

Pirólise de resíduos sólidos urbanos em reator de leito fixo para produção de subprodutos de maior valor agregado

Fellipe da Silva Goulart¹, Marcelo Mendes Pedroza²

¹Estudante de Engenharia Agrônoma – IFTO Palmas. Bolsista do PIC IFTO. e-mail: <fellipe.goulart@estudante.ifto.edu.br>

²Orientador do Departamento de Meio Ambiente – IFTO. e-mail: <mendes@ifto.edu.br>

Resumo: Esse projeto de pesquisa tem como objetivo produzir carvão ativado a partir do tratamento térmico da casca de coco. As amostras do resíduo serão caracterizadas através dos seguintes variáveis analíticas: umidade, Material volátil, Cinzas e poder calorífico. A biomassa será introduzida ao reator na forma de pó. A conversão térmica será efetuada em um reator de leito fixo de aço inox. Nesse estudo será verificado através de um planejamento multivariável, o efeito de quatro fatores no sistema de pirólise: (a) temperatura, (b) vazão de gás de arraste, (c) tempo de reação e (d) taxa de aquecimento. O carvão será empregado em testes de adsorção de corantes de efluentes da indústria têxtil. O teor de cinzas foi de 2,1%, já o teor de umidade foi de 7,6% enquanto o material volátil obtido foi da ordem de 88,7%. O teor de carbono fixo foi de 1,4%. O maior rendimento de carvão foi na temperatura de 400 °C, obtendo 47,11%. Já o menor rendimento foi na temperatura de 500 °C (39,37%).

Palavras-chave: aproveitamento de resíduos, energia renovável, pirólise, rsu

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos, proveniente do consumo do coco in natura, cujas cascas são ricas em fibras formam amontoados em locais inadequados, tais como parques e calçadas onde esses produtos são comercializados, ou até mesmo quando depositados em terrenos baldios, ruas, onde normalmente é considerado lixo urbano. Estes degradam a paisagem, produzem mau cheiro, e colocam em risco o meio ambiente e a saúde pública.

Segundo dados obtidos na literatura, estima-se que a indústria do coco gera em torno de 6,7 milhões de toneladas de casca/ano, tornando-se um sério problema ambiental. Nas cidades litorâneas, por exemplo, as cascas chegam a representar 80% do lixo recolhido. Quando depositados de forma inadequada, esses resíduos podem causar mau cheiro, degradar a paisagem, colocar em risco o meio ambiente e contribuir para a proliferação de mosquitos transmissores de doenças. Segundo Paz et al., (2017), somente em São Paulo, nos últimos anos, a produção de coco foi incrementada em 68%, sendo que esse consumo pode ser refletido no aumento do consumo de água de coco, que representa 1,4% do consumo de bebidas no Brasil.

Os resíduos do coco não só podem ser bem aproveitados como também contribuem para a preservação do meio ambiente, já que os resíduos do coco não aproveitados levam cerca de oito anos para se decompor na natureza. No Brasil, apenas 10% das cascas de coco são aproveitadas pelas indústrias, sendo o restante desperdiçados. Da casca do coco, onde se obtêm os produtos fibrosos o aproveitamento é principal ocorre pela indústria têxtil para a fabricação de uma diversidade de artigos como: vestuários, tapetes, almofadas, cordas marítimas dentre outros.

No Brasil o comércio do coco verde teve um crescimento nos últimos anos, indicando uma evolução no setor industrial que por sua vez se mostra empenhado em oferecer tal produto nas prateleiras dos supermercados em diferentes embalagens (MARTINS, 2014).

O consumo do coco in natura gera resíduos sólidos (cascas ricas em fibras) que são descartados em locais inapropriados, ocasionando não só um acúmulo de “lixo”, mas também a degradação do meio ambiente, além de produzir um mau cheiro e pôr em risco a saúde pública (PAZ, 2018).

Uma boa opção para lidar com a questão da fibra do coco é um processo químico denominado pirólise, que segundo (FILHO, 2014) caracteriza-se pela degradação térmica de material orgânico em uma atmosfera com ausência total ou parcial de um agente oxidante. Através desse procedimento obtemos vários subprodutos de maior valor agregado como o biocarvão, o bio-óleo e o biogás.

Apesar de ser uma boa alternativa para o comércio, o bio-óleo segundo (BRIDGWATER, 2007; HUBER et. al, 2006) apresenta características indesejáveis como teor de oxigênio e água elevados, acidez alta, instabilidade química e menor poder calorífico (17 MJ/kg) quando comparado com o óleo combustível convencional (43 MJ/kg).

