

## A importância do reaproveitamento de resíduos da indústria alimentícia: o caso do processamento de frutas

The importance of reusing waste from the food industry: the case of fruit processing

La importancia de reutilizar los residuos de la industria alimentaria: el caso del procesamiento de frutas

Recebido: 15/08/2022 | Revisado: 26/08/2022 | Aceito: 28/08/2022 | Publicado: 06/09/2022

**Ludmylla Fernanda Almeida Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-0763>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: [ludmyllaf.almeida@gmail.com](mailto:ludmyllaf.almeida@gmail.com)

**Wellyson da Cunha Araújo Firmo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6979-1184>

Universidade Ceuma, Brasil

E-mail: [well\\_firmo@hotmail.com](mailto:well_firmo@hotmail.com)

**Denise Fernandes Coutinho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5665-9280>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: [deniseufma2014@gmail.com](mailto:deniseufma2014@gmail.com)

### Resumo

O processo industrial é a principal causa de geração de subprodutos, destacando a indústria alimentícia que emprega toneladas de frutas que são descartadas, estas são grandes fontes de compostos ativos com potencial de reciclagem. O objetivo deste trabalho foi a busca de estudos com os resíduos da indústria de alimentos e identificar alternativas para diminuir a perda. Trata-se de uma revisão no qual foi desenvolvida a partir da análise de estudos encontrados em 2 bases de dados: PubMed e Google Scholar. Foram selecionados trabalhos que envolviam espécies vegetais associadas ao desperdício alimentar e possíveis alternativas para minimizar o impacto ambiental. As espécies *Citrus sinensis*, *Persea americana*, *Musa* spp, *Punica granatum* e *Hylocereus undatus* apresentaram alternativas para combater o desperdício e apresentam atividade biológica. O aproveitamento de partes não convencionais de frutas é uma prática de sustentabilidade, levando o menor descarte de resíduos orgânicos ao meio ambiente, diminuindo consequentemente o impacto negativo.

**Palavras-chave:** Desperdício de alimentos; Bioativos; Sustentabilidade.

### Abstract

The industrial process is the main cause of generation of by-products, highlighting the food industry that uses tons of fruits that are discarded, these are great sources of active compounds with recycling potential. The objective of this work was to search for studies with the residues of the food industry and to identify alternatives to reduce the loss. This is a review which was developed from the analysis of studies found in 2 databases: PubMed and Google Scholar. Works were selected that involved plant species associated with food waste and possible alternatives to minimize the environmental impact. The species *Citrus sinensis*, *Persea americana*, *Musa* spp., *Punica granatum* and *Hylocereus undatus* presented alternatives to combat waste and present biological activity. The use of unconventional parts of fruit is a sustainability practice, leading to less disposal of organic waste to the environment, consequently reducing the negative impact.

**Keywords:** Food waste; Bioactives; Sustainability.

### Resumen

El proceso industrial es la principal causa de generación de subproductos, destacando la industria alimentaria que utiliza toneladas de frutas que son desechadas, estas son grandes fuentes de compuestos activos con potencial de reciclaje. El objetivo de este trabajo fue buscar estudios con los residuos de la industria alimentaria e identificar alternativas para reducir la pérdida. Esta es una revisión que se desarrolló a partir del análisis de estudios encontrados en 2 bases de datos: PubMed y Google Scholar. Se seleccionaron trabajos que involucran especies vegetales asociadas al desperdicio de alimentos y posibles alternativas para minimizar el impacto ambiental. Las especies *Citrus sinensis*, *Persea americana*, *Musa* spp., *Punica granatum* e *Hylocereus undatus* presentaron alternativas para combatir los residuos y presentar actividad biológica. El uso de partes no convencionales de la fruta es una práctica de

sostenibilidad, lo que lleva a una menor eliminación de residuos orgánicos en el medio ambiente, con la consiguiente reducción del impacto negativo.

**Palabras clave:** Desperdicio de alimentos; Bioactivos; Sustentabilidad.

## 1. Introdução

A insegurança alimentar e nutricional aumentou exponencialmente diante da pandemia da COVID-19, por ter ocasionado uma modificação na cadeia de abastecimento de alimento mundialmente, tornando esse cenário, ainda mais complicado, representando assim um desafio global no incentivo às pesquisas sobre as perdas e desperdícios de alimentos, que representam não só uma questão social, mas também um problema ambiental (Vieira et al, 2021). Além disso, segundo a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil apresentou entre 2018 e 2021, um número exorbitante de pessoas com insegurança alimentar moderada e grave, representando 110,9 milhões (FAO, 2021b).

O descarte de alimentos está ligado a um aspecto comportamental e cultural, que incentiva o desprezo de cascas de frutas, talos e folhas de hortaliças, não havendo o aproveitamento integral dos alimentos, que poderiam ser reaproveitados, não só para contribuir com novos alimentos, mas também para a obtenção de produtos que possam ser empregados no tratamento e prevenção de doenças (Ramos et al, 2020; Porpino et al, 2015).

Há um crescente interesse da indústria e da ciência quanto ao aproveitamento de resíduos orgânicos, impulsionado principalmente pela problemática ambiental, com crescimento exagerado de volume de lixo e consequentemente a poluição no meio ambiente. O desenvolvimento de novos produtos por pesquisadores, a partir desses resíduos, é uma prática que vem crescendo nos últimos anos e tem contribuído com a produção de materiais de interesses diversos, como alimentares, medicamentosos, embalagens biodegradáveis, reduzindo assim, os custos de descarte e dos índices de desperdício alimentar, podendo contribuir em diversas áreas como para a melhoria nutricional da população e menor impacto sobre o meio ambiente (Silva et al, 2019, Giannoni et al, 2017).

