

APROVEITAMENTO DE LIGNINA RESIDUAL DA PRODUÇÃO DE ETANOL 2G PARA SÍNTESE DE CARVÃO ATIVADO

MAICON OLIVEIRA LUIZ¹; PEDRO MATTOS HABIB²; JULIANA SILVA
LEMÕES³; RUBIA FLORES ROMANI⁴; CLAUDIA FERNANDA LEMONS DA
SILVA⁵

¹Universidade Federal de Pelotas– maicon.oliveiraaluz@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas- pedromattosh@gmail.com

³Universidade Federal de Rio Grande– julianalemoes@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Pelotas- fgrubia@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal de Pelotas– lemonsclau@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países de vanguarda na utilização de biocombustíveis (COSTA, 2016). O etanol de segunda geração (2G) é um importante biocombustível e aparece como uma das principais fontes de energia alternativa (AVANCINI; LEMÕES; SILVA, 2018). Desta forma, pesquisas com a utilização de biomassa lignocelulósica vêm sendo cada vez mais desenvolvidas (LEMÕES, 2017).

A remoção de lignina no pré-tratamento da produção de etanol 2G é uma importante etapa para o aumento da eficiência da hidrólise enzimática dos carboidratos presentes na biomassa (LEMÕES, 2017). A lignina é considerada o segundo polímero natural mais abundante no setor mundial, devido a sua representação de 10-25% da biomassa lignocelulósica (HOFFMANN et al., 2021).

Na etapa de pré-tratamento da biomassa é gerado o licor negro, que, por sua vez, é rico em lignina e considerado com grande potencial de uso como matéria-prima para diferentes produtos com alto valor agregado (BES et al., 2019). Portanto o objetivo deste estudo foi produzir carvão ativado a partir da lignina residual oriunda da produção de etanol lignocelulósico e avaliar o rendimento do carvão obtido.

2. METODOLOGIA

As biomassas utilizadas nesse processo foram a planta inteira de arundo (*Arundo donax* L.) e a palha do arroz, submetidas ao processo de pré-tratamento alcalino para produção de etanol 2G. Deste processo é gerado o resíduo denominado licor negro. Para a realização das análises deste trabalho a lignina utilizada recuperada através da precipitação do licor negro gerado durante o processo de pré-tratamento da biomassa (Figura 1), seguindo a metodologia descrita por (BES et al., 2019), onde foram utilizados 500 mL de licor negro, que foi acidificado com ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 50% v/v até atingir um pH de 2.

Após a precipitação, a lignina foi separada pelo método de filtração a vácuo e seca em estufa a 40°C. Para a iniciar a síntese do carvão o material foi macerado e pesado.

Após, a lavagem foi realizada na proporção 1,5 g para 80 mL de água destilada em agitador magnético durante cinco horas e então passou pela filtração a vácuo e secagem a 40 °C até ser obtida uma massa constante. O processo foi realizado mais uma vez e após estas duas etapas de lavagem, a lignina foi macerada (adaptado de AVANCINI; LEMÕES; SILVA, 2018).

A ativação foi realizada em triplicata adicionando 3,55 mL de ácido fosfórico (H₃PO₄) solução aquosa a 85% em 3 g de lignina, em uma proporção mássica 1,5:1, deixando em contato por 2 horas à temperatura ambiente (Sun et al., 2012). Ao final do tempo de contato, as amostras foram colocadas em um forno tipo Mufla por 120 minutos a 300 °C (adaptado de SILVA et al., 2022).

