



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## DIAGNÓSTICO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS COM POTENCIAL ENERGÉTICO NO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO

João Vitor Horacio da Silva<sup>1</sup>; Amir Prudente Bittar<sup>2</sup>; Juan Carlos Valdés Serra<sup>3</sup>; Joel Carlos Zukowski Junior<sup>4</sup>

---

### RESUMO

O incentivo ao consumo e a produção em grande quantidade pela sociedade, gera exageros de resíduos sólidos urbanos e agrícolas, que em alguns casos podem ser utilizados para a geração de energia ou a substituição energética por uma fonte renovável. Neste sentido e visando reduzir os resíduos dos aterros sanitários municipais e gerar energia, este trabalho tem por objetivo diagnosticar as fontes geradoras de resíduos de origem madeireira e também a utilização dos resíduos de poda e jardinagem para a produção de briquetes com fins energéticos.

**Palavras-chave:** briquete; biomassa; resíduos.

### DIAGNOSIS OF RECLAIMING WASTE WITH POTENTIAL ENERGY IN THE MUNICIPALITY OF PALMAS-TO

#### ABSTRACT

The stimulation of consumption and production in large quantities by the company, generating hype of municipal solid waste and agriculture, which in some cases can be used to generate energy or energy substitution by a renewable source. In this sense and to reduce the waste from municipal landfills and generate energy, this study aims to diagnose the sources of origin of wood residues and also the use of pruning and garden waste to produce briquettes for energy purposes.

**Key - words:** briquette; biomass; waste

---

Trabalho recebido em 08/12/2010 e aceito para publicação em 19/07/2011

---

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Ambiental na (UFT) Fundação Universidade Federal do Tocantins. Endereço para correspondência: Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia - Av.: NS 15 ACNO 14, 109 Norte, Bloco II, Sala 5, Caixa Postal 114, CEP 77001-072, Palmas – TO, Brazil. Tel +55 63 32328007; Fax +55 63 32328007; e-mail: jvhoracio@uft.edu.br

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Ambiental na (UFT) Fundação Universidade Federal do Tocantins. e-mail: amirpb@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Oriente, Santiago de Cuba – Cuba. Mestrado e Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é Professor Doutor adjunto IV da Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT). e-mail: juancs@mail.uft.edu.br

<sup>4</sup>Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (1995) e doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Atualmente é professor adjunto no Centro universitário luterano de Palmas mantido pela Universidade Luterana do Brasil. e-mail: zukowski@mail.uft.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

O território brasileiro é um grande produtor florestal e agrícola devido à sua extensa área para cultivo, à possibilidade de implantação de diferentes culturas, à posição no globo favorável à intensa radiação durante o ano, ao clima tropical, além de imensurável biodiversidade e alta tecnologia, o que o coloca em posição privilegiada no ramo das ciências agrárias (PAULA, 2010).

Neste contexto, o país se tornou um dos maiores produtores de madeira e produtos agrícolas e é chamado por muitos de “celeiro do mundo”. No entanto, essa grande produção também gera grande quantidade de resíduos, os quais podem causar graves problemas ambientais (PAULA, 2010).

O termo resíduo, geralmente, é associado à idéia de lixo, porém, segundo Demajorovic (1995), resíduos sólidos diferenciam-se do termo lixo, pois este último não possui nenhum tipo de valor, referindo-se ao que deve ser descartado. Resíduos são aqueles que possuem valor econômico agregado, por possibilitarem seu reaproveitamento.

Segundo Vale & Gentil (2008), resíduo pode ser definido como todo material descartado nas atividades de um processo produtivo, podendo tornar-se um risco para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a sociedade.

Porém, eles podem deixar de ser um risco e passar a gerar lucro, sendo os resíduos da biomassa transformados em matéria prima para diversos outros processos, reduzindo o preço e a demanda do produto principal.

A biomassa sempre foi e continuará sendo uma importante fonte de energia para a humanidade. Ela é a forma natural de armazenar uma fração da energia solar incidente no planeta, e até mesmo os combustíveis fósseis são originários da biomassa. O desafio da humanidade é buscar soluções para usar de forma cada vez mais eficiente esse recurso natural (MCT, 2005).

A biomassa e seus resíduos são combustíveis sólidos que podem ser utilizados diretamente na condição em que se encontram, sob controle de umidade; podem ser transformados por processos mecânicos em partículas menores, como cavacos ou, mesmo, serragem ou, ainda, adensados na forma de briquetes (VALE & GENTIL, 2008).

