

## **AVALIAÇÃO DO CARVÃO ATIVADO DA CASCA DE ARROZ PRODUZIDO NO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO TÉRMICA**

**Pedro Henrique Borges do Amaral<sup>1</sup>, Eduardo Pereira Negre<sup>2</sup>, Ana Beatriz de Lioila Mesquita<sup>3</sup>, Marcelo Mendes Pedroza<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica – IFTO. Bolsista do CNPq. e-mail: <amaralphb@gmail.com>

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica. e-mail: <aacet.negre@gmail.com>

<sup>3</sup>Estudante do Curso Técnico em Controle Ambiental – IFTO. Bolsista do CNPq. e-mail: <anabeatrizlioiola1@gmail.com>

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Química – IFTO. Orientador. e-mail: <mendes@ifto.edu.br>

**Resumo:** Atualmente a evolução de formas adequadas de tratamento e disposição de resíduos é fundamental para o desenvolvimento sustentável. Um sistema pirolítico é uma inovação que envolve diferentes tecnologias que permite o aproveitamento de resíduos por meio da degradação da biomassa. Os resíduos do arroz possuem características que propiciam para a utilização na pirólise, conforme sua composição física e química e com potencial para utilização comercial/industrial. O objetivo principal deste trabalho é avaliar a eficiência no tratamento de efluentes do carvão ativado produzido em um reator de leito fixo durante o processo de pirólise da casca de arroz. Foram realizadas metodologias de coleta, amostragem, refinamento e secagem para garantir homogeneidade das amostras, além disso, foi realizada a caracterização físico-química da casca de arroz. Por fim, realizaram-se os ensaios de degradação térmica utilizando planejamento fatorial. Os resultados que apontaram maiores rendimentos na produção do carvão ativado foram de 62% e as menores taxas de rendimento foram 24,98%. Os resultados apontam que as tecnologias de conversão utilizando biomassas oriundas de agroindústrias são fundamentalmente relevantes, e os resíduos descartados possuem potencial para geração de energia, assim como, para a aplicação em diferentes tecnologias, que permitem seu aproveitamento promovendo o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** aproveitamento, biomassa, carvão ativado, pirólise.

### **1 INTRODUÇÃO**

Na busca por inovação e baixo custo, a produção de energia renovável e outros materiais de valor agregado a partir da utilização de biomassa tem sido estudada por muitos pesquisadores, utilizando técnicas sustentáveis que conseguem solucionar: a produção de energia limpa e a destinação ambientalmente segura de resíduos sólidos (RODRIGUES, 2019).

Os adsorventes de baixo custo têm sido pesquisados e dentre eles os de origem vegetal, em especial quando derivados de resíduos agrícolas, pois podem representar uma preocupação ambiental, se produzidos em grande escala. Um exemplo é a utilização de casca de arroz, que vem se destacando como potente bioissorvente na remoção de espécies metálicas (MACHADO et.al., 2010).

A casca de arroz é um subproduto do arroz e representa aproximadamente 23% do peso, então considerando a safra brasileira de 2017 apontada pela Conab, cerca de 12,33 milhões de toneladas, gerou-se aproximadamente 2,84 milhões de toneladas de casca (RODRIGUES, 2019).

A biomassa produzida pela casca de arroz pode ser convertida em carvão ativado por processo termoquímico de pirólise, que é entendida aqui como a decomposição térmica da biomassa na ausência total ou parcial de oxigênio (PEDROZA et al, 2010).

A necessidade do aproveitamento de resíduos agrícolas é cada vez maior frente a grande geração desses resíduos no país. O Brasil é um potente produtor de arroz e o estado do Tocantins concentra boa parte dessa produção, gerando então grandes quantidades de resíduos, provenientes ora da produção, ora do beneficiamento do grão, não havendo destinação final correta, pois quando não são incinerados, estes resíduos, em especial a casca de arroz é descartada no meio ambiente.

Na pirólise da casca de arroz, é possível gerar carvão ativado, surgindo então como alternativa para utilização do material como adsorvente em tratamento de efluentes. Esse processo também se apresenta como uma excelente possibilidade para reduzir os resíduos agrícolas provenientes da produção e do beneficiamento de arroz. Esta biomassa se destaca por apresentar inúmeras vantagens, dentre elas a abundância, baixo custo, fácil obtenção e insolubilidade em água (NATARAJAN e GANAPATHY SUNDARAM, 2009).