O processo industrial é a principal causa de geração de subprodutos, destacando a indústria alimentícia que emprega toneladas de frutas e vegetais na produção de sucos, ração, alimentos congelados e ainda vêm sendo amplamente utilizados na produção de biocombustíveis. Os subprodutos alimentares possuem potencial de reciclagem por apresentarem na sua composição substâncias de interesse como glicose, frutose, pectinas mucilagens e gomas, consideradas fibras alimentares, além de ácidos fenólicos, carotenóides, vitaminas, dentre outros compostos importantes. Esses componentes podem apresentar além do interesse nutricional, a aplicação em outras áreas como na produção de medicamentos e cosméticos, por poderem apresentar diversas atividades biológicas (Ferrentino et al, 2018, Kowalska et al, 2017).

A agroindústria é responsável por aproximadamente 5,9% do Produto Interno Bruto (BIP) no Brasil, a partir do cultivo, colheita, beneficiamento, bem como no processamento de matéria-prima e obtenção de produtos. As pesquisas desenvolvidas pela agropecuária têm contribuído para o melhoramento da qualidade dos produtos, além de oferecer soluções tecnológicas que impactam na biofortificação de alimentos por meio da biotecnologia ou técnicas convencionais (EMBRAPA, 2020).

O objetivo deste trabalho foi relacionar em caráter exploratório a busca de estudos que relacionassem os subprodutos advindos da indústria de alimentos com o impacto ambiental causado, bem como a identificação de estratégias para combater o desperdício.

## 2. Metodologia

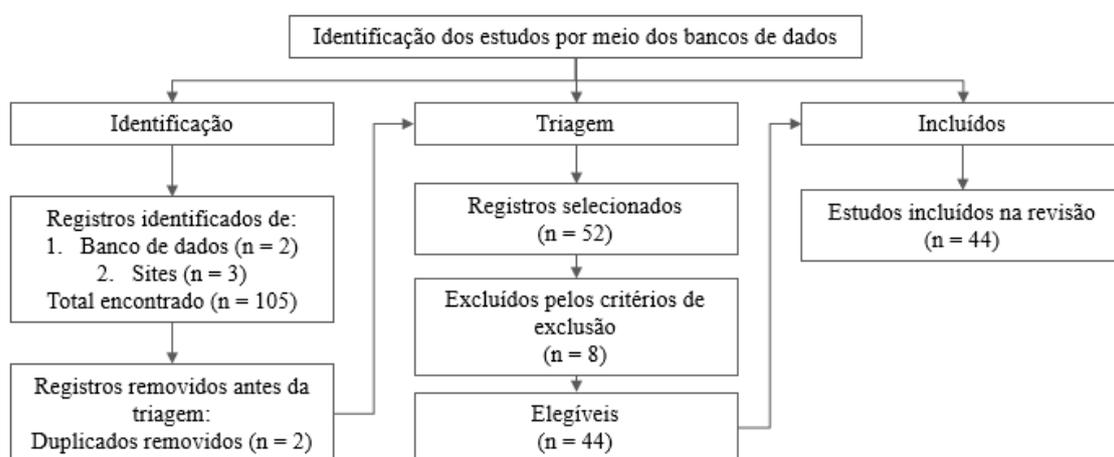
A pesquisa consistiu em uma revisão integrativa que é um método que proporciona sintetizar o conhecimento e incorporar a aplicabilidade dos resultados de estudos na prática, de forma ordenada e ampla (Ercole et al, 2014, Souza et al,

2010). Foi desenvolvido a partir da análise de estudos encontrados em 2 bases de dados: PubMed e Google Scholar. Foram selecionados diversos artigos, presentes na tabela 1, que envolviam espécies vegetais associadas ao desperdício alimentar e possíveis alternativas para minimizar o impacto ambiental.

Os descritores utilizados na busca foram: "Resíduos de alimentos", "frutas" e "bioativos". A busca dos artigos foi realizada por meio do cruzamento desses descritores utilizando os operadores booleanos "OR" e "AND". Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos entre os anos 2017 e 2022, nos idiomas inglês e português. Como critérios de exclusão, foram suprimidos trabalhos publicados em anais de eventos e artigos de revisão. Dessa forma, é possível visualizar na figura 1, a forma de seleção e identificação dos estudos por meio dos bancos de dados.

Também foram pesquisados artigos cujos temas citassem espécies vegetais e alternativas para o reaproveitamento de resíduos. Nesta segunda busca foram adotados como critério de inclusão: artigos de revisão. Metodologia aplicada com base em Estrela (2018).

