

e-book

Aproveitamento de resíduos industriais



SEBRAE



Resíduos sólidos

O aproveitamento de resíduos industriais está diretamente relacionado à sustentabilidade. Com o aumento de descartes de resíduos sólidos industriais e urbanos, aumentou a necessidade de aprimorar as ações a fim de minimizar seu impacto.

A geração de resíduos acarreta inúmeros problemas econômicos, sociais e ambientais e devido a isto são ne-

cessárias ações que reduzam o volume descartado e dê a eles um destino correto, se possível fazendo com que retornem ao ciclo produtivo.

De acordo com a NBR 10004, resíduos sólidos são resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade. Podem ter origem industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.





Tipos de resíduos

De acordo com a ABNT, os resíduos sólidos podem ser classificados da seguinte maneira:

- Urbanos: são provenientes de residências, restaurantes, supermercados, lojas e outros estabelecimentos afins, além de resíduos de serviços públicos.
- Industriais: gerados em diversas indústrias de processamentos.
- De serviços de saúde: são subdivididos em dois grupos, sendo eles: resíduos comuns e resíduos sépticos, a maior parte destes são provenientes

de hospitais e clínicas, ou seja, qualquer estabelecimento de saúde humana ou animal.

- De portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: são os restos de alimentos e materiais de higiene que são descartados.
- *Agrícolas*: são aqueles provenientes da agricultura, pecuária e agroindústrias, como agrotóxicos, adubos e fertilizantes.
- *Entulhos*: são gerados a partir de construções civis, como cascata, escavações, obras, resto de tijolos, argamassa entre outros.



Classificação segundo o nível de periculosidade

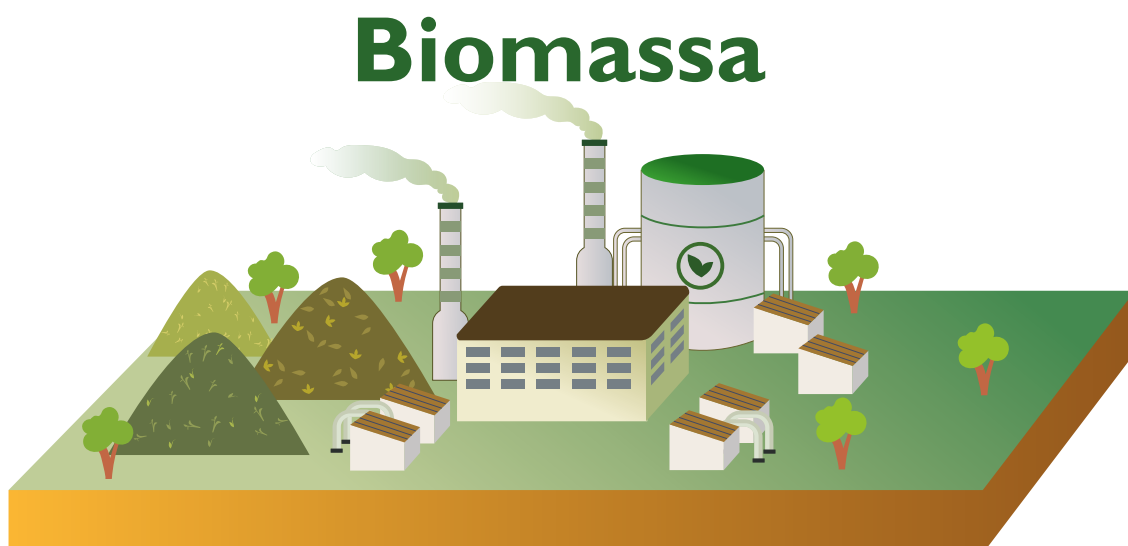
De acordo com o nível de periculosidade dos resíduos eles são classificados em três classes (ABNT-NBR10004):

Resíduos Classe I (perigosos): são assim denominados pelas suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podendo configurar riscos à saúde humana, acarretando ou contribuindo para o aumento da mortalidade ou por simplesmente apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou descartados de forma inadequada.

Resíduos Classe II (não inertes): Incluem-se nesta classe os resíduos que têm potencial de se degradar ou sofrer combustão.

Resíduos Classe III (inertes): fazem parte da classe de resíduos considerados inativos e não combustíveis.

Os resíduos podem ser bastante prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana e, apesar das potenciais consequências negativas, ainda não possuem uma destinação apropriada.





Biomassas agroindustriais

O uso de diferentes tipos de biomassa vegetal pode ser considerado como uma fonte alternativa de matérias-primas baratas e menos poluentes, e como modelo de agregação de valor econômico às cadeias agroindustriais, como as da soja, da cana de açúcar, do milho, entre outras. As biomassas possuem uma alta heterogeneidade química tornando-as um insumo importante para vários processos como a geração de energia, alimentos, produtos químicos e outros. Podemos destacar quatro tipos de biomassa vegetal de grande interesse econômico (Vaz Junior, 2021):

Oleaginosa é aquela que possui ácidos graxos superiores

com cadeias de carbono de diferentes tamanhos e número de insaturações (lipídios) e seus ésteres. São geradas nos processos de extração de óleo de soja e de palma (dendê) e outros.

