cv. Nam Dokmai) peel as a source of pectin and its potential use as a film-forming polymer. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.105611.

CHAMBI, Hulda Noemi Mamani; GROSSO, Carlos Raimundo Ferreira. Mechanical and water vapor permeability properties of biodegradable films based on methylcellulose, glucomannan, pectin and gelatin. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 31, n. 3, 2011. DOI: 10.1590/s0101-20612011000300029.

CHAN, Eric W. C.; SOH, Eu Ying; TIE, Pei Pei; LAW, Yon Peng. Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. **Pharmacognosy Research**, [S. l.], v. 3, n. 4, 2011. DOI: 10.4103/0974-8490.89748.

CHAVOSHIZADEH, Sona; PIRSA, Sajad; MOHTARAMI, Forough. Sesame Oil Oxidation Control by Active and Smart Packaging System Using Wheat Gluten/Chlorophyll Film to Increase Shelf Life and Detecting Expiration Date. **European Journal of Lipid Science and Technology**, [S. l.], v. 122, n. 3, p. 1–12, 2020. DOI: 10.1002/ejlt.201900385.

CHENG, Yuxin; WU, Ting; CHU, Xueqi; TANG, Shuxin; CAO, Weiwei; LIANG, Fuqiang; FANG, Yajing; PAN, Siyi; XU, Xiaoyun. Fermented blueberry pomace with antioxidant properties improves fecal microbiota community structure and short chain fatty acids production in an in vitro mode. **LWT**, [S. l.], v. 125, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109260.

CHOLLAKUP, Rungsima; PONGBUROOS, Siraprapa; BOONSONG, Watthana; KHANOONKON, Nattaporn; KONGSIN, Kunat; SOTHORNVIT, Rungsinee; SUKYAI, Prakit; SUKATTA, Udomlak; HARNKARNSUJARIT, Nathdanai. Antioxidant and antibacterial activities of cassava starch and whey protein blend films containing rambutan peel extract and cinnamon oil for active packaging. **LWT**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109573.

CHUAYNUKUL, K.; PRODPRAN, T.; BENJAKUL, S. Properties of thermo-compression molded

bovine and fish gelatin films as influenced by resin preparation condition. **International Food Research Journal**, [S. l.], v. 22, n. 3, 2015.

COELHO, Gisella O.; BATISTA, Michelle J. A.; ÁVILA, Antonio F.; FRANCA, Adriana S.; OLIVEIRA, Leandro S. Development and characterization of biopolymeric films of galactomannans recovered from spent coffee grounds. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 289, 2020. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110083.

COELHO, Tatiana. **Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico do mundo e recicla apenas 1%**. 2019. Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/index.php/revitalizacao-de-bacias/11456-brasil-e-o-4-maior-produtor-de-lixo-plastico-do-mundo-e-recicla-apenas-1>.

CONAB. **A Cultura do Trigo**. [s.l.: s.n.].

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos. **Safra 2021/22 2º levantamento**, [S. l.], v.9, n. 2, p. 93, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>.

COSTA-BOMFIM, Carolina N.; SILVA, Victor A.; BEZERRA, Ranilson de S.; DRUZIAN, Janice I.; CAVALLI, Ronaldo O. Growth, feed efficiency and body composition of juvenile cobia (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) fed increasing dietary levels of shrimp protein hydrolysate. **Aquaculture Research**, [S. l.], v. 48, n. 4, 2017. DOI: 10.1111/are.13013.

CRIZEL, Tainara de Moraes; DE OLIVEIRA RIOS, Alessandro; D. ALVES, Vítor; BANDARRA, Narcisa; MOLDÃO-MARTINS, Margarida; HICKMANN FLÔRES, Simone. Active food packaging prepared with chitosan and olive pomace. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.08.007.

CRIZEL, Tainara de Moraes; HAAS COSTA, Tania Maria; DE OLIVEIRA RIOS, Alessandro; HICKMANN FLÔRES, Simone. Valorization of food-grade industrial waste in the obtaining active biodegradable films for packaging. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], 2016. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.04.039.

CUI, Congli; JI, Na; WANG, Yanfei; XIONG, Liu; SUN, Qingjie. Bioactive and intelligent starch-based films: A review. **Trends in Food Science and Technology**, [S. l.], v. 116, p. 854–869, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.024>.

CYPRIANO, Daniela Z.; DA SILVA, Lucimara Lopes; TASIC, Ljubica. High value-added products from the orange juice industry waste. **Waste Management**, [S. l.], v. 79, 2018. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.07.028.

DA SILVA E SILVA, Natácia; DE SOUZA FARIAS, Fabricio; DOS SANTOS FREITAS, Mauricio Madson; PINO HERNÁNDEZ, Enrique José Gregório; DANTAS, Vanderson Vasconcelos; ENÊ CHAVES OLIVEIRA, Marcos; JOELE, Maria Regina Sarkis Peixoto; DE FÁTIMA HENRIQUES LOURENÇO, Lúcia. Artificial intelligence application for classification and selection of fish gelatin packaging film produced with incorporation of palm oil and plant essential oils. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 27, n. December 2020, p. 100611, 2021. DOI: 10.1016/j.fpsl.2020.100611. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214289420306293>.

DAINELLI, Dario; GONTARD, Nathalie; SPYROPOULOS, Dimitrios; ZONDERVAN-VAN DEN BEUKEN, Esther; TOBBACK, Paul. Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. **Trends in Food Science and Technology**, [S. l.], v. 19, n. SUPPL. 1, 2008. DOI: 10.1016/j.tifs.2008.09.011.

DASH, Kshirod K.; ALI, N. Afzal; DAS, Dipannita; MOHANTA, D. Thorough evaluation of sweet potato starch and lemon-waste pectin based-edible films with nano-titania inclusions for food packaging applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], 2019. DOI:

10.1016/j.ijbiomac.2019.07.193.

DATTATRAYA SARATALE, Ganesh et al. **A review on valorization of spent coffee grounds (SCG) towards biopolymers and biocatalysts production** *Bioresource Technology*, 2020. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.123800.

DE'NOBILI, María Dolores; PÉREZ, Carolina Daiana; NAVARRO, Diego A.; STORTZ, Carlos A.; ROJAS, Ana M. Hydrolytic Stability of L-(+)-Ascorbic Acid in Low Methoxyl Pectin Films with Potential Antioxidant Activity at Food Interfaces. **Food and Bioprocess Technology**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2013. DOI: 10.1007/s11947-011-0684-6.

DE MORAES, Jaqueline Oliveira; SCHEIBE, Ana Silvia; SERENO, Alberto; LAURINDO, João Borges. Scale-up of the production of cassava starch based films using tape-casting. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 119, n. 4, 2013. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013.07.009.

DE SOUSA, Alex Sandro Bezerra; DA SILVA, Mariany Cruz Alves; LIMA, Renato Pereira; MEIRELES, Bruno Raniere Lins de Albuquerque; CORDEIRO, Angela Tribuzy Magalhães; SANTOS, Eduardo Felipe da Silva; AMARO, Ana Luisa; PINTADO, Maria Manuela Estevez; SILVA, Silvanda de Melo. Phenolic compounds and antioxidant activity as discriminating markers and adding value of mango varieties. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 287, 2021. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110259.

DEBNATH, Banhisikha; HALDAR, Dibyajyoti; PURKAIT, Mihir Kumar. **Potential and sustainable utilization of tea waste: A review on present status and future trends** *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021. DOI: 10.1016/j.jece.2021.106179.

DEL MAR CONTRERAS, María; LAMA-MUÑOZ, Antonio; GUTIÉRREZ-PÉREZ, José Manuel; ESPÍNOLA, Francisco; MOYA, Manuel; ROMERO, Inmaculada; CASTRO, Eulogio. Integrated process for sequential extraction of bioactive phenolic compounds and proteins from mill and field olive leaves and effects on the lignocellulosic profile. **Foods**, [S. l.], v. 8, n. 11, 2019. DOI: 10.3390/foods8110531.

DENG, Qian; PENNER, Michael H.; ZHAO, Yanyun. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. **Food Research International**, [S. l.], v. 44, n. 9, 2011. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.05.026.

DHALL, Rajinder K.; ALAM, Mohammed S. Biodegradable Packaging. In: **Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/b978-0-12-803581-8.11516-4.

DHAR, Prodyut; PRATTO, B.; GONÇALVES CRUZ, Antonio Jose; BANKAR, Sandip. Valorization of sugarcane straw to produce highly conductive bacterial cellulose / graphene nanocomposite films through in situ fermentation: Kinetic analysis and property evaluation. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 238, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.117859.

DIAS, Diogenes dos Santos; OTONI, Caio Gomide; DA SILVA, Robson Rosa; MENEGUIN, Andreia Bagliotti; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli; BARUD, Hernane da Silva; RIBEIRO, Clovis Augusto. Large scale manufacturing of puree-only edible films from onion bulb (*Allium cepa* L.): Probing production and structure–processing–property correlations. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 145, 2020. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111847.

DIXIT, Shobhit; YADAV, Vijay Laxmi. Optimization of polyethylene/polypropylene/alkali modified wheat straw composites for packaging application using RSM. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118228.

DIXIT, Shobhit; YADAV, Vijay Laxmi. Comparative study of polystyrene/chemically modified wheat straw composite for green packaging application. **Polymer Bulletin**, [S. l.], v. 77, n. 3, 2020.

DOI: 10.1007/s00289-019-02804-0.

DMOCHOWSKA, Anna; CZAJKOWSKA, Joanna; JĘDRZEJEWSKI, Roman; STAWIŃSKI, Wojciech; MIGDAŁ, Paweł; FIEDOT-TOBOŁA, Marta. Pectin based banana peel extract as a stabilizing agent in zinc oxide nanoparticles synthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 165, 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.10.042.

DUNGANI, Rudi et al. Bionanomaterial from agricultural waste and its application. In: **Cellulose-Reinforced Nanofibre Composites: Production, Properties and Applications**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-08-100957-4.00003-6.

DUTTA, Himjyoti; PAUL, Sanjib Kr. Kombucha Drink: Production, Quality, and Safety Aspects. In: **Production and Management of Beverages**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/b978-0-12-815260-7.00008-0.

EÇA, Kaliana S.; MACHADO, Mariana T. C.; HUBINGER, Miriam D.; MENEGALLI, Florencia C. Development of Active Films From Pectin and Fruit Extracts: Light Protection, Antioxidant Capacity, and Compounds Stability. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 80, n. 11, 2015. DOI: 10.1111/1750-3841.13074.

EL ACHABY, Mounir; EL MIRI, Nassima; ABOULKAS, Adil; ZAHOUILY, Mohamed; BILAL, Essaid; BARAKAT, Abdellatif; SOLHY, Abderrahim. Processing and properties of eco-friendly bio-nanocomposite films filled with cellulose nanocrystals from sugarcane bagasse. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 96, 2017. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.12.040.

ELETTA, O. A. A.; AJAYI, O. A.; OGUNLEYE, O. O.; AKPAN, I. C. Adsorption of cyanide from aqueous solution using calcinated eggshells: Equilibrium and optimisation studies. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S. l.], v. 4, n. 1, 2016. DOI: 10.1016/j.jece.2016.01.020.

ELFERINK, E. V.; NONHEBEL, S.; MOLL, H. C. Feeding livestock food residue and the consequences for the environmental impact of meat. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 16, n. 12, 2008. DOI: 10.1016/j.jclepro.2007.06.008.

ELHUSSIENY, Amal; FAISAL, Marwa; D'ANGELO, Giacomo; ABOULKHAIR, Nesma T.; EVERITT, Nicola M.; FAHIM, Irene S. Valorisation of shrimp and rice straw waste into food packaging applications. **Ain Shams Engineering Journal**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.asej.2020.01.008.

