

## RESULTADOS PRELIMINARES DA AVALIAÇÃO DE FONTES DE MATERIAIS VEGETAIS PARA PRODUÇÃO DE BRIQUETES NA REGIÃO DO VALE DO AÇU-RN

R. C. Florêncio<sup>1</sup>; S. S. da Silva<sup>2</sup>; J. J. de Araújo<sup>3</sup> e S. C. L. Santos<sup>4</sup>  
E-mail: menia-cabral.2009@hotmail.com<sup>1</sup>; sis\_saynara@hotmail.com<sup>2</sup>; julio.araujo@ifrn.edu.br<sup>3</sup> e saint.lira@ifrn.edu.br<sup>4</sup>

### RESUMO

O presente trabalho está sendo desenvolvido no IFRN, Campus Ipangaçu com o objetivo de desenvolver tecnologias para produção de briquetes a partir de materiais vegetais disponíveis na região do Vale do Açu-RN. Através de uma briquetadeira de bancada, pesquisas são realizadas visando criar tecnologias voltadas para a operacionalização da biofábrica de briquetes que está sendo implantada no referido Campus. Nessa fase do trabalho foram analisadas as seguintes espécies vegetais: algarobeira e materiais provenientes das podas das mangueiras e determinado seus respectivos teores de

matéria seca em estufa a 65°C até peso constante, determinação do teores de umidade e determinação da densidade global. Verificou-se que nas amostras de algarobeira, quando submetidas à pressão de 150 bares, apresentou umidade excessiva, necessitando, portanto de permanecer mais tempo na estufa e que a densidade dos briquetes submetidos à temperatura de 100°C e as pressões de 100 e 150 bar, não apresentaram diferenças significativas, possivelmente, em função do alto teor de umidade e do tamanho dos fragmentos maiores que 10 mm.

**PALAVRAS-CHAVE:** avaliação de materiais, biomassa, briquetes

## PRELIMINARY ASSESSMENT OF SOURCES OF PLANT MATERIALS FOR PRODUCTION BRIQUETTES IN THE REGION OF THE VALLEY AÇU-RN

### ABSTRACT

In This work is being developed in IFRN Campus Ipangaçu aiming to develop technologies for the production of briquettes from plant materials available in the Vale of Açu-RN. Through a briquetter bench, surveys are conducted to create technologies for the operationalization of biofactory briquettes being deployed in that campus. In this phase of the study analyzed the following plant species: mesquite and materials from pruning hoses and determined their dry matter

contents in an oven at 65 ° C to constant weight, determination of moisture content and bulk density determination. It was found that the samples mesquite, when subjected to a pressure of 150 bars, showed excessive moisture, therefore required to stay longer in the oven and the density of the briquettes subjected to a temperature of 100 ° C and pressures of 100 and 150 bar, showed no significant differences, possibly due to the high moisture content and size of fragments larger than 10 mm.

**KEYWORDS:** evaluation of materials, biomass, briquettes

## 1 INTRODUÇÃO

A floresta, no decorrer da história, ofereceu ao homem múltiplas possibilidades de uso, embora seu potencial madeireiro tenha sido o mais explorado ao longo dos séculos, dando suporte a economias locais, nacionais e internacionais, inúmeros outros produtos e subprodutos tiveram, e ainda tem significativa importância econômica e sociocultural.

As florestas já foram o “espaço total”, o sustentáculo da economia, mas, com o aumento da população e o conseqüente aumento da necessidade de alimentos, os homens e as mulheres perceberam que, ateando fogo nas áreas onde cresciam florestas, era possível fazer agricultura, cultivar alimentos e criar animais.

Ainda hoje, é este o panorama geral de ocupação dos territórios pelas civilizações humanas: a agricultura disputa espaço com as áreas florestais. No Brasil, já vivemos fases de exploração e extermínio de magníficas florestas. Nossas florestas da Mata Atlântica e da Caatinga, do Cerrado e da Amazônia e nossas Araucárias foram e vêm sendo derrubadas para dar espaço à agricultura, à pecuária, à exploração mineral, à ocupação humana e a outros fins, em verdadeiros ataques aos complexos florestais. Nos dias atuais, na Amazônia Oriental já chegou a explorar mais de 300 espécies florestais, que são extraídas para a produção de madeira.

