

PIRÓLISE DE RESÍDUOS SÓLIDOS VISANDO PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

João Victor Teixeira D Abreu Alves¹, Marcelo Mendes Pedroza², Flávio Vinícios³

¹Bacharelado em Engenharia Elétrica, IFTO – Campus Palmas. E-mail: <abreualvesjv@gmail.com>

²Orientador, Professor do no Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas. E-mail: <mendes@ifto.edu.br>

³Estudante do EMI Controle Ambiental 2º ano, IFTO – Campus Palmas. E-mail: <flaviovinciomota1@gmail.com>

Resumo: Esse projeto busca estudar a possibilidade de geração de combustíveis sólidos a partir de resíduos de podas de árvores, visando uma oportunidade de criação de um plano de negócio nesse setor, através da criação de uma Mini Fábrica de Briquetes nas dependências do IFTO Campus Palmas. As amostras dos resíduos foram coletadas nas dependências do Instituto Federal do Tocantins – IFTO e transportadas em sacos plásticos identificados para as dependências do LARSEN. A secagem do material foi realizada em estufa a 60 °C. Todas as amostras foram trituradas em moinho de facas e peneiradas em peneira com abertura de 0,59 mm para garantir a homogeneidade e facilitar os procedimentos analíticos. As amostras foram caracterizadas através dos seguintes variáveis analíticas: umidade, Material volátil, Cinzas e ensaios termogravimétricos. Pretende-se, futuramente, empregar outros tipos de resíduos durante a fabricação dos briquetes (resíduos agrícolas e agroindustriais), destacando aqui os resíduos da produção de grãos como soja, milho, da indústria de beneficiamento de arroz e o bagaço das usinas de cana, importantes fontes de matéria-prima no estado do Tocantins.

Palavras-chave: Resíduos. Briquetes. Produção.

1 INTRODUÇÃO

A atual matriz energética mundial é baseada principalmente em fontes não renováveis, tendo como principal matéria-prima o petróleo, principalmente após a revolução industrial. Atualmente as reservas comprovadas de petróleo do mundo somam 1,14 trilhões de barris, 78% dos quais localizados no subsolo dos países do cartel OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo). Mantido o atual nível de consumo, tais reservas permitem suprir a demanda mundial por somente 40 anos. Aliado a isso, a emissão de gases de efeito estufa ocasionada pelo uso das fontes de energia não renováveis pode provocar mudanças climáticas globais causando grande impacto ambiental. Dessa forma, a busca de fontes de energia alternativas, principalmente aquelas renováveis, é de fundamental importância para a preservação do planeta (Bridgwater, 2011).

Dentre as alternativas energéticas, a biomassa destaca-se no panorama brasileiro pelo seu enorme potencial de aproveitamento para a matriz energética. As condições climáticas regionais favorecem a produção desse insumo de modo a satisfazer consideráveis níveis de demanda. Esse é um dos principais fatores que justifica o interesse na pesquisa referente à produção de biocombustíveis a partir da biomassa.

A biomassa compreende toda a matéria orgânica vegetal que é produzida através da fotossíntese, tais como: culturas e resíduos agrofloretais e a matéria orgânica contida nos rejeitos domésticos e industriais. A energia desses materiais tem origem nas transformações energéticas a partir da radiação solar. Esse potencial energético pode ser liberado diretamente através da queima por combustão da biomassa

ou processada com a geração de outras fontes energéticas mais adequadas tais como o álcool, o carvão vegetal e o bio-óleo. A biomassa é reconhecida por muitos pesquisadores da área energética como uma das mais relevantes novas formas de energia para produção de eletricidade tendendo a um crescente uso. Nos últimos tempos, tem-se focalizado atenção em identificar as espécies convenientes da biomassa, que possam proporcionar opções para substituir as fontes convencionais de energia provenientes de combustíveis fósseis (Figueiredo, 2011).

Os processos de produção e utilização da biomassa são responsáveis pela geração de grande quantidade de resíduos, sendo estes, na maioria das vezes, depositados inadequadamente no meio ambiente, provocando impactos ambientais, perda de matéria-prima e energia com o objetivo de minimizar impactos ambientais relacionados à grande geração e má destinação de resíduos sólidos urbanos e agroindustriais, torna-se necessária à busca por novos meios de tratamento, disposição e o aproveitamento dos resíduos para agregar valor às cadeias produtivas.

