

ANALISE COMPARATIVA DA COMPOSIÇÃO ELEMENTAR E IMEDIATA DA BIOMASSA E DO BIOCARVÃO DO BARU

Miguel V. S. Boter¹; Reginaldo A. Medeiros ²; Edilene S. R. L. Moreira².

¹ Instituto Federal do Mato Grosso – Campus Bela Vista ² Instituto Federal do Mato Grosso – Campus Cáceres

Palavras-Chave: Carbonização, análises químicas, imediatas.

Introdução

O crescimento acentuado no consumo de energia acarretado pelo crescimento econômico e avanço na qualidade de vida resultam no esgotamento dos recursos energéticos, assim como o esforço contínuo leva ao esgotamento de recursos naturais e à necessidade de grandes investimentos na busca de novas fontes de energia, bem como na construção de novas usinas hidrelétricas. O problema ambiental diante do grande volume de resíduos gerados pela agricultura, em que a quantidade total tratada e descartada ainda é incipiente, indica a ênfase dada na criação de novas formas de aproveitamento destes resíduos ao longo da cadeia produtiva, a fim de agregar valor, assim como reduzir possíveis impactos negativos no ambiente.

Segundo Relatório da Agência Internacional de Energia (IEA) (2023), atualmente, a matriz de consumo de energia no mundo é de cerca de 80% de energia não renovável, ou seja, de combustíveis fósseis. Por serem finitas, as fontes fósseis não podem ser reutilizáveis após seu uso; além disso, emitem gás carbônico, CO₂, em sua utilização, principal responsável pelo problema do século: o efeito estufa.

A energia proveniente da biomassa é uma das formas mais versáteis de aproveitamento. A explicação reside no fato de, ao serem rompidas as ligações entre as moléculas de carbono, hidrogênio e oxigênio, durante a combustão, a digestão ou a decomposição, ocorre a liberação de energia química armazenada. Os resíduos agrícolas são notáveis entre a biomassa vegetal devido ao seu alto potencial energético, conforme declarado por Werther et al. (2000). O processo de carbonização da biomassa vegetal produz carvão vegetal, uma fonte de energia renovável que encontra ampla aplicação no Brasil, particularmente na indústria de ferro-gusa e em ambientes residenciais. Embora a lenha e os resíduos de madeira sejam a biomassa predominante utilizada para a produção de carvão vegetal, pesquisas indicam que os resíduos agrícolas servem como uma matéria-prima alternativa para esse processo.

O Brasil está entre os maiores produtores agrícolas por uma variedade de razões, incluindo a abundância de terras adequadas para cultivo, o potencial para introdução de culturas diversas e sua localização geográfica, que oferece condições climáticas favoráveis. Além disso, a rica biodiversidade e a tecnologia avançada do país o posicionam como um fornecedor significativo de matérias-primas (resíduos) para a produção de bioenergia. Conforme observado por Açma (2003), a energia da biomassa pode ser convertida em combustíveis líquidos, sólidos e gasosos por meio de processos físicos, químicos e biológicos. O objetivo dessa conversão é transformar um material carbonáceo com baixa eficiência energética em outro que seja economicamente viável. No entanto, para atingir essa finalidade, é essencial caracterizar a biomassa, o que significa que suas propriedades devem ser compreendidas para garantir a seleção ideal tanto da biomassa apropriada quanto da tecnologia de conversão correspondente.

Diante do crescente interesse pelo uso de materiais sustentáveis e técnicas de aproveitamento de resíduos vegetais, torna – se relevante a análise comparativa entre a biomassa e o biocarvão de Barú, afim de entender as transformações físico-químicas que ocorre

durante o processo de pirólise. O estudo desses materiais deve contribuir tanto para o avanço científico quanto para o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis na agricultura e no manejo ambiental. Nesse contexto, o biocarvão apresenta-se como uma alternativa promissora para o sequestro de carbono e a melhoria da fertilidade do solo, além de promover o uso eficiente de resíduos agroindustriais, como o Baru, que é um recurso abundante em algumas regiões do Brasil. Assim, a análise de sua composição elementar e imediata pode fornecer informações cruciais para otimizar suas aplicações e avaliar seu impacto ambiental positivo (LEHMANN; JOSEPH, 2015).

Os objetivos deste estudo incluem a determinação detalhada da composição elementar de macronutrientes e micronutrientes, bem como a avaliação das características físicas, como teor de matéria volátil (MV) e carbono fixo (CF), na biomassa e no biocarvão. A comparação entre esses parâmetros permitirá verificar as alterações resultantes do processo de pirólise, com o intuito de entender o enriquecimento mineral e a estabilidade do biocarvão. Justifica-se, portanto, a relevância deste estudo não só pela necessidade de novos materiais para a melhoria da qualidade dos solos, mas também pelo potencial de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, promovendo o sequestro de carbono e a valorização de resíduos vegetais, alinhando-se às diretrizes globais de sustentabilidade.