A maior reserva de carnaubeira do Estado do Rio Grande do Norte, localizada no Vale do Açu, foi fortemente devastada durante o período de 1990 a 2000, para dar lugar aos grandes projetos da fruticultura irrigada. As áreas de várzeas formadas por solos Neossolos Flúvicos, onde tradicionalmente existiam os carnaubais, ocorreu uma diminuição expressiva ao longo dessa década, da extração de cera de carnaúba e, ao mesmo tempo, um aumento na quantidade produzida de banana (ALBANO & SÁ, 2009).

A madeira do sabiá é indicada para a produção de carvão vegetal, em função das suas boas características físico-químicas. O carvão tem alto poder calorífico, destacando-se o seu elevado rendimento gravimétrico (32,04 %), baixo teor de cinza (1,71 %) e alto rendimento em carbono fixo (25,40 %) (GONÇALVES et al., 1999). A sabiá além de sua potencial produção de madeira e como forrageira de excelente qualidade destaca-se por ser uma planta xerófila, com alta resistência a seca e também, mostrou-se muito tolerante aos períodos de inundações do Vale do Açu, conforme se constatou durante o projeto de revegetação da TERMOAÇU/IFRN, no município do Alto do Rodrigues-RN, que no ano de 2009, após transplântio para o local definitivo, resistiu à inundação por um período de aproximadamente 30 dias.

Analisando o estado atual da caatinga nativa no semiárido nordestino, percebe-se o avanço da degradação pelo desmatamento e retirada de lenha, principalmente para as cerâmicas, olarias e fabricação de carvão. A biomassa florestal responde por 35% da energia utilizada pelas indústrias nos estados da região nordeste (CAMPELLO et al., 1999).

Uma das formas de minimizar o desperdício e a pressão sobre o ambiente se dá por meio do aproveitamento dos resíduos. Nesse contexto, destaca-se a briquetagem, processo no qual se utiliza resíduos lignocelulósicos, como serragem, maravalha, casca de arroz, palha de milho,

sabugo, bagaço de cana, entre outros, no qual depois de compactados, possibilita seu aproveitamento como matéria-prima na substituição da lenha por um produto equivalente (SCHUTZ et al., 2010).

O presente trabalho teve por objetivo desenvolver no IFRN, Campus Ipanguaçu, tecnologias para produção de briquetes a partir de materiais vegetais disponíveis na região do Vale do Açu-RN. Foram desenvolvidos trabalhos de identificação das espécies vegetais com potencial de fornecimento da matéria prima para fabricação dos briquetes, visando determinar o rendimento de briquetes, em função das fontes de matéria prima existentes. Durante o processo de fabricação do carvão ecológico (briquete), foi feita a determinação do percentual que cada espécie vegetal fará parte da composição e se a exploração apresenta viabilidade técnica, econômica, social e ambiental. Com a existência da briquetadeira de bancada, foram determinados vários parâmetros técnicos para produção dos briquetes, como: teor de umidade, temperatura e pressão.

A pesquisa visou contribuir com informações tecnológicas para o funcionamento da biofábrica de briquetes que está sendo implantada no IFRN Campus Ipanguaçu, que aliado ao desenvolvimento integrado do ensino, pesquisa e extensão, contribuirá também, para apoiar e incentivar a criação de empresas incubadas, fomentando assim, a cultura empreendedora e contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região, principalmente do setor responsável pelo parque ceramista do Vale do Açu-RN.

Os dados são preliminares, por não ter sido feito ainda estudos como um número maior de materiais possíveis, conforme previsto no projeto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos gerais da briquetagem

A produção de briquetes pode ser afetada por diversos fatores, tais como a temperatura, pressão, tamanho das partículas e umidade do material (QUIRINO, 1991).