**Figura 1:** Fluxograma da seleção e identificação dos estudos.



**Tabela 1.** Artigos incluídos na revisão, referência e objetivo.

TÍTULO	AUTOR E ANO	OBJETIVO
<b>Estudo da possibilidade de reaproveitamento de casca de banana combinado com restos de hortaliça para a produção de adubo orgânico</b>	Augusto et al, (2020)	Avaliar a possibilidade de produzir adubo orgânico com base em casca de banana combinado com restos de hortaliça.
<b>Análise sensorial de cookies de banana e casca de banana.</b>	Bastos et al, (2020)	Avaliar a aceitabilidade sensorial de cookies de banana com e sem casca afim de auxiliar no reaproveitamento de alimentos.
<b>Obtenção de bioplástico com antocianina reforçado com nanocelulose extraída da fibra da banana.</b>	Begnini et al, (2019)	Criação de filme biodegradável à base de amido de mandioca reforçados com nano celulose glicerol.
<b>Desperdício alimentar x aproveitamento integral de alimentos: elaboração de bolo de casca de banana.</b>	Bressiani et al, (2017)	Verificar o atual índice de desperdício de um restaurante comercial de Guarapuava – PR, e testar a receita de bolo de casca de banana com intuito de inclui-la no cardápio do local.
<b>Principais aplicações dos resíduos da laranja e sua importância industrial.</b>	Da Silva et al, (2020)	Diferentes formas de destinação para os resíduos da laranja, através de técnicas de reprocessamento e reutilização.

<b>Aproveitamento integral de alimentos: uma possível ferramenta de consumo sustentável</b>	Da Silveira et al, (2020)	Discutir a importância do aproveitamento integral dos alimentos no enriquecimento nutricional da alimentação e na redução do impacto ambiental causado pelo descarte de alimentos, podendo ser considerado uma ferramenta para a sustentabilidade
<b>Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações</b>	Damiani et al, (2020)	Agregar informações importantes a literatura técnico-científica da área, podendo, inclusive, nortear o processo de decisão da indústria de alimentos e farmacêutica quanto aos processos e técnicas a serem empregadas no processamento e aproveitamento dessas matérias-primas com vistas a agregação de valor e geração de renda.
<b>Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada.</b>	De Moraes et al, (2017)	Levantamento de informações relativas ao cenário nacional de geração de resíduos agroindustriais e seus usos atuais, além do levantamento do mercado atual de biomassa adensada no Brasil
<b>Aproveitamento de casca da banana para produção de doce cristalizado.</b>	De Sousa et al, (2018)	Explorar um método de aproveitamento da casca de banana para elaboração de doce cristalizado.
<b>Polyphenols isolated from pomegranate juice (<i>Punica granatum</i> L.): evaluation of physical-chemical properties by ftir and quantification of total polyphenols and anthocyanins content</b>	De Souza et al, (2020)	Isolar polifenóis do suco de romã usando solventes sem aquecimento.
<b>Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional.</b>	Dias et al, (2020)	Obtenção da farinha de inhame, fornecendo informações físico-químicas e o desenvolvimento de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional.
<b>Releitura de pão de queijo: versão vegetariana com farinha de oliveira.</b>	Dos Santos et al, (2021)	Elaborar um pão de queijo vegetariano adicionado de farinha da folha de oliveira a fim de viabilizar uma nova alternativa de aproveitamento tecnológico desse resíduo
<b>Methane generation potential through anaerobic digestion of fruit waste</b>	Dos Santos et al, (2020)	Avaliar o potencial de geração de metano de resíduos de frutas (casca de maracujá, laranja e bagaço de caju)
<b>Current technologies and new insights for the recovery of high valuable compounds from fruits by-products.</b>	Ferrentino et al, (2018)	Visão geral dos compostos bioativos mais importantes que ocorrem em resíduos de frutas, descrever os prós e os contras das tecnologias de extração mais atualizadas, inovadoras e ecologicamente corretas que podem ser uma alternativa aos procedimentos clássicos de extração por solvente para a recuperação de compostos valiosos do processamento de frutas.
<b>Farinha da casca de banana madura: uma matéria-prima para a indústria alimentícia</b>	Figueiredo et al, (2019)	Verificar o potencial da farinha da casca de banana d'água ( <i>Musa cavendish</i> ) obtida do processamento da indústria de doces como possível ingrediente e/ou matéria-prima para a indústria alimentícia pela determinação de sua composição centesimal, elementar, mineral e poder calorífico, como também do seu conteúdo em compostos bioativos e capacidade antioxidante.
<b>Aproveitamento de resíduos orgânicos para o desenvolvimento de "beijinho" a base de mandioca amarela e rosada.</b>	Giannoni et al, (2017)	Elaborar um doce tipicamente brasileiro servido em festas de aniversário, conhecido como "beijinho", a partir dos resíduos do processamento mínimo da mandioca.
<b>Pulp, leaf, peel and seed of avocado fruit: a review of bioactive compounds and healthy benefits</b>	Jimenez et al, (2021)	Compilar pesquisas científicas sobre compostos bioativos de polpa e resíduos de abacate e seus potenciais propriedades biológicas
<b>What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry.</b>	Kowalska et al, (2017)	Revisar as tendências atuais na solução do problema dos resíduos produzidos pelo processamento de matérias-primas vegetais.
<b>Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (<i>Musa</i> spp.).</b>	Kumar et al, (2019)	Investigar as diferenças funcionais e estruturais entre os diferentes grupos genômicos da bananeira e sua influência nas características funcionais e nos constituintes químicos.
<b>Application of langmuir and freundlich models in the study of banana peel as bioadsorbent of copper (ii) in aqueous medium.</b>	Leandro-Silva et al, (2020)	Preparo e caracterização da farinha de casca de banana através das técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Energia Dispersiva de Raios X (EDX) e Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR), como bem como estudos da capacidade adsorptiva deste bioadsorvente para o íon Cu (II) em soluções aquosas.