Sacarídica é aquela em que a principal fonte de açúcar é a sacarose, como as geradas pela indústria de cana-de-açúcar e do sorgo.

Amilácea é aquela em que seu principal constituinte é o amido, como a gerada pela indústria do milho.

Lignocelulósica é a mais abundante nanopartícula do Brasil em comparação às outras já tratadas, pois é formada por celulose, hemicelulose e lignina, que são os três componentes da parede celular e da estrutura morfológica das plantas.

Proteicas: resíduos diversos gerados por indústrias de carne, pescado e outras, ricas em proteínas.



Aproveitamento de resíduos sólidos

Nas etapas de processamento dos alimentos industrializados, diversos materiais sólidos são gerados e dispensados, sendo denominados como “resíduos sólidos”.

Os resíduos sólidos gerados nas indústrias de alimentos são ricos em compostos orgânicos, decorrentes da natureza das matérias primas e do próprio processamento.

A utilização de resíduos sólidos do processamento de frutas, como casca, sementes, fibras, entre outros, são uma fonte de nutrientes e de alguns compostos bioativos que podem ser reutilizados.

Na tabela 1 é apresentado um resumo de alguns resíduos da indústria de alimentos que são aproveitados hoje para a elaboração de novos produtos.

Tabela 1. Aproveitamento de resíduos sólidos de várias indústrias

Material usado	Resíduo gerado	Produto elaborado
Cacau	Casca da amêndoa, massa, torta	Farinhas usadas em bolos, embalagens biodegradáveis etc.
Abacaxi	Casca, caule, coroa e talo	Obtenção da enzima bromelina e de farinhas usadas na produção de outros alimentos
Maçã	Sementes, haste e tecido macio: os três são chamados de bagaço de maçã	Fabricação de farinhas concentradas em fibras, usada na elaboração de pães, biscoitos e bolos
Arroz	Farelo, grãos e casca de arroz	São usados na fabricação de ração animal, de óleo, para compor novas matérias-primas para alimentos, produção de farinhas e amido. A casca pode ser usada na fabricação de papel e embalagens

Material usado	Resíduo gerado	Produto elaborado
Cana-de-açúcar	Folhas verdes e secas, palhas e ponteiros, bagaço e torta de filtro de vinhaça	<p>O bagaço gerado durante o processamento da cana-de-açúcar pode ser utilizado em ração animal e em compostagem, com a vinhaça e a torta de filtro.</p> <p>Pode ser utilizado na produção de compostos orgânicos como as ceras, e na elaboração de novos subprodutos. Também é empregado na fabricação de embalagens e copos biodegradáveis.</p>
Hortaliças	Talos, bagaço e folhas	Usados para produção de farinhas, bolos, pães, molhos, pigmentos, biscoitos, na fabricação de embalagens etc.

Adaptado de Santos (2021)

Pode-se observar que os resíduos sólidos gerados nas indústrias de alimentos podem ser uma grande fonte de matéria-prima para outras indústrias, e utilizados na elaboração de insumos/produtos com alto valor agregado, uma vez que podem ser inseridos na cadeia produtiva de outros alimentos. O gerenciamento adequado de resíduos com a aplicação de métodos efetivos é um passo importante para minimizar os impactos sofridos pelo descarte inadequado dos vários materiais.



Outras formas de aproveitamento de resíduos

A economia circular é uma prática importante que vem sendo adotada para facilitar os processos de aproveitamento de resíduos. É um novo modelo de planejamento econômico que sugere uma mudança de comportamento da sociedade como um todo, prestando especial atenção aos participantes do processo (fabricantes, fornecedores e distribuidores), além de planejar estratégias e executar ações de inovações e tecnologia.

Outras formas de aproveitamento de resíduos são:

Obtenção de extratos: extratos alimentares e medicinais com diversas propriedades (exemplo: antioxidantes e antimicrobianas) podem ser extraídos de resíduos agroindustriais. Da casca, folhas e borra de café pode ser obtido o ácido clorogênico, um magnífico antioxidante. Da casca de uva, pode-se extrair fenóis e antocianinas, fortes antioxidantes. Da casca dos cítricos pode se extrair óleos essenciais e flavonóides etc.

Desenvolvimento de filmes ativos: Os filmes ativos são uma nova tecnologia na área de embalagens. São materiais que apresentam na sua composição, compostos que interagem com o produto embalado, promovendo benefícios. Dentre as opções para o desenvolvimento desses filmes estão os resíduos agroindustriais e os extratos antimicrobianos e antioxidantes obtidos deles. A tecnologia dos filmes ativos é uma forma de colocar em prática a economia circular e o desenvolvimento sustentável.