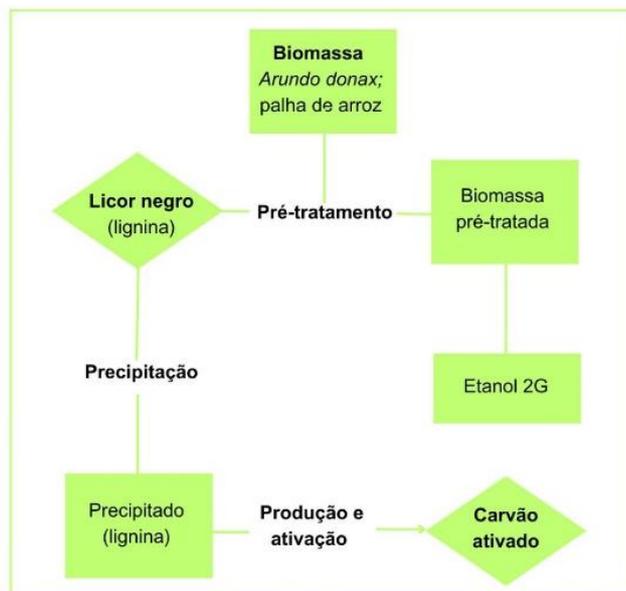


Figura 1: Fluxograma de pré tratamento de biomassa de *Arundo donax* e palha de arroz.

O carvão ativado produzido foi aquecido a 100 °C usando um agitador magnético com aquecimento (Fisaton 752) e fervido por 15 minutos. Posteriormente, as amostras foram filtradas com a ajuda de um funil com papel de filtro e resfriadas à temperatura ambiente, para então determinar o pH (SILVA et al. 2022) como foi proposto por Jin et al. (2012) e Sun et al. (2012).

Durante o processo de lavagem da lignina e ativação do carvão foram calculados os rendimentos, utilizando-se da equação:

$$R = m1 / m2 \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

R = rendimento (%)

$m1$ = massa obtido após processo

$m2$ = massa inicial utilizada no processo

Diante do exposto, o cálculo da porcentagem do rendimento nos processos de lavagem prévia da lignina e de ativação por agente e temperatura, é utilizado para caracterizar o aproveitamento da matéria prima, neste caso a lignina, no processo produtivo do carvão ativado utilizando as metodologias supracitadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento da lignina na primeira lavagem foi de 24%. A diminuição da massa de lignina ocorre devido a solubilização dos sais formados durante a

precipitação, através de um processo de purificação prévia para a inicialização da ativação do carvão. Com a repetição da lavagem obteve-se um rendimento final de 22% sobre a massa inicial.

No processo de ativação para a obtenção do carvão apresentados na Figura 2, a proporção mássica utilizada foi de 1,5 g de agente H_3PO_4 (solução aquosa a 85%) para cada 1 g de lignina. O rendimento de ativação apresentado na Tabela 1 é explicado pela exposição da amostra à altas temperaturas, com a ocorrência da volatilização desencadeada pela carbonização.

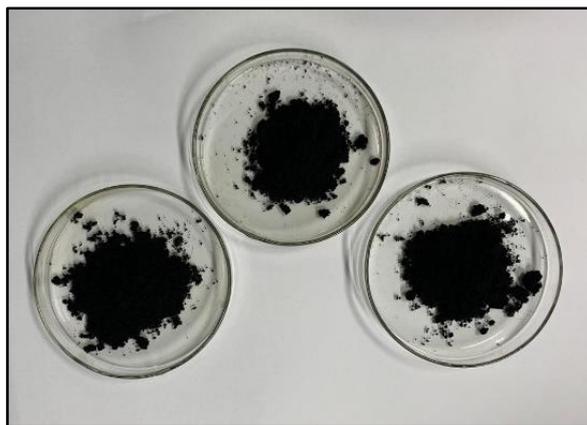


Figura 2: Carvões obtidos após processo de ativação.

Tabela 1: Rendimento das ativação com H_3PO_4 a $300^\circ C$ / 120 min	
Nº da amostra	Rendimento após ativação
1	71,7%
2	68,6%
3	68,9%

Nos carvões produzidos, o pH após o processo de ativação com H_3PO_4 foi próximo a 2. O material precursor tem uma influência direta nos valores encontrados e, conseqüentemente, condiciona a interação entre o adsorvente e o adsorbato. O pH é um indicador fundamental no processo de adsorção em solução, pois define a carga superficial do carvão ativado e governa as interações eletrostáticas entre o adsorvente e o adsorbato (TOLEDO et al., 2005).