Material e Métodos

Os frutos de baru (*Dipteryx alata*) sem o mesocarpo foram utilizados como matéria-prima para a pesquisa. Esses frutos foram coletados diretamente do solo nas proximidades da planta matriz, em propriedades rurais situadas na região de Pé de Anta, no município de Cáceres, Mato Grosso. Após a coleta, os frutos foram lavados com água corrente e secos à sombra por cinco dias.

Após o processo de secagem, as amostras foram divididas em duas partes. A primeira parte foi triturada e submetida às análises químicas, enquanto a segunda parte foi destinada ao processo de carbonização. A carbonização foi realizada em um forno metálico desenvolvido pelo Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) – Campus Cáceres. O forno foi operado sob condições controladas de temperatura, variando entre 400°C e 600°C, com tempo de retenção de 4 horas, visando à produção de biocarvão.

As análises químicas das amostras de biomassa e biocarvão foram conduzidas no Laboratório Agropecuário Plante Certo, em Cuiabá. As amostras foram submetidas ao método de digestão úmida com uma mistura de ácido nítrico (HNO_3) e ácido perclórico (HClO_4), conforme o protocolo descrito por EMBRAPA (2009). Os nutrientes foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

Para as análises físico-químicas, foram avaliados os seguintes parâmetros: teor de umidade, teor de cinzas, matéria volátil (MV) e carbono fixo (CF), seguindo as normativas padronizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 12027, 1992).

Resultados e Discussão

Com os resultados obtidos, notou-se uma transformação significativa nas propriedades físico-químicas da biomassa após o processo de pirólise, que resultou na produção de biocarvão. Na análise dos macronutrientes, observa-se que o teor de Nitrogênio (N) é consideravelmente maior no material carbonizado (10,75 g/Kg) em comparação com a biomassa (2,22 g/Kg). Este aumento pode ser atribuído ao processo de pirólise, que concentra certos elementos, na transformação da biomassa em biocarvão. É observada a mesma situação para o Fósforo (P), com um aumento de 0,13 g/Kg na biomassa para 2,93 g/Kg no biocarvão. A quantidade de Potássio (K) também mostra uma elevação, passando de 1,47 g/Kg na biomassa para 26,57 g/Kg no biocarvão.

Essa retenção de macronutrientes após a conversão pode ser explicada pela literatura, onde o processo térmico não apenas reduz a matéria volátil, mas também concentra elementos minerais no resíduo sólido (Tomczyk et al., 2020). No entanto, a concentração de Carbonato de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) também aumenta no biocarvão, embora em menores proporções do que o Potássio. O cálcio, por exemplo, aumenta de 1,85 g/Kg para 5,46 g/Kg, enquanto o magnésio passa de 0,27 g/Kg para 1,59 g/Kg.

Dentre os micronutrientes, a concentração de Ferro (Fe) no biocarvão (2928,8 mg/Kg) é notavelmente maior em comparação com a biomassa (76,33 mg/Kg), o que indica uma intensa retenção desse elemento durante a pirólise. O Zinco (Zn) também apresenta um aumento significativo, de 5,73 mg/Kg na biomassa para 52,23 mg/Kg no biocarvão. A presença aumentada desses micronutrientes é relevante, pois são essenciais para o solo e as plantas, contribuindo para a fertilidade do solo quando o biocarvão é utilizado como aditivo. Outros elementos, como Cobre (Cu), Manganês (Mn), e Boro (B), também seguem a mesma tendência, apresentando maiores concentrações no biocarvão. No sódio (Na), por sua vez, aumenta ligeiramente de 260,00 mg/Kg na biomassa para 300 mg/Kg no biocarvão, o que pode ser um ponto de alerta dependendo da aplicação no solo, uma vez que níveis elevados de sódio podem afetar a estrutura do solo e a absorção de água pelas plantas.

Ao relacionar os resultados das análises físicas da biomassa e do biocarvão, observa-se uma redução significativa nos teores de umidade e matéria volátil (MV) no biocarvão, com um aumento acentuado nos teores de carbono fixo (CF) e cinzas. As comparações são mostradas na tabela 1.