Sendo assim, este projeto visa apresentar a casca de arroz como alternativa para a produção de carvão ativado a partir do processo termoquímico de pirólise de forma a ser aproveitado como energia e também para a utilização como um adsorvente para tratamento de efluentes.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Produção de Briquetes

De forma a atingir resultados mais eficientes no processo pirolítico e concentrar a energia disponível da biomassa, foi feita a briquetagem da amostra do Farelo de Soja. Os briquetes foram produzidos partir do material in natura moído e acrescido de fécula de mandioca (amido), conforme Figura 1.

Figura 1 – Briquete produzido a partir da biomassa triturada e peneirada.



Fonte: Autores (2020).

### 2.2 Caracterização Físico-química da Biomassa

Os teores de cinzas, umidade, materiais voláteis e carbono fixo foram obtidos através de análise imediata realizada em triplicatas, através de uma mufla e estufa de laboratório (Figura 2).

Figura 2 – Estufa utilizada para determinação da umidade.



Fonte: Autores (2020).

A umidade foi determinada em conformidade com a norma ASTM D3173-85. A massa de aproximadamente 1g de biomassa foi adicionada a cadinho de porcelana com peso constante pré-determinado. A amostra foi aquecida em uma estufa à temperatura de 110 °C por um período de 1 hora (Figura 1). Na sequência o cadinho foi colocado em um dessecador por 10 minutos e pesado.

Para a determinação do material volátil, foi pesado cerca de 1g de amostra em um cadinho de porcelana com peso constante pré-determinado. A amostra foi aquecida em uma mufla à temperatura de 915° C, na ausência de oxigênio por um período de durante 20 minutos (Figura 3).

Figura 3 – Mufla utilizada para os ensaios de cinzas e materiais voláteis.



Fonte: Autores (2020).

A determinação de cinzas foi obtida adicionando a massa de aproximadamente 1g de biomassa em triplicata em cadinhos de porcelana com peso constante pré-determinado. A amostra foi calcinada a uma temperatura de 815 °C durante 30 minutos em mufla da marca Coel Modelo Hm. Na sequência o cadinho é colocado em um dessecador por 1 hora para esfriar e em seguida pesado.

Para a densidade utilizou-se uma proveta de 100mL em uma balança analítica, conforme Figura 4. Zerou-se a balança e adicionou-se a biomassa *in natura* seca triturada e obteve-se as massas (g) nas sucessivas adições nos respectivos volumes de 20mL, 40mL, 60mL, 80mL e 100mL. A partir da massa e volume determinou-se a densidade, média e o desvio padrão.

Figura 4 – Determinação da Densidade Aparente utilizando a balança analítica.



Fonte: Autores (2020).

### 2.3 Ensaios de Pirólise

O sistema de pirólise consistiu em duas partes fundamentais: o reator químico de leito fixo e o sistema de condensação. O reator foi projetado e desenvolvido no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade e Energia (LARSEN), ele é composto por uma câmara de aquecimento na qual abriga o tubo de quartzo que contém duas flanges em suas extremidades, cuja finalidade é de fazer a vedação do interior do tubo (Figura 5). Além disso, as flanges possuem saídas que permitem a passagem do gás de arraste. O tubo comporta a amostra e garante a atmosfera inerte necessária para o processo de pirólise. Os ensaios de pirólise foram realizados de forma a avaliar simultaneamente diversos parâmetros de controle no processo de pirólise. Foram estabelecidos 4 parâmetros de modo a avaliar diferentes condições nas análises experimentais: Temperatura; Taxa de aquecimento; Vazão Inerte e Tempo de Pirólise.

Figura 5 – Reator de leito fixo utilizado no processo de pirólise



Fonte: Autores (2020).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Análises Físico-Químicas

A biomassa apresentou um teor de umidade de 5,20 % (Tabela 1). A densidade aparente encontrada foi de 0,4 g/mL, mostrando que a casca de arroz possui baixa densidade. O conteúdo de cinzas é 13,30 %. De acordo com ANGEL et al., (2009) a cinza é composta principalmente por sílica amorfa (SiO<sub>2</sub>) em concentrações que variam de 80 a 97%. Para Rodrigues (2019), além de sílica (92,15%) a cinza contém teores de outros óxidos considerados como impurezas, para esse autor as condições de conversão da biomassa (pirólise, gaseificação e combustão) determinam as características físico-químicas finais. O valor encontrado nessa pesquisa para material volátil foi de 79,00 %, valor alto e considerado favorável para processo de pirólise.