A lavagem de neutralização influencia no rendimento final dos carvões ativados devido a saturação rápida da água da lavagem que exige a realização de um grande quantitativo de repetições. A aderência do carvão ao filtro e a dificuldade para sua remoção é admitida como gargalo para a perda do produto.

Silva et al. (2022) obtiveram em rendimento de 56,04% utilizando ácido fosfórico (H_3PO_4) como agente ativo em uma proporção de 2:1, a uma temperatura de $500^\circ C$, durante 2 horas. Linhares et al. (2016) obtiveram um rendimento de 37,2% utilizando resíduos de casca de acácia-negra, nas mesmas condições de temperatura e tempo de ativação. Fierro et al. (2006) chegaram ao rendimento de 49% a $400^\circ C$ na carbonização da lignina, também impregnada com ácido fosfórico.

O rendimento de ativação apresentado no presente trabalho não leva em consideração somente a lignina inicial, mas também a massa do agente. Sendo assim, o rendimento final após o processo pode ser reduzido, justificando-se pela remoção do agente para obtenção da neutralidade.

4. CONCLUSÕES

A maior redução mássica no processo se dá nas lavagens de preparação da lignina precipitada previamente. O rendimento da ativação, bem como o pH variam de acordo com proporção utilizada e o material precursor. De igual forma, os rendimentos foram satisfatórios para este experimento nas condições estudadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVANCINI, A. R., LEMÕES, J. S., MATOSO, E. S., CRUZ, N. D., SILVA, S. D. A., SILVA, C. F. L. Lignina residual do pré-tratamento de biomassa para produção de etanol de segunda geração como adsorvente na remoção de corantes. **Universidade Federal de Santa Maria Ci. e Nat.**, Santa Maria, v. 41, n. 53, 2019.

BES, K., LEMÕES J. S., SILVA C. F. L., SILVA S. D. D. A. Extração e caracterização da lignina proveniente do pré-tratamento de biomassa para produção de etanol de 2a geração. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 24, n. 1, p. 55-60, 2019.

COSTA, C. K. Caracterização da biomassa residual gerada na produção de etanol de segunda geração a partir de *Arundo donax* L. 2016. Trabalho de conclusão de curso de curso de Engenharia Ambiental e Sanitária- Universidade Federal de Pelotas.

HOFFMANN, L. P. M., LEMÕES, J. S., MANETTI, A. G. S., SCHIMITT, P. O., SILVA, C. F. L. Comportamento térmico de lignina residual de pré-tratamento de biomassa lignocelulósica. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.4, p.353-363, 2021.

JIN, X., YU, Z., WU, Y. Preparação de carvão ativado a partir de lignina obtida por polpação de palha por ativação química com KOH e K₂CO₃. **Cellulose Chemistry and Technology**, v. 46, p. 79–85, 2012.

LEMÕES, J. S. Produção De etanol de segunda geração a partir de *Arundo donax* L. 2017. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LINHARES, F.A., MARCÍLIO, N.R., MELO, P.J. Estudo da produção de carvão ativado a partir de resíduos de casca de acácia-negra com e sem ativação química. **Scientia Cum Industria**, v. 4, n. 2, p. 74–79, 2016.

SILVA, C. F. L., LEMÕES, J. S., ROMANI, R. F., OLIVEIRA, W. G., LEITE, G. F. Carvão ativado a partir de lignina residual utilizado para remoção de cor. **Water Air Soil Pollut**, v. 233, n. 177, 2022.

SUN, Y., YANG, G., Zhang, J., WANG, Y., YAO, M. Preparação de carvão ativado a partir de lignina por ativação com H₃PO₄ e sua aplicação na separação de gases. **Chemical Engineering Technology**, v. 35, n. 2, p. 309–316, 2012.

TOLEDO, B. I., FERRO-GARCIA, M. A., RIVERO-UTRILLA, J. Remoção de Bisfenol A da água por carvão ativado: efeitos das características do carvão e da química da solução. **Environmental Science Technology**, v. 39, n. 6245, 2005.