Obtenção de amidos: Amidos são carboidratos encontrados nas plantas que, quando extraídos das mesmas, gera um pó branco (farinha ou fécula) com várias funções tec-

nológicas na indústria de alimentos. Para sua obtenção o material é imerso em água e desintegrado até obter a precipitação da fração amilácea, que posteriormente é centrifugada e filtrada e o amido é colocado para secar resultando por fim no amido de interesse. Podem ser obtidos através do processamento de resíduos de diversas fontes.

Obtenção de farinhas: A farinha é um pó desidratado, muitas vezes rico em amido, utilizado na alimentação humana e animal, proveniente geralmente de cereais triturados ou de vegetais e frutas. Algumas farinhas podem ser produzidas por meio da secagem e moagem dos resíduos, por exemplo: casca de abacaxi, manga, banana, laranja, maçã, beterraba, batata, cenoura, sementes de mamão, jaca e abóbora, caroço de manga, resíduos de maracujá e de cacau.



Segmentos de mercado que podem ser impactados.

O suprimento global de biomassa vegetal é de 11,4 Gt/ano de matéria seca (Bos et al., 2017). A biomassa é uma fonte inesgotável de matéria-prima para as indústrias, que deve ser aproveitada ao máximo para reduzir os impactos que seu uso inadequado pode causar nos recursos naturais, a gestão ambiental impacta no padrão de vida das populações, na educação, na igualdade de oportunidades e na economia, na geração de lucro, redução de custos, financiamento de pesquisa e desenvolvimento.

Exemplos de segmentos industriais e produtos de mercado que podem ser impactados positivamente pelo uso de biomassas como matéria-prima são: a indústria de polímeros para geração dos plásticos verdes, indústria de produtos químicos para sínteses de monômeros para a produção dos já citados plásticos verdes, na indústria de produtos farmacêuticos, cosméticos e produtos de higiene, produtos agroquímicos como fertilizantes e pesticidas de liberação lenta e biolubrificantes, combustíveis e energia (Vaz Jr., 2018). A lista poderia ser muito extensa.

Mas e quando esse resíduo não puder ser reaproveitado?

De acordo com a NBR 8.419 de 1992 (aterro sanitário é o espaço destinado para a disposição de resíduos sólidos urbanos no solo), para que a disposição de resíduos sólidos não cause danos à saúde pública e a segurança, possibilitando a diminuição dos impactos ambientais, é



necessário que a sua disposição seja realizada em aterro sanitário. Esses aterros utilizam princípios da engenharia para catalisar os resíduos sólidos na menor área possível a fim de reduzir a seu menor volume, isso é realizado com a adição de uma camada de terra sempre na conclusão de cada jornada de trabalho ou, caso necessário, sempre que esses aterros apresentarem números consideravelmente altos de resíduos.

Conclusões

Devido à grande quantidade de resíduos gerados atualmente e ao fato de que muitas vezes os descartes são feitos de forma inadequada, várias estratégias são consideradas para garantir o seu reaproveitamento, a fim de diminuir o volume de resíduos que chegam aos aterros sanitários. Técnicas como a separação de resíduos e a aplicação desses na elaboração de produtos alimentícios e na confecção de embalagens plásticas são ferramentas importantes dentro do contexto de gestão. Dentre as vantagens que podem ser alcançadas com a aplicação dessas técnicas, além da redução de resíduos e os benefícios ao meio ambiente, está a possibilidade de obter alimentos a menor custo, o que pode oferecer uma alimentação adequada para a população mais carente e a geração de renda para as indústrias que aproveitam esses resíduos.

Portanto, fica evidente que o reaproveitamento e a gestão adequada desses resíduos são benéficos para o meio ambiente, para a população, e para as empresas que retornam/reciclam os resíduos a sua cadeia produtiva.

Referências

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos sólidos – Classificação, NBR 10004, Rio de Janeiro, 2004.
2. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8419/1992. Dispõe sobre as normas técnicas para implantação de aterro sanitário.
3. BOS, H.; ANNEVELINK, B.; van REE, R. The role of biomass, bioenergy and biorefining in a circular economy. Wageningen: Wageningen University & Research IEA workshop, 2017. Disponível em: [PowerPoint Presentation \(gezondekas.eu\)](https://www.gezondekas.eu). Data de acesso: 25/11/2022
4. SANTOS, O.J. E OLIVEIRA, C.P. 2021. Cartilha: Aproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais. Alternativas com base em princípio da economia circular/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

5. VAZ J.S. 2021. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: Uma abordagem sustentável. Embrapa. Disponível em: [S-VAZ-Aproveitamento-de-resi769duos-agroindustriais.pdf \(embrapa.br\)](#)

6. VAZ Jr, S. (Ed.) (Ed.). Biomass and green chemistry: building a renewable pathway. Cham: Springer, 2018. 248 p