Deste modo, é notória a necessidade de um melhoramento no bio-óleo para que o mesmo possa ser usado como um substituto do diesel ou da gasolina. Os processos de melhoramento envolvidos são a hidroxigenação utilizando 3 catalisadores típicos de hidrotreatamento (CoMo, NiMo), o craqueamento com zeólitas, a mistura com o diesel criando uma emulsão e por último a reforma com vapor para produzir hidrogênio ou gás de síntese (BRIDGWATER, 2007; HUBER et. al, 2006).

De acordo com Paz et al (2017), o processamento do coco é uma atividade geradora de resíduos, após retirar-se o albúmen sólido de interesse para a obtenção de coco ralado e da água-de-coco, restam as partes fibrosas representadas pelo exocarpo, mesocarpo e endocarpo, as quais constituem cerca de 45,0% dos componentes do fruto. Tais resíduos são de difícil descarte, sendo enviados para lixões e aterros sanitários, além de elevar os custos da indústria com transporte até esses locais.

Para solucionar a questão do descarte incorreto do referido resíduo, o objetivo desse projeto é verificar se existe a viabilidade técnica de se aplicar a degradação térmica do material em atmosfera inerte de vapor de água para a geração de carvão ativado, diminuindo assim os impactos negativos à natureza e contribuindo para alternativas energéticas sustentáveis no Brasil e também para possível uso na indústria.

2 METODOLOGIA

2.2 Coleta e preparo da biomassa

A biomassa da fibra do coco foi coletada na Feira da 304 Sul, localizada em Palmas-TO, em forma de casca de coco baía in natura. Para o preparo da biomassa, o material foi deixado por 1 semana em sol aberto até a completa secagem. Após esse processo o resíduo foi triturado e peneirado para posterior conversão em pallets (briquetes produzidos com finalidade de densificar a matéria e aproveitar os recursos do reator de pirólise). Após o peneiramento da biomassa, realizou-se os demais procedimentos analíticos e caracterizações físico-químicas.

2.4 Caracterização do material adsorvente

A biomassa foi caracterizada através das seguintes técnicas analíticas: (a) umidade (ASTM D 3173-85), (b) cinzas (ISO-1171-1976), (c) material volátil (ISO-5623-1974) e (d) densidade aparente (método gravimétrico). A caracterização química das amostras foi feita nos laboratórios de Análises Físico-químicas de Águas e efluentes (IFTO – Palmas) e Laboratório LARSEN.

2.5 Degradação termoquímica da biomassa

Para degradação termoquímica da biomassa, empregou-se um forno MUFLA e uma estufa da marca THOTH-520. A produção de carvão foi feita em forno MUFLA em temperatura de 400 °C e 500 °C com cadinho fechado, impedindo o contato da biomassa com o oxigênio do ambiente.

2.6 Ativação termofísica do carvão

Para a ativação termofísica foi utilizado um reator de pirólise de leito fixo com forno bipartido e tubo de quartzo. O gás de arraste da ativação foi o vapor de água proveniente de uma autoclave de laboratório. A temperatura de ativação ocorreu por volta dos 700 °C, com taxa de aquecimento de 20 °C/min e tempo de residência do carvão na temperatura final de 30 minutos.

2.7 Teste de adsorção em corante

Para obtenção da eficiência do carvão obtido no processo de pirólise, foi realizado um ensaio de adsorção com o corante azul de metileno. Para realização do ensaio, foi construída uma curva de calibração do azul com as concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5 mg/L do corante, obtendo os respectivos valores de absorvância no espectrofotômetro LAMBDA 665 nm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Coleta da biomassa

A Figura 1 a seguir mostra as diferenças entre o resíduo da fibra do coco baía extraído in natura e sua estrutura após ser triturado em um liquidificador industrial.

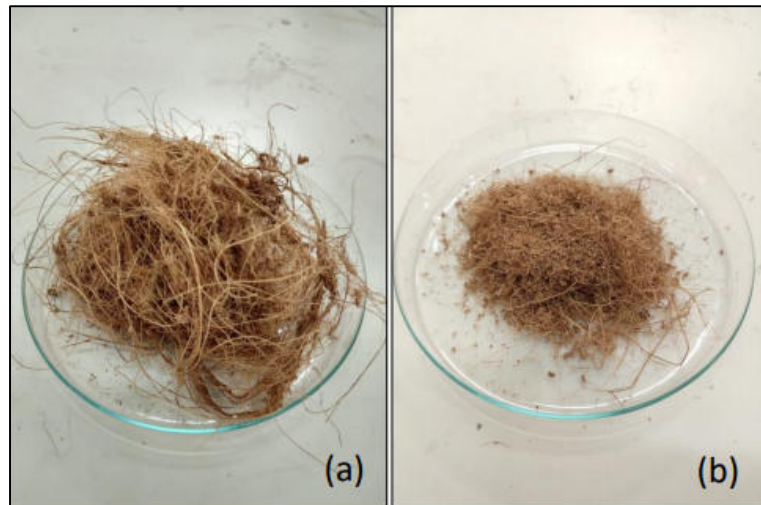


Figura 1 - Biomassa sendo preparada para procedimentos analíticos
 Fonte: Autor

3.2 Caracterização da biomassa

A Tabela 1 mostra os dados obtidos durante as análises imediata e elementar do bagaço da cana-de-açúcar.