EMBRAPA. Conhecendo a carne que você consome: qualidade da carne bovina. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, [S. l.], 1999.

EMBRAPA. Manual prático para a elaboração de sucos de frutas em pequenos volumes por meio do suquificador integral. [S. l.], 2020.

ESPITIA, Paula Judith Pérez; DU, Wen Xian; AVENA-BUSTILLOS, Roberto de Jesús; SOARES, Nilda de Fátima Ferreira; MCHUGH, Tara H. **Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties - A review** *Food Hydrocolloids*, 2014. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.06.005.

ESSIEN, J. P.; AKPAN, E. J.; ESSIEN, E. P. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 96, n. 13, 2005. DOI: 10.1016/j.biortech.2004.12.004.

FALCH, E. et al. Geographical and seasonal differences in lipid composition and relative weight of by-products from gadiform species. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S. l.], v. 19, n. 6–7, 2006. DOI: 10.1016/j.jfca.2005.12.004.

FAO. **Nueva bebida para el deporte: agua de coco**. 1998. Disponível em:

<http://www.fao.org/ag/esp/revista/9810/spot3.htm>.

FAO. Meat market review. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, [S. l.], n. December, p. 1–13, 2020. a. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca3880en/ca3880en.pdf>.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action**. [s.l: s.n.]. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.

FAO. **Gateway to poultry production and products: Products and processing**. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/poultry-production-products/products-processing/en/>.

FARAH, Norain H.; SALMAH, H.; MARLIZA, M. Effect of Butyl Methacrylate on Properties of Regenerated Cellulose Coconut Shell Biocomposite Films. **Procedia Chemistry**, [S. l.], v. 19, 2016. DOI: 10.1016/j.proche.2016.03.020.

FELTES, Maria M. C.; CORREIA, João F. G.; BEIRÃO, Luiz H.; BLOCK, Jane M.; NINOW, Jorge L.; SPILLER, Valeria R. Alternatives for adding value for the fish processing wastes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S. l.], v. 14, n. 6, 2010. DOI: 10.1590/s1415-43662010000600014.

FERNANDEZ-PASTOR, Ignacio; FERNANDEZ-HERNANDEZ, Antonia; PEREZ-CRIADO, Sergio; RIVAS, Francisco; MARTINEZ, Antonio; GARCIA-GRANADOS, Andres; PARRA, Andres. Microwave-assisted extraction versus Soxhlet extraction to determine triterpene acids in olive skins. **Journal of Separation Science**, [S. l.], v. 40, n. 5, 2017. DOI: 10.1002/jssc.201601130.

FERRAZ DE ARRUDA, Lia; BORGHESI, Ricardo; BRUM, Aelson; REGITANO D'ARCE, Marisa; OETTERER, Marília. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 26, n. 4, 2006. DOI: 10.1590/s0101-20612006000400006.

FERREIRA, Mariana S. L.; SANTOS, Mônica C. P.; MORO, Thaísa M. A.; BASTO, Gabriela J.; ANDRADE, Roberta M. S.; GONÇALVES, Édina C. B. A. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 52, n. 2, 2015. DOI: 10.1007/s13197-013-1061-4.

FOLEGATTI, Marília Ieda da Silveira; MATSUURA, Fernando César Akira Urbano. Capítulo XII Processamento. In: **O cultivo da bananeira**. [s.l: s.n.].

FONSECA, Laura Martins; SILVA, Francine Tavares Da; BRUNI, Graziella Pinheiro; BORGES, Caroline Dellenghausen; ZAVAREZE, Eleessandra da Rosa; DIAS, Alvaro Renato Guerra. Aerogels based on corn starch as carriers for pinhão coat extract (*Araucaria angustifolia*) rich in phenolic compounds for active packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 169, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.12.110.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Food Wastage Footprint: Impact On Natural Resources** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [s.l: s.n.].

GALANAKIS, Charis M. **Sustainable meat production and processing**. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1016/C2017-0-02230-9.

GAMA, Francisco Miguel Portela Da; DOURADO, Fernando. Bacterial NanoCellulose: What future? **BioImpacts**, [S. l.], v. 8, n. 1, 2018. DOI: 10.15171/bi.2018.01.

GAO, Chuan; YAN, Tao; DU, Jie; HE, Fang; LUO, Honglin; WAN, Yizao. Introduction of broad spectrum antibacterial properties to bacterial cellulose nanofibers via immobilising ϵ -polylysine nanocoatings. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 36, 2014. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.09.015.

GAO, Jing; YOU, Juyu; KANG, Juhong; NIE, Fanghong; JI, Hongwu; LIU, Shucheng. Recovery of

astaxanthin from shrimp (*Penaeus vannamei*) waste by ultrasonic-assisted extraction using ionic liquid-in-water microemulsions. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 325, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126850.

GARCIA-CASTELLO, E. M.; MAYOR, L.; CHORQUES, S.; ARGÜELLES, A.; VIDAL-BROTÓNS, D.; GRAS, M. L. Reverse osmosis concentration of press liquid from orange juice solid wastes: Flux decline mechanisms. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 106, n. 3, 2011. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.05.005.

GARCÍA-RAMÓN, J. A.; CARMONA-GARCÍA, R.; VALERA-ZARAGOZA, M.; APARICIO-SAGUILÁN, A.; BELLO-PÉREZ, L. A.; AGUIRRE-CRUZ, A.; ALVAREZ-RAMIREZ, J. Morphological, barrier, and mechanical properties of banana starch films reinforced with cellulose nanoparticles from plantain rachis. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 187, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.07.112.

GARDIOL, Alicia E.; HERNANDEZ, Ruben J.; REINHAMMAR, Bengt; HARTE, Bruce R. Development of a gas-phase oxygen biosensor using a blue copper-containing oxidase. **Enzyme and Microbial Technology**, [S. l.], v. 18, n. 5, 1996. DOI: 10.1016/0141-0229(95)00110-7.

GEORGIEV, Vasil Georgiev; WEBER, Jost; KNESCHKE, Eva Maria; DENEV, Petko Nedyalkov; BLEY, Thomas; PAVLOV, Atanas Ivanov. Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* cv. Detroit Dark Red. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S. l.], v. 65, n. 2, 2010. DOI: 10.1007/s11130-010-0156-6.

GETACHEW, Adane Tilahun; AHMAD, Raju; PARK, Jin-Seok; CHUN, Byung-Soo. Fish skin gelatin based packaging films functionalized by subcritical water extract from spent coffee ground. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 29, n. August, p. 100735, 2021. DOI: 10.1016/j.fpsl.2021.100735. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100735>.

GEYER, Roland; JAMBECK, Jenna R.; LAW, Kara Lavender. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, [S. l.], v. 3, n. 7, 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1700782.

GHOSH, Rajesh. A Review Study on Precipitated Silica and Activated Carbon from Rice Husk. **Journal of Chemical Engineering & Process Technology**, [S. l.], v. 04, n. 04, 2013. DOI: 10.4172/2157-7048.1000156.

GLATZ, Phil; MIAO, Zhihong; RODDA, Belinda. **Handling and treatment of poultry hatchery waste: A review** *Sustainability*, 2011. DOI: 10.3390/su3010216.

GOH, W. N.; ROSMA, A.; KAUR, B.; FAZILAH, A.; KARIM, A. A.; BHAT, Rajeev. Microstructure and physical properties of microbial cellulose produced during fermentation of black tea broth (kombucha). II. **International Food Research Journal**, [S. l.], v. 19, n. 1, 2012.

GOMEZ-GUILLEN, M. C.; GIMENEZ, B.; LOPEZ-CABALLERO, M. E.; MONTERO, M. P. **Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review** *Food Hydrocolloids*, 2011. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.02.007.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; PÉREZ-MATEOS, M.; GÓMEZ-ESTACA, J.; LÓPEZ-CABALLERO, E.; GIMÉNEZ, B.; MONTERO, P. **Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films** *Trends in Food Science and Technology*, 2009. DOI: 10.1016/j.tifs.2008.10.002.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; TURNAY, J.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, M. D.; ULMO, N.; LIZARBE, M. A.; MONTERO, P. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: A comparative study. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 16, n. 1, 2002. DOI: 10.1016/S0268-005X(01)00035-2.

GONG, Chuting; ZHANG, Hangjin; YUE, Jin; MIAO, Yubin; JIAO, Shunshan. Investigation of hot air-assisted radio frequency heating as a simultaneous dry-blanching and pre-drying method for carrot cubes. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [S. l.], v. 56, 2019. DOI: 10.1016/j.ifset.2019.102181.

GONZÁLEZ, Carlos Mauricio Otálora; FLORES, Silvia K.; BASANTA, María F.; GERSCHENSON, Lía Noemí. Effect of beetroot (*Beta vulgaris* L. var *conditiva*) fiber filler and corona treatment on cassava starch films properties. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 26, 2020. DOI: 10.1016/j.fpsl.2020.100605.

GONZALO, A.; BIMBELA, F.; SÁNCHEZ, J. L.; LABIDI, J.; MARÍN, F.; ARAUZO, J. Evaluation of different agricultural residues as raw materials for pulp and paper production using a semichemical process. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.04.036.

GUILBERT, Stéphane; GONTARD, Nathalie. Agro-polymers for edible and biodegradable films. Review of agricultural polymeric materials, physical and mechanical characteristics. In: **Innovations in Food Packaging**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-012311632-1/50048-6.

GULLÓN, Patricia; GULLÓN, Beatriz; ASTRAY, Gonzalo; CARPENA, María; FRAGA-CORRAL, María; PRIETO, Miguel A.; SIMAL-GANDARA, Jesus. **Valorization of by-products from olive oil industry and added-value applications for innovative functional foods** *Food Research International*, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109683.

GUNASEELAN, V. Nallathambi. Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks. **Biomass and Bioenergy**, [S. l.], v. 26, n. 4, 2004. DOI: 10.1016/j.biombioe.2003.08.006.

GUNASEELAN, V. Nallathambi. Regression models of ultimate methane yields of fruits and vegetable solid wastes, sorghum and napiergrass on chemical composition. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 98, n. 6, 2007. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.05.014.

GUO, Shasha; KUMAR AWASTHI, Mukesh; WANG, Yuefei; XU, Ping. **Current understanding in conversion and application of tea waste biomass: A review** *Bioresource Technology*, 2021. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125530.

GUTH, Thomé Luiz Freire. Análise Mensal Milho - Junho/Julho de 2019. **Companhia Nacional de Abastecimento (Conab)**, [S. l.], n. 61, p. 4, 2019. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-milho/item/download/28400_a7ac31374a6551d606bc8939e829427c.

GUTIÉRREZ, Tomy J.; SUNIAGA, Jusneydy; MONSALVE, Antonio; GARCÍA, Nancy L. Influence of beet flour on the relationship surface-properties of edible and intelligent films made from native and modified plantain flour. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 54, 2016. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2015.10.012.

HABIHA, H.; SAIN, M. The use of sugarcane bagasse fibres as reinforcements in composites. In: **Biofiber Reinforcements in Composite Materials**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1533/9781782421276.4.525.

HAMMOND, J. Brent; EGG, Richard; DIGGINS, Drew; COBLE, Charlie G. Alcohol from bananas. In: **BIORESOURCE TECHNOLOGY 1996, Anais [...]**. [s.l.: s.n.] DOI: 10.1016/0960-8524(95)00177-8.

HAN, Hee-seon; SONG, Kyung Bin. Antioxidant properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) rind pectin films containing kiwifruit (*Actinidia chinensis*) peel extract and their application as chicken thigh packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 28, n. November 2020, p. 100636, 2021. DOI: 10.1016/j.fpsl.2021.100636. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100636>.