Tabela 1 – Resultados da análise físico-químico da casca de arroz.

Variável Analítica	Média obtida nos ensaios
Umidade (%)	5,20
Densidade Aparente (g/mL)	0,40
Cinzas (%)	13,30
Material Volátil (%)	79,00
Carbono Fixo (%)	2,50

Fonte: Autores (2020).

#### 3.1 Resultado dos Ensaios de Pirólise

Os resultados experimentais obtidos no planejamento fatorial 2<sup>4-1</sup> são apresentados na Tabela 2. Nesse planejamento foram investigados quatro fatores: temperatura do reator, taxa de aquecimento, vazão de gás inerte e tempo de reação. Os rendimentos porcentuais obtidos pelo balanço de massa foram considerados as respostas do planejamento experimental.

Tabela 1 – Resultados da análise físico-químico da casca de arroz.

Ordem dos Experimentos	Temperatura (°C)	Taxa de Aquecimento (°C/min)	Vazão de gás inerte (mL/min)	Tempo (min)	Rendimento do Carvão (%)
1	-	-	-	-	62,00
2	+	-	-	+	27,15
3	-	+	-	+	57,12
4	+	+	-	-	27,98
5	-	-	+	+	55,98
6	+	-	+	-	24,98
7	-	+	+	-	57,13
8	+	+	+	+	28,11

Fonte: Autores (2020).

O maior rendimento da produção de carvão foi observado no ensaio 1 (62,00%), sendo esse experimento operado nas condições: (a) temperatura do reator 400 °C, (b) vazão de gás inerte 5 mL/min, (c) taxa de aquecimento igual a 20 °C/min e (d) tempo de reação de 30 minutos. O menor valor de rendimento (24,98%), foi obtido nas seguintes condições: (a) temperatura do reator 600 °C, (b) vazão de gás inerte 10 mL/min, (c) taxa de aquecimento igual a 20 °C/min e (d) tempo de reação de 30 minutos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O carvão ativado gerado em processos industriais pode ser aproveitado como fonte de energia para processo termoquímico, tendo em vista seu potencial de produzir biocombustíveis e produtos mais limpos, sendo possível aproveitar esse resíduo que seria descartado, trazendo benefícios ambientais, sociais e econômicos.

As tecnologias de conversão utilizando biomassas oriundas de agroindústrias são fundamentalmente importantes para o incremento na matriz energética renovável, e conseqüentemente nas indústrias tanto para fins energéticos para desenvolvimento de inovações tecnológicas que podem ser aplicadas nestes campos.

Como sugestão para trabalhos futuros, uma análise estatística dos dados obtidos deve ser realizada, utilizando ferramentas de qualidade como o diagrama de Pareto, permitindo identificar os parâmetros que influenciam efetivamente no processo de pirólise. Além disso, análises elementares são importantes para determinar a caracterização físico-química dos produtos obtidos, garantindo uma análise detalhada do potencial dos biocombustíveis.

#### REFERÊNCIAS

ASTM D 2415-66. **Standard Test Method for ash Determination.** 1986.

ASTM D 3173-85. **Standard Test of Humidity.** 1985.

MACHADO, P. R. S. et. al. **Prospecção de Bioprodutos a partir da Degradação Termoquímica do Sabugo de Milho visando aplicação industrial.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Tocantins, 92 p., Palmas, Tocantins, 2019.

NATARAJAN, E.; GANAPATHY SUNDARAM, E. Pyrolysis of rice husk in a fixed bed reactor. World Academy of Science, **Engineering and Technology**, v. 56, n. 8, p. 504–508, 2009.

PEDROZA, M. M. (2010) **Bio-óleo e Biogás da degradação termoquímica de lodo de esgoto doméstico em cilindro rotativo.** Tese de Doutorado, Universidade do Rio Grande do Norte, 210 p., 2010.



RODRIGUES, C. R. **Degradação térmica da casca de arroz e utilização do carvão obdo no processo para polimento de águas cinzas.** 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Tocanns, Palmas, 2019.