Tabela 1 – Caracterização físico-química

Biomassa	Análise Imediata (%)			
	Cinzas	Umidade	Material Volátil	Carbono Fixo
	2,1	7,6	88,7	1,4

Fonte: Autor

A umidade da biomassa corresponde à perda, em peso, sofrida pelo material quando este é aquecido a temperatura de 105°C. Já as cinzas representam os minerais existentes na biomassa. O material volátil é a parte da biomassa que evapora na ausência de oxigênio em temperaturas próximas a 900°C. Por fim, o teor de carbono fixo (CF) representa a massa restante após a libertação de compostos voláteis, excluindo as cinzas e teores de umidade. Nessa pesquisa, o teor de carbono fixo foi de 1,4%.

A densidade volumétrica aparente da biomassa por sua vez, é um fator que implica diretamente no aproveitamento de uma batelada de pirólise, visto que resíduos com alta densidade apresentam melhores rendimentos para fração sólida (carvão) do que para fração líquida (bio-óleo) (DI BLASI, 1992). A densidade da biomassa em estudo nessa pesquisa foi de 0,15g/mL.

4.4 Obtenção do carvão

A Tabela 2 mostra os dados referente aos ensaios de pirólise realizados no laboratório de Análise Físico-Química de Águas do IFTO Palmas.

Tabela 2 – Degradação termoquímica do coco.

Ensaio	Temperatura (°C)	Carvão (%)
1	400	47,11
2	400	46,64
3	500	40,48
4	500	39,37

Fonte: Autor

A partir dos resultados referentes ao rendimento de carvão obtido em cada condição alterada nos ensaios, nota-se que com o aumento da temperatura da MUFLA de 400 °C para 500 °C, existe uma diminuição de aproximadamente 7% no rendimento da fração sólida ao final do processo. Tal diminuição apresenta indícios de que a temperatura contribui de maneira negativa com o rendimento do carvão. Entretanto, para afirmar tal indício é necessário a realização de um planejamento experimental.

O posterior processo de ativação termofísica feito em reator de pirólise serviu para com que os poros do carvão fossem alargados pelo vapor de água, aumentando assim a sua capacidade de adsorção. Após ativação, o carvão foi submetido a ensaios de adsorção, no qual obteve-se 100% de remoção de uma solução do corante azul de metileno com concentração inicial de 2mg/L. O ensaio de adsorção teve duração de 60 minutos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que existe a viabilidade técnica de se empregar os resíduos dos sólidos urbanos para produção de carvão ativado visando o uso industrial. Os resultados obtidos foram de grande importância para a comunidade acadêmica, tendo em vista que esse é um resíduo pouco aproveitado no cenário atual brasileiro.

Para melhor aproveitar os resíduos, recomenda-se para posterior continuação de pesquisa, o uso de outras biomassas derivadas do RSU (casca do abacaxi, folhas e podas de árvore), aproveitando ainda os demais subprodutos gerados no processo de pirólise: bio-óleo e bio-gás, que representam grandes alternativas energéticas no setor de energia do Brasil.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFTO pelo auxílio financeiro durante a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRIDGWATER, A.V., 2007, "Biomass Pyrolysis - an overview prepared by Task 34" In: TUSTIN, J.,

IEA Bioenergy Annual Report, 2006. Disponível em: www.ieabioenergy.com

BRIDGWATER, T., 2006. "Biomass for energy". **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 12, p. 1755-1768.

DI BLASI, C. Analysis of convection and secondary reaction effects within porous solid fuels undergoing pyrolysis. **Combustion Science and Technology**, 1992.

FILHO, Arthur Tôres. **Aplicação do processo de pirólise para valoração, cogeração de energia e tratamento de resíduos**. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, Belo Horizonte, 2014.

MARTINS, C. R.; JESUS Jr. L. A. Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio Internacional. Documentos 184. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, 2014.

PAZ, Elaine da Cunha Silva. Estudo dos produtos da pirólise e potencial energético da fibra de coco da baía. **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar** – Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.