HAN, Jung H.; HO, Colin H. L.; RODRIGUES, Evangelina T. Intelligent packaging. In: **Innovations**

in **Food Packaging**. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-012311632-1/50041-3.

HAN, Jung H.; SCANLON, Martin G. Mass Transfer of Gas and Solute Through Packaging Materials. *In: Innovations in Food Packaging: Second Edition*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-394601-0.00003-5.

HANANI, Z. A. N.; HUSNA, A. B. A.; SYAHIDA, S. N.; KHAIZURA, M. A. B. N.; JAMILAH, B. Effect of different fruit peels on the functional properties of gelatin/polyethylene bilayer films for active packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.fpsl.2018.11.004.

HANANI, Z. A. Nu.; YEE, F. Cheng; NOR-KHAIZURA, M. A. R. Effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel powder on the antioxidant and antimicrobial properties of fish gelatin films as active packaging. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.10.007.

HASSAN, S. H.; VELAYUTHAM, T. S.; CHEN, Y. W.; LEE, H. V. TEMPO-oxidized nanocellulose films derived from coconut residues: Physicochemical, mechanical and electrical properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 180, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.03.066.

HE, Bo; ZHANG, Ling Li; YUE, Xue Yang; LIANG, Jin; JIANG, Jun; GAO, Xue Ling; YUE, Peng Xiang. Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium ashei*) wine pomace. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 204, 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.02.094.

HIGUERA-CIAPARA, I.; FÉLIX-VALENZUELA, L.; GOYCOOLEA, F. M. **Astaxanthin: A review of its chemistry and applications** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2006. DOI: 10.1080/10408690590957188.

HIRANVARACHAT, Bhudsawan; DEVAHASTIN, Sakamon. Enhancement of microwave-assisted extraction via intermittent radiation: Extraction of carotenoids from carrot peels. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 126, 2014. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013.10.024.

HOSSAIN, Mohammad Afzal; ISLAM, Jahid M. M.; HOQUE, Md Mozammel; NAHAR, Shamsun; KHAN, Mubarak A. Field demonstration of irradiated sodium alginate as tea production booster. **Heliyon**, [S. l.], v. 7, n. 1, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e05881.

HSIEH, Ya Yu; TSAI, Yun Chih; HE, Jia Rung; YANG, Ping Feng; LIN, Hong Ping; HSU, Chun Han; LOGANATHAN, Aswaghosh. Rice husk agricultural waste-derived low ionic content carbon-silica nanocomposite for green reinforced epoxy resin electronic packaging material. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, [S. l.], 2017. DOI: 10.1016/j.jtice.2017.06.010.

HUANG, Jiwei; JIN, Zhigao; ZUO, Baoqi; ZHANG, Feng; QIN, Jianzhong; SHEN, Yingchao; YAO, Mu. Preparation and characterization of a novel Cassava silk film containing nanopore structure. **Materials Letters**, [S. l.], v. 260, 2020. DOI: 10.1016/j.matlet.2019.126942.

HUIGE, Nick. Brewery By-Products and Effluents. *In: [s.l: s.n.]*. DOI: 10.1201/9781420015171.ch18.

HUSSAIN, Siam; ANJALI, K. P.; HASSAN, Saima Towhida; DWIVEDI, Priy Brat. Waste tea as a novel adsorbent: a review. **Applied Water Science**, [S. l.], v. 8, n. 6, 2018. DOI: 10.1007/s13201-018-0824-5.

HUTMACHER, Dietmar W. Scaffolds in tissue engineering bone and cartilage. **Biomaterials**, [S. l.], v. 21, n. 24, 2000. DOI: 10.1016/S0142-9612(00)00121-6.

HYMAVATHI, M.; SATHISH, T.; BRAHMAIAH, P.; PRAKASHAM, R. S. Impact of carbon and nitrogen sources on L-Asparaginase production by isolated bacillus circulans (MTCC 8574): Application of saturated plackett-burman design. **Chemical and Biochemical Engineering**

Quarterly, [S. l.], v. 24, n. 4, 2010.

IAHNKE, Aline Oliveira E. Silv.; COSTA, Tania Maria Haas; DE OLIVEIRA RIOS, Alessandro; FLÔRES, Simone Hickmann. Antioxidant films based on gelatin capsules and minimally processed beet root (*Beta vulgaris* L. var. Conditiva) residues. **Journal of Applied Polymer Science**, [S. l.], v. 133, n. 10, 2016. DOI: 10.1002/app.43094.

IAHNKE, Aline Oliveira e. Silv.; COSTA, Tania Maria Haas; RIOS, Alessandro de Oliveira; FLÔRES, Simone Hickmann. Residues of minimally processed carrot and gelatin capsules: Potential materials for packaging films. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 76, 2015. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.08.025.

ÍÑIGUEZ-COVARRUBIAS, G.; DÍAZ-TERES, R.; SANJUAN-DUENAS, R.; ANZALDO-HERNÁNDEZ, J.; ROWELL, R. M. Utilization of by-products from the tequila industry. Part 2: Potential value of Agave tequilana Weber azul leaves. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 77, n. 2, 2001. DOI: 10.1016/S0960-8524(00)00167-X.

ÍÑIGUEZ-COVARRUBIAS, G.; LANGE, Sandra E.; ROWELL, Roger M. Utilization of byproducts from the tequila industry: Part 1: Agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 77, n. 1, 2001. DOI: 10.1016/S0960-8524(00)00137-1.

ÍÑIGUEZ, C. G.; BERNAL, C. J. J.; RAMÍREZ, M. W.; VILLALVAZO, N. J. Recycling Agave Bagasse of the Tequila Industry. **Advances in Chemical Engineering and Science**, [S. l.], v. 04, n. 02, 2014. DOI: 10.4236/aces.2014.42016.

IRIONDO-DEHOND, Amaia; APARICIO GARCÍA, Natalia; FERNANDEZ-GOMEZ, Beatriz; GUI SANTES-BATAN, Eduardo; VELÁZQUEZ ESCOBAR, Francisco; BLANCH, Gracia Patricia; SAN ANDRES, Manuel Ignacio; SANCHEZ-FORTUN, Sebastián; DEL CASTILLO, María Dolores. Validation of coffee by-products as novel food ingredients. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [S. l.], v. 51, 2019. DOI: 10.1016/j.ifset.2018.06.010.

JAHURUL, M. H. A.; ZAIDUL, I. S. M.; GHAFOR, Kashif; AL-JUHAIMI, Fahad Y.; NYAM, Kar Lin; NORULAINI, N. A. N.; SAHENA, F.; MOHD OMAR, A. K. **Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review** *Food Chemistry*, 2015. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.03.046.

JANISSEN, Brendan; HUYNH, Tien. **Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review** *Resources, Conservation and Recycling*, 2018. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.001.

JAYABALAN, R.; WAISUNDARA, Viduranga Y. Kombucha as a functional beverage. In: **Functional and Medicinal Beverages: Volume 11: The Science of Beverages**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-816397-9.00012-1.

JAYESREE, Nagarajan; HANG, Pui Kay; PRIYANGAA, Arumugam; KRISHNAMURTHY, Nagendra Prasad; RAMANAN, Ramakrishnan Nagasundara; TURKI, M. S. Aldawou.; CHARIS, M. Galanakis; OOI, Chien Wei. Valorisation of carrot peel waste by water-induced hydrocolloidal complexation for extraction of carote and pectin. **Chemosphere**, [S. l.], v. 272, 2021. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.129919.

JEETAH, Pratima; GOLLAUP, Nisha; BUDDYNAUTH, Karishma. Production of cardboard from waste rice husk. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S. l.], 2015. DOI: 10.1016/j.jece.2014.11.013.

Ji, Na; GE, Shengju; LI, Man; WANG, Yanfei; XIONG, Liu; QIU, Lizhong; BIAN, Xiliang; SUN,

Chunrui; SUN, Qingjie. Effect of annealing on the structural and physicochemical properties of waxy rice starch nanoparticles: Effect of annealing on the properties of starch nanoparticles. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 286, 2019. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.01.205.

JIANG, Bingxue; LI, Shuai; WU, Yuanyuan; SONG, Jingxin; CHEN, Shanshan; LI, Xinxin; SUN, Huimin. Preparation and characterization of natural corn starch-based composite films reinforced by eggshell powder. **CYTA - Journal of Food**, [S. l.], v. 16, n. 1, 2018. DOI: 10.1080/19476337.2018.1527783.

JIMÉNEZ-ZAMORA, Ana; PASTORIZA, Silvia; RUFÍAN-HENARES, José A. Revalorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], v. 61, n. 1, 2015. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.11.031.

JIN, Tony; LIU, Linshu; ZHANG, Howard; HICKS, Kevin. Antimicrobial activity of nisin incorporated in pectin and polylactic acid composite films against *Listeria monocytogenes*. **International Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 44, n. 2, 2009. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2008.01719.x.

JOHNSTON-BANKS, F. A. Gelatine. In: **Food Gels**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1007/978-94-009-0755-3_7.

JOLIE, Ruben P.; DUVETTER, Thomas; VAN LOEY, Ann M.; HENDRICKX, Marc E. **Pectin methylesterase and its proteinaceous inhibitor: A review** **Carbohydrate Research**, 2010. DOI: 10.1016/j.carres.2010.10.002.

JRIDI, Mourad; ABDELHEDI, Ola; SALEM, Ali; KECHAOU, Hela; NASRI, Moncef; MENCHARI, Yosra. Physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of fish gelatin-based edible films enriched with orange peel pectin: Wrapping application. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105688.

JU, Ahreum; SONG, Kyung Bin. Incorporation of yellow onion peel extract into the funoran-based biodegradable films as an antioxidant packaging material. **International Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 55, n. 4, 2020. DOI: 10.1111/ijfs.14436.

JUNIOR, JAMIL CORREIA DA SILVA. Aproveitamento De Subprodutos Da Indústria De Carne Suína: Caracterização Físico-Química Do Queijo De Porco. [S. l.], p. 110, 2015. Disponível em: [http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1654/1/LD_PPGTAL_M_Silva Junior%2C Jamil Correia da_2015.pdf](http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1654/1/LD_PPGTAL_M_Silva%20Junior%20Jamil%20Correia%20da%20Silva.pdf).

KALIA, Susheel; DUFRESNE, Alain; CHERIAN, Bibin Mathew; KAITH, B. S.; AVÉROUS, Luc; NJUGUNA, James; NASSIOPOULOS, Elias. **Cellulose-based bio- and nanocomposites: A review** **International Journal of Polymer Science**, 2011. DOI: 10.1155/2011/837875.

KARAYANNAKIDIS, Panayotis D.; ZOTOS, Anastasios. **Fish Processing By-Products as a Potential Source of Gelatin: A Review** **Journal of Aquatic Food Product Technology**, 2016. DOI: 10.1080/10498850.2013.827767.

KARUPPANNAN, Sathish Kumar; DOWLATH, Mohammed Junaid Hussain; RAIYAAN, G. I. Darul; RAJADESINGU, Suriyaprakash; ARUNACHALAM, Kantha Deivi. **Application of poultry industry waste in producing value-added products—A review**. [s.l.] : Elsevier Inc., 2021. DOI: 10.1016/b978-0-12-822183-9.00005-2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-822183-9.00005-2>.

KAUSHAL, Jyoti; KHATRI, Madhu; ARYA, Shailendra Kumar. Recent insight into enzymatic degradation of plastics prevalent in the environment: A mini - review. **Cleaner Engineering and Technology**, [S. l.], v. 2, 2021. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100083.