<b>Revisão de literatura sobre a pitaya (<i>Hylocereus</i> spp.)</b>	Lima et al, (2021)	Identificar produções científicas a respeito do potencial da pitaya nas indústrias alimentícia e cosmética
<b>Elaboração e análise sensorial de preparações a partir do aproveitamento integral de alimentos.</b>	Luiz et al, (2019)	Desenvolver e avaliar a aceitação de preparações com aproveitamento integral de alimentos com crianças em idade escolar.
<b>Waste of fresh fruit and vegetables at retailers in sweden—measuring and calculation of mass, economic cost and climate impact.</b>	Mattsson et al, (2018)	Aumentar o conhecimento dos resíduos de fruta e legumes frescos
<b>Perfil nutricional e benefícios do azeite de abacate (<i>Persea americana</i>): uma revisão integrativa.</b>	Nogueira-de-Almeida et al, (2018)	Qualidade do perfil lipídico e dos compostos bioativos presentes no azeite de abacate
<b>Bark of <i>Passiflora edulis</i> treatment stimulates antioxidant capacity, and reduces dyslipidemia and body fat in db/db mice</b>	Panelli et al, (2018)	Avaliar o efeito da casca de <i>Passiflora edulis</i> (BPe) na composição corporal, parâmetros metabólicos e de estresse oxidativo em camundongos geneticamente obesos.
<b>Food waste to energy: an overview of sustainable approaches for food waste management and nutrient recycling.</b>	Paritosh et al, (2017)	Diferentes aspectos das abordagens de biodegradação anaeróbica para resíduos de alimentos, efeitos de cosubstratos, efeito de fatores ambientais, contribuição da população microbiana e recursos computacionais disponíveis para pesquisas de gerenciamento de resíduos de alimentos.
<b>Sustentabilidade: utilização de vegetais na forma integral ou de partes alimentícias não convencionais para elaboração de farinhas.</b>	Ramos et al, (2020)	Aproveitar os vegetais na sua forma integral ou de suas partes alimentícias não convencionais, e caracterizar as farinhas obtidas, com vistas à alimentação humana.
<b>Biotransformation of lignocellulosic biomass into industrially relevant products with the aid of fungi-derived lignocellulolytic enzymes.</b>	Saldarriaga-Hernández et al, (2020)	Classificação e degradação enzimática, bem como as potenciais e atuais aplicações industriais das enzimas fúngicas envolvidas.
<b>Identificação de produtos secundários da vinificação: um estudo de caso</b>	Santos et al, (2020)	Identificar os principais subprodutos gerados em uma vinícola na região do Vale do São Francisco obtidos através do processo de industrialização do vinho.
<b>Cellulase production to obtain biogas from passion fruit (<i>Passiflora edulis</i>) peel waste hydrolysate.</b>	Silva et al, (2019)	Produção de celulase por <i>Aspergillus japonicus</i> e seu uso como pré-tratamento enzimático em resíduos de casca de maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> ) para facilitar a biodigestão anaeróbia para fins de geração de biogás
<b>Degradation of lignocellulosic components in un-pretreated vinegar residue using an artificially constructed fungal consortium.</b>	Cui et al, (2017)	Degradar componentes lignocelulósicos em resíduo de vinagre não pré-tratado (VR) usando um consórcio de fungos.
<b>Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate.</b>	Silva et al, (2019)	Desenvolver e avaliar a aceitação de biscoito tipo <i>cookie</i> elaborado a partir da farinha do caroço de abacate.
<b>Melon (<i>Cucumis melo</i> L.) by-products: potential food ingredients for novel functional foods?</b>	Silva et al, (2020)	Estudos científicos sobre a composição nutricional, bioativa e antinutricional dos subprodutos do melão, bem como suas principais atividades biológicas e aplicações industriais.
<b>capacidade antioxidante e compostos bioativos dos frutos de <i>Pouteria glomerata</i> (laranjinha-de-pacu).</b>	Tonin et al, (2020)	Estudar a polpa da laranja-de-pacu coletados no Município de Rosana-SP.
<b>Abordagens metodológicas para enfrentar o desperdício de alimentos: avançando a agenda</b>	Vieira et al, (2021)	Pesquisar sobre perdas e desperdícios de alimentos (PDA) e propor soluções mobiliza abordagens e processos transdisciplinares com o objetivo de transformar as cadeias de abastecimento de alimentos de modo eficaz.

Fonte: Autores (2022).

### 3. Resultados e Discussão

#### Resíduos agroindustriais

Os resíduos provenientes da agroindústria são considerados potenciais poluidores, pelo seu volume e descarte inadequado no ambiente. O Brasil, por ser considerado um dos maiores produtores agroindustriais, vem se preocupando com a melhor destinação dos resíduos gerados por essa atividade (de Moraes et al, 2017).

Anualmente, são geradas toneladas de resíduos no setor agrícola, assim, agregar valor a um subproduto é de interesse econômico, além de ambiental. A investigação científica é necessária para possibilitar a reutilização de maneira eficiente, econômica e segura (Santos et al, 2020)

Como consequência do processamento de frutas, 40 a 50% dos seus pesos brutos são considerados resíduos, sendo descartados e desvalorizados, mesmo sendo fonte de vitaminas, minerais, nutrientes e fibras que são de grande importância para as funções fisiológicas (dos Santos et al, 2021).