Uma forma de aproveitamento desses resíduos é pela briquetagem, método de reciclagem para os resíduos provenientes da madeira ou outros materiais lignocelulósicos, que gera o produto conhecido como briquete, uma forma alternativa de produção de energia. A tecnologia de briquetagem é capaz de transformar a biomassa na sua forma moída em blocos compactos com diversas dimensões e prontos para a queima. Essa tecnologia já é conhecida há muitas décadas e aplicadas na indústria, porém a necessidade de aproveitamento energético de resíduos tem dado especial destaque à aplicação na produção de biocombustíveis sólidos.

No exterior, principalmente nos Estados Unidos e Europa, a produção de briquetes já é bem conhecida, porém no Brasil, a prática ainda não é tão desenvolvida. Os briquetes possuem aplicações em diversos setores que necessitam de combustível calorífico para produção, essas indústrias podem ser fundições, como combustível de caldeiras, em fornos comerciais e industriais, como em padarias, hotéis, pizzarias. A grande vantagem desse processo tem relação ao efeito da transformação de um resíduo de baixíssima densidade em uma “lenha ecológica” de alta qualidade, pois quando comparado à lenha, o briquete apresenta propriedades mais vantajosas para o uso energético.

O objetivo dessa pesquisa é investigar a produção de briquetes a partir de resíduos lignocelulósicos de poda de árvores abundantes na região do MATOPIBA, Brasil. Espera-se que esse trabalho contribua para que esses resíduos tenham destinação mais adequada e que o poder público adote medidas de incentivo para esse tipo de empreendimento, vislumbrando assim uma oportunidade de negócio nessa área temática.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Tipos de resíduos e preparação de amostras

Nessa pesquisa foi realizada a caracterização de dois tipos de resíduos, a saber:

(a) folhas de árvores e (b) podas de árvores, com a finalidade de obtenção de briquetes a partir do adensamento dos referidos materiais. A Figura 2.1 apresenta a evolução metodológica dos procedimentos realizados na pesquisa.

As amostras dos resíduos foram coletadas nas dependências do Instituto Federal do Tocantins – IFTO e transportadas em sacos plásticos identificados para as dependências do LARSEN (Laboratório de Inovação em Aproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade Energética), localizado no IFTO (Campus Palmas).

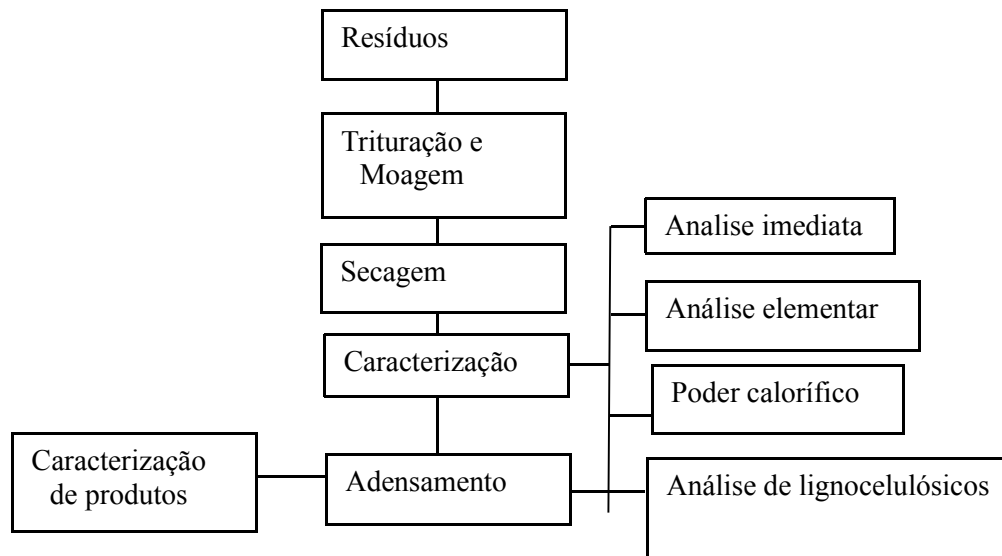


Figura 2.1 – Procedimentos empregados durante a pesquisa.

