

OBTENÇÃO DE CARVÃO ATIVADO A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

OBTAINING ACTIVATED CARBON FROM SUGAR CANE BAGASSE

MARIANA SCHERER¹, DARCIANE ELIETE KERKHOFF², AUGUSTO CESAR HUPPES DA SILVA³, ALINE PEITER^{4*}

1. Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Ambiental da Faculdade Horizontina – FAHOR; 2. Professora Mestre da Faculdade Horizontina – FAHOR; 3. Professor Doutor da Faculdade Horizontina – FAHOR; 4. Técnica de laboratório/Graduada em Engenharia Química pela Faculdade Horizontina - FAHOR.

* Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 98920-000. ap002791@fahor.com.br

Recebido em 10/05/2025. Aceito para publicação em 22/06/2025

RESUMO

O Brasil apresenta-se como o maior produtor de cana de açúcar atualmente da qual são produzidos principalmente etanol e açúcar. O bagaço da cana é um subproduto que representa até 30% da cana moída, surgindo como um passivo sólido e normalmente utilizado para a alimentação de fornalhas e caldeiras. Embora a produção de energia a partir dessa biomassa seja eficaz, para pequenas propriedades essa realidade não se apresenta, e a obtenção de produtos de maior valor agregado se torna necessária. O tratamento térmico do bagaço de cana se mostra capaz de produzir carvão ativado com poder adsorotivo o qual pode ser utilizado no tratamento de água. Portanto, o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de produção o carvão ativado através do tratamento térmico do bagaço da cana. Partindo de cerca de 10 kg de bagaço de cana de um canavial no noroeste do RS, foram obtidos 32 g de carvão ativado. Foi realizada a análise de cinzas do carvão ativado obtido, encontrando 24,8%. O alto teor de cinzas, se comparado com o produto comercial, pode ser associado a baixa área superficial. No entanto o bagaço de cana se mostra uma alternativa para produção de carvão ativado, e sugere-se buscar uma forma aumentar a área superficial, produzindo um carvão com partículas menores em trabalhos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: carvão ativado; bagaço da cana; subprodutos da cana-de-açúcar.

ABSTRACT

Brazil is currently the largest producer of sugar cane, from which ethanol and sugar are mainly produced. Sugarcane bagasse is a by-product that accounts for up to 30% of the crushed sugarcane, appearing as a solid liability and normally used to feed furnaces and boilers. Although efficient, the production of energy from this biomass is not the case for small properties, and it is necessary to obtain products with greater added value. The thermal treatment of sugarcane bagasse can produce activated carbon with adsorptive power, which can be used in water treatment. Therefore, the aim of this work is to propose a methodology for producing activated carbon through the heat treatment of sugarcane bagasse. Starting with around 10 kg of sugarcane bagasse from a sugarcane field in the northwest of RS, 32 g of activated carbon were obtained. The ash content of the

activated carbon obtained was analyzed and found to be 24.8%. The high ash content, when compared to the commercial product, may be associated with the low surface area. However, sugarcane bagasse is an alternative to produce activated carbon, and it is suggested that in future work we look for a way to increase the surface area, producing a charcoal with smaller particles.

KEYWORDS: activated carbon; sugarcane bagasse; sugarcane byproducts.

1. INTRODUÇÃO

A safra de 2024/25 marcou o segundo maior ano de produção de cana de açúcar no Brasil, desde o início da série histórica¹. Foram produzidos quase 700 milhões de toneladas, em movimentações de aproximadamente 102 bilhões de Reais². A produção de etanol e açúcar a partir dessa cultura se mostra como uma atividade consolidada, que representa fonte de desenvolvimento socioeconômico nas principais regiões produtoras do país (centro sul)³.

O principal subproduto da cana de açúcar é o bagaço, representando até 30% da massa da cana processada⁴. Essa biomassa é utilizada de maneira eficiente como combustível, gerando energia elétrica renovável nas plantas industriais, com uma oferta de 21 TWh em 2023 e expectativas de crescimento para essa utilização⁵.

No entanto, longe dos grandes centros sucroalcooleiros do país, como o caso da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, apresenta-se uma realidade bastante diferente. Nesse contexto de pequenas propriedades, o bagaço se torna um subproduto gerado em grandes quantidades e de pouca aplicação, sendo em sua maioria considerado resíduo sólido, sem utilização comercial⁶.

Geralmente é utilizado na suplementação do trato de animais ou simplesmente descartado nas lavouras⁷.

Algumas alternativas ao descarte são a obtenção de produtos de maior valor agregado, como papel⁸, pellets⁹, entre outros. Além disso, estudos mostram ser possível transformar o bagaço da cana em um tipo de carvão ativado, para posterior utilização no tratamento

da água, em substituição ao carvão ativado comercial⁷. Segundo o autor, o bagaço da cana pode ser transformado em carvão ativado a partir da queima do material com substâncias químicas, fazendo com que ele adquira características similares ao carvão comercial, ou seja, capacidade de adsorção de materiais orgânicos¹⁰.