KERRY, J. P.; MURPHY, S. C. Physical and chemical properties of lipid by-products from seafood

waste. *In: Maximising the Value of Marine By-Products*. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1533/9781845692087.1.22.

KESER, Duygu; GUCLU, Gamze; KELEBEK, Hasim; KESKIN, Muharrem; SOYSAL, Yurtsever; SEKERLI, Yunus Emre; ARSLAN, Aysel; SELLI, Serkan. Characterization of aroma and phenolic composition of carrot (*Daucus carota* 'Nantes') powders obtained from intermittent microwave drying using GC–MS and LC–MS/MS. **Food and Bioproducts Processing**, [S. l.], v. 119, 2020. DOI: 10.1016/j.fbp.2019.11.016.

KHALIFA, Ibrahim; BARAKAT, Hassan; EL-MANSY, Hamdy A.; SOLIMAN, Soliman A. Enhancing the keeping quality of fresh strawberry using chitosan-incorporated olive processing wastes. **Food Bioscience**, [S. l.], v. 13, 2016. DOI: 10.1016/j.fbio.2015.12.008.

KHALIFA, Ibrahim; BARAKAT, Hassan; EL-MANSY, Hamdy A.; SOLIMAN, Soliman A. Preserving apple (*Malus domestica* var. Anna) fruit bioactive substances using olive wastes extract-chitosan film coating. **Information Processing in Agriculture**, [S. l.], v. 4, n. 1, 2017. DOI: 10.1016/j.inpa.2016.11.001.

KONG, X. D.; CUI, F. Z.; WANG, X. M.; ZHANG, M.; ZHANG, W. Silk fibroin regulated mineralization of hydroxyapatite nanocrystals. **Journal of Crystal Growth**, [S. l.], v. 270, n. 1–2, 2004. DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2004.06.007.

KUANG, Qing Lin; ZHAO, Jun Chai; NIU, Yan Hua; ZHANG, Jun; WANG, Zhi Gang. Celluloses in an ionic liquid: The rheological properties of the solutions spanning the dilute and semidilute regimes. **Journal of Physical Chemistry B**, [S. l.], v. 112, n. 33, 2008. DOI: 10.1021/jp804167n.

KUBASKI, Luana; ITO, Paula Bauto. **Desenvolvimento de embalagem biodegradável a partir de resíduos da indústria de batata e cerveja**. 2017. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, [S. l.], 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8633/1/PG_COENQ_2017_2_19.pdf.

KUREK, Mia; GAROFULIĆ, Ivona Elez; BAKIĆ, Marina Tranfić; ŠČETAR, Mario; UZELAC, Verica Dragović; GALIĆ, Kata. Development and evaluation of a novel antioxidant and pH indicator film based on chitosan and food waste sources of antioxidants. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.05.050.

KUREK, Mia; HLUPIĆ, Lucija; ŠČETAR, Mario; BOSILJKOV, Tomislav; GALIĆ, Kata. Comparison of Two pH Responsive Color Changing Bio-Based Films Containing Wasted Fruit Pomace as a Source of Colorants. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 84, n. 9, 2019. DOI: 10.1111/1750-3841.14716.

LA SCALIA, Giada; MICALÉ, Rosa; CANNIZZARO, Luigi; MARRA, Francesco Paolo. A sustainable phenolic compound extraction system from olive oil mill wastewater. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 142, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.10.086.

LAGARON, Jose Maria; LOPEZ-RUBIO, Amparo; FABRA, Maria José; PÉREZ-MASÍA, Rocio. Microencapsulation and Packaging—Value Added Solutions to Product Development. *In: Microencapsulation in the Food Industry*. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/b978-0-12-404568-2.00031-5.

LALNUNTHARI, C.; DEVI, Lourembam Monika; AMAMI, Ezzeddine; BADWAIK, Laxmikant S. Valorisation of pumpkin seeds and peels into biodegradable packaging films. **Food and Bioproducts Processing**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.fbp.2019.08.015.

LAN, Weijie; WANG, Shuyao; ZHANG, Zhijun; LIANG, Xue; LIU, Xuwei; ZHANG, Jing. Development of red apple pomace extract/chitosan-based films reinforced by TiO₂ nanoparticles as a multifunctional packaging material. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v.

168, p. 105–115, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.12.051. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.051>.

LAURINDO, Ellen Elizabeth; BARROS FILHO, Ivan Roque De. Atypical bovine spongiform encephalopathy: a review. **Scielo Brasil**, [S. l.], v. 84, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000392015>.

LECETA, Itsaso; URANGA, Jone; ARANA, Pilar; CABEZUDO, Sara; DE LA CABA, Koro; GUERRERO, Pedro. Valorisation of fishery industry wastes to manufacture sustainable packaging films: Modelling moisture-sorption behaviour. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], 2015. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.12.009.

LI, Hui; SHI, Hongbo; HE, Yunqing; FEI, Xiang; PENG, Lincai. Preparation and characterization of carboxymethyl cellulose-based composite films reinforced by cellulose nanocrystals derived from pea hull waste for food packaging applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.09.010.

LI, Wenzhi; ZHU, Yuanshuai; LU, Yijuan; LIU, Qiyu; GUAN, Shennan; CHANG, Hou min; JAMEEL, Hasan; MA, Longlong. Enhanced furfural production from raw corn stover employing a novel heterogeneous acid catalyst. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 245, 2017. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.08.077.

LIU, Huimin et al. **Sustainable blueberry waste recycling towards biorefinery strategy and circular bioeconomy: A review** *Bioresource Technology*, 2021. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125181.

LIU, Li; KERRY, John F.; KERRY, Joseph P. Selection of optimum extrusion technology parameters in the manufacture of edible / biodegradable packaging films derived from food-based polymers. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, [S. l.], v. 3, n. October, 2005.

LIU, Martin; ARSHADI, Mohammad; JAVI, Farhad; LAWRENCE, Peter; DAVACHI, Seyed Mohammad; ABBASPOURRAD, Alireza. Green and facile preparation of hydrophobic bioplastics from tea waste. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123353.

LIU, Yunpeng; QIN, Yan; BAI, Ruyu; ZHANG, Xin; YUAN, Limin; LIU, Jun. Preparation of pH-sensitive and antioxidant packaging films based on κ -carrageenan and mulberry polyphenolic extract. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 134, 2019. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.05.175.

LU, D. R.; XIAO, C. M.; XU, S. J. Starch-based completely biodegradable polymer materials. **Express Polymer Letters**, [S. l.], v. 3, n. 6, 2009. DOI: 10.3144/expresspolymlett.2009.46.

LUCHESI, Cláudia Leites; ABDALLA, Vanessa Ferreira; SPADA, Jordana Corralo; TESSARO, Isabel Cristina. Evaluation of blueberry residue incorporated cassava starch film as pH indicator in different simulants and foodstuffs. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 82, 2018. a. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.04.010.

LUCHESI, Cláudia Leites; GARRIDO, Tania; SPADA, Jordana Corralo; TESSARO, Isabel Cristina; DE LA CABA, Koro. Development and characterization of cassava starch films incorporated with blueberry pomace. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 106, 2018. b. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.08.083.

LUCHESI, Claudia Leites; PAVONI, Julia Menegotto Frick; TESSARO, Isabel Cristina. Influence of the incorporation form of waste from the production of orange juice in the properties of cassava starch-based films. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 117, 2021. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106730.

LUCHESI, Cláudia Leites; RODRIGUES, Raul Barth; TESSARO, Isabel Cristina. Cassava starch-

processing residue utilization for packaging development. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 183, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.06.029.

LUCHESE, Cláudia Leites; SPEROTTO, Natalia; SPADA, Jordana Corralo; TESSARO, Isabel Cristina. Effect of blueberry agro-industrial waste addition to corn starch-based films for the production of a pH-indicator film. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 104, 2017. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.05.149.

MATTILA, T.; TAWAST, J.; AHVENAINEN, R. New possibilities for quality control of aseptic packages: microbiological spoilage and seal defect detection using head-space indicators. **Lebensmittel-Wissenschaft+ Technologie**, [S. l.], v. 23., n. 3, 1990.

MCHUGH, Tara Habig. Effects of Macromolecular Interactions on the Permeability of Composite Edible Films. **ACS Symposium Series**, [S. l.], v. 650, 1996. DOI: 10.1021/bk-1996-0650.ch011.

MENEGALLI, F. C.; SOBRAL, P. J.; ROQUES, M. A.; LAURENT, S. Characteristics of gelatin biofilms in relation to drying process conditions near melting. In: DRYING TECHNOLOGY 1999, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.] DOI: 10.1080/07373939908917646.

MICHALSKA, Anna; ŁYSIAK, Grzegorz. **Bioactive compounds of blueberries: Post-harvest factors influencing the nutritional value of products** **International Journal of Molecular Sciences**, 2015. DOI: 10.3390/ijms160818642.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 34/2008. [S. l.], p. 1–12, 2017. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=284275208>.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. NOTA TÉCNICA DEA 15/14 Inventário Energético de Resíduos Rurais. **RECURSOS ENERGÉTICOS**, [S. l.], 2014.

MIRÓN-MÉRIDA, Vicente A.; YÁÑEZ-FERNÁNDEZ, Jorge; MONTAÑEZ-BARRAGÁN, Brenda; BARRAGÁN HUERTA, Blanca E. Valorization of coffee parchment waste (*Coffea arabica*) as a source of caffeine and phenolic compounds in antifungal gellan gum films. **LWT**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.11.013.

MOGHADAM, Maryam; SALAMI, Maryam; MOHAMMADIAN, Mehdi; KHODADADI, Maryam; EMAM-DJOMEH, Zahra. Development of antioxidant edible films based on mung bean protein enriched with pomegranate peel. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 104, 2020. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105735.

MOHAMED, Salah A. A.; EL-SAKHAWY, Mohamed; EL-SAKHAWY, Mohamed Abdel Monem. Polysaccharides, Protein and Lipid -Based Natural Edible Films in Food Packaging: A Review. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 238, n. March, p. 116178, 2020. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.116178. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116178>.

MOHAMMADI, Reza; MOHAMMADIFAR, Mohammad Amin; ROUHI, Milad; KARIMINEJAD, Mohaddeseh; MORTAZAVIAN, Amir Mohammad; SADEGHI, Ehsan; HASANVAND, Sara. Physico-mechanical and structural properties of eggshell membrane gelatin- chitosan blend edible films. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 107, n. PartA, 2018. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.09.003.

MOHAN, C. C. et al. Extraction and characterization of polysaccharides from tamarind seeds, rice mill residue, okra waste and sugarcane bagasse for its Bio-thermoplastic properties. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.carbpol.2018.01.057.

MOHAN, C. Chandra; RAKHAVAN, K. R.; SUDHARSAN, K.; RADHA KRISHNAN, K.;

BABUSKIN, S.; SUKUMAR, M. Design and characterization of spice fused tamarind starch edible packaging films. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], v. 68, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.01.004.

MOHANA, Sarayu; ACHARYA, Bhavik K.; MADAMWAR, Datta. **Distillery spent wash: Treatment technologies and potential applications** **Journal of Hazardous Materials**, 2009. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2008.06.079.

MOHD ALI, Maimunah; HASHIM, Norhashila; ABD AZIZ, Samsuzana; LASEKAN, Ola. **Pineapple (Ananas comosus): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products** **Food Research International**, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109675.

MOLINA, Ana Isabel Quilez; GUERRERO, José Alejandro Heredia; ARMIROTTI, Andrea; PAUL, Uttam C.; ATHANASSIOU, Athanassia; BAYER, Ilker S. Comparison of physicochemical, mechanical and antioxidant properties of polyvinyl alcohol films containing green tea leaves waste extracts and discarded balsamic vinegar. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.fpsl.2019.100445.