A secagem dos resíduos foi feita 60 °C. Todas as amostras foram trituradas em moinho de facas e peneiradas em peneira com abertura de 0,59 mm (ABNT 30, Tyler 28) para garantir a homogeneidade e facilitar os procedimentos analíticos, conforme sugerido por Vieira et al. (2009) e Pedroza et al. (2014). As amostras foram caracterizadas através dos seguintes variáveis analíticas: umidade (Método ASTM D 3173-85), Material volátil e Cinzas (Método ASTM D 2415-66). A caracterização termogravimétrica- TGA foi realizada com taxas de aquecimento de 10 e 30 °C/min. no equipamento Thermogravimetric Analyser (Marca Shimadzu e Modelo TGA-50). A caracterização química das amostras foi feita nos laboratórios LARSEN (IFTO – Palmas), Laboratório de Efluentes da BRK AMBIENTAL e Laboratório de Biomassa e Biocombustíveis (UFRN). Na Figura 2.2 são apresentadas as amostras empregadas nessa pesquisa, sendo a amostra (a) bruta e (b) após secagem em estufa.



(a)



(b)

2.2 Cinética de perda de massa de amostras

Realizou-se a cinética de perda de massa da biomassa em duplicata com a finalidade de comparar as diferenças de massa nas mesmas condições, em estufas SP-200 e nas temperaturas de 40 e 50°C, em diferentes intervalos de tempo. Dessa forma permitiu-se a comparação da perda de água e material volátil presentes na composição da biomassa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização da Biomassa

3.1.1 Análise Imediata

O crescente interesse pelo uso da biomassa, bem como a importância de se conhecer quimicamente a matéria-prima visando à consolidação de um mercado, é necessário estabelecer parâmetros de qualidade aprimoramento de técnicas para caracterização da biomassa. Na Tabela 3.1 são apresentados os resultados obtidos nas análises imediatas da biomassa.

Tabela 3.1- Análise imediata do material bruto

Biomassa	Análise Imediata (%)			
	Cinzas	Umidade	Material Volátil	Carbono Fixo
Poda de árvore (folhas)	4,10	7,96	86,85	1,09
Poda de árvore	3,15	5,80	88,85	2,20

A umidade é correspondente à perda, em peso, sofrida pelo produto quando é aquecido em condições na qual a água é removida. Na verdade, não é apenas água a ser removida, mas também outras substâncias voláteis nessas condições. Esta informação é importante porque, quando se analisa um combustível o principal critério a ser levado em conta é o poder calorífico, e este sofre influência direta com o aumento da umidade. Quanto maior o conteúdo de umidade da biomassa, menor é o seu poder de combustão, devido ao processo de evaporação da umidade, o qual absorve energia em combustão. A amostra constituída por folhas de árvores apresentou um teor de umidade em média 7,96%.

O processo de combustão é transformação da energia química dos combustíveis em calor, na presença de oxigênio. O teor de cinzas obtido na biomassa está diretamente relacionado com a presença de substâncias minerais, tais como: cálcio, potássio, fósforo, magnésio, ferro, sódio. O teor de cinzas foi de 4,10 % para a amostra constituída por folhas de árvores.

Entende-se por teor de voláteis como a parte da biomassa que em aquecimento evapora sob forma de gás. O teor de voláteis é quantificado medindo-se a fração de massa da biomassa que volatiliza durante o processo de aquecimento de uma amostra padronizada e previamente seca, em atmosfera inerte, até temperaturas de aproximadamente 815°C. Sabe-se que o material volátil está diretamente relacionado à ignição, haja vista que, quanto maior o teor de material volátil maior será a reatividade e consequentemente a ignição, e consequentemente o poder calorífico da biomassa. O teor médio obtido de material volátil na biomassa em estudo foi de 88,85%. A Figura 3.1 mostra o material retido após o

teste de material volátil da amostra, sendo boa parte correspondente ao teor de carbono fixo do material.



Figura 3.1 – Material retido após análise de material volátil de amostra de poda de árvores.