A adsorção é um processo físico em que ocorre a transferência de massa de um adsorbato, normalmente um componente diluído em um líquido, com um adsorvente, um sólido. Este adsorvente retém em sua superfície o componente que é desejado ser removido. Este processo é realizado através da atração de forças intermoleculares entre as moléculas do sólido e a substância adsorvida¹¹.

O carvão é um excelente sólido adsorvente, pois tem uma estrutura porosa retendo em sua superfície componentes, podendo ser aplicado no tratamento de água contaminada a partir da retirada de matéria orgânica dissolvida.

Assim sendo, o objetivo deste estudo é produzir um carvão ativado, através do tratamento térmico do bagaço de cana, que possa ser utilizado no tratamento de água.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cana de açúcar foram coletadas em um canavial no município de Três de Maio-RS na localidade de Flor de Maio, com coordenadas 27°47'44.1"S 54°13'08.1"W.

O bagaço de cana-de-açúcar passou por um pré-tratamento conforme metodologia de Ferreira (2017)¹². Após o bagaço foi cortado em pequenos pedaços, e foi lavado com água destilada e mantido submerso e em agitação durante uma hora. Posteriormente, foi seco em uma estufa de secagem a 110°C por 24 h. Com o bagaço limpo, ele passou pelo processo de carbonização, ou seja, a transformação do bagaço em carvão, realizado em um forno industrial a 350°C por uma hora.

Para a ativação foi seguido a metodologia de Ferreira (2017)¹², realizada uma mistura física sob maceração na proporção de 3 gramas de Hidróxido de Sódio (NaOH) reagente P.A para 2 gramas do carvão, e posteriormente um tratamento térmico de ativação, em mufla a 400°C por uma hora. Após resfriamento o carvão passou por uma limpeza que consistiu na sua diluição em 200 mL de água destilada sob agitação constante durante 20 minutos, e em seguida sua filtração. O carvão ativado já lavado foi seco em estufa a 105°C durante 12 h.

A análise de resíduo por incineração-cinzas é realizada a partir da metodologia de Baird (2017)¹³ utilizando 5 gramas da amostra e a incinerando em uma mufla a uma temperatura de 550°C, após é passada por resfriamento no dessecador até chegar à temperatura ambiente. O procedimento foi repetido até as cinzas ficarem na coloração branca ou ligeiramente acinzentadas e possuírem peso constante. Após, os dados foram passados para a fórmula para obter a

quantidade de cinzas em porcentagem (m/m) dada pela equação:

$$N/P*100=\% (m/m)$$

Onde: *N*, representa a massa de cinzas; *P*, a massa do carvão ativado; e, *% (m/m)*, a porcentagem em massa das cinzas.

3. RESULTADOS

No dia 25 de agosto de 2024, domingo, foram coletados cerca de 10 quilogramas de bagaço de cana de açúcar, logo após a retirada do seu caldo. A amostra foi doada pelos donos de um pequeno canavial localizado em Flor de Maio –RS.

O bagaço já cortado e limpo pode ser visto na Figura 1.



Figura 1. Preparo do bagaço da cana-de-açúcar. **Fonte:** Elaboração própria

Nos dias 28, 29 e 30 de agosto de 2024 o bagaço seco foi separado e espalhado em travessas de metal envolvidas com papel alumínio, colocadas em um forno industrial da marca Venâncio durante uma hora a temperatura média de 350°C, até que o bagaço se transformasse em carvão (descartando as partes que viraram cinzas ou que as partes que pegaram fogo). O processo pode ser visto nas imagens abaixo denominadas Figura 2 e Figura 3:



Figura 2. Travessas de metal no forno. **Fonte:** Elaboração própria.



Figura 3- Forno industrial utilizado para produção do carvão. **Fonte:** Elaboração própria.

A amostra foi resfriada em temperatura ambiente e armazenada em béqueres para as posteriores etapas do processo.

A ativação do carvão foi realizada nos dias 31 de agosto de 2024 e 3 de setembro de 2024. O procedimento foi repetido 8 vezes e se obteve um total de 32 gramas de carvão ativado.

Foi realizada a análise de cinzas do carvão ativado produzido a partir do bagaço de cana-de-açúcar e com o carvão ativado granulado industrial marca Êxodo científica de (1-2 mm).

O carvão ativado comercial possui um baixo teor de cinzas de 3,35%, em comparação com o carvão ativado produzido a partir do bagaço, que apresentou um teor de cinzas de 24,8%.

4. DISCUSSÃO

Foi observado que foi necessária uma grande quantidade de bagaço de cana para produzir carvão ativado, visto que foram necessários 10 kg para produzir 32 g de carvão. Observando-se um rendimento de 0,32%.