MORA, Leticia; TOLDRÁ-REIG, Fidel; REIG, Milagro; TOLDRÁ, Fidel. Possible uses of processed slaughter byproducts. In: **Sustainable Meat Production and Processing**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-814874-7.00008-0.

MOUDACHE, M.; COLON, M.; NERÍN, C.; ZAIDI, F. Phenolic content and antioxidant activity of olive by-products and antioxidant film containing olive leaf extract. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 212, 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.06.001.

MURA, Stefania; CORRIAS, Francesco; STARA, Giuseppe; PICCININI, Massimo; SECCHI, Nicola; MARONGIU, Daniela; INNOCENZI, Plinio; IRUDAYARAJ, Joseph; GREPPI, Gian F. Innovative Composite Films of Chitosan, Methylcellulose, and Nanoparticles. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 76, n. 7, 2011. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02295.x.

MURPHY, Jerry D.; POWER, Niamh M. How can we improve the energy balance of ethanol production from wheat? **Fuel**, [S. l.], v. 87, n. 10–11, 2008. DOI: 10.1016/j.fuel.2007.12.011.

MURTHY, Pushpa S.; MADHAVA NAIDU, M. **Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review** **Resources, Conservation and Recycling**, 2012. DOI: 10.1016/j.resconrec.2012.06.005.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. **Brewers' spent grain: Generation, characteristics and potential applications** **Journal of Cereal Science**, 2006. DOI: 10.1016/j.jcs.2005.06.001.

NAMAL SENANAYAKE, S. P. J. **Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications - A review** **Journal of Functional Foods**, 2013. DOI: 10.1016/j.jff.2013.08.011.

NAVA-CRUZA, Naivy Y.; MEDINA-MORALES, Miguel A.; MARTINEZA, José L.; RODRIGUEZA, R.; AGUILAR, Cristóbal N. **Agave biotechnology: An overview** **Critical Reviews in Biotechnology**, 2015. DOI: 10.3109/07388551.2014.923813.

NIETO, Marceliano B. Structure and Function of Polysaccharide Gum-Based Edible Films and Coatings. In: **Edible Films and Coatings for Food Applications**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1007/978-0-387-92824-1_3.

NIRMAL, Nilesh Prakash; SANTIVARANGKNA, Chalut; RAJPUT, Mithun Singh; BENJAKUL, Soottawat. **Trends in shrimp processing waste utilization: An industrial prospective** **Trends in Food Science and Technology**, 2020. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.07.001.

NISTICÒ, Roberto; EVON, Philippe; LABONNE, Laurent; VACA-MEDINA, Guadalupe; MONTONERI, Enzo; VACA-GARCIA, Carlos; NEGRE, Michèle. Post-harvest tomato plants and urban food wastes for manufacturing plastic films. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.08.160.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; LORA, Electo Eduardo Silva. Wood energy: principles and applications. **Universidade Federal de Itajubá**, [S. l.], p. 19, 2002.

NOR, M. Z. M.; RAMCHANDRAN, L.; DUKE, M.; VASILJEVIC, T. Characteristic properties of crude pineapple waste extract for bromelain purification by membrane processing. **Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 52, n. 11, 2015. DOI: 10.1007/s13197-015-1812-5.

NOURADDINI, Mahsa; ESMAILI, Mohsen; MOHTARAMI, Forogh. Development and characterization of edible films based on eggplant flour and corn starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 120, 2018. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.126.

NÚÑEZ-FLORES, R.; GIMÉNEZ, B.; FERNÁNDEZ-MARTÍN, F.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; MONTERO, M. P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Role of lignosulphonate in properties of fish gelatin films. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 27, n. 1, 2012. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.08.015.

NUR HANANI, Z. A.; BEATTY, E.; ROOS, Y. H.; MORRIS, M. A.; KERRY, J. P. Manufacture and characterization of gelatin films derived from beef, pork and fish sources using twin screw extrusion. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 113, n. 4, 2012. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2012.07.002.

NUSSINOVITCH, Amos. Biopolymer Films and Composite Coatings. In: **Modern Biopolymer Science**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-374195-0.00010-0.

NUSSINOVITCH, Amos. Biopolymer Films and Composite Coatings. In: **Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, Processing and Applications**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-1-4557-2834-3.00013-6.

OGHENEJOBOH, Kigho Moses; ORUGBA, Henry Oghenero; OGHENEJOBOH, Ufuoma Modupe; AGARRY, Samuel Enahoro. Value added cassava waste management and environmental sustainability in Nigeria: A review. **Environmental Challenges**, [S. l.], v. 4, 2021. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100127.

OK, Yong Sik; LEE, Sang Soo; JEON, Weon Tai; OH, Sang Eun; USMAN, Adel R. A.; MOON, Deok Hyun. Application of eggshell waste for the immobilization of cadmium and lead in a contaminated soil. **Environmental Geochemistry and Health**, [S. l.], v. 33, n. SUPPL. 1, 2011. DOI: 10.1007/s10653-010-9362-2.

OLAOYE, R. A.; AFOLAYAN, O. D.; ADEYEMI, K. A.; AJISOPE, L. O.; ADEKUNLE, O. S. Adsorption of selected metals from cassava processing wastewater using cow-bone ash. **Scientific African**, [S. l.], v. 10, 2020. DOI: 10.1016/j.sciaf.2020.e00653.

OLIVEIRA, Nicole Lourenço De. **Aspectos gerais da qualidade da carne bovina**. 2020. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS, [S. l.], 2020. Disponível em: [https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/439/1/ASPECTOS GERAIS DA QUALIDADE DA CARNE BOVINA - NICOLE OLIVEIRA %28TCC%29.pdf](https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/439/1/ASPECTOS%20GERAIS%20DA%20QUALIDADE%20DA%20CARNE%20BOVINA%20-%20NICOLE%20OLIVEIRA%20TCC.pdf).

OLIVEIRA, Gonçalo; GONÇALVES, Idalina; BARRA, Ana; NUNES, Cláudia; FERREIRA, Paula; COIMBRA, Manuel A. Coffee silverskin and starch-rich potato washing slurries as raw materials for elastic, antioxidant, and UV-protective biobased films. **Food Research International**, [S. l.], v. 138, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109733.

OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears.

Postharvest Biology and Technology, [S. l.], v. 50, n. 1, 2008. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2008.03.005.

OTONI, Caio G.; LODI, Beatriz D.; LOREVICE, Marcos V.; LEITÃO, Renato C.; FERREIRA, Marcos D.; MOURA, Márcia R. d.; MATTOSO, Luiz H. C. Optimized and scaled-up production of cellulose-reinforced biodegradable composite films made up of carrot processing waste. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.05.003.

ÖZBEK, Hatice Neval. Radio frequency-assisted hot air drying of carrots for the production of carrot powder: Kinetics and product quality. **Lwt**, [S. l.], v. 152, n. August, 2021. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112332.

OZDEMIR, Murat; FLOROS, John D. Active food packaging technologies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [S. l.], v. 44, n. 3, 2004. DOI: 10.1080/10408690490441578.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnologia do grão de milho. Circular Técnica. **Embrapa**, [S. l.], n. 75, p. 1–6, 2006.

PAKIZEH, Majid; MORADI, Ali; GHASSEMI, Toktam. Chemical extraction and modification of chitin and chitosan from shrimp shells. **European Polymer Journal**, [S. l.], v. 159, 2021. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2021.110709.

PAPOUTSIS, Konstantinos; EDELENBOS, Merete. **Postharvest environmentally and human-friendly pre-treatments to minimize carrot waste in the supply chain caused by physiological disorders and fungi** *Trends in Food Science and Technology*, 2021. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.03.038.

PARK, HyunJ. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. **Trends in Food Science & Technology**, [S. l.], v. 6, n. 1, 1995. DOI: 10.1016/s0924-2244(00)88935-9.

PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. REGULAMENTO (CE) (1069/2009) DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO 2009. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009R1069&from=EN>.

PATHAK, Pranav D.; MANDAVGANE, Sachin A.; PURANIK, Nikhil Manoj; JAMBHULKAR, Swapnil Jaygopal; KULKARNI, Bhaskar D. **Valorization of potato peel: a biorefinery approach** *Critical Reviews in Biotechnology*, 2018. DOI: 10.1080/07388551.2017.1331337.

PEREIRA, Mayra Cristina Silva; TEIXEIRA, José Augusto; PEREIRA-JÚNIOR, Valdir Aniceto; STEFANI, Ricardo. Chitosan/corn starch blend films with extract from Brassica oleraceae (red cabbage) as a visual indicator of fish deterioration. **LWT**, [S. l.], 2015. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.11.041.

PEREIRA, Ubatã Corrêa; CHAGAS BARROS, Romy Gleyse; SANTANA ANDRADE, Julianna Karla; DE OLIVEIRA, Christean Santos; GUALBERTO, Nayjara Carvalho; NARAIN, Narendra. Effect of in vitro gastrointestinal digestion on bioaccessibility of phenolic compounds and antioxidant capacity of crustaceans residues with potential antidiabetic impact. **LWT**, [S. l.], v. 133, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110004.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, [S. l.], v. 31, n. 2, 2004. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2003.08.005.

PERUMAL, Anand Babu; SELLAMUTHU, Periyar Selvam; NAMBIAR, Reshma B.; SADIKU, Emmanuel Rotimi; PHIRI, Goitse; JAYARAMUDU, J. Effects of multiscale rice straw (*Oryza sativa*) as reinforcing filler in montmorillonite-polyvinyl alcohol biocomposite packaging film for enhancing the storability of postharvest mango fruit (*Mangifera indica* L.). **Applied Clay Science**, [S. l.], 2018.

DOI: 10.1016/j.clay.2018.03.008.

PETERSEN, Brigitte; KREYENSCHMIDT, Judith. Ein viel versprechendes hilfsmittel: Einsatzmöglichkeiten von zeit-temperatur-indikatoren zur überprüfung der kühlkette. **Fleischwirtschaft**, [S. l.], v. 84, n. 10, 2004.

PHAN THE, D.; DEBEAUFORT, F.; VOILLEY, A.; LUU, D. Biopolymer interactions affect the functional properties of edible films based on agar, cassava starch and arabinoxylan blends. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 90, n. 4, 2009. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.07.023.

PLAZZOTTA, S.; CALLIGARIS, S.; MANZOCCO, L. Innovative bioaerogel-like materials from fresh-cut salad waste via supercritical-CO₂-drying. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.ifset.2018.04.022.

POLACHINI, Tiago Carregari; BETIOL, Lilian Fachin Leonardo; LOPES-FILHO, José Francisco; TELIS-ROMERO, Javier. Water adsorption isotherms and thermodynamic properties of cassava bagasse. **Thermochimica Acta**, [S. l.], v. 632, 2016. DOI: 10.1016/j.tca.2016.03.032.

PRABHAKAR, M. N.; REHAMAN SHAH, Atta Ur; SONG, Jung Il. Fabrication and characterization of eggshell powder particles fused wheat protein isolate green composite for packaging applications. **Polymer Composites**, [S. l.], v. 37, n. 11, 2016. DOI: 10.1002/pc.23527.

PRIETTO, Luciana; MIRAPALHETE, Taiane Correa; PINTO, Vânia Zanella; HOFFMANN, Jessica Fernanda; VANIER, Nathan Leven; LIM, Loong Tak; GUERRA DIAS, Alvaro Renato; DA ROSA ZAVAREZE, Eleandra. pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], 2017. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.03.006.

PRIYADARSHI, Ruchir; SAURAJ; KUMAR, Bijender; DEEBA, Farha; KULSHRESHTHA, Anurag; NEGI, Yuvraj Singh. Chitosan films incorporated with Apricot (*Prunus armeniaca*) kernel essential oil as active food packaging material. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.07.003.

