

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E SEU POTENCIAL BENÉFICO À SAÚDE

Laiane de Almeida Teodoro da Silva ¹

Sandra Regina Marcolino Gherardi ²

Jhenyfer Caroliny de Almeida ³

RESUMO: Os resíduos oriundos de diferentes processos agroindustriais, possuem fibras, minerais, vitaminas e compostos antioxidantes fundamentais para as funções biológicas, podendo ser utilizados como matéria-prima para o desenvolvimento de diversos subprodutos de interesse industrial. Devido aos compostos presentes nesses resíduos seu descarte irregular pode trazer malefícios a saúde e ao meio ambiente. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre a utilização desses resíduos como matéria-prima em diferentes processos, bem como o seu potencial benéfico para saúde. O levantamento bibliográfico foi feito a partir das principais bibliotecas virtuais tendo como fonte de busca artigos publicados entre os anos de 2015 e 2022. O reaproveitamento desses resíduos revelou-se de grande aplicabilidade industrial, podendo-se obter subprodutos com diferentes características e funcionalidades, assim como a sua utilização na produção de enzimas.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais, Bioprocessamento, Impacto ambiental, Resíduos e Saúde.

REUSE OF AGROINDUSTRIAL WASTE AND ITS BENEFICIAL POTENTIAL TO HEALTH

ABSTRACT: Residues from different agro-industrial processes contain fibers, minerals, vitamins and antioxidant compounds that are essential for biological functions and can be used as raw material for the development of various by-products of industrial interest. It is seen that due to the compounds present in these wastes, their irregular disposal can bring harm to health and the environment. Therefore, the above work aimed to carry out a bibliographic survey on the use of these residues as raw material in different processes, as well as their beneficial potential for health. The bibliographic survey was carried out from the main virtual libraries with articles published between the years 2015 and 2022 as a source of search. The reuse of these residues proved to be of great industrial applicability, being able to obtain by-products with different characteristics and functionalities, as well as their use in the production of enzymes.

Keywords: Agro-industrial waste, Bioprocessing, Environmental impact, Waste and health.

¹ Graduanda do curso superior de Ciência e Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí. E-mail: laiane.teodoro@estudante.ifgoiano.edu.br.

² Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás. Docente do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí. E-mail: sandragherardi@gmail.com.

³ Tecnóloga em Alimentos, Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí. E-mail: jhenyfer.caroliny@outlook.com.

INTRODUÇÃO

Muitas vezes resíduos como folhas, palha, cascas, sementes, caules, hortaliças e grãos (milho, arroz, sorgo, trigo, cevada e batata), entre outros, por não possuírem uma aplicação direta, têm pouco ou nenhum valor econômico. No entanto, proteínas, minerais, fibras e açúcares, são compostos frequentemente encontrados na composição desses resíduos, fazendo com que estes se tornem fontes alternativas de nitrogênio e carboidratos, podendo assim, substituir as fontes sintéticas desses nutrientes utilizadas em processos biológicos (SANTOS *et al.*, 2018: 182).

Grande parte dos resíduos produzidos podem ser aproveitados na indústria alimentícia para formular produtos com propriedades funcionais e alto valor nutricional. Além disso, segundo Martins *et al.* (2020: 6937), esses resíduos agroindustriais apresentam um enorme potencial para numerosas aplicações, como os resíduos de compostos orgânicos que podem ser uma possível fonte para a produção de cogumelos medicinais; diversos tipos de resíduos de grãos e frutas que podem ser utilizados como agentes antimicrobianos naturais; também podem ser utilizados na fermentação em estado sólido visando a elaboração diferentes produtos, bem como para ajudar a produzir açúcares fermentáveis.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre a utilização de resíduos oriundos de agroindústrias, sua aplicação em bioprocessamento e seu potencial uso para a saúde humana.

METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi feito por meio de bibliotecas virtuais como Scielo, Periódicos da CAPES, Science Direct e Google acadêmico, além do software Publish or Perish (2019), sendo este usado apenas como fonte de busca para termos específicos, tendo as bibliotecas virtuais como principal fonte de busca. Dentre as palavras-chave utilizadas na busca dos periódicos, foram feitas pesquisas utilizando termos em inglês e português, sendo estes: “resíduos agroindustriais”, “bioprocessamento”, “resíduos e saúde”. Os trabalhos escolhidos tiveram sua publicação entre 2015 e 2022, e foram selecionados de forma que os temas abordados se vissem presente nos mesmos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Resíduos

Não existe consenso no que diz respeito a definição de resíduo e subproduto por conta de relatos controversos na literatura. Segundo Oliveira & Tesser (2015: 9), resíduos industriais são definidos como provenientes de processos industriais, em estado líquido, sólido, gasoso, ou a combinação destes, nos quais suas características químicas, físicas e microbiológicas não se mostrem semelhantes aos resíduos domésticos. Refere-se como subproduto a qualquer substância proveniente de processos de produção que seja capaz de ser diretamente comercializada, de modo que não provoque algum impacto ambiental ou danos à saúde, contribuindo para a obtenção de valor ao que anteriormente era tratado como resíduo (CAMARGO, 2020: 19).

Dentre os principais resíduos gerados estão os sólidos como bagaços, caroços e cascas, sendo resultantes do beneficiamento de diferentes culturas como arroz, uva, cevada, cana de açúcar, entre outros, contendo um alto valor nutritivo, podendo assim, serem reaproveitados por indústrias químicas, farmacêuticas e alimentícias. As proteínas dispostas nesses resíduos podem ser aplicadas como fontes de aminoácidos essenciais, nutrientes utilizados visando o enriquecimento de alimentos e suplementos alimentares, podendo também atuar como substituintes de componentes gelificantes e emulsificantes (SARAIVA *et al.*, 2018: 2).

Os resíduos provenientes do processamento de frutas podem ser utilizados para extração de fibra alimentar, minerais, vitaminas, pectina e antioxidantes que são de suma importância para o organismo humano, além disso, cascas e sementes possuem altas concentrações de carotenoides e compostos fenólicos. A partir do bagaço de maçã, é possível obter um aglomerado de fibras, que poderia ser empregado em diferentes produtos como bebidas, barras de cereais, lácteos, geleias, entre outros (ANSILIERO *et al.*, 2020: 1). Já os oriundos do processo de produção de indústrias cervejeiras, possuem uma composição nutricional de alto valor nutritivo, sendo cerca de 70% fibras; 20% proteína; 1,2% mono e diácidos fenólicos e fonte de vitaminas do complexo B. O bagaço de malte portanto, possui grande potencial para reutilização na elaboração de produtos alimentícios, como biscoitos, barras de cereais e pães de forma, sendo uma alternativa para o enriquecimento e melhoramento destes produtos, trazendo benefícios funcionais e nutricionais ao consumidor, além de não interferir na qualidade sensorial (ROSENDO *et al.*, 2022: 594).

O descarte destes resíduos agroindustriais sem a utilização de processos de tratamento pode desencadear a poluição do meio ambiente, e ter efeitos maléficos à saúde humana e animal, uma vez que são descartados via queima, deposição ou despejo em aterros não planejados, acarretando uma série de problemas como mudança climática e aumento da quantidade de gases que causam o efeito estufa (SADH; DUHAN; DUHAN, 2018: 1).

Bioprocessamento de resíduos

Segundo Duarte (2018: 16) o bioprocessamento de alimentos é definido como a conversão de matérias-primas alimentares, mediante a utilização de componentes bioquímicos ou células vivas, com o auxílio de processos enzimáticos ou fermentativos. O bioprocessamento através da biotecnologia oferece importante possibilidade de aplicabilidade de resíduos biodegradáveis utilizando-os como matéria-prima em novos processos, por intermédio da bioconversão de suas moléculas constituintes, sendo essas, fontes ricas em carbono, energia e nutrientes que podem ser utilizados para elaboração de novos produtos (WOICIECHOWSKI *et al.*, 2020: 3).