De acordo com Rocha *et al.* (2004)¹⁴, bagaço de cana com alto teor de lignina são ótimos para produção de carvão ativado. Um bagaço de cana com baixo teor de lignina pode produzir menos carvão e ser mais eficiente para produção de óleos.

Conforme foi apresentado nos resultados, o teor de cinzas apresentado no carvão ativado obtido através do bagaço da cana apresentou um maior teor de cinzas do que o carvão industrial, sendo 3,35% para o carvão industrial e 24,8% para o carvão obtido. Em uma pesquisa realizada por Soares (2014)¹⁵ foi obtido um valor de cinzas abaixo de 7%, segundo o autor o teor de cinzas deve ser o mais baixo possível.

Segundo Ramos (2009)¹⁶, o processo de ativação com reagente químico eleva o teor de cinzas, chegando a 20%. Em uma pesquisa realizada por Soares em 1998¹⁷, ele obteve um carvão ativado com um teor de cinzas de 60%, este tendo uma área superficial pequena. Ao comparar com o teor de cinzas de um carvão ativado industrial que apresenta uma média de 5%.

Portanto o carvão ativado que possui um alto teor de cinzas, possui uma área superficial menor, o que pode prejudicar a taxa de adsorção no filtro, em uma aplicação para filtração de água. Deste modo o carvão ativado precisa ter partículas menores para conseguir adsorver mais impurezas.

5. CONCLUSÃO

Ao final, conclui-se que por meio da realização de pesquisa bibliográfica e testes é possível transformar o bagaço da cana de açúcar em carvão ativado, analisando e entendendo as características físicas e químicas que constitui o carvão ativado e o seu processo de adsorção. Se constituindo em uma alternativa viável e eficaz de utilização deste resíduo sólido em um produto que possui uma importante aplicação.

Para trabalhos futuros pode-se produzir e desenvolver o carvão ativado com maior área de contato e com partículas menores. Que pode ser mais eficiente para a adsorção de impurezas contidas em um filtro de água.

6. REFERÊNCIAS

- [1] CONAB. Companhia Nacional de abastecimento. Boletim de safra de grãos. Disponível em: <<https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safra/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 08/05/2025.
- [2] IBGE. Produção de cana-de-açúcar. 2025. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cana-de-acucar/br>>. Acesso em: 08/05/2025.
- [3] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Desempenho Recente do Agro Nacional. Cana-de-açúcar. 2022.
- [4] FAPESP. Propriedades do bagaço da cana-de-açúcar. 2025. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/propriedades-do-bagaco-da-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 08/05/2025.
- [5] UNICA. Bioeletricidade. Disponível em: <<https://unica.com.br/setorsucroenergetico/bioeletricidade/>>. Acesso em: 08/05/2025.
- [6] SARMENTO, Patrícia et al. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. Revista Brasileira de Zootecnia, 1999; 28:1203-1208.
- [7] EMBRAPA. Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. Disponível em: <https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GC_D23.html>. Acesso em: 08/05/2025.
- [8] FAPESP. Papel de bagaço e palha. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/papel-de-bagaco-e-palha/>>. 2018. Acesso em: 08/05/2025.
- [9] De Melo. Avaliação e caracterização da pelletização do bagaço de cana de açúcar e custos de implementação de

uma indústria sucroalcooleira. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/16003/1/MJSM08102019.pdf>>. Acesso em: 08/05/2025.

- [10] Soares LA. Síntese, ativação e caracterização de carvão obtido a partir do bagaço de cana-de-açúcar e avaliação da capacidade de adsorção. Dissertação de Mestrado de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN. Natal, RN, 2014.
- [11] Magdalena CP. Adsorção de corte reativo remazol vermelho RB de solução aquosa usando zeólita de cinzas de carvão e avaliação da toxicidade aguda com *Daphnia Similis*. 2010.
- [12] Ferreira J De C. Carvão ativado de bagaço de cana-de-açúcar: adsorção de íons de chumbo. Universidade de Uberaba. Uberaba-MG, 2017.
- [13] Baird RB, Eaton AD, Rice EW. Standard methods for the examination of water and wastewater. 23. ed. Washington: American Public Health Association, 2017.
- [14] Rocha JD, Pérez JMM, Cortez LAB. Aspectos teóricos e práticos do processo de pirólise de biomassa, curso internacional “Energia na indústria e álcool” UNIFEI, Itajubá, 12-16 de julho de 2004.
- [15] Soares LA. Síntese, ativação e caracterização de carvão obtido a partir do bagaço de cana-de-açúcar e avaliação da capacidade de adsorção. Dissertação de Mestrado de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN. Natal, RN, 2014.
- [16] Ramos PH. *et al.* Produção e caracterização de carvão ativado produzido a partir do defeito preto, verde, ardido (PVA) do café. Química nova, v. 32, p. 1139-1143, 2009.
- [17] Soares JL. Remoção de corantes têxteis por adsorção em carvão mineral ativado com alto teor de cinzas. Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação de Mestrado: Florianópolis, 1998.