PULIGUNDLA, Pradeep; JUNG, Junho; KO, Sanghoon. **Carbon dioxide sensors for intelligent food packaging applications** *Food Control*, 2012. DOI: 10.1016/j.foodcont.2011.10.043.

QIAN, Mengyan; LIU, Donghong; ZHANG, Xinhui; YIN, Zhongping; ISMAIL, Balarabe B.; YE, Xingqian; GUO, Mingming. **A review of active packaging in bakery products: Applications and future trends** *Trends in Food Science and Technology*, 2021. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.06.009.

QUINA, Margarida J.; SOARES, Micaela A. R.; QUINTA-FERREIRA, Rosa. Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. **Resources, Conservation and Recycling**, [S. l.], v. 123, 2017. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.09.027.

RABETAFIKA, Holy Nadia; BCHIR, Brahim; BLECKER, Christophe; RICHEL, Aurore. **Fractionation of apple by-products as source of new ingredients: Current situation and perspectives** *Trends in Food Science and Technology*, 2014. DOI: 10.1016/j.tifs.2014.08.004.

RAJAEIFAR, Mohammad Ali; SADEGHZADEH HEMAYATI, Saeed; TABATABAEI, Meisam; AGHBASHLO, Mortaza; MAHMOUDI, Seyed Bagher. **A review on beet sugar industry with a focus on implementation of waste-to-energy strategy for power supply** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2019. DOI: 10.1016/j.rser.2018.12.056.

RAJINIPRIYA, Malladi; NAGALAKSHMAIAH, Malladi; ROBERT, Mathieu; ELKOUN, Said. Homogenous and transparent nanocellulosic films from carrot. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 118, 2018. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.02.076.

RAMESH, S.; NATASHA, A. N.; TAN, C. Y.; BANG, L. T.; RAMESH, S.; CHING, C. Y.; CHANDRAN, Hari. Direct conversion of eggshell to hydroxyapatite ceramic by a sintering method. **Ceramics International**, [S. l.], v. 42, n. 6, 2016. DOI: 10.1016/j.ceramint.2016.02.015.

RAMESH, Shruthy; RADHAKRISHNAN, Preetha. Cellulose nanoparticles from agro-industrial waste for the development of active packaging. **Applied Surface Science**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.apsusc.2019.04.003.

RATTANAWONGKUN, Phattharasaya; KERDDONFAG, Noppadon; TAWICHAJ, Nattaya; INTATHA, Uraiwan; SOYKEABKAEW, Nattakan. Improving agricultural waste pulps via self-blending concept with potential use in moulded pulp packaging. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.jece.2020.104320.

RAVICHANDRAN, Kavitha; SAW, Nay Min Min Thaw; MOHDALY, Adel A. A.; GABR, Ahmed M. M.; KASTELL, Anja; RIEDEL, Heidi; CAI, Zhenzhen; KNORR, Dietrich; SMETANSKA, Iryna. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. **Food Research International**, [S. l.], v. 50, n. 2, 2013. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.07.002.

RHIM, J. W.; WANG, L. F.; HONG, S. I. Preparation and characterization of agar/silver nanoparticles composite films with antimicrobial activity. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 33, n. 2, 2013. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.04.002.

RIACHI, L. G.; SANTOS, A.; MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B. **A review of ethyl carbamate and polycyclic aromatic hydrocarbon contamination risk in cachaça and other Brazilian sugarcane spirits** *Food Chemistry*, 2014. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.10.088.

RIAZ, Asad; LAGNIKA, Camel; LUO, Hao; DAI, Zhuqing; NIE, Meimei; HASHIM, Malik Muhammad; LIU, Chunquan; SONG, Jiangfeng; LI, Dajing. Chitosan-based biodegradable active food packaging film containing Chinese chive (*Allium tuberosum*) root extract for food application. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.078.

RIAZ, Asad; LEI, Shicheng; AKHTAR, Hafiz Muhammad Saleem; WAN, Peng; CHEN, Dan; JABBAR, Saqib; ABID, Muhammad; HASHIM, Malik Muhammad; ZENG, Xiaoxiong. Preparation and characterization of chitosan-based antimicrobial active food packaging film incorporated with apple peel polyphenols. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.03.126.

RIBEIRO-SANTOS, Regiane; ANDRADE, Mariana; MELO, Nathália Ramos De; SANCHES-SILVA, Ana. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. **Trends in Food Science and Technology**, [S. l.], v. 61, 2017. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.11.021.

RIBEIRO, Diane. **Efeito pandemia: gastos com delivery crescem 187% em 2020**. 2021. Disponível em: https://cultura.uol.com.br/noticias/16003_efeito-pandemia-gastos-com-delivery-crescem-187-em-2020.html.

RIBEIRO, Sabrina Dias; GUIMES, Rodrigues Filho; MENEGUIN, Andréia Bagliotti; PREZOTTI, Fabíola Garavello; BONI, Fernanda Isadora; CURY, Beatriz Stringhetti Ferreira; GREMIÃO, Maria Palmira Daflon. Cellulose triacetate films obtained from sugarcane bagasse: Evaluation as coating and mucoadhesive material for drug delivery systems. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 152, 2016. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.07.069.

RIISPOA. Riisboa 2020. [S. l.], p. 0–112, 2020. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2020/10/RIISPOA-ALTERADO-E-ATUALIZADO-2020.pdf>.

ROCHA, Meritaine Da; LOIKO, Márcia Regina; TONDO, Eduardo César; PRENTICE, Carlos.

Physical, mechanical and antimicrobial properties of Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) protein films incorporated with organic acids. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 37, 2013. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.10.017.

ROCHA, Meritaine Da; SOUZA, Michele M. De; PRENTICE, Carlos. **Biodegradable Films: An Alternative Food Packaging**. [s.l.] : Elsevier Inc., 2018. DOI: 10.1016/b978-0-12-811516-9.00009-9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-811516-9/00009-9>.

RODA, A.; LAMBRI, M. Food uses of pineapple waste and by-products: a review. **International Journal of Food Science & ...**, [S. l.], 2019.

RODRIGUES, Francisca; PIMENTEL, Filipa B.; OLIVEIRA, M. Beatriz P. P. **Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry** *Industrial Crops and Products*, 2015. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.03.027.

RODRÍGUEZ, Ramón; JIMÉNEZ, Juan Francisco; REAL, José Ignacio Del; SALCEDO, Eduardo; ZAMORA, Juan Francisco; ÍÑIGUEZ, Gilberto. Utilization of by products of the tequila industry. Part 11. Raw agave bagasse and biosolids composting from a tequila vinasses treatment plant. **Revista Internacional de Contaminacion Ambiental**, [S. l.], v. 29, n. 4, 2013.

RODSAMRAN, Pattrathip; SOTHORNVIT, Rungsinee. Preparation and characterization of pectin fraction from pineapple peel as a natural plasticizer and material for biopolymer film. **Food and Bioproducts Processing**, [S. l.], 2019. a. DOI: 10.1016/j.fbp.2019.09.010.

RODSAMRAN, Pattrathip; SOTHORNVIT, Rungsinee. Lime peel pectin integrated with coconut water and lime peel extract as a new bioactive film sachet to retard soybean oil oxidation. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2019. b. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.105173.

ROMANI, Viviane Patrícia; MARTINS, Vilásia Guimarães; SOARES, Leonor Almeida de Souza. Oxidação lipídica e compostos fenólicos como antioxidantes em embalagens ativas para alimentos. **Vetor**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 38–56, 2017. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/7052/7414>.

ROMERO-GARCÍA, J. M.; NIÑO, L.; MARTÍNEZ-PATÍÑO, C.; ÁLVAREZ, C.; CASTRO, E.; NEGRO, M. J. **Biorefinery based on olive biomass. State of the art and future trends** *Bioresource Technology*, 2014. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.03.062.

ROY, Vikash Chandra; GETACHEW, Adane Tilahun; CHO, Yeon Jin; PARK, Jin Seok; CHUN, Byung Soo. Recovery and bio-potentialities of astaxanthin-rich oil from shrimp (*Penaeus monodon*) waste and mackerel (*Scomberomus niphonius*) skin using concurrent supercritical CO₂ extraction. **Journal of Supercritical Fluids**, [S. l.], v. 159, 2020. DOI: 10.1016/j.supflu.2020.104773.

ROY, Vikash Chandra; HO, Truc Cong; LEE, Hee Jeong; PARK, Jin Seok; NAM, Seung Yun; LEE, Hyeol; GETACHEW, Adane Tilahun; CHUN, Byung Soo. Extraction of astaxanthin using ultrasound-assisted natural deep eutectic solvents from shrimp wastes and its application in bioactive films. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125417.

RUAN, Zhenhua; WANG, Xiaoqing; LIU, Yan; LIAO, Wei. Chapter 3 - Corn. *In: Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*. [s.l.: s.n.].

RUSTAD, T. Physical and chemical properties of protein seafood by-products. *In: Maximising the Value of Marine By-Products*. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1533/9781845692087.1.3.

RUSTAD, Turid; STORRØ, Ivar; SLIZYTE, Rasa. **Possibilities for the utilisation of marine by-products** *International Journal of Food Science and Technology*, 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2011.02736.x.

- RYDZ, Joanna; MUSIOL, Marta; ZAWIDLAK-WĘGRZYŃSKA, Barbara; SIKORSKA, Wanda. Present and Future of Biodegradable Polymers for Food Packaging Applications. *In: Biopolymers for Food Design*. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-811449-0.00014-1.
- SABEENA FARVIN, K. H.; GREJSEN, Helene Drejer; JACOBSEN, Charlotte. Potato peel extract as a natural antioxidant in chilled storage of minced horse mackerel (*Trachurus trachurus*): Effect on lipid and protein oxidation. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 131, n. 3, 2012. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.09.056.
- SAID, Nurul Saadah; SARBON, Norizah M. Response surface methodology (RSM) of chicken skin gelatin based composite films with rice starch and curcumin incorporation. **Polymer Testing**, [S. l.], v. 81, 2020. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2019.106161.
- SAIN, Mohini; PANTHAPULAKKAL, Suhara. Bioprocess preparation of wheat straw fibers and their characterization. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 23, n. 1, 2006. DOI: 10.1016/j.indcrop.2005.01.006.
- SALAZAR, Diego; ARANCIBIA, Mirari; LALALEO, Diana; RODRÍGUEZ-MAECKER, Roman; LÓPEZ-CABALLERO, M. Elvira; MONTERO, M. Pilar. Physico-chemical properties and filmogenic aptitude for edible packaging of Ecuadorian discard green banana flours (*Musa acuminata* AAA). **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 122, 2022. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.107048.
- SALGADO, Pablo R.; ORTIZ, Cristian M.; MUSSO, Yanina S.; DI GIORGIO, Luciana; MAURI, Adriana N. **Edible films and coatings containing bioactives** *Current Opinion in Food Science*, 2015. DOI: 10.1016/j.cofs.2015.09.004.
- SAMPAIO, Shirley L.; PETROPOULOS, Spyridon A.; ALEXOPOULOS, Alexios; HELENO, Sandrina A.; SANTOS-BUELGA, Celestino; BARROS, Lillian; FERREIRA, Isabel C. F. R. **Potato peels as sources of functional compounds for the food industry: A review** *Trends in Food Science and Technology*, 2020. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.07.015.
- SANCHES, Marcio Augusto Ribeiro; CAMELO-SILVA, Callebe; CARVALHO, Clebertyanne da Silva; MELLO, Jonatan Rafael De; BARROSO, Noádia Genuario; BARROS, Eulália Lopes da Silva; SILVA, Paula Paulino; PERTUZATTI, Paula Becker. Active packaging with starch, red cabbage extract and sweet whey: Characterization and application in meat. **LWT**, [S. l.], 2021. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110275.
- SANTOS, Érica Mendes Dos; MACEDO, Lucas Malvezzi De; TUNDISI, Louise Lacalendola; ATAIDE, Janaína Artem; CAMARGO, Gisele Anne; ALVES, Rita C.; OLIVEIRA, Maria Beatriz P.; MAZZOLA, Priscila Gava. **Coffee by-products in topical formulations: A review** *Trends in Food Science and Technology*, 2021. a. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.064.
- SANTOS, Luan Gustavo; SILVA, Gisele Fernanda Alves; GOMES, Bruno Marques; MARTINS, Vilásia Guimarães. A novel sodium alginate active films functionalized with purple onion peel extract (*Allium cepa*). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [S. l.], v. 35, 2021. b. DOI: 10.1016/j.bcab.2021.102096.
- SANTOS, M.; JIMÉNEZ, J. J.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; DEL NOZAL, M. J. Variability of brewer's spent grain within a brewery. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 80, n. 1, 2003. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00229-7.
- SANTOS, Nathalia Leal; RAGAZZO, Gabriel de Oliveira; CERRI, Bianca Carreiro; SOARES, Marcio Roberto; KIECKBUSCH, Theo Guenter; DA SILVA, Mariana Altenhofen. Physicochemical properties of konjac glucomannan/alginate films enriched with sugarcane vinasse intended for mulching applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 165, 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.10.049.