Devido a sua disponibilidade na forma sólida ou líquida e por possuírem em sua composição materiais fermentáveis, hidrolisáveis, fibras e açúcares os resíduos agroindustriais, têm se tornado atrativos substitutos de substratos frequentemente utilizados em bioprocessos (GUEDES *et al.*, 2021: 2). Diversas moléculas com eminente valor agregado como ácidos orgânicos, etanol, proteínas microbianas, metabólitos secundários biologicamente ativos e enzimas são produzidos a partir da utilização de resíduos como substratos (SAMPAIO; HADDAD; WIENDI, 2018: 153).

Resíduos como farelo de arroz, espiga de milho e bagaço de cana, vem sendo abundantemente investigados, visando serem reaproveitados como promissoras matérias-primas para diversas estratégias de fermentação tendo em mente à produção de biomoléculas. Por possuírem alta biodegradabilidade, fácil disponibilidade e rica fonte de nutrientes, estes resíduos podem ser usados como substratos na fermentação em estado sólido (ALENCAR *et al.*, 2020: 3).

Para a utilização desses resíduos em bioprocessos, é de extrema importância a realização de um pré-tratamento, visando aprimorar a digestibilidade da biomassa e a otimização da hidrólise da biomassa para a geração de açúcares fermentáveis. Abordagens como a conciliação de pré-tratamentos aliados ao emprego de microrganismos tolerantes aos inibidores produzidos durante o processo ou capazes de fermentar açúcares de pentose em hidrolisados se mostraram atraentes. Dentre as técnicas de pré-tratamentos disponíveis encontram-se explosão por congelamento, moagem, explosão a vapor, tratamentos químicos com ácidos, bases, solventes orgânicos ou outros produtos químicos e tratamento com fungos. (DIAZ; BLANDINO; CARO, 2018: 56).

Dentre os bioprodutos produzidos que possuem grande interesse industrial encontram-se as enzimas. Comparado com suas contrapartes químicas o desenvolvimento de enzimas produzidas através de microrganismos que empregam resíduos agroindustriais como nutrientes indutores comprovaram ser uma opção viável, em variados processos relacionados a gorduras e óleos, laticínios, vinhos e sucos, cervejas, panificação, têxteis, couro e detergentes. Com o aparecimento da tecnologia de fermentação, foi possível produzir enzimas de forma bem caracterizada e em grandes quantidades (GAETE; TEODORO; MARTINAZO, 2020: 12).

Resíduos e saúde

Os resíduos provenientes de agroindústrias possuem fibras, minerais, vitaminas e compostos antioxidantes fundamentais para as funções biológicas. Segundo Camargo et al., (2018: 35) os resíduos do processamento de vegetais assim como seus subprodutos, apresentam uma fonte potencial de compostos bioativos fenólicos. Estes compostos bioativos são largamente reconhecidos devido aos seus benefícios à saúde.

Os resíduos oriundos da produção do azeite, possuem excelentes fontes naturais de antioxidantes, como os compostos fenólicos. Em lugar de azeitona foram detectados mais de 30 biofenóis e outros compostos relacionados, sendo o hidroxitirosol um dos principais compostos fenólicos encontrados na azeitona, a partir de estudos *in vitro* foram revelados diversos efeitos farmacológicos como atividade antioxidante, anti-inflamatória e neuro-protetora (LEITE *et al.*, 2019: 31; BAGATIN; BAGATIN; CAMPOS, 2020: 49).

Os antioxidantes são de suma importância para a saúde, estes compostos ligam-se competitivamente ao oxigênio, retardando ou inibindo o processo de oxidação causado por radicais livres que colaboram para o envelhecimento e instalação de doenças crônicas. Em razão dos antioxidantes sintéticos possuírem potenciais riscos à saúde humana, tem crescido o interesse pelas fontes naturais destes compostos (SHIRAHIGUE & ANTONINI; 2020: 4). Os resíduos oriundos de vinícolas, como o bagaço de uva possuem inúmeros compostos fenólicos como flavonoides (epicatequina e catequina), ácidos fenólicos (ácidos gálico, caféico e siríngico), monômeros e fenólicos superiores com propriedades anti-inflamatórias e atividade antioxidante. (TOURNOUR *et al.*, 2015: 397).

