

BENEFICIAMENTO DA PODA DE EUCALIPTO PELO PROCESSO DE PIRÓLISE COM FOCO NA GERAÇÃO DE MATERIAL ADSORVENTE

Matheus Henrique Souza Aires¹, Matheus Gomes Arruda², Thiago Minuzzi Batista³, Leticia Pereira Cardoso⁴, Kayo César Gomes Mota⁵, Marcelo Mendes Pedroza⁶, Elaine da Cunha Silva Paz⁷

¹Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. Bolsista do CNPq. e-mail: <matheus.aires3@estudante.ifto.edu.br>

²Bacharel do Curso Superior de Engenharia Elétrica – IFTO. e-mail: <matheus.arruda@ifto.edu.br>

³Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Para Internet – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica IFTO. e-mail: <thiago.batista4@estudante.ifto.edu.br>

⁴Estudantes do Curso Engenharia Agrônômica – IFTO. e-mail: <leticia.cardoso3@estudante.ifto.edu.br>

⁵Estudante do curso Técnico Integrado de Controle Ambiental – IFTO, e-mail: <kayo.mota@estudante.ifto.edu.br>

⁶Docente do Professor Doutor – IFTO. Orientador. e-mail: <mendes@ifto.edu.br>

⁷Docente do Professor Doutora – IFTO. Orientadora. e-mail: <elaine@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

O eucalipto é amplamente cultivado e possui grande valor econômico. É usado na produção de papel, celulose, carvão vegetal, biomassa, óleos essenciais e madeira para construção. Recentemente, também tem sido explorado para a produção de carvão ativado (De Oliveira et al., 2021).

O carvão ativado é um material rico em carbono, com muitos microporos e macroporos que garantem alta área superficial e capacidade de capturar partículas microscópicas. A matéria prima utilizada para a produção desse carvão pode ser obtida de compostos orgânicos como a turfa, ou artificiais no caso dos resíduos de petróleo, mas essas últimas impactam o ambiente. Por isso, os resíduos agroindustriais surgem como uma alternativa sustentável para gerar carvão com boa capacidade de remover poluentes (Tan et al., 2017).

A geração desse tipo de carvão é possível através de inúmeros processos: carbonização hidrotérmica, gaseificação e pirólise. Esse último processo envolve a transformação da matéria orgânica em um composto carbonáceo através do aumento da temperatura em um reator de leito fluidizado e com a ausência parcial de oxigênio. Esse processo é vantajoso pelo fato de ser extremamente econômico e simples, sem a necessidade de adição de químicos para ativação do carvão (Luo et al., 2022).

2 OBJETIVO

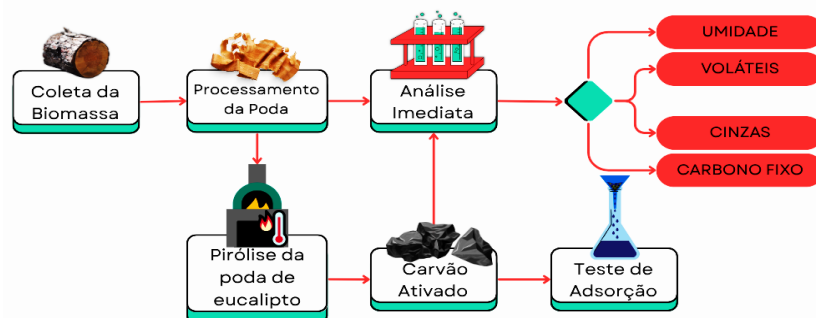
O foco do trabalho foi investigar se a poda de eucalipto possui viabilidade para se transformar em um material carbonáceo de qualidade, com a finalidade de ser usado como material adsorvente removedor de adsorvatos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos laboratoriais foram possíveis, pois a Instituição Federal do Tocantins Campus Palmas (IFTO), hospeda o Laboratório de Inovação em Aproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade Energética (LARSEN). Essa instalação forneceu todo o apoio, tanto

com materiais quanto com os equipamentos necessários para os ensaios. Os detalhes do plano do projeto estão na Imagem 1.

Imagem 1 – Fluxograma do projeto da poda de eucalipto



Fonte: Autor (2025)

Na Tabela 1 estão presentes os critérios analisados na caracterização da biomassa e do carvão ativado, conforme a análise imediata.