Devido a fermentabilidade e biodegradabilidade, este resíduo pode ser considerado um problema ambiental, contribuindo negativamente nas emissões de gases de efeito estufa e uma fonte de contaminação em aterros (Paritosh et al, 2017). Diante desse contexto, é de extrema importância estudar formas alternativas para o aproveitamento e valorização desses resíduos, podendo ser reaproveitados como matéria-prima de interesse econômico e industrial, tais como biocombustíveis, biopolímeros e ração animal (Silva et al, 2019). Na indústria farmacêutica e cosmética, utiliza-se como fonte de pigmentos, e obtenção de produtos como extratos vegetais e óleos essenciais, que podem apresentar atividades biológicas que justifiquem sua aplicabilidade nessas áreas (Saldarriaga-Hernández et al, 2020).

Segundo o relatório de 2022 da FAO, o reaproveitamento de alimentos e produtos agrícolas existentes necessita de apoio político como primeiro passo, existindo evidências de que tem o potencial para desempenhar um papel importante em dietas com custos mais baixos de forma a contribuir para o poder de compra da população.

### **Impacto ambiental**

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), na resolução 001 de 23 de janeiro de 1986, determinou o conceito de impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas (BRASIL, 1986).

O agronegócio bem como a atividade industrial é responsável por um volume significativo de resíduos nocivos ao ambiente, sendo assim é necessário a preservação deste bem como os seus recursos para a qualidade da vida em nosso planeta. A preservação destaca o não desperdício e mudança no comportamento humano no sentido de reduzir a quantidade de resíduos gerados nos processos de produção (Leandro-Silva et al, 2020).

Além disso, o descarte desses alimentos de maneira inadequada no solo, provoca no meio ambiente consequências, que por sua vez, podem ser irreversíveis, tais como: odor por meio da putrefação e chorume que contamina os rios e lençóis freáticos. Assim, para obter um meio ecologicamente equilibrado, é necessário reduzir o desperdício orgânico, auxiliando na diminuição dos impactos ambientais relacionados (Luiz et al, 2019).

Um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), proposto pela Organização das Nações Unidas (ONU), visa, para o ano de 2030, reduzir pela metade o desperdício alimentar global, diminuir as perdas nas cadeias de produção e de fornecimento de alimentos, sendo avaliados pelo Índice de Desperdício de Alimentos. Em 2019, estimou-se que 931 milhões de toneladas de alimentos foram para o lixo, gerando impactos ambientais incalculáveis, além de que poderia representar a solução de insegurança alimentar de milhares de pessoas. Mesmo que haja um aumento significativo no combate a esse desperdício global por parte do consumidor, a probabilidade de não alcançar essa proposta do ODS 12 é baixa, diante de todo contexto global vivenciado e a falta de interesse mundial, devendo para isso ser uma prioridade para governos, empresas, fundações filantrópicas e organizações internacionais (FAO, 2021a).

Resíduos orgânicos que não são reciclados podem ser remanejados, como compostos ativos em formulações de novos produtos e nos processos biotecnológicos, sendo utilizado como substrato de forma a valorizar a geração de produtos, tais como: enzimas e medicamentos (dos Santos et al, 2021).

### **Reaproveitamento de resíduos de alimentos com potencial biológico**

As vantagens da utilização do alimento de forma sustentável são descritas em 4 parâmetros: redução da produção de lixo orgânico, aumento na vida útil do alimento, promoção da segurança alimentar e contribuição com o aumento da renda

familiar (Dias et al, 2020). A preocupação com o meio ambiente leva a estratégias para minimizar o impacto ambiental, viabilizando os projetos que ressaltam a sustentabilidade nos sistemas de produção industrial, uma vez que a indústria alimentícia produz resíduos com alto valor de reutilização (Damiani et al, 2020). As cascas das frutas desperdiçadas apresentam, segundo análises químicas, de modo generalizado uma quantidade de nutrientes que pode ser maior do que em relação a parte comestível da fruta. Diante disso, podem contribuir com a diminuição do desperdício e servir de fonte alternativa de nutrientes (Jimenez et al, 2021).

Estudos demonstram que os extratos provenientes de cascas de frutas e de restos de vegetais possuem forte atividade antioxidante. Os antioxidantes são definidos como qualquer substância capaz de inibir a oxidação de um substrato oxidável, diminuindo a concentração de radicais livres no organismo. Esses radicais livres podem levar a doenças degenerativas, envelhecimento precoce, câncer, inflamação através do ataque a moléculas biológicas. A presença de antioxidantes nos frutos tem estimulado o consumo destes produtos no mercado nacional, visto que contribuem para reduzir a incidência de doenças (Tonin et al, 2020).

Os alimentos funcionais são descritos de acordo com o tipo de alimento ou com base no composto ativo utilizado, podendo ser as fibras, flavonoides, vitaminas, minerais, ácidos graxos, carotenoides, que apresentaram uma ação biológica importante (Silva et al, 2020).

A partir da indústria de suco de laranja, por exemplo, destacam-se os óleos essenciais obtidos da casca, por método de prensagem, podendo ser utilizado como aromatizante em bebidas ou sorvetes, formulação de cosméticos e perfume. O D-limoneno, componente majoritário desse óleo, pode ser empregado na fabricação de tintas e solventes (da Silva et al, 2020).

Outro subproduto obtido, é da exploração do abacate, um fruto produzido no Brasil, com elevada qualidade nutricional, contendo quantidade de vitaminas, minerais, proteínas, fibras e teor de lipídios que classifica o fruto como auxiliar na prevenção de doenças. Os subprodutos do abate são a casca e a semente que também apresentam componentes nutricionais importantes e, ainda, contém compostos fitoquímicos ativos, como os fenólicos, esteróides e carotenóides (Nogueira-de-almeida et al, 2018). Dessa maneira, a exploração dos fitoquímicos presentes desses resíduos pode levar a novos produtos com impacto positivo, no entanto, ao contrário do caso da laranja, os subprodutos do abacate são majoritariamente desprezados no lixo, gerando um impacto ambiental importante.