A compactação da biomassa apresenta várias vantagens, entre elas, o aumento do conteúdo calorífico do material por unidade de volume, maior facilidade para manipulação, transporte e armazenamento dos briquetes, a homogeneidade de forma e a granulometria melhoram a eficiência de queima, sendo uniforme e de qualidade (VILAS BOAS, 2011). Além disso, a briquetagem ajuda a resolver problemas de disposição de resíduos (BHATTACHARYA, 2004). Segundo Quirino (1991), a baixa umidade e a elevada densidade reduzem a biodegradação dos resíduos briquetados.

### 2.2 Vantagens e desvantagens da briquetagem

Comparado à lenha, o briquete apresenta muitas vantagens, pois sua densidade energética e seu baixo teor de umidade (8 a 12 %) o farão sempre superior à lenha (25 a 35 % de teor de umidade). Por causa da maior densidade e do maior poder calorífico, a estocagem terá mais

energia por unidade de volume, reduzindo os pátios de estocagem e a dimensão dos equipamentos de queima (SILVA, 2007).

### 2.3 Informações técnicas para o processo da briquetagem

A briquetagem consiste na aplicação de pressão a uma massa de partículas, com ou sem adição de ligante, e com ou sem tratamento térmico posterior. No caso do carvão vegetal, usa-se, geralmente, um ligante, que pode ser de várias naturezas, porque esta é a maneira mais econômica de compactá-lo. O processo exige bons conhecimentos sobre as forças coesivas entre os sólidos, adesividade do ligante, comportamento reológico do conjunto partícula-ligante e, fundamentalmente, propriedades físicas das partículas, química de superfície e mudanças físicas e químicas durante o processo de aquecimento, (SALEME, 2006).

Segundo a STCP (2013), existem diversas formas de aproveitar os resíduos da madeira, dentre elas a briquetagem. A densificação do resíduo através do processo de briquetagem consiste na compactação a elevadas pressões, o que provoca a elevação da temperatura do processo da ordem de 100 °C. O aumento da temperatura provocará a "plastificação" da lignina, substância que atua como elemento aglomerante das partículas de madeira. Isto justifica a não utilização de produtos aglomerantes (resinas, ceras, etc.). Para que a aglomeração tenha sucesso, é necessária uma quantidade de água, compreendida de 8% a 15% e que o tamanho da partícula esteja entre 5 e 10 mm. O diâmetro ideal dos briquetes para queima em caldeiras, fornos e lareiras é de 70 mm a 100 mm, com comprimento de 250 a 400 mm. Outras dimensões (diâmetro de 28 a 65 mm) são usadas em estufas, fogões com alimentação automática, grelhas, churrasqueiras etc. Quando se dispõe de resíduos com estas características, a fabricação de Briquetes é muito rentável (40 a 60 kWh/t), (MAGOSSO, 2007).

O briquete é utilizado na produção de energia, na forma de calor, em caldeiras, fornos, churrasqueiras, lareiras, etc. Cerca de 30 kg de briquetes geram energia equivalente a 100 kWh/mês de energia elétrica convencional, (MAGOSSO, 2007). Alternativa atual de energia, com os altos preços dos combustíveis, e a preocupação com o meio ambiente, o briquete se tornou uma solução prática e viável com um ótimo custo - benefício, trazendo uma ótima economia, rentabilidade e garantia no fornecimento, segundo o Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR, (2005).

Acredita-se que o briquete fino de carvão vegetal possa vir a representar uma opção real para geração de energia no Brasil. Com isso, poderia ser aumentado de modo significativo o papel da biomassa como fonte energética, que, em nosso país, é reconhecida como potencialmente bastante expressiva.

Durante a briquetagem, os resíduos são densificados utilizando na maioria das vezes temperatura e pressão. De acordo com CHEN et al. (2009), o aumento da temperatura faz com que a lignina se torne plástica e atue como ligante natural das partículas durante a compactação. Segundo KALIYAN & MOREY (2009), além da lignina, as proteínas, amido, gorduras e carboidratos solúveis também são adesivos naturais da biomassa. A presença desses componentes justifica a não utilização de aglomerantes artificiais para a briquetagem.