Os compostos fenólicos exercem um importante papel na proteção celular, devido a sua capacidade de sequestrar ou inibir as inúmeras espécies de oxigênio reativo, inibir e ativar enzimas antioxidantes, e transferir elétrons para radicais livres, fazendo com que esses compostos atuem como antioxidantes, pois desempenham uma forte ação na prevenção do estresse oxidativo. Além disso, são constantemente associados a impossibilidade de crescimento de células cancerígenas, além de possuir ação analgésica, antimicrobiana, gastroprotetora e anti-inflamatória (SOUZA; VIEIRA; PUTTI, 2018: 2).

CONCLUSÃO

O uso de resíduos agroindustriais revelou aplicabilidade em diferentes áreas, podendo-se obter diferentes produtos de interesse industrial, bem como diminuir custos em bioprocessamento, entretanto, ainda são poucos os tipos de resíduos agroindustriais estudados, fazendo com que a sua aplicabilidade em bioprocessamento se torne pouco atrativa.

Os resíduos possuem uma grande variedade de compostos com alto potencial benéfico para a saúde, podendo assim gerar subprodutos específicos com diversas funcionalidades.

O descarte irregular desses resíduos apresenta grande impacto ambiental, sendo o seu reaproveitamento a melhor alternativa, todavia, é grande a falta de artigos demonstrando de forma clara quais são esses impactos e quais os danos à saúde causados por eles.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, V. N. S.; BATISTA, J. M. S.; NASCIMENTO, T. P.; CUNHA, M. N. C.; LEITE, A. C. L. Resíduos agroindustriais: uma alternativa promissora e sustentável na produção de enzimas por microrganismos. In: Congresso Internacional da Agroindústria, Ciência, Tecnologia e Inovação: do campo á mesa. 2020, Recife. Disponível em <<https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1753.pdf>>. Acesso em 30 de mar. 2022.

ANSILIERO, R.; CANDIAGO, N. T.; COMUNELLO, H. H.; MORAES, J. D.; SIMON, J.; SOUZA, E. L. Alternativas para aproveitamento de resíduos de frutas –uma revisão. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc**, Videira, n.5, e24976, 2020.

BAGATIN, J. T.; BAGATIN, E.; CAMPOS, P. M. B. G. M. A pilot clinical study to evaluate the effectiveness of olive extract containing hydroxytyrosol for oral an topical treatment of melasma. **Biomedical Sciences**, v. 17, n. 1, p. 48-62, 2020.

ROSENDO, D. K. A.; CARMO, S. K. S.; LINO JUNIOR, M. H.; OLIVEIRA, E. N. A. Reaproveitamento de resíduo agroindustrial na elaboração de barras de cereais. In: BERNARDINO FILHO, R.; CAMELO, M. C. S.; ROSAL, A. G. C.; GOMES, G. M. S.; SOUZA, I. B.; OLIVEIRA, S. N. **A indústria de alimentos e a economia circular: alimentando uma nova consciência**. São Paulo ,2022. p. 593-599. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/357542977_APROVEITAMENTO_DE_RESIDUO_AGROINDUSTRIAL_NA_ELABORACAO_DE_BARRAS_DE_CEREAIS>. Acesso em 20 de abr. de 2022.

CAMARGO, A. C.; SCHWEMBER, A. R.; PARADA, R.; GARCIA, S.; JÚNIOR, M. R. M.; FRANCHIN, M.; ACRE, M. A. B. R.; SHAHIDI, F. Opinion on the hurdles and potential health benefits in value-added use of plant food processing by-products as sources of phenolic compounds. **International Journal of Molecular Sciences**, v.19, n.11, 3498, 2018.

CAMARGO, A. D. **Perfil bioativo e potenciais aplicações de resíduos de laranja e uva isolados e fermentados**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Biotecnologia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2020.

DIAZ, A. B.; BLANDINO, A.; CARO, I. Value added products from fermentation of sugars derived from agro-food residues. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 71, p. 52–64, 2018.