SANTUCCI, Beatriz Stangherlin; BRAS, Julien; BELGACEM, Mohamed Naceur; CURVELO, Antonio Aprigio da Silva; PIMENTA, Maria Teresa Borges. Evaluation of the effects of chemical composition and refining treatments on the properties of nanofibrillated cellulose films from sugarcane bagasse. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 91, 2016. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.07.017.

SCHEIBE, Ana S.; DE MORAES, Jaqueline O.; LAURINDO, João B. Production and characterization of bags from biocomposite films of starch-vegetal fibers prepared by tape casting. **Journal of Food Process Engineering**, [S. l.], 2014. DOI: 10.1111/jfpe.12105.

SCHEUER, P. M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M. Z.; LIMBERGER, V. M. TRIGO: CARACTERÍSTICAS E UTILIZAÇÃO NA PANIFICAÇÃO. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, [S. l.], v. 13, n. 2, 2011. DOI: 10.15871/1517-8595/rbpa.v13n2p211-222.

SEBRAE. Resposta técnica. [S. l.], p. 1–4, 2007.

SEBRAE. **Mandiocultura: Derivados da mandioca**. [s.l: s.n.].

SEBRAE. O cultivo e o mercado da melancia. [S. l.], 2016. a.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado da maçã**. 2016b. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-maca,ea7a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado do abacaxi**. 2016c. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-abacaxi,71b3438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>.

SEBRAE. **ESTUDO DE MERCADO: Agronégocio produção de banana**, 2017.

SEAPA. Perfil mundial. [S. l.], 2021.

SENAR. **Agroindústria : Produção de derivados da mandioca**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/214-AGROINDUSTRIA.pdf>.

SGANZERLA, William Gustavo et al. Bioactive food packaging based on starch, citric pectin and functionalized with Acca sellowiana waste by-product: Characterization and application in the postharvest conservation of apple. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.01.074.

SHAHID, Mohammad; SHAHID-UL-ISLAM; MOHAMMAD, Fageer. **Recent advancements in natural dye applications: A review** **Journal of Cleaner Production**, 2013. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.03.031.

SHAHIDI, F. Seafood processing by-products. *In: Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1007/978-1-4615-2181-5_16.

SHAIKH, Salman; YAQOOB, Mudassir; AGGARWAL, Poonam. **An overview of biodegradable packaging in food industry** **Current Research in Food Science**, 2021. DOI: 10.1016/j.crfs.2021.07.005.

SHANKAR, Shiv; RHIM, Jong Whan. Antimicrobial wrapping paper coated with a ternary blend of carbohydrates (alginate, carboxymethyl cellulose, carrageenan) and grapefruit seed extract. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 196, 2018. DOI: 10.1016/j.carbpol.2018.04.128.

SHARMA, H. K.; KUMAR, Navneet. Utilization of Carrot Pomace. *In: Food Processing By-Products and their Utilization*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1002/9781118432921.ch10.

SHEN, Zhu; GHASEMLOU, Mehran; KAMDEM, Donatien Pascal. Development and compatibility assessment of new composite film based on sugar beet pulp and polyvinyl alcohol intended for packaging applications. **Journal of Applied Polymer Science**, [S. l.], v. 132, n. 4, 2015. DOI: 10.1002/app.41354.

SHIVAKUMAR, Neeta; MADHUSUDAN, Phalgun; DANIEL, S. C. G. Kirub. Nanomaterials for smart food packaging. In: **Handbook of Nanomaterials for Industrial Applications**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-813351-4.00016-X.

SILVA, Viviane Dias Medeiros; MACEDO, Maria Clara Coutinho; RODRIGUES, Camila Gonçalves; SANTOS, Amanda Neris Dos; LOYOLA, Anna Claudia de Freitas e; FANTE, Camila Argenta. Biodegradable edible films of ripe banana peel and starch enriched with extract of *Eriobotrya japonica* leaves. **Food Bioscience**, [S. l.], v. 38, 2020. DOI: 10.1016/j.fbio.2020.100750.

SIRIPROM, W.; SANGWARANATEE, N.; HIDAYAT, R.; KONGSRIPRAPAN, S.; TEANCHAI, K.; CHAMCHOI, N. The physicochemical characteristic of biodegradable methylcellulose film reinforced with chicken eggshells. In: MATERIALS TODAY: PROCEEDINGS 2018, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.] DOI: 10.1016/j.matpr.2018.04.015.

SOARES, Marcelo Gomes; DE LIMA, Marieli; REOLON SCHMIDT, Vivian Consuelo. **Technological aspects of kombucha, its applications and the symbiotic culture (SCOBY), and extraction of compounds of interest: A literature review** **Trends in Food Science and Technology**, 2021. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.017.

SOGI, Dalbir Singh; SIDDIQ, Muhammad; GREIBY, Ibrahim; DOLAN, Kirk D. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of “Tommy Atkins” mango peel and kernel as affected by drying methods. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 141, n. 3, 2013. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.05.053.

SOGUT, Ece; CAKMAK, Hulya. Utilization of carrot (*Daucus carota* L.) fiber as a filler for chitosan based films. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 106, 2020. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105861.

SOONG, Yean Yean; BARLOW, Philip J. Quantification of gallic acid and ellagic acid from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) seed and mango (*Mangifera indica* L.) kernel and their effects on antioxidant activity. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 97, n. 3, 2006. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.05.033.

SORADECH, Sitthiphong; NUNTHANID, Jurairat; LIMMATVAPIRAT, Sontaya; LUANGTANA-ANAN, Manee. An approach for the enhancement of the mechanical properties and film coating efficiency of shellac by the formation of composite films based on shellac and gelatin. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 108, n. 1, 2012. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.07.019.

SOTHORNVIT, Rungsinee; KROCHTA, John M. Plasticizers in edible films and coatings. In: **Innovations in Food Packaging**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-012311632-1/50055-3.

SOUSA, Mariana Séfora Bezerra; VIEIRA, Luanne Morais; SILVA, Manoel de Jesus Marques Da; LIMA, Alessandro De. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v. 35, n. 3, 2011. DOI: 10.1590/s1413-70542011000300017.

SOUZA, Rodrigo Gomes De. Análise mensal - Trigo. **Conab**, [S. l.], n. 61, p. 1–5, 2020.

SPATAFORA SALAZAR, Aldo Stefano; SÁENZ CAVAZOS, Paola Alejandra; MÚJICA PAZ, Hugo; VALDEZ FRAGOSO, Aurora. **External factors and nanoparticles effect on water vapor permeability of pectin-based films** **Journal of Food Engineering**, 2019. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.09.002.

SPIGNO, Giorgia; MARINONI, Laura; GARRIDO, Guillermo D. State of the Art in Grape Processing By-Products. In: **Handbook of Grape Processing By-Products: Sustainable Solutions**. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-809870-7.00001-6.

STIFTUNG, HEINRICH BÖLL. Atlas do plástico - Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. [S. l.], v. 01, p. 64, 2020. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2020/11/29/atlas-do-plastico>.

SUCHETA; RAI, Shushil Kumar; CHATURVEDI, Kartikey; YADAV, Sudesh Kumar. Evaluation of structural integrity and functionality of commercial pectin based edible films incorporated with corn flour, beetroot, orange peel, muesli and rice flour. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.01.022.

SUDERMAN, N.; ISA, M. I. N.; SARBON, N. M. Characterization on the mechanical and physical properties of chicken skin gelatin films in comparison to mammalian gelatin films. In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 2018, **Anais [...]**. [s.l: s.n.] DOI: 10.1088/1757-899X/440/1/012033.

SUI, Wenjie; XIAO, Ying; LIU, Rui; WU, Tao; ZHANG, Min. Steam explosion modification on tea waste to enhance bioactive compounds' extractability and antioxidant capacity of extracts. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 261, 2019. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.03.015.

SUKYAI, P.; ANONGJANYA, P.; BUNYAHWUTHAKUL, N.; KONGSIN, K.; HARNKARNSUJARIT, N.; SUKATTA, U.; SOTHORNVIT, R.; CHOLLAKUP, R. Effect of cellulose nanocrystals from sugarcane bagasse on whey protein isolate-based films. **Food Research International**, [S. l.], v. 107, 2018. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.02.052.

SUN, R. C.; HUGHES, S. Fractional isolation and physico-chemical characterization of alkali-soluble polysaccharides from sugar beet pulp. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 38, n. 3, 1999. DOI: 10.1016/S0144-8617(98)00102-7.

TALJA, Riku A.; HELÉN, Harry; ROOS, Yrjö H.; JOUPPILA, Kirsi. Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 67, n. 3, 2007. DOI: 10.1016/j.carbpol.2006.05.019.

TALJA, Riku A.; HELÉN, Harry; ROOS, Yrjö H.; JOUPPILA, Kirsi. Effect of type and content of binary polyol mixtures on physical and mechanical properties of starch-based edible films. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 71, n. 2, 2008. DOI: 10.1016/j.carbpol.2007.05.037.

TAN, Y. M.; LIM, S. H.; TAY, B. Y.; LEE, M. W.; THIAN, E. S. Functional chitosan-based grapefruit seed extract composite films for applications in food packaging technology. **Materials Research Bulletin**, [S. l.], v. 69, 2015. DOI: 10.1016/j.materresbull.2014.11.041.

TANIMOTO, Yasuhiro; HAYAKAWA, Tohru; NEMOTO, Kimiya. Tape-casting technique can prepare β -TCP sheets with uniform thickness and flexibility. **Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials**, [S. l.], v. 73, n. 1, 2005. DOI: 10.1002/jbm.b.30185.

TANWAR, Rohit; GUPTA, Vidhi; KUMAR, Pardeep; KUMAR, Anil; SINGH, Suman; GAIKWAD, Kirtiraj K. Development and characterization of PVA-starch incorporated with coconut shell extract and sepiolite clay as an antioxidant film for active food packaging applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 185, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.06.179.

TAOUKIS, P.; TSIRONI, T. Smart packaging for monitoring and managing food and beverage shelf life. In: **The Stability and Shelf Life of Food**. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-08-100435-7.00005-8.