## 2.4 Vantagens e desvantagens da briquetagem

O tamanho das partículas é um fator importante, pois interfere na durabilidade dos briquetes. As partículas maiores afetam o processo de compactação, pois são pontos de rachaduras e fissuras no produto final (KALIYAN e MOREY, 2009).

O processo de briquetagem diminui expressamente o volume da matéria-prima. Esta característica é muito importante para materiais de baixa densidade, que, no entanto, demandam maior energia no processo de compactação. Já os materiais com densidade mais alta não seriam de interesse para briquetagem devido ao pouco ganho na densificação destes materiais. Uma possibilidade para equilibrar as densidades de cada material seria a fabricação de briquetes através da mistura entre os resíduos com densidades diferentes. A proporção de mistura entre os resíduos deve levar em consideração, além das características energéticas e mecânicas do briquete, a menor geração de cinzas e a emissão de gases poluentes durante a combustão (RODRIGUES, 2010).

No processo de briquetagem, são aplicadas pressões que ocasionam a elevação da temperatura da ordem de 100 a 150 °C pelo atrito entre as partículas. O aumento da temperatura provoca a plasticização da lignina, substância que atua como elemento aglomerante das partículas de madeira. Para a aglomeração das partículas, é necessário que a umidade dos resíduos esteja entre 8 e 15 % e o tamanho das partículas entre 5 e 10 mm (LIPPEL, 2013).

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa está sendo desenvolvido no IFRN – Campus Ipangaçu, onde através de uma briquetadeira de bancada, pesquisas são realizadas visando criar tecnologias voltadas para a operacionalização da biofábrica de briquetes que está sendo implantada no referido Campus. Considerando que na região existem diversas fontes de matérias primas com potencialidades para atender a demanda requerida pela biofábrica, serão testados percentuais das matérias vegetais na composição do briquete. Nessa fase do trabalho foram analisadas as seguintes espécies vegetais: algarobeira e materiais provenientes das podas das mangueiras.

O projeto está sendo desenvolvido em duas etapas. Durante essa primeira etapa foi determinado o teor de matéria seca em estufa a 65°C até peso constante e determinação do teor de umidade dos materiais estudados (100 % algarobeira e 100 % podas de mangueiras).

Após a secagem e analisados os parâmetros já mencionados, foi iniciada a segunda etapa, onde o material da algarobeira foi levado para a briquetadeira de bancada, na qual os tratamentos com 100 % de algarobeira, foram submetidos a temperatura de 100° C, combinado com escalas de pressões correspondentes a 100 e 150 bar, totalizando 02 tratamentos e cada tratamento terão 04 (quatro) repetições. Após o briquete pronto foi feita a determinação da densidade e armazenado para depois da conclusão dos outros tratamentos, serem encaminhados para o laboratório da Embrapa Solos no Rio de Janeiro, para determinar o poder calórico.

Foi realizada a coleta de galhos da algarobeira e colocados em estufa a 65°C, durante 72 horas, para determinação do teor de umidade, conforme Tabela 01. Os galhos antes de serem colocados para secagem foram picotados com facão em pedaços com tamanho médio de 1,5 a 2,0 cm. Após a secagem as amostras foram submetidas ao processo de fabricação dos briquetes, utilizando-se um volume de 250 ml para fabricação de cada briquete.

Durante os processos de fabricação, os briquetes foram submetidos à temperatura de 100°C, combinado com escalas de pressões correspondentes a 100 e 150 bar e cada tratamento com 04 repetições, conforme Tabelas 03 e 04.

Os equipamentos utilizados foram: estufa, balança digital, briquetadeira de bancada, máquina desintegradora de galhos e máquina forrageira com ciclone.

## 4 RESULTADOS

A seguir são apresentados nas tabelas os dados das variáveis avaliadas nos materiais estudados. Comparações com a literatura não foram possíveis em função de não ter se verificado estudos que permitissem uma confrontação.