Tabela 1 - Critérios e metodologias para a análise imediata da biomassa e carvão

Caracterização	Análise	Método analítico
Análise imediata da poda de eucalipto e do carvão	Umidade	ASTM D 3173-87
	Voláteis	ASTM D3175-07
	Cinzas	ASTM D3174-04
	Carbono fixo	ABNT NBR 8299-1983

Fonte: Autor (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2 - Resultados derivados da análise imediata da biomassa e carvão ativado

Parâmetros (%)	Biomassa analisada neste estudo (%)	Carvão analisado neste estudo (%)
Umidade	8,53	5,76
Voláteis	85,23	19,66
Cinzas	0,86	63,28
Carbono fixo	5,38	11,3
Número de Iodo (I ² /g)	-	349,23
pH de carga zero	-	7,5

Fonte: Autor (2025)

Na tabela 1, o parâmetro de voláteis na biomassa (85,23%) resultou em um valor de acordo com a literatura. Esse número representa a parcela majoritária de celulose e hemicelulose, que são características da espécie do eucalipto (BONFATTI et al, 2025).

As cinzas observadas no carvão (63,28%) estão muito acima do que é esperado na literatura e não é algo desejado. A presença de metais pesados no substrato de plantio do eucalipto, pode afetar na quantidade de compostos inorgânicos presentes nos tecidos da planta, implicando consequentemente no teor de cinzas da poda (OUYANG et al, 2024).

Um outro agravante para esse elevado índice de cinzas, é que a poda de eucalipto pirolisada e analisada nesse estudo, possuía casca ou ritidoma. Tendo esse entendimento em vista, a literatura apresenta que esse tecido externo do eucalipto pode chegar a ter mais de quinze vezes o valor de cinzas, se comparado a madeira sem a casca (FOELKEL, 2009).

Os resultados no carvão, indicam um pH de carga zero (pHPCZ) em torno de 7,5, revelando que a superfície do carvão ativado possui caráter básico, com predominância de grupamentos funcionais básicos, como pironas, cromenos e estruturas nitrogenadas, em relação a grupos ácidos, como carboxílicos e lactonas.

O número de iodo não foi satisfatório, tendo em vista que a norma ABNT NBR 12073:1991 informa que para o carvão ser usado no tratamento, o número deve ser de 600 I²/g.

Tabela 3 - Parâmetros das leituras de Absorbância

Ensaio	Carvão (g)	Azul de metileno (mg/L)	Absorbância
1	0,2	20	0,335
2	0,8	20	0,390
3	0,2	100	2,383
4	0,8	100	0,760
5	0,5	60	0,126
6	0,5	60	0,114
7	0,5	60	0,155
8	0,08	60	1,294
9	0,5	117	2,616
10	0,92	60	0,105
11	0,5	3,4	0,614

Fonte: Autor (2025)

Os ensaios com maior concentração do corante tendem a apresentar maior absorbância, como nos testes 3 e 9. Já maiores quantidades de carvão geralmente reduzem a absorbância, indicando maior capacidade adsorvente. O ensaio 10, por exemplo, teve baixa absorbância com

0,92 g de carvão. O carvão do da poda possui uma relação inversamente proporcional com o corante, quando a massa do material carbonáceo aumenta mais ele absorve o corante.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A poda de eucalipto tem viabilidade para a produção de carvão ativado por meio da pirólise. Essa constatação, ajuda a propor uma alternativa para o aproveitamento eficiente de resíduos com potencial impacto ambiental.

O carvão ativado desse estudo, enfrenta alguns desafios relacionados à capacidade de adsorção. Porém que podem ser contornados usando técnicas alternativas na sua produção, como o uso de catalisadores para a obtenção de uma melhor estrutura porosa e melhora do tratamento físico da matéria prima.

6 AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo fomento à pesquisa, ao IFTO pelo suporte institucional, aos integrantes do LARSEN pela colaboração na realização das análises, e à professora Elaine da Cunha Silva Paz pela valiosa orientação e apoio técnico durante todo o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Cássio Gomes de et al. Pegada de CO₂ da madeira nativa destinada à construção civil proveniente de diferentes tipos de exploração florestal. **Ambiente Construído**, v. 24, p. e131844, 2024.

DE OLIVEIRA, E. B. **O eucalipto e a Embrapa**: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento, 2021.

TAN, Xiao-fei et al. Biochar como potenciais precursores sustentáveis para produção de carvão ativado: múltiplas aplicações em proteção ambiental e armazenamento de energia. **Bioresource Technology**, v. 227, p. 359–372, 2017.

LUO, Hao et al. Uma revisão sobre simulação CFD de pirólise de biomassa em reatores de leito fluidizado com ênfase em modelos em escala de partículas. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 162, p. 105433, 2022.

BONFATTI, Eraldo Antonio et al. Correlation between the heating value and the chemical characteristics of Eucalyptus biomass. **Ciência Rural**, v. 55, n. 4, p. e20240100, 2025.

OUYANG, Linnan et al. Organic fertilizer improved the lead and cadmium metal tolerance of Eucalyptus camaldulensis by enhancing the uptake of potassium, phosphorus, and calcium. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1444227, 2024.

FOELKEL, Celso. Casca da árvore do eucalipto. **Eucalyptus Online Book**, 2006.