DUARTE, P. P. **Efeito do bioprocessamento enzimático sobre os compostos fenólicos em pães adicionados de farinha de jaboticaba (*Myciaria Jaboticaba*)**. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

GAETE, A. V.; TEODORO, C. E. S.; MARTINAZO, A. P. Utilização de resíduos agroindustriais para produção de celulase: uma revisão. **Reasearch, Society and Development**, São Paulo, v. 9, n. 8, e567985785, p. 1-33, 2020.

GUEDES; E. H. S.; SANTOS, A. L.; IBIAPINA, A.; AGUIAR, A. O.; SOARES, C. M. S.; VELLANO, P. O.; SANTOS, L. S. S.; CHAGAS JUNIOR, A. F. Resíduos agroindustriais

como substrato para a produção de lipases microbiana: uma revisão. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 2, e30710212537, p. 1-12, 2021.

LEITE, P.; SILVA, C.; SALGADO, J. M.; BELO, I. Simultaneous production of lignocellulolytic enzymes and extraction of antioxidant compounds by solid-state fermentation of agro-industrial wastes. **Industrial Crops & Products**, v. 137, p. 315-322, 2019.

MARTINS, L. H. S.; KONAGANO, E, M, H.; SOUZA, R. L. S.; LOPES, S. A. Análise físico-química de diferentes resíduos agroindustriais para possível utilização na indústria. **Brazilian Journal of Developmet**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 6936-6948, 2020.

OLIVEIRA, M. R.; TESSER, D. P.; Avaliação das propostas estabelecidas pela política nacional dos resíduos sólidos e nr. 25 – Resíduos industriais. **Semana Acadêmica**. Fortaleza, v. 01, n. 75, p. 1-19, 2015.

Publish or Perish. Version 7: Harzing, 2019. Disponível em: <<https://harzing.com/resources/publish-or-perish>>. Acesso em: 10 fevereiro de 2022.

SADH, P. K.; DUHAN, S.; DUHAN, J. S. Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2018.

SAMPAIO, P. R.; HADDAD, S.; WIENDI, V. B. Utilização de resíduos agroindustriais em processo biotecnológico para produção da enzima Tanase. **Sinergia**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 152-156, 2018.

SANTOS, P. S.; SOLIDADE, L. S.; SOUZA, J. G. B.; LIMA, G. S.; BRAGA JUNIOR, F. G. V. A.; LEAL, P. L. Fermentação em estado solido em resíduos agroindustriais para produção de enzimas: uma revisão sistemática. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa, v. 04, n. 02, p. 181-188, 2018.

SARAIVA, B. R.; VITAL, A. C. P.; ANJO, F. A.; CESARO, E.; PINTRO, P. T. M.; Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para alimentação humana. **PubSaúde**, Paraná, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2018.

SHIRAHIGUE, L. D.; ANTONINI, S. R. C.; Agro-industrial wastes as sources of bioactive compounds for food and fermentation industries. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 50, n. 4, p. 1-17, 2020.

SOUZA, A. V.; VIEIRA, M. R. S.; PUTTI, F. F. Correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante em casca e polpa de variedades de uva de mesa. **Brasilian Journal of Food Tecnology**, Campinas, v.21 e.2017103, p. 1-6, 2018

TOURNOUR, H. H.; SEGUNDO, M. A.; MAGALHÃES, L. M.; BARREIROS, L.; QUEIROZ, J. CUNHA, L. M. Valorization of grape pomace: extraction of bioactive phenolics with antioxidante properties. **Industrial Crops and Products**, v. 74, p. 397-406, 2015.

WOICIECHOWSKI, A. L.; NETO, C. J. D.; VANDENBERGHE, L. P. S.; NETO, D. D. P. C.; SYDNEY, A. C. N.; LETTI, L. A. J.; KARP, S. G.; TORRES, L. A. Z.; SOCCOL, C. R. Lignocellulosic biomass: acid and alkaline pretreatments and their effects on biomass recalcitrance – conventional processing and recent advances. **Bioresource technology**, v. 304, 2020.