Tabela 1 – Comparativa das Análises Físicas

Parâmetros	Biomassa 2024	Biocarvão 2024
Teor de umidade (%)	8,9	7,3
Teor de cinza (%)	0,75	9,1
Teor de matéria volátil (%)	92,2	47,4
Teor de carbono fixo (%)	7,10	43,5

Fonte: Autor próprio

O teor de umidade da biomassa foi reduzido no processo de conversão para biocarvão. Essa diminuição é esperada devido ao processo de pirólise, que remove a água presente no material. O biocarvão apresentou um aumento significativo no teor de cinza. Isso indica que a pirólise concentra os materiais inorgânicos que não são voláteis e não sofrem combustão durante o processo. A redução no teor de MV reflete a decomposição térmica de compostos orgânicos durante a pirólise. O biocarvão, portanto, torna-se mais estável, liberando menos gases voláteis. O aumento no teor de carbono fixo indica a retenção de carbono estável, um dos principais benefícios do biocarvão em termos de armazenamento de carbono a longo prazo.

Os resultados indicam que o biocarvão derivado do Baru apresenta uma composição elementar muito mais concentrada do que a biomassa, o que o torna um material promissor para aplicações agrícolas como condicionador de solo, capaz de fornecer nutrientes essenciais de forma lenta e controlada. Também, o aumento no teor de carbono fixo reflete seu potencial contribuir para mitigar as mudanças climáticas.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, constatou-se que a biomassa e o biocarvão de Baru apresentam diferenças significativas em suas composições elementar e imediata, evidenciando a eficiência do processo de pirólise. O biocarvão demonstrou um aumento substancial nos teores de macronutrientes e micronutrientes, o que o torna um material promissor para aplicações agrícolas, como fertilizante e condicionador de solo. Esse enriquecimento mineral foi atribuído à concentração de elementos inorgânicos, resultante da remoção da matéria volátil durante a pirólise, o que gera um material mais concentrado em nutrientes.

Além disso, os objetivos de caracterizar a composição elementar e avaliar as características físicas foram atendidos. Verificou-se que o biocarvão possui maior teor de carbono fixo e cinzas, o que sugere maior estabilidade térmica e maior capacidade de retenção de nutrientes. A redução do teor de matéria volátil (MV) e umidade indica que o biocarvão é mais resistente à decomposição e possui maior potencial para o sequestro de carbono, reforçando sua viabilidade como condicionador de solo.

A comparação entre os teores de nutrientes da biomassa e do biocarvão evidenciou que o processo de pirólise enriquece o material carbonizado, tornando-o mais adequado para melhorar a fertilidade do solo. O enriquecimento mineral observado destaca-se como um fator essencial para o aproveitamento sustentável de resíduos vegetais, agregando valor a biomassa residual e promovendo uma alternativa viável para valorização desses resíduos.

Dessa forma, conclui-se que o biocarvão de Baru tem potencial para ser amplamente aplicado em iniciativas ambientais, especialmente na agricultura, ao atuar tanto no sequestro de carbono quanto na retenção e liberação controlada de nutrientes. Os resultados reforçam a relevância do processo de conversão térmica na produção de materiais de alto valor agregado a partir de resíduos vegetais, alinhando-se aos objetivos globais de sustentabilidade. Para estudos futuros, recomenda-se investigar as interações do biocarvão com diferentes solos e culturas, além de explorar seus efeitos a longo prazo e o potencial escalonamento de sua produção.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12027**: Carvão vegetal – Determinação do teor de carbono fixo, cinzas e materiais voláteis. Rio de Janeiro, 1992.
- AÇMA, H. H. **Combustion characteristics of different biomass materials. Energy Conversion e Management**. Istanbul: pergamon, v. 44, p. 155-162, 2003
- CALEGARI, L. FOELKEL, C. E. B.; HASELEIN, C. R.; ANDRADE, J. L. S.; SILVEIRA P.; SANTINI, E. J. **Características de Algumas Biomassas Usadas na Geração de Energia no Sul do Brasil**. Biomassa e Energia. V.2, n.1, p. 37-46, 2005.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2009.
- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **World Energy Outlook 2023**. Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook>. Acesso em: 01 out. 2024.
- LEHMANN, J.; JOSEPH, S. (Ed.). **Biochar for Environmental Management: Science and Technology**. 2. ed. Londres: Earthscan, 2015.
- SILVA, A. S.; SILVA, A. M. **Produção de biocarvão: aspectos teóricos e práticos**. São Paulo: Ed. Blucher, 2017.



63º Congresso Brasileiro de Química
05 a 08 de novembro de 2024
Salvador - BA

OLIVEIRA, R. J. **Caracterização físico-química de biocarvões obtidos a partir de resíduos agroindustriais.** 2018. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.