TEWARI, H. K.; MARWAHA, S. S.; RUPAL, K. Ethanol from banana peels. **Agricultural Wastes**, [S. l.], v. 16, n. 2, 1986. DOI: 10.1016/0141-4607(86)90086-7.

TORRES, Guilherme Arf; TARIFA, Luiz Renato Marques. Aproveitamento de Resíduos Agrícolas. **Universidade de São Paulo - USP**, [S. l.], p. 1–27, 2012.

TRAVALINI, Ana Paula; LAMSAL, Buddhi; MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves; DEMIATE, Ivo Mottin. Cassava starch films reinforced with lignocellulose nanofibers from cassava bagasse. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 139, 2019. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.08.115.

TUMWESIGYE, K. S.; OLIVEIRA, J. C.; GALLAGHER, M. J. S. New sustainable approach to reduce cassava borne environmental waste and develop biodegradable materials for food packaging applications. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], 2016. DOI: 10.1016/j.fpsl.2015.12.001.

UGHEOKE, Iyenagbe B.; MAMAT, Othman. **A critical assessment and new research directions of rice husk silica processing methods and properties** Maejo International Journal of Science and Technology, 2012.

UMMARTYOTIN, S.; PISITSAK, P.; PECHYEN, C. Eggshell and bacterial cellulose composite membrane as absorbent material in active packaging. **International Journal of Polymer Science**, [S. l.], v. 2016, 2016. DOI: 10.1155/2016/1047606.

URBINA, Leire; ECEIZA, Arantxa; GABILONDO, Nagore; CORCUERA, María Ángeles; RETEGI, Aloña. Valorization of apple waste for active packaging: multicomponent polyhydroxyalkanoate coated nanopapers with improved hydrophobicity and antioxidant capacity. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.fpsl.2019.100356.

VANITJINDA, Gawisara; NIMCHUA, Thidarat; SUKYAI, Prakit. Effect of xylanase-assisted pretreatment on the properties of cellulose and regenerated cellulose films from sugarcane bagasse. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 122, 2019. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.10.191.

VIDAL, Oscar Lombo et al. Active packaging films containing antioxidant extracts from green coffee oil by-products to prevent lipid oxidation. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 312, 2022. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110744.

VIDAL, Oscar Lombo; TSUKUI, Anna; GARRETT, Rafael; MIGUEZ ROCHA-LEÃO, Maria Helena; PILER CARVALHO, Carlos Wanderlei; PEREIRA FREITAS, Suely; MORAES DE REZENDE, Claudia; SIMÕES LARRAZ FERREIRA, Mariana. Production of bioactive films of carboxymethyl cellulose enriched with green coffee oil and its residues. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 146, 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.10.123.

VILHALVA, Divina Aparecida Anunciação; MOURA, Camila Melo Araújo De; CALIARI, Márcio; SOUZA, Thaísa Anders Carvalho; SILVA, Flávio Alves Da; SOARES JUNIOR, Manoel Soares. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 70, n. 4, 2011.

VILLARRUBIA-GÓMEZ, Patricia; CORNELL, Sarah E.; FABRES, Joan. Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. **Marine Policy**, [S. l.], v. 96, 2018. DOI: 10.1016/j.marpol.2017.11.035.

VITTI, Maria Carolina Dario; KLUGE, Ricardo Alfredo; JACOMINO, Angelo Pedro; GROppo, Vanessa Daniel; MORETTI, Celso Luiz. Processamento mínimo de beterraba. **Comunicado Técnico**, [S. l.], n. 23, p. 9, 2004.

VU, Hang T.; SCARLETT, Christopher J.; VUONG, Quan V. Optimization of ultrasound-assisted extraction conditions for recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity from banana (*Musa cavendish*) peel. **Journal of Food Processing and Preservation**, [S. l.], v. 41, n. 5, 2017. DOI:

10.1111/jfpp.13148.

VU, Hang T.; SCARLETT, Christopher J.; VUONG, Quan V. **Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review** *Journal of Functional Foods*, 2018. DOI: 10.1016/j.jff.2017.11.006.

VULIĆ, Jelena; ČANADANOVIĆ-BRUNET, Jasna; ČETKOVIĆ, Gordana; TUMBAS, Vesna; DJILAS, Sonja; ČETOJEVIĆ-SIMIN, Dragana; ČANADANOVIĆ, Vladimir. Antioxidant and cell growth activities of beet root pomace extracts. *Journal of Functional Foods*, [S. l.], v. 4, n. 3, 2012. DOI: 10.1016/j.jff.2012.04.008.

WACHIRAPAKORN, Chalong; PILACHAI, Krung; WANAPAT, Metha; PAKDEE, Pawadee; CHERDTHONG, Anusorn. Effect of ground corn cobs as a fiber source in total mixed ration on feed intake, milk yield and milk composition in tropical lactating crossbred Holstein cows. *Animal Nutrition*, [S. l.], v. 2, n. 4, 2016. DOI: 10.1016/j.aninu.2016.08.007.

WALDRON, K. Useful ingredients from onion waste. *Food Science & Technology*, [S. l.], v. 15, p. 38, 2001. Disponível em: <https://web-a-ebscohost.ez34.periodicos.capes.gov.br/ehost/detail/detail?vid=0&sid=1afb0155-4b86-447b-badc-576db8b88034%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9cHQYnImc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=ffh&AN=2001-09-Jq2250>.

WAN, Y. Z.; HONG, L.; JIA, S. R.; HUANG, Y.; ZHU, Y.; WANG, Y. L.; JIANG, H. J. Synthesis and characterization of hydroxyapatite-bacterial cellulose nanocomposites. *Composites Science and Technology*, [S. l.], v. 66, n. 11–12, 2006. DOI: 10.1016/j.compscitech.2005.11.027.

WAN, Y. Z.; HUANG, Y.; YUAN, C. D.; RAMAN, S.; ZHU, Y.; JIANG, H. J.; HE, F.; GAO, C. Biomimetic synthesis of hydroxyapatite/bacterial cellulose nanocomposites for biomedical applications. *Materials Science and Engineering C*, [S. l.], v. 27, n. 4, 2007. DOI: 10.1016/j.msec.2006.10.002.

WANDER, Alcido Elenor; SILVA, Osmira Fátima Da. Capítulo 5 - Rentabilidade da produção de arroz no Brasil. *Embrapa Arroz e Feijão*, [S. l.], 2014.

WANG, Haixia; WANG, Lijuan. Developing a bio-based packaging film from soya by-products incorporated with valonea tannin. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.064.

WARING, R. H.; HARRIS, R. M.; MITCHELL, S. C. **Plastic contamination of the food chain: A threat to human health?** *Maturitas*, 2018. DOI: 10.1016/j.maturitas.2018.06.010.

WASSWA, Joseph; TANG, Jian; GU, Xiaohong. Utilization of fish processing by-products in the gelatin industry. *Food Reviews International*, [S. l.], v. 23, n. 2, 2007. DOI: 10.1080/87559120701225029.

WICZKOWSKI, Wieslaw. Garlic and onion: Production, biochemistry, and processing. In: **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing: Second Edition**. [s.l.: s.n.]. v. 2–2. DOI: 10.1002/9781119098935.ch28.

WILLIAMS, Charles Michael. Poultry waste management in developing countries. *FAO Poultry Development Review*, [S. l.], v. 1, 2013. DOI: 10.1016/s0960-8524(01)00199-7.World.

WU, Hejun; XIAO, Di; LU, Junyu; LI, Ting; JIAO, Chun; LI, Shasha; LU, Ping; ZHANG, Zhiqing. Preparation and Properties of Biocomposite Films Based on Poly(vinyl alcohol) Incorporated with Eggshell Powder as a Biological Filler. *Journal of Polymers and the Environment*, [S. l.], v. 28, n. 7, 2020. DOI: 10.1007/s10924-020-01747-2.

XU, Youjie; SUN, Xiuzhi S.; WANG, Donghai. Wheat. *In: Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-814138-0.00001-0.

YANG, Shuangqiao; BAI, Shibing; WANG, Qi. Sustainable packaging biocomposites from polylactic acid and wheat straw: Enhanced physical performance by solid state shear milling process. *Composites Science and Technology*, [S. l.], 2018. DOI: 10.1016/j.compscitech.2017.12.026.

YANG, Yang; LIU, Handong; WU, Min; MA, Jinxia; LU, Peng. Bio-based antimicrobial packaging from sugarcane bagasse nanocellulose/nisin hybrid films. *International Journal of Biological Macromolecules*, [S. l.], v. 161, 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.06.081.

YOUNES, Islem; RINAUDO, Marguerite. **Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications** *Marine Drugs*, 2015. DOI: 10.3390/md13031133.

YOUSSEF, Ahmed M.; EL-GENDY, Ahmed; KAMEL, Samir. Evaluation of corn husk fibers reinforced recycled low density polyethylene composites. *Materials Chemistry and Physics*, [S. l.], 2015. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2014.12.004.

YUAN, Guoqi; JIA, Yanan; PAN, Yuxiang; LI, Weiwei; WANG, Cong; XU, Leilei; WANG, Chunli; CHEN, Haixia. Preparation and characterization of shrimp shell waste protein-based films modified with oolong tea, corn silk and black soybean seed coat extracts. *Polymer Testing*, [S. l.], 2020. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2019.106235.

YUVARAJ, D.; IYYAPPAN, J.; GNANASEKARAN, R.; ISHWARYA, G.; HARSHINI, R. P.; DHITHYA, V.; CHANDRAN, M.; KANISHKA, V.; GOMATHI, K. Advances in bio food packaging – An overview. *Heliyon*, [S. l.], v. 7, n. February, p. e07998, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07998. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07998>.

ZAROR, C. A. **Controlling the environmental impact of the food industry: an integral approach** *Food Control*, 1992. DOI: 10.1016/0956-7135(92)90130-3.

ZHANG, Wanli; LI, Xiangxin; JIANG, Weibo. Development of antioxidant chitosan film with banana peels extract and its application as coating in maintaining the storage quality of apple. *International Journal of Biological Macromolecules*, [S. l.], v. 154, 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.10.275.

ZHANG, Xiahong; LU, Sisi; CHEN, Xi. A visual pH sensing film using natural dyes from Bauhinia blakeana Dunn. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, [S. l.], v. 198, 2014. DOI: 10.1016/j.snb.2014.02.094.

ZHANG, Zhanrong; SONG, Jinliang; HAN, Buxing. **Catalytic Transformation of Lignocellulose into Chemicals and Fuel Products in Ionic Liquids** *Chemical Reviews*, 2017. DOI: 10.1021/acs.chemrev.6b00457.

ZHOU, Peng; REGENSTEIN, Joe M. Comparison of water gel desserts from fish skin and pork gelatins using instrumental measurements. *Journal of Food Science*, [S. l.], v. 72, n. 4, 2007. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00320.x.

ZHU, Changlai; LI, Feng; ZHOU, Xinyang; LIN, Lin; ZHANG, Tianyi. Kombucha-synthesized bacterial cellulose: Preparation, characterization, and biocompatibility evaluation. *Journal of Biomedical Materials Research - Part A*, [S. l.], v. 102, n. 5, 2014. DOI: 10.1002/jbm.a.34796.

ZIA, Sania; KHAN, Moazzam Rafiq; SHABBIR, Muhammad Asim; AADIL, Rana Muhammad. **An update on functional, nutraceutical and industrial applications of watermelon by-products: A comprehensive review** *Trends in Food Science and Technology*, 2021. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.05.039.

ZIELINSKA, Magdalena; MICHALSKA, Anna. The Influence of Convective, Microwave Vacuum

and Microwave-Assisted Drying on Blueberry Pomace Physicochemical Properties. **International Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 14, n. 3, 2018. DOI: 10.1515/ijfe-2017-0332.