### 4.1 Determinação do teor de umidade

Tabela 01 – Resultados de poda de algarobeira (Amostra úmida)

AMOSTRA	MU (g)	MSest (g)	U (%)
1	614	360	70,56
2	600	344	74,42
3	410	238	72,27
4	550	315	74,60
MÉDIA			72,96

MU – massa úmida; MSest – massa seca em estufa a 65°C por 72 horas; U (%) – teor de umidade

Foi realizada a coleta proveniente de galhos de podas de mangueira, que depois de totalmente seco ao ar, foi colocado em estufa a 65°C, durante 72 horas, para determinação do teor de umidade, conforme Tabela 02.

Tabela 02. Resultados de poda de mangueira (Amostra seca ao ar)

AMOSTRA	MSar (g)	MSest (g)	U (%)
1	550	450	22,22
2	520	435	19,54
3	580	460	26,09
4	555	453	22,07
MÉDIA			22,48

MSar – massa seca ao ar; MSest – massa seca em estufa a 65°C por 72 horas; U (%) – teor de umidade.

## 4.2 Densidades dos briquetes

**Tabela 03. Algarobeira submetida à temperatura de 100°C e pressões de 100 bar**

AMOSTRA	MSest (g)	Pressão 100 bar				Dg (g/cm <sup>3</sup> )
		h - Altura Briqueite (cm)	d - Diâmetro briqueite (cm)	a - Área (cm <sup>2</sup> )	Volume briqueite (cm <sup>3</sup> )	
1	45,00	5,30	3,40	9,07	48,10	0,94
2	30,00	3,80	3,30	8,55	32,48	0,92
3	35,00	4,50	3,40	9,07	40,84	0,86
4	60,00	7,90	3,30	8,55	67,53	0,89
MÉDIA	42,50	5,38	3,35	8,81	47,24	0,90

**Tabela 04. Algarobeira submetida à temperatura de 100°C e pressões de 150 bares**

AMOSTRA	MSest (g)	Pressão 150 bar				Dg (g/cm <sup>3</sup> )
		h - Altura Briqueite (cm)	d - Diâmetro briqueite (cm)	a - Área (cm <sup>2</sup> )	Volume briqueite (cm <sup>3</sup> )	
1	40,00	4,90	3,30	8,55	41,89	0,95
2	35,00	4,50	3,30	8,55	38,47	0,91
3	30,00	4,10	3,30	8,55	35,05	0,86
4	35,00	4,60	3,30	8,55	39,32	0,89
MÉDIA	35,00	4,00	3,30	8,55	38,68	0,90

## 5 CONCLUSÕES

- Verificou-se que nas amostras de algarobeira, quando submetidas à pressão de 150 bares, apresentou umidade excessiva, necessitando, portanto de permanecer mais tempo na estufa.
- Verificou-se que a densidade dos briquetes submetidos à temperatura de 100°C e as pressões de 100 e 150 bar, não apresentaram diferenças significativas, possivelmente, em função do alto teor de umidade e do tamanho dos fragmentos maiores que 10 mm.
- Verificou-se que a briquetadeira quando submetida à pressão maior ou igual a 150 bar, apresenta vazamentos nas conexões.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, G. P.; SÁ, A. J. de; Vale do Açu-RN: a passagem do extrativismo da carnaúba para a monocultura de banana. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n. 3, set/dez. 2009.

BHATTACHARYA, S. C. Fuel for thought, renewable energy word. **Renewable Energy World**, Oxford, v. 7, n. 6, p. 122 – 130, 2004.

- CAMPELLO, F. B.; GARIGLIO, M. A.; SILVA, J. A.; LEAL, A. M. A. **Diagnóstico florestal da região Nordeste**. Brasília: IBAMA/PNUD/BRA/93/033, 1999. 20p.
- GONÇALVES, C. de A.; FERNANDES, M. M.; ANDRADE, A. M. de. Celulose e carvão vegetal de *Mimosa caesalpiniaefolia* Bentham (sabiá). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 6, n. 1, p. 51-58, jan./dez. 1999.
- GONÇALVES, J. E. **Avaliação energética e ambiental de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis***. 2