Os briquetes são constituídos através da briquetagem que é uma das alternativas tecnológicas para o melhor aproveitamento dos resíduos de biomassa, consistindo num processo de trituração e compactação que utiliza elevadas pressões para transformar os referidos resíduos em blocos, os quais possuem melhor potencial de geração de calor (energia) em relação

aos resíduos in natura. (ALVES JUNIOR *et al.*, 2003)

Segundo Quirino (1987), todo briquete é um combustível, ou seja, é um material cuja queima é utilizada para produzir calor, energia ou luz. A queima ou combustão é uma reação química de óxido-redução na qual os constituintes do combustível se combinam com o oxigênio do ar. Para iniciar a queima de um combustível é necessário que ele atinja uma temperatura definida, chamada de temperatura de ignição. O poder calorífico de um combustível é dado pelo número de calorias desprendidas na queima do mesmo e os combustíveis são classificados segundo o estado em que se apresentam (sólido, líquido ou gasoso).

O processo de briquetagem ou a transformação de resíduos em briquetes consiste na trituração da madeira (moagem) e posterior compactação a elevadas pressões, o que provoca a elevação da temperatura do processamento na ordem de 100°C. O aumento da temperatura provoca a "plastificação" da lignina, substância que atua como elemento aglomerante das partículas de madeira. Para que esta aglomeração tenha sucesso, necessita da presença de uma quantidade de água, compreendida entre 8 a 15% de umidade, e que o tamanho das partículas esteja entre 5 a 10mm. O produto final deste processo tem formato

de blocos (tijolos = "brick"), ou cilindros compactados, sendo uma excelente fonte de energia, usada já há algum tempo na indústria, apresentando inúmeras vantagens em relação à lenha tradicional além de dar uma destinação ambientalmente correta aos resíduos (ALVES JUNIOR *et al.*, 2003).

Os briquetes têm um poder calorífico duas vezes maior do que o da lenha, com o espaço de armazenagem reduzido, possibilitando assim a manutenção de estoques reguladores e de emergência. O processo de briquetagem utiliza resíduos após a moagem, por isso este processo pode ser desenvolvido usando-se de diversos tipos de resíduos agrícolas, industriais e urbanos. Em princípio, todos os resíduos agro-industriais ligno-celulósicos podem ser usados na fabricação de briquetes (BRIQUETES, 2001).

Alves Junior & Santos (2002) afirmam que a utilização da biomassa através de briquetes pode resultar num modelo que dê sustentabilidade a um sistema empresarial urbano e rural, garantindo a autonomia energética de uma pequena comunidade, funcionando como um fator de desconcentração de renda e descentralização do poder, visto que a capacidade produtiva de uma região está intimamente ligada ao potencial energético.

A utilização de resíduos de biomassa vegetal para fins energéticos já é uma realidade. Porém, para afirmar e indicar determinado material como bom gerador de energia, é necessário caracterizá-lo por meio de análises químicas e da determinação de seu valor calórico. Diante deste contexto este trabalho teve como objetivo, o estudo da viabilidade da produção de briquetes através do aproveitamento dos resíduos de madeira, resíduos de poda e jardinagem gerados no município de Palmas-TO, bem como a avaliação do potencial energético destes resíduos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi feito um levantamento das indústrias e comércio junto a Federação das Indústrias do Estado do Tocantins (FIETO) e a Federação do Comércio do Estado do Tocantins (FECOMERCIO), visando buscar informações quanto ao mercado consumidor de biomassa como fonte energética, destacando: o setor alimentício (panificação, pizzarias e restaurantes típicos) e o setor de cerâmica estrutural e também do mercado gerador de resíduos com potencial energético (serragem) tais como: indústrias moveleiras, madeireiras e serrarias. Foi feito também o levantamento da geração dos resíduos de poda e jardinagem, junto a

Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos.

Também foram realizadas visitas técnicas às empresas consumidoras de biomassa, aplicando questionário, com indagações sobre a produção, regime de trabalho, número de funcionários e o consumo de combustíveis no processo produtivo entre outros, com o intuito de coletar dados estatísticos sobre biomassa e seu mercado consumidor na região.

### 2.1 Biomassa como fonte de energia

São chamados de Biomassa todos os organismos biológicos que podem ser aproveitados como fontes de energia: lenha e carvão vegetal, alguns óleos vegetais (amendoim, soja, dendê), a cana-de-açúcar, a beterraba (dos quais se extrai álcool), o biogás (produzido pela biodegradação anaeróbica existente no lixo e dejetos orgânicos) etc. (CARIOCA & ARORA, 1984).

