

Colombo, PR / Novembro, 2024

## Adição de aglutinante na produção de briquetes de carvão

Edson Alves de Lima<sup>(1)</sup>, Chirlei Brunetto<sup>(2)</sup><sup>(1)</sup>Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR. <sup>(2)</sup>Bolsista CNPq, Embrapa Florestas, Colombo, PR.

### Introdução

A produção de carvão vegetal no Brasil é uma atividade sustentável que concilia aspectos econômicos com a conservação ambiental, sendo oriunda de florestas plantadas, onde são adotadas práticas sustentáveis e incentivada a inovação tecnológica. O Brasil é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal do mundo (Indústria Brasileira de Árvores, 2023) e os principais usos são na indústria siderúrgica e como carvão culinário residencial. A produção de ferro gusa, que é utilizado para a fabricação do aço, tem como insumo fundamental o carvão vegetal (25%), complementado com o coque mineral importado.

Na produção do carvão vegetal, a carbonização da madeira é realizada em locais específicos denominados carvoarias, formadas por um grupo de fornos que realizam as operações de recebimento e armazenamento de lenha, produção e destinação do carvão. Durante o manuseio do carvão (descarga dos fornos, empacotamento e transporte) é gerada uma grande quantidade de finos (granulometria < 13 mm), em torno de 15%. Na siderurgia os finos dificultam a circulação dos gases, retardando a marcha do forno e aumentando o consumo específico de carvão. No uso culinário os finos também atrasam a ignição, além de aumentar a emissão de particulados no ambiente.

O aproveitamento destes finos para a produção de briquetes, além de reduzir o passivo ambiental,

pode gerar outro produto de maior valor agregado e com boas características energéticas proporcionando maior eficiência da queima de longa duração. Esses briquetes são, frequentemente, usados em churrasqueiras, fornos e sistemas de aquecimento devido à sua capacidade de manter uma temperatura constante e devido à sua eficiência na queima. O processo de fabricação destes briquetes constitui-se nas fases de moagem dos finos e classificação do carvão; mistura do aglutinante; prensagem; e secagem dos briquetes. Uma das etapas mais críticas do processo é a adição do aglutinante, que é essencial para a manutenção da integridade do briquete durante o manuseio, transporte e uso energético. Os aglutinantes mais utilizados são os amiláceos, devido à capacidade do amido em formar goma com propriedades ligantes e, principalmente, pela sua grande disponibilidade no mercado.

O objetivo desta pesquisa foi verificar a qualidade dos briquetes produzidos de finos de carvão vegetal com dois aglutinantes amiláceos.

### Metodologia

Os briquetes foram produzidos a partir de finos de carvão de eucalipto coletados numa carvoaria em Bocaiúva do Sul, PR. Os finos foram moídos (Figura 1A), peneirados (Figura 1B), misturados com

aglutinante e água (Figura 1C) para a produção dos briquetes (Figura 1D). Como aglutinantes foram utilizados: a) amido de milho e b) amido de trigo na proporção de 8% de peso em massa + água na temperatura ambiente até o ponto de produção de briquetes íntegros por tentativa e erro.

Segundo Dias et al. (2012), existe uma gama de aglutinantes orgânicos e inorgânicos que podem ser usados na compactação, sendo os mais comuns: amido de milho, fécula de mandioca, resinas sintéticas, alcatrão vegetal e melão de cana-de-açúcar.

Os ensaios foram realizados em briquetadeira/extrusora (Figura 1D) com capacidade de 400 kg/h.

Em seguida, o carvão foi seco em estufa solar modelo Embrapa até massa constante (Figura 1E) e caracterizado. As análises físico-químicas dos briquetes produzidos foram realizadas pelo Laboratório de Tecnologia da Madeira da Embrapa Florestas. Na caracterização foram determinados a sua friabilidade, análise imediata (umidade, voláteis, cinzas e carbono fixo) e poder calorífico superior (PCS). A friabilidade do carvão foi determinada em friabilômetro Marconi MA 791 (Figura 1F), utilizando



**Figura 1.** Moedor de carvão MOR-04\*, capacidade de 500 kg/h. (A); peneiramento (B); homogeneização manual dos finos de carvão com o aglutinante e água (C); produção dos briquetes sextavados com orifício (D); secador solar utilizado para a secagem dos briquetes (E); friabilômetro para o teste de friabilidade (F); corpos de prova para a determinação da densidade aparente(G).

\* Disponível em: <https://www.lippelmetal.com.br/produtos/moedor-de-carvao-mor-04>.

35 g de briquete por batelada, durante 5 minutos, com rotação de 38 rpm. A friabilidade foi calculada, então, a partir da razão entre a massa desintegrada durante o teste e a massa total antes do teste, representando a porcentagem quebrada do corpo de prova. Para a análise imediata utilizou-se a norma NBR 8112 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986) e, para o poder calorífico do briquete, a norma NBR 11956 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1990). Para a determinação da densidade aparente (Figura 1G), foram preparados corpos de prova com, aproximadamente, 5 cm do briquete e realizadas medições para a determinação

do volume e massa. Com estes dados foi calculada a densidade aparente mediante a razão da massa pelo volume do corpo de prova. Todas as análises foram realizadas com três repetições, com exceção da densidade que foram cinco e as médias foram comparadas pelo teste "T".