O Brasil é o terceiro maior produtor de bananas (*Musa spp.*) do mundo, tendo na literatura o forte potencial no desenvolvimento de coprodutos com elevada aceitação da população a partir da casca (da Silveira et al, 2021). A banana está entre as frutas que mais apresentaram perdas durante o processamento industrial (Silva et al, 2019, Matteson et al, 2018).

Há uma tendência crescente de pessoas que possuem obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares procurarem métodos alternativos para controle desses problemas e a banana, de forma completa, pode ser utilizada como um alimento funcional para tais patologias, pois tanto a polpa com suas cascas apresenta componentes que podem reduzir colesterol e tratar a prisão de ventre. E devido a essas propriedades funcionais, a farinha produzida a partir da banana verde, pode ser um item complementar em produtos como massas, pães, biscoitos, macarrão (Kumar et al, 2019).

As características provenientes da casca da banana, como o alto teor de fibras, permitem o desenvolvimento de produtos alimentícios, como bolos, farinhas, biscoitos (Bastos et al, 2020, Figueiredo et al, 2019, Bressiani et al, 2017). Assim existem inúmeras possibilidades para utilização da casca, desde o uso na indústria alimentícia, como produção de doces cristalizados, e ração para coelhos. A partir dessa casca, já foi produzido um bioplástico sustentável, que pode reduzir os danos ambientais do plástico advindo do petróleo. Outro destino importante desses resíduos orgânicos, seria para a utilização como adubo orgânico natural para enriquecer o solo, sendo que casca da banana pode ser usada para esse fim, mas infelizmente, esse

uso é pontual, não se tornando uma política de reaproveitamento e impedindo se se agregue valor a fruta (Antonio et al, 2020, Begnini et al, 2019, de Sousa et al, 2018).

A romã (*Punica granatum* L.) é outro exemplo de fruto, onde seus subprodutos não são valorizados. Pesquisas já demonstraram diversas propriedades biológicas dos extratos das sementes e cascas, além da polpa que já é utilizada na alimentação. Dentre essas propriedades, destacam-se as atividades anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante, devido aos compostos fenólicos presentes que podem representar um grande potencial de produto para o combate de doenças (de Souza et al, 2020).

Os subprodutos, cascas e sementes, produzidos do suco do maracujá correspondem 65 a 70% do peso total do fruto, portanto é um grande problema de resíduo agroindustrial. A utilização destes, na alimentação é viável por ter um bom valor nutricional, reduzindo os custos e diminuindo os problemas relacionados ao descarte. A casca do maracujá, que representa mais da metade do fruto e é a parte menos utilizada, sendo rica em fibras solúveis, principalmente pectina, que ao formar um gel, impede a absorção de colesterol e glicose proveniente da dieta, assim pode auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares e gastrointestinais, hiperlipidemias, diabetes e obesidade (Panelli et al., 2018).

Dentre as espécies variadas da Pitaya, *Hylocereus undatus* é a mais cultivada, é uma fruta tropical que geralmente tem sua casca descartada, porém tem atraído interesse de pesquisadores devido à coloração atrativa, pela presença de betalaínas que confere a pigmentação vermelha a fruta, podendo ser processada e utilizada, por exemplo, como corante de produtos alimentícios. A casca fresca de Pitaya apresenta alta quantidade de compostos fenólicos, sendo similar ao presente na maçã, ameixa e superior ao abacaxi e mamão. Quanto ao teor de vitamina C da polpa e da casca, considera-se semelhante ao teor médio encontrado no maracujá, tangerina e manga.

As Pitayas vêm gerando interesse sobre seu uso em produtos cosméticos, com base na riqueza da casca em vitaminas, minerais e outros nutrientes. A presença de antioxidantes pode auxiliar na firmeza e rejuvenescimento da pele, podendo ser uma alternativa natural para produção de máscaras anti-idade. O óleo da semente de Pitaya também pode ser adicionado como ingrediente na formulação de batom, devido ao corante natural e a presença de ácido linoleico e linolênico que ajudam no equilíbrio do metabolismo epitelial, controlando o fluxo e nutrindo o colágeno que estrutura a pele (Lima et al, 2021).

#### 4. Conclusão

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas e é considerado um dos que mais desperdiça, além de que há um número exponencial de insegurança alimentar nos últimos anos, trazendo um alerta para a população.

O aproveitamento de alimentos desperdiçados é uma prática de sustentabilidade, levando o menor descarte de resíduos orgânicos ao meio ambiente, diminuindo conseqüentemente o impacto negativo. O uso de partes não convencionais de frutas contribui para o enriquecimento nutricional para a população, já que são ricas em micronutrientes, macronutrientes e fibras. Além do aproveitamento para preparações culinárias, os componentes bioativos oriundos desses frutos podem apresentar uma série de atividades biológicas que são capazes de auxiliar no combate de doenças.

A prospecção tecnológica e o desenvolvimento econômico de resíduos agroindustriais estão surgindo com uma ampla gama de usos que ainda não atingiram seu pleno potencial, podendo representar novas possibilidades para as indústrias farmacêuticas, de cosméticos e mesmo a alimentícia, resultando em uma produção sustentável e inovadora.