Segundo Staiss & Pereira (2001), a biomassa pode ser transformada, pelas diferentes tecnologias de conversão, em biocombustíveis sólidos, líquidos ou gasosos e, finalmente, nos produtos finais: energia térmica, mecânica e elétrica. Se a biomassa for queimada de modo eficiente, há produção de dióxido de carbono e água. Portanto, o processo é cíclico e por este motivo a biomassa é considerada um recurso renovável.

A Biomassa para briquetagem é formada pela combinação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera e água (H<sub>2</sub>O), absorvida pelas raízes das plantas na fotossíntese clorofiliana, que produz os hidratos de carbono (CH<sub>2</sub>O). Através da reação química básica: fóton+CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O → (CH<sub>2</sub>O)+O<sub>2</sub>, a energia solar é armazenada nas ligações químicas dos componentes estruturais da biomassa (VASCONCELOS, 2002).

## 2.2 Poda

Esses resíduos são produzidos esporadicamente e em quantidade variada. Como exemplos têm-se a folhagem de limpeza de jardins, os restos de poda, dentre outros.

Podar uma árvore é segundo Ferreira, (1993), desbastar ou aparar ramos de plantas; cortar as ramas inúteis das árvores. Nos logradouros municipais ela é feita geralmente com objetivos de embelezamento e para minimizar a altura dos galhos, evitando que se encostem aos fios ou veículos.

## 2.3 Resíduos do processamento da madeira

De acordo com Ribeiro & Machado (2005), a madeira é um importante insumo que vem sendo valorizado ao longo das últimas décadas, devido a ampliação de seu uso e a escassez nas regiões tradicionalmente consumidoras.

Todo processo de transformação da madeira gera resíduos em menor ou maior quantidade, segundo Ribeiro & Machado (2005) somente 40% a 60% do volume total da tora é aproveitado.

Segundo a pesquisa da Sociedade Brasileira de Silvicultura – SBS (2008), a produção de madeira em tora de florestas plantadas para uso industrial no Brasil, foi aproximadamente, 153 milhões de m<sup>3</sup>. Houve um aumento de aproximadamente 0,8% em relação ao ano anterior, gerando então, cerca de 76 milhões de m<sup>3</sup> de resíduos.

Em determinados setores, Santiago & Andrade (2005), citado por (PAULA, 2010), o desperdício de madeira na utilização para fins energéticos pode atingir dimensões maiores podendo chegar a 70% da massa original disponível, isso devido ao mau dimensionamento de equipamentos (fornalhas, fogões, fornos, etc.) ao despreparo dos operadores ou, ainda, à inexistência de meios eficazes que possibilitem o aproveitamento integral do material lenhoso.

## 2.4 Poder calorífico

O poder calorífico define-se como a quantidade de energia na forma de calor liberada pela combustão de uma unidade de massa da madeira (JARA, 1989). No Sistema Internacional o poder calorífico é expresso em joules por grama ou

quilojoules por quilo, mas pode ser expresso em calorias por grama ou quilocalorias por quilograma, segundo Briane & Doat (1985).

O poder calorífico divide-se em superior e inferior. O poder calorífico superior é aquele em que a combustão se efetua a volume constante e no qual a água formada durante a combustão é condensada e o calor que é derivado desta condensação é recuperado (BRIANE & DOAT, 1985). O poder calorífico inferior é a energia efetivamente disponível por unidade de massa de combustível após reduzir as perdas com a evaporação da água (JARA, 1989).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto ao mercado consumidor, verificou-se que diversos setores da economia do município utilizam combustível sólido como principal fonte energética, podendo-se destacar: as pizzarias e setor de cerâmica estrutural.

O poder calorífico encontrado para os materiais estudados se apresentaram bastante relevantes, assim como nos briquetes por eles constituídos, onde, por meio da compactação e aumento da temperatura, ocorre a “plastificação” e conseqüente aumento do poder calorífico. O poder calorífico dos briquetes pode atingir valores superiores em até três vezes o dos combustíveis normalmente

empregados, como a lenha nativa proveniente da região em questão.

Para efeito de comparação, verificou-se na literatura que o pó de serra apresenta PCS de, aproximadamente, 4.880 Kcal/kg, e o resíduo de poda 3.500 Kcal/kg. Estes valores de PCS são considerados elevados, motivo pelo qual, biomassas como o resíduo de poda e o pó de serra, vêm cada vez mais substituindo a lenha como fonte de energia alternativa.

