
Avaliação da Viabilidade do uso do Carço de Algodão como Insumo Energético

Evaluation of the Viability of Using Cottonseed as an Energy Input

Mônica Cavalcanti Pedrosa Brandão^{1*}, Mariana Barbosa Nogueira¹, Alberto Brandão Torres Neto¹, Marcos Antonio Gomes¹

RESUMO

Atualmente, busca-se fazer a reutilização de resíduos agrícolas como opção de insumo na cadeia produtiva dos biocombustíveis, com foco na redução dos impactos ambientais gerados quando esses resíduos são dispostos inadequadamente no meio ambiente, além do ganho energético. Dessa forma, o presente trabalho apresenta o estudo da viabilidade de obtenção de carvão vegetal utilizando como biomassa o caroço de algodão oriundo da produção agrícola baiana. Inicialmente foi feita a análise imediata da biomassa em estudo, onde foram realizadas as análises dos teores de umidade, cinzas, materiais voláteis e carbono fixo e densidade aparente. Em seguida, realizou-se o processo de carbonização do caroço de algodão e, posteriormente, repetiu-se a análise imediata no carvão obtido do resíduo. Comparando as variáveis analisadas, antes e após carbonização, foi possível observar que o caroço de algodão pode ser considerado uma boa alternativa de insumo energético na produção de carvão vegetal, onde o carvão obtido apresentou uma média de concentração de carbono fixo de 60,070% e rendimento gravimétrico de 33,750%, utilizando uma taxa de aquecimento de 1,66°C/min até uma temperatura de 400°C de carbonização.

Palavras-chave: Resíduos; Carbonização; Insumo energético.

ABSTRACT

Currently, there is a growing emphasis on the utilization of agricultural residues as a viable input in the biofuel production chain. This approach aims to mitigate the adverse environmental impacts resulting from the improper disposal of such residues, while also capitalizing on their energy potential. Within this context, the present study investigates the feasibility of deriving charcoal from cottonseed biomass, sourced from agricultural production in Bahia, Brazil. Initially, an immediate analysis of the biomass was conducted, encompassing the assessment of moisture content, ash content, volatile materials, fixed carbon content, and bulk density. Subsequently, the cottonseed underwent a carbonization process, followed by a repeated immediate analysis of the resulting charcoal. By juxtaposing the pre- and post-carbonization variables, it was discerned that cottonseed serves as a promising energy input for charcoal production. The obtained charcoal displayed a notable average concentration of fixed carbon, amounting to 60.070%, and yielded a gravimetric output of 33.750%, with a heating rate of 1.66°C/min up to a carbonization temperature of 400°C.

Keywords: Residues; Carbonization; Energy input.

¹ Instituição de afiliação 1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
*E-mail: monica.brandao@ifba.edu.br

INTRODUÇÃO

A limitação das reservas de combustíveis fósseis, as mudanças no seu preço juntamente com as consequências trazidas pelos impactos ambientais que eles geram, além da fuga da zona de dependência dos mesmos, revelam a necessidade de busca de fontes alternativas para suprir essas fontes energéticas ou até mesmo, substituí-las (GOMES *et al.* 2013). O carvão vegetal apresenta um papel importante nesse cenário de transformação da matriz energética através da participação das fontes renováveis de energia.

No Brasil, o carvão vegetal é utilizado em maior quantidade no setor industrial como termoredutor, ou seja, insumo responsável por gerar a energia necessária para a operação do altoforno, além de fornecer o agente redutor, o monóxido de carbono, que atua na redução do minério de ferro à ferro gusa. Somente em 2018 foram produzidos 5,7 milhões de toneladas deste insumo e consumidos pelo setor siderúrgico e metalúrgico, o correspondente à 83% da produção, totalizando 4,74 milhões de toneladas (EPE, 2019).

Mediante contexto, este trabalho teve como objetivo fazer uma análise da viabilidade de obtenção de carvão vegetal a partir do resíduo caroço de algodão oriundo da produção agrícola baiana, onde atualmente ocupa o segundo lugar na produção de algodão no Brasil, gerando além das fibras, toneladas de caroços que necessitam de uma destinação ambiental e economicamente correta.