3.1.2 Análise Termogravimétrica

Na Figura 3.2 estão apresentados os dados da análise térmica da biomassa em estudo. Através da análise das curvas TG/DTG, pode-se verificar a redução da umidade, que graficamente demonstrado pelo aparecimento de um evento na curva da amostra de poda de árvores, com início a 40 °C e finalização em torno de 160 °C, correspondente à perda de água. Esse evento se encontra bem superior ao ponto de ebulição da água, e segundo Gómez (2002), isso se deve ao fato que materiais com maior teor de cinzas na sua composição química têm o máximo desprendimento de voláteis a temperaturas mais elevadas. Quanto maior o teor de matéria inorgânica existente na amostra maior a possibilidade do material orgânico estar diluído com o material inorgânico, provocando então um retardamento da transferência de calor no interior das partículas e consequentemente a difusão dos voláteis para fora da partícula. O percentual de perda de massa à temperatura de 150 °C foi de 8,42 %, valor bem próximo do obtido para o teor de umidade dessa amostra na análise gravimétrica clássica (7,96 %).

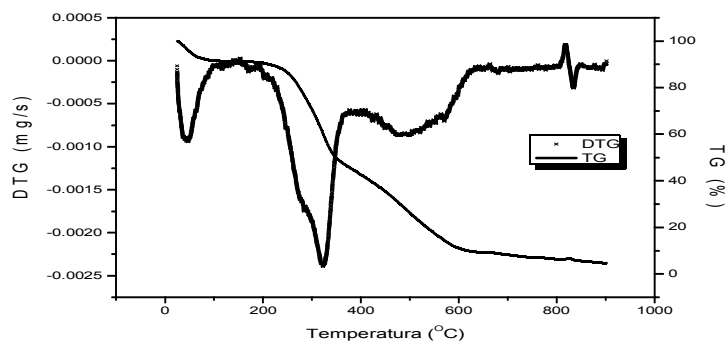


Figura 3.2 - Curva termogravimétrica de amostra de poda de árvore.

Em seguida são observados dois eventos de decomposição de matéria orgânica, sendo o primeiro em torno de 200 e 400 °C e o segundo entre 420 e 600 °C. A partir de 600 °C observa-se uma diminuição na degradação térmica da amostra. Percebe-se uma diminuição do teor de cinzas do material com o aumento da temperatura e isso é decorrente da quebra de ligações do carbono inorgânico presente na forma de composto carbonatados (CO_3^{2-} , HCO_3^-), decomposição de óxidos inorgânicos, bem como a decomposição de lignina. Segundo Pedroza et al., (2014) a decomposição da lignina remanescente inicia-se em temperaturas baixas, no entanto, ela continua ocorrendo até em

torno de 900 °C. Biagini et al., (2002), no estudo da pirólise de biomassa residual, atribuíram as perdas de massa ocorridas a temperaturas inferiores a 600°C à degradação térmica da matéria orgânica, e as perdas ocorridas acima de 600°C à decomposição da matéria inorgânica, como carbonato de cálcio, por exemplo. Segundo Shen e Zhang (2003), a decomposição térmica de alguns compostos e grupos funcionais obedecem a uma faixa de temperatura e que os compostos oxigenados geralmente se decompõem em temperaturas mais elevadas que os outros compostos orgânicos.

3.2 Cinética de Perda de Massa

As Figuras 3.3 e 3.4 apresentam a cinética de perda de massa da biomassa realizada às temperaturas de 40 e 50 °C, respectivamente. Segundo os modelos observados, nas primeiras horas de secagem acontece um crescimento linear de perda de material. Durante as cinco primeiras horas de experimento o resíduo perdeu cerca de 33,1 e 44,6 % de sua massa inicial nas temperaturas de 40 e 50 °C, respectivamente. Após 20 h horas a amostra permaneceu com menos de 50% da matéria inicial nos dois tratamentos empregados.