Além do aumento do potencial energético, os briquetes proporcionam maior facilidade e vantagem no que tange a transporte, manuseio e estocagem. Vantagens como estas favorecem o uso destes combustíveis em empreendimentos com espaço mais restrito, como pizzarias e panificadoras. Paralelamente, indústrias, como as do setor ceramista, que requisitam de grandes quantidades de combustíveis para queima em seus fornos, são favorecidas pela diminuição do custeio com transporte, seja pelo menor volume ocupado pelos briquetes nos caminhões transportadores ou pela localização da usina de briquetagem em suas próprias instalações.

Com relação ao mercado consumidor de combustíveis (lenha) para queima no município de Palmas-TO, segundo dados fornecidos pelas federações das indústrias e comércio do referido estado, encontrou-se principalmente

indústrias de cerâmica estrutural (cinco empreendimentos) e pizzarias (vinte e um estabelecimentos). Demais estabelecimentos potencialmente consumidores, como panificadoras e algumas pizzarias, não se enquadram na classe por possuírem, em substituição aos fornos à lenha, o uso de fornos movidos a GLP (gás de cozinha).

A quantidade de empreendimentos consumidores reflete a quantidade de lenha consumida, com o agravante de grande parte ter origem nativa e ilegal, além de confirmar a viabilidade da produção e uso de briquetes, evitando situações como a anteriormente descrita.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aliado à demanda do mercado consumidor do município está a presença de empreendimentos geradores de resíduos de madeira (serragem), os quais são usados como matéria prima na produção de briquetes. Obtém-se matéria prima, também, da geração de resíduos de poda, a qual é realizada pela prefeitura, tendo como destino final o aterro da capital.

Com o fechamento do ciclo de matéria prima e demanda de consumo, prova-se a viabilidade da produção de briquetes na região de Palmas-TO. Com isso, é possível obter um destino nobre para materiais antes considerados inutilizáveis e, assim, evitar a exploração

indevida dos recursos florestais da região para o fornecimento de combustível (lenha) para estabelecimentos consumidores.

#### 5. REFERENCIAS

- ALVES JUNIOR, F. T., SANTOS, G. A. Potencial de geração de biomassa para briquetagem e o perfil do mercado consumidor deste insumo na região do Cariri-CE. In: II Congresso Ibero-Americano de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Florestais & I Seminário em Tecnologia da Madeiras e Produtos Florestais Não-Madeiráveis, **Anais...FUPEF**, Curitiba, 2002
- ALVES JUNIOR, F.T.; GUIMARÃES, J.L.S.; SANTOS, G.A.; LEITE, A.M.F.; BARROS, G.D.T. Utilização de biomassa para briquetagem como fonte de energia alternativa e a disponibilidade deste recurso na região do Cariri-CE. **XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção** - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.
- BRIANE, D.; DOAT, J. **Guide technique de la carbonisation: la fabrication du charbon de bois**. Aix-en-Provence, ÉDISUD, 1985. 180p.
- BRIQUETES (2001) - Disponível em: <http://www.briquetes.com.br>. Acesso em: 25 out. 2010.
- CARIOCA, J. O. B. & ARORA, H. L. **Biomassa: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. UFC, Fortaleza, 1984.
- DEMAJORIVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de

- gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v35, n 3m p88-93, 1995.
- PAULA, L. E. R. **Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos**. 2010. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG
- FERREIRA, A. B. H. **Dicionário da língua portuguesa**. 3ª. Ed. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1993.
- GONÇALVES, J.E. Caracterização química e energética de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia, “Energia na Agricultura”) Universidade Estadual Paulista – Botucatu, 2006.
- JARA, E.R.P. **O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 1989. (Comunicação Técnica, 1797)
- QUIRINO, W.F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Brasília: LPF/IBAMA, 2003. 14p.
- VALE, A.R.; GENTIL, L.V. Produção e uso energético de biomassa e resíduos agroflorestais. In: **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro III**. Rio Branco: Suprema, 2008. P. 195 – 241.
- VASCONCELLOS, G. F. **Biomassa: A eterna energia do futuro**. SENAC, São Paulo, 2002.
- STAISS, C.; EREIRA, H. Biomassa: energia renovável na agricultura e no sector florestal. **Agros**, Lisboa, 2001. Disponível em: <<http://aewww.isa.utl.pt/agros/pdf/biomassa.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2010.