MÉTODOS

Análise imediata da biomassa in natura

A análise imediata do caroço de algodão foi realizada em triplicata, onde foram determinados a densidade aparente e os teores de umidade, material volátil, cinzas e teor de carbono fixo pela aplicação da Equação 1, de acordo com a NBR 8112 citado por Nogueira e Rendeiro (2008).

$$CF (\%) = 100 - (MVT (\%) + TC (\%)) \quad (1)$$

Onde:

CF = teor de carbono fixo (%)

MVT = teor de material volátil (%)

TC = teor de cinzas (%)

Processo de carbonização

No processo de carbonização do resíduo caroço de algodão, inicialmente pesaram-se aproximadamente 50g da biomassa em cadinho de porcelana, onde a amostra foi levada para estufa SOLAB a $105\pm 10^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas para remoção da umidade.

Com as amostras previamente secas, iniciou-se a carbonização em forno elétrico tipo mufla, por um período de 3h, a uma temperatura máxima de $400\pm 10^{\circ}\text{C}$. Controlou-se o processo medindo a temperatura em função do tempo, a cada 30 minutos, onde aumentava-se 50°C de temperatura, obtendo-se uma taxa de aquecimento de $1,6^{\circ}\text{C}/\text{min}$, de acordo com Vale et. al., (2004), produzindo-se o carvão do caroço de algodão conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Carvão do caroço de algodão



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Análise imediata do carvão do caroço de algodão

As análises da biomassa carbonizada (teor de umidade, teor de material volátil, teor de cinzas e teor de carbono fixo), seguiram a mesma metodologia aplicada a análise imediata realizada para a biomassa *in natura*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do caroço de algodão *in natura*

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das variáveis analisadas da biomassa em estudo.

Tabela 1 – Caracterização do caroço de algodão *in natura*

Umidade (%)	Materiais Voláteis (%)	Cinzas (%)	Carbono Fixo (%)	Densidade (g/cm ³)
5,860 ± 0,212	81,880 ± 1,160	2,760 ± 0,225	15,360 ± 1,209	0,421 ± 0,065

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

De acordo com os resultados da Tabela 1, observa-se que o caroço de algodão apresentou uma média no teor de umidade respectivo a 5,860%, valor este inferior aos encontrados por Firmino *et al.* (2003) que foram entre 9,500 – 11,220% e Vieira (2012) de 7,400%. Quando uma biomassa apresenta um alto teor de umidade afeta diretamente no poder calorífico, uma vez que maior energia será requerida para vaporizar a água, sendo a secagem a primeira etapa do processo de carbonização (BRAND, 2012).

O teor de cinzas apresentou média 2,760%, que foi próximo ao encontrado por Sampaio *et al.* (2005), variando de 3,370 – 4,040% de fração mineral presente no caroço de algodão.

O valor médio da densidade aparente da biomassa em estudo foi de 0,421g/cm³. Pereira *et al.* (2000) estudando o *Eucalyptus pellita* obteve uma densidade de 0,558g/cm³. A densidade da biomassa é de grande importância na produção de carvão vegetal, pois para um mesmo volume de madeira pode-se obter uma maior produção em peso de carvão vegetal se a densidade da biomassa utilizada for mais alta, na obtenção de um carvão mais denso (SILVA, 2007).

O percentual de carbono fixo no presente trabalho teve média 15,360%, abaixo dos valores encontrados por Silva (2017) que foi de 20,820% com biomassa casca de coco maduro e próximo ao de Padilla (2018), que utilizando o sabugo de milho obteve em média 14,150% de carbono fixo.

Análise imediata do caroço de algodão após carbonização

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise imediata da biomassa após processo de carbonização.

Tabela 2 – Análise imediata do caroço de algodão após carbonização

Umidade (%)	Materiais Voláteis (%)	Cinzas (%)	Carbono Fixo (%)
2,395 ± 0,078	37,420 ± 3,712	2,510 ± 0,233	60,070 ± 3,479

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Fazendo uma comparação entre as Tabelas 1 e 2, observa-se a redução dos teores de umidade, materiais voláteis e cinzas após carbonização do caroço de algodão, e por consequência um aumento no teor de carbono fixo do carvão obtido.

O teor de material volátil da biomassa carbonizada foi em média de 37,420%, próximo ao valor encontrados por Padilla (2018) que foi de 34,830% utilizando o sabugo de milho como biomassa. Quanto menor o teor de voláteis presente no carvão, este queimar-se-á lentamente durante o processo de produção de energia, garantindo assim um aproveitamento do produto (VIEIRA, 2012).