## Resultados

De um modo geral, o aglutinante amido de milho proporcionou melhores resultados na qualidade dos briquetes, quando comparado ao amido de trigo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Friabilidade, poder calorífico superior (PCS) e análise imediata (umidade, voláteis, cinzas e carbono fixo) e densidade aparente de briquetes de finos de carvão e aglutinante de amido de milho ou trigo.

Aglutinante	FRI (%)	PCS (MJ kg <sup>-1</sup> )	UMI	VOL			CF	DA (g cm <sup>-3</sup> )
				CZ (%)				
Amido de milho	19,64b*	23,75a	7,83b	29,34a	0,93b	61,91a	0,87a	
Amido de trigo	37,95a	20,38b	9,39a	31,86a	1,29a	57,46a	0,81b	

FRI = friabilidade; PCS = poder calorífico superior; UMI = umidade; VOL = voláteis; CZ = cinzas; CF = carbono fixo; DA = densidade aparente.

\*Médias com mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T a 5% de probabilidade.

A friabilidade dos briquetes de carvão com amido de milho foi menor que aquela produzida com amido de trigo. Na prática, resulta em briquetes de melhor qualidade, com maior resistência mecânica, suportando melhor os impactos decorrentes do transporte e do manuseio. Os briquetes produzidos com amido de milho apresentou, praticamente, a metade da friabilidade dos briquetes produzidos com amido de trigo.

Também no caso do poder calorífico superior, o uso do amido de milho resultou em briquetes com valores maiores, liberando maior quantidade de energia na combustão. Os dois briquetes deste trabalho apresentaram PCS superiores ao observado por Martins et al., (2016), com 10% de amido de milho (19,07 MJ kg<sup>-1</sup>).

Os briquetes produzidos com amido de milho resultou em umidade e teor de cinzas menores, o que é uma vantagem, pois, gera menor quantidade de resíduos no local da queima.

Quanto aos teores de voláteis e carbono fixo, os valores foram estatisticamente semelhantes para os dois aglutinantes. Martins et al. (2016) relataram teores de voláteis (27%), cinzas (36%) e carbono fixo (37%) para adição de 10% de amido de milho,

cujos valores indicam tratar-se de um combustível de baixa qualidade, principalmente, quanto aos teores de cinzas e que, possivelmente, seja devido à baixa qualidade dos finos de carvão.

De um modo geral, o uso de amido de milho resultou em briquetes com melhores propriedades físico-químicas, indicando maior potencial para uso como agente aglutinante.

## Considerações finais

Nos últimos anos, houve um esforço muito grande na busca de maior sustentabilidade na atividade carvoeira. O estímulo ao uso do carvão vegetal e coprodutos promove ganhos econômicos, ambientais e sociais para o país. Os principais desafios enfrentados pela atividade incluem a necessidade de equilibrar a demanda com a conservação ambiental pelo uso de madeira de florestas plantadas e melhorar as práticas de produção para reduzir emissões/resíduos. O uso dos finos de carvão para a produção de briquetes utiliza um coproduto ainda pouco explorado, podendo gerar valor dentro do conceito de economia circular e bioeconomia e contribuir ainda mais para a sustentabilidade da atividade.

Este trabalho apresenta alinhamento às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial dos ODS 7 e 12, por estimular o aumento da participação de energias renováveis na matriz energética e a gestão sustentável dos recursos naturais.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8112**: carvão vegetal: análise imediata: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1986. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11956**: coque: determinação do poder calorífico superior: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1990. 6 p.

DIAS, J. M. C. de S.; SANTOS, D. T. dos; BRAGA, M.; ONOYAMA, M. M.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, P.

F. D.; ROCHA, J. D. **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012. 130 p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 13). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78690/1/DOC-13.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Ibá**: 2023: relatório anual. [São Paulo], 2023. 91 p. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024.

MARTINS, M. P.; BENÍCIO, E. L.; DIAS JÚNIOR, A. F.; ALMEIDA, R. B.; CARVALHO, A. M.; YAMAJI, F. M. Produção e avaliação de briquetes de finos de carvão vegetal compactados com resíduo celulósico proveniente da indústria de papel e celulose. **Revista Árvore**, v. 40, n. 1, p. 173-180, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-6762201600010001>.

### Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba  
Caixa Postal 319  
83411-000 Colombo, PR  
Fone: (41) 3675-5600  
[www.embrapa.br/florestas](http://www.embrapa.br/florestas)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*

Vice-presidente: *José Elidney Pinto Júnior*

Secretária-executiva: *Elisabete Marques Oaida*

Membros: *Annete Bonnet, Cristiane Aparecida Fioravante Reis, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schühli, Marilice Cordeiro Garrastazú, Sandra Bos Mikich, Susete do Rocio Chiarello Penteado, Valderés Aparecida de Sousa*

### Comunicado Técnico 506

ISSN 1517-5030 / e-ISSN 1980-3982  
Novembro, 2024

Edição executiva e revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche* (CRB-9/1204)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Celso Alexandre de O. Eduardo*

Publicação digital: PDF



Ministério da Agricultura e  
Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.