No entanto, a adoção dessa prática é uma atividade que exige esforço recíproco entre o governo e a sociedade, sendo necessária a implantação de ações educativas que gerem a consciência da importância de se buscar uma alimentação mais saudável para os indivíduos e sustentável para o meio ambiente.

Faz-se necessários maiores investimentos por parte da indústria alimentícia quanto a um destino sustentável para os resíduos orgânicos, através da identificação dos compostos bioativos, pode-se direcionar o uso para a preparação receitas culinárias, enriquecendo o alimento nutricionalmente além disso, podem ser confeccionados extratos vegetais e óleos essenciais com ação farmacológica para aplicabilidade biológica, direcionando assim o reaproveitamento e redução de perdas de recursos naturais bem como minimização dos custos do mercado.

## Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES), - Código de Financiamento 001, a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao laboratório de Ciências biomédicas da Universidade Ceuma.

## Referências

- Augusto, A., Supervisor, A., Carlos, Domingos, J., & Resumo, A. (2020). Estudo da possibilidade de Reaproveitamento de casca de banana Combinado com restos de Hortaliça para a produção de Adubo Orgânico *Study of possibility of reusing banana peels combined with remains of vegetable*.
- Bastos, K. D. O., Peixoto, M. C. R., & Nascimento, R. C. B. (2020). Análise sensorial de cookies de banana e casca de banana. *Estudos Aplicados à Análise Sensorial de Alimentos*, 20.
- Begnini, M. L., Santos, N. R., de Toledo, A. L. O., Oliveira, G. N. R., Silva, L. T. G., & de Oliveira, T. T. (2019). Obtenção de bioplástico com antocianina reforçado com nanocelulose extraída da fibra da banana. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 28405-28415.
- Brasil. Resolução N° 001, 23 de janeiro de 1986. Conselho Nacional de Meio Ambiente. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> .
- Bressiani, J., Schwarz, K., Gatti, R. R., Demário, R. L., & Freire, P. L. I. (2017). Desperdício alimentar X aproveitamento integral de alimentos: elaboração de bolo de casca de banana. *Unicências*, 21(1), 39-44.
- da Silva, L. A. S., de Oliveira, V. C., & Mendes, F. B. (2020). Principais aplicações dos resíduos da laranja e sua importância industrial. *Revista Artigos. Com*, 22, e5139-e5139.
- da Silveira, M. S., Bedê, T. P., & dos Santos Nicomedes, W. H. (2021). Aproveitamento Integral de Alimentos: Uma possível ferramenta de consumo sustentável Integral use of food: A possible tool for sustainable consumption. *Brazilian Journal of Development*, 7(8), 80729-80738.
- Damiani, C., Martins, G. A. D. S., & Becker, F. S. (2020). Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações.
- de Moraes, S. L., Massola, C. P., Saccoccio, E. M., da Silva, D. P., & Guimarães, Y. B. T. (2017). Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. *Revista IPT: Tecnologia e Inovação*, 1(4).
- de Sousa, T. L., da Silva, J. P., da Silva, R. M., & Egea, M. B. (2018). Aproveitamento De Casca Da Banana Para Produção De Doce Cristalizado. *Informe Goiano (ISSN 2525-6866)*.
- de Souza, J. F., Amaral, V. A. A., Alves, T. F. R., Batain, F., de Moura Crescencio, K. M., de Barros, C. T., & Chaud, M. V. (2020). Polyphenols isolated from pomegranate juice (*Punica granatum L.*): Evaluation of physical-chemical properties by FTIR and quantification of total polyphenols and anthocyanins content. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 45355-45372.
- Dias, J. D. S. R., Mendes, F. Z. C., Nolasco, M. V. F. M., & Bogo, D. (2020). Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 15716-15735.
- dos Santos, C. D., Menezes, R. C. R., & Dal Bosco, S. M. (2021). Releitura de pão de queijo: Versão vegetariana com farinha de oliveira. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 16(2), 159-163.
- dos Santos, L. A., Valenca, R. B., da Silva, L. C. S., de Barros Holanda, S. H., da Silva, A. F. V., Jucá, J. F. T., & Santos, A. F. M. S. (2020). Methane generation potential through anaerobic digestion of fruit waste. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120389.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [página na internet]. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Ciência que Transforma: Resultados e Impactos Positivos da Pesquisa Agropecuária na Economia, no Meio Ambiente e na Mesa do Brasileiro [acesso em 20 de julho de 2022]. <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [página na internet]. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Perda e desperdício de alimentos. <https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos/sobre-o-tema>
- Ercole, F. F., Melo, L. S. D., & Alcoforado, C. L. G. C. (2014). Revisão integrativa versus revisão sistemática. *Revista Mineira de Enfermagem*, 18(1), 9-12.
- Estrela, C. (2018). Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa. Editora Artes Médicas

- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2022. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>
- FAO. 2021a. ONU: 17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados. <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1379033/>
- FAO. 2021b. Faostat, Brazil. <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1379033/>
- Ferrentino, G., Asaduzzaman, M. D., & Scampicchio, M. M. (2018). Current technologies and new insights for the recovery of high valuable compounds from fruits by-products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(3), 386-404.
- Figueiredo, E. S., Jung, E., Ribeiro, L., Kunigami, C., & Nascimento, F. (2019). Farinha da casca de banana madura: Uma matéria-prima para a indústria alimentícia. *Revista Virtual de Química*, 11(6).
- Giannoni, J. A., Imamura, K. B., Venâncio, A. C., Nascimento, R. R., Freitas, V. J., & Marinelli, P. S. (2017). Aproveitamento de resíduos orgânicos para o desenvolvimento de "beijinho" a base de mandioca amarela e rosada. *Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN*, 8(2), 50-57.
- Jimenez, P., Garcia, P., Quitral, V., Vasquez, K., Parra-Ruiz, C., Reyes-Farias, M., & Soto-Covasich, J. (2021). Pulp, leaf, peel and seed of avocado fruit: A review of bioactive compounds and healthy benefits. *Food Reviews International*, 37(6), 619-655.
- Kowalska, H., Czajkowska, K., Cichowska, J., & Lenart, A. (2017). What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 150-159.
- Kumar, P. S., Saravanan, A., Sheeba, N., & Uma, S. (2019). Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (*Musa spp.*). *LWT*, 116, 108524.
- Leandro-Silva, E., Pipi, A. R. F., Magdalena, A. G., & Piacenti-Silva, M. (2020). Application of Langmuir and Freundlich models in the study of banana peel as bioadsorbent of copper (II) in aqueous medium. *Revista Materia*, 1-12.
- Lima, S. M. N., Monte, L. E. M., Santos, C. M. N., & da Silva Sousa, C. (2021). Revisão de literatura sobre a pitaya (*hylocereus spp.*) Na produção de alimentos e cosméticos. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(2), 7120-7124.
- Luiz, A. A. O., Santos, M. B., & Azeredo, E. M. (2019). Elaboração e análise sensorial de preparações a partir do aproveitamento integral de alimentos. *Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN*, 10(2), 52-58.
- Mattsson, L., Williams, H., & Berghel, J. (2018). Waste of fresh fruit and vegetables at retailers in Sweden—Measuring and calculation of mass, economic cost and climate impact. *Resources, Conservation and Recycling*, 130, 118-126.
- Nogueira-de-Almeida, C. A., Ued, F. D. V., Almeida, C. C. J. N. D., Almeida, A. C. F., Del Ciampo, L. A., Ferraz, I. S., & Oliveira, A. F. D. (2018). Perfil nutricional e benefícios do azeite de abacate (*Persea americana*): uma revisão integrativa. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21.
- Panelli, M. F., Pierine, D. T., De Souza, S. L. B., Ferron, A. J. T., Garcia, J. L., Santos, K. C. D., & Corrêa, C. R. (2018). Bark of *Passiflora edulis* treatment stimulates antioxidant capacity, and reduces dyslipidemia and body fat in db/db mice. *Antioxidants*, 7(9), 120.
- Paritosh, K., Kushwaha, S. K., Yadav, M., Pareek, N., Chawade, A., & Vivekanand, V. (2017). Food waste to energy: an overview of sustainable approaches for food waste management and nutrient recycling. *BioMed research international*, 2017.
- Ramos, R. V. R., de Oliveira, R. M., Teixeira, N. S., de Souza, M. M. V., Manhães, L. R. T., & Lima, E. C. D. S. (2020). Sustentabilidade: utilização de vegetais na forma integral ou de partes alimentícias não convencionais para elaboração de farinhas. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde*, 15, 42765.
- Saldarriaga-Hernández, S., Velasco-Ayala, C., Flores, P. L. I., de Jesús Rostro-Alanis, M., Parra-Saldivar, R., Iqbal, H. M., & Carrillo-Nieves, D. (2020). Biotransformation of lignocellulosic biomass into industrially relevant products with the aid of fungi-derived lignocellulolytic enzymes. *International Journal of Biological Macromolecules*, 161, 1099-1116.
- Santos, P. V. S., & Leite, Â. A. M. (2020). Identificação de produtos secundários da vinificação: um estudo de caso. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 9(1), 650-666.
- Silva, A. F. V., Santos, L. A., Valença, R. B., Porto, T. S., Sobrinho, M. D. M., Gomes, G. J. C., & Santos, A. F. M. S. (2019). Cellulase production to obtain biogas from passion fruit (*Passiflora edulis*) peel waste hydrolysate. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(6), 103510.
- Souza, M. T. D., Silva, M. D. D., & Carvalho, R. D. (2010). Integrative review: what is it? How to do it? *Einstein (São Paulo)*, 8, 102-106.
- Cui, Y., Dong, X., Tong, J., & Liu, S. (2017). Degradation of lignocellulosic components in un-pretreated vinegar residue using an artificially constructed fungal consortium. *BioResources*, 10(2), 3434-3450.
- Silva, I. G. D., Andrade, A. P. C. D., Silva, L. M. R. D., & Gomes, D. S. (2019). Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22.
- Silva, M. A., Albuquerque, T. G., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P., & Costa, H. S. (2020). Melon (*Cucumis melo L.*) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods? *Trends in Food Science & Technology*, 98, 181-189.
- Tonin, L. T. D., Teixeira, B. S., & Suzuki, R. M. (2020). Capacidade Antioxidante E Compostos Bioativos Dos Frutos De *Pouteria glomerata* (LARANJINHA-DE-PACU). *Revista Tecnológica*, 29(2), 291-308.
- Vieira, L. M., Barcellos, M. D. D., Araujo, G. P. D., & Matzembacher, D. E. (2021). Abordagens metodológicas para enfrentar o desperdício de alimentos: Avançando a agenda. *Revista de Administração de Empresas*, 61.