Com relação ao teor de cinzas, obteve-se uma média de 2,510%, ficando inferior aos valores encontrados por Padilla (2018) que foi de 5,470% para o carvão do sabugo de milho e 5,890% para o carvão da casca de coco. O alto teor de cinzas não é desejável em espécies de interesse para produzir energia. Estes resíduos, além de reduzir o poder calorífico, podem causar desgaste no alto forno na siderurgia e podem comprometer a qualidade do ferro gusa, devido ao fenômeno da segregação (BRAND, 2017).

O teor de carbono fixo do carvão do caroço de algodão foi de 60,070%. O sabugo de milho apresentou um teor de carbono fixo de 62,290% com base no estudo de Vieira (2012) e de 69,180% no estudo de Padilla (2018). Altos teores do teor de carbono fixo no carvão vegetal aumentam a produtividade do alto-forno na siderurgia. (ANDRADE, 2004).

A média do rendimento gravimétrico obtido na carbonização do caroço de algodão foi de 33,750% utilizando uma temperatura máxima de 400°C de carbonização a uma taxa de aquecimento de 1,66°C/min, superior ao encontrado por Padilla (2018) que obteve 29,010% em uma taxa de aquecimento de 2,0°C/min na mesma temperatura máxima de 400°C. De acordo com Azevedo *et al.* (2013), a utilização de taxas de aquecimento maiores reflete diretamente no rendimento do carvão de maneira negativa, visto que proporcionam aumento no teor de cinzas e materiais voláteis, além de produzir um carvão mais friável pelo fato de a cinética de carbonização ser mais intensa, promovendo assim, fissuras e trincas no carvão.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se considerar o caroço de algodão como uma boa fonte de carbono alternativa para insumo energético, como também torna o processo de carbonização uma forma viável de tratamento desse resíduo agrícola, promovendo uma produção de carvão vegetal ambientalmente mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE AM, PASSOS PRA, MARQUES LGC, OLIVEIRA LB, VIDAURRE GB, ROCHA JDS, Pirólise de Resíduos do Coco-da-Baía (*Cocos Nucifera* Linn) e análise do Carvão Vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa MG, v.28, n.5, p.707-714, 2004.

AZEVEDO, CHS, SANTOS FG, ANDRADE LVO, SILVA AG, SANTOS FEV, Influência da temperatura final de carbonização e da taxa de aquecimento no rendimento gravimétrico e teor de cinzas do carvão de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.16, p.1279-1889, 2013.

BRAND MA, Potencial de uso da biomassa florestal da caatinga, sob manejo sustentável, para geração de energia. **Ciência Florestal**, v.27, p.117-127, 2017.

EPE – **Empresa de Pesquisas Energéticas. Balanço Energético Nacional 2019**, ano base 2018. Rio de Janeiro, p. 292. 2019.

FIRMINO PT, PEREIRA JR, COSTA, JN, RAMOS MVCS, **Determinação de Constituintes Físico-Químicos em Sementes de Algodoeiro Herbáceo**. In: Congresso Brasileiro de Algodão,4. Goiânia GO, 2003.

GOMES I, SILVA A, **O aumento da produção de carvão vegetal por meio carbonização em alta pressão**. In: Congresso Internacional de Bioenergia, 8. São Paulo, 2013.

NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, G. Caracterização Energética da Biomassa Vegetal. BERRETO, Eduardo José Fagundes (Coord.). **Combustão e Gaseificação da Biomassa Sólida: Soluções Energéticas para a Amazônia**. Brasília. Ministério de Minas e Energia, 2008.

PADILLA DRE, **Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais: Caracterização Físico-Química e Produção de Carvão Para Energia**. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, 2018.

PEREIRA JCD, STURION JA, HIGA AR, HIGA R.C.V, SHIMIZU J.Y, **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 113, 2000.

SAMPAIO DD, NETO FCV, SOUSA JS, ARAUJO DR, **Composição Físico-Química de Sementes de Cultivares e Linhagens de Algodão Herbáceo**. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5. Salvador BA, 2005.

SILVA LN, **Estudo da Viabilidade da Casca de Coco Maduro Para a Obtenção de Carvão Vegetal**. Trabalho de Conclusão de Curso. IFBA Paulo Afonso BA, 2017.

VIEIRA AC, **Caracterização da Biomassa Proveniente de Resíduos Agrícolas**. Dissertação - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012.