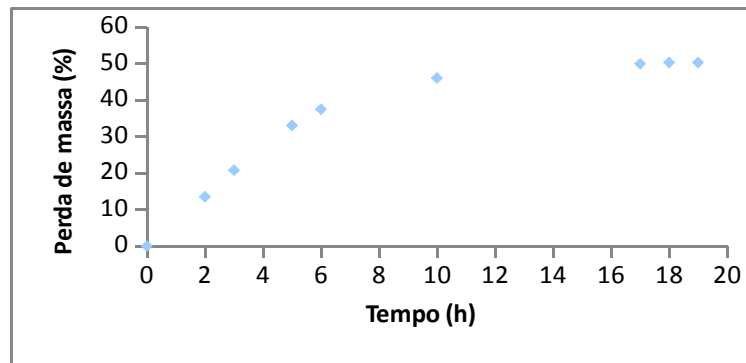


Figura 3.3 - Cinética de perda de massa da biomassa a 40 °C.

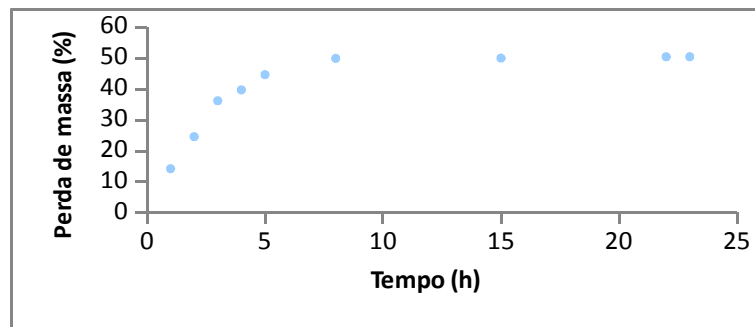


Figura 3.4 - Cinética de perda da biomassa a 50 °C.

Síntese dos resultados alcançados no período.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biomassa residual em estudo se apresenta como uma fonte alternativa de uso energético, pois resulta em um resíduo potencial para geração de energia, devido a grande quantidade de calor gerado. Por ser ambientalmente favorável, o aproveitamento energético e racional desse tipo de biomassa tende a promover o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente, por

meio da criação de empregos e da geração de receita.

O uso de poda de árvores in natura para a geração de energia é uma alternativa de minimização de quantidade de resíduos sólidos urbanos, uma vez que sua disponibilidade é alta em parques e locais turísticos, além de permitir minimizar problemas de saúde pública, já que esse tipo de resíduo é passível de acumular água de chuva, local propício para o depósito e desenvolvimento de vetores transmissores de doenças.

O conhecimento gerado também terá grande relevância para a sociedade, no que tange uma possível exposição dos resultados obtidos bem como as recomendações para melhor gestão dos RSU na região Norte do Brasil. Além disso, prevê-se potencializar a formação de recursos humanos qualificados na área de recursos renováveis e biocombustíveis.

REFERÊNCIAS

BIAGINI, E., LIPPI, F., PETARCA, L., TOGNOTTI, L. Devolatilization rate of biomass and coal-biomass blends: an experimental investigation. *Fuel*, 81, p.1041-1050, 2002.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 12 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRIDGWATER, A. V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass and Energy*, v.1, p.1 – 27, 2011.

CORTEZ, C. L. Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores para a geração de energia. **2011. 246p.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

FIGUEIREDO, A. L. Pirólise termoquímica de pós da fibra de coco seco em um reator de cilindro rotativo para produção de bioóleo. 2011. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia do Petróleo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

GOMEZ, E. O. Estudo da pirólise rápida de capim elefante em leito fluidizado borbulhante mediante caracterização dos finos de carvão. 2002. 103 f. Tese (Rese de Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2002.

JARAMILLO, J. Guía para el diseno, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. 1. Ed. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima, 2007.

PEDROZA, M. M., SOUSA, J. F., VIEIRA, G. E. G., BEZERRA, M. B. D., Characterization of the products from the pyrolysis of sewage sludge in 1 kg/h rotating cylinder reactor. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, v. 105, p. 108-115, 2014.

SHEN, L., ZHANG, D. An experimental study of oil recovery from sewage sludge by low-temperature pyrolysis in a fluidised-bed. *Fuel*, 82, p.465 -476, 2003.

VIEIRA, G. E. G., ROMEIRO, G. A., SELLA, S. M., DAMASCENO, R. N., PEREIRA, R. G. Low temperature conversion (LTC) – An alternative method to treat sludge generated in an industrial wastewater treatment station – Batch and continuous process comparison. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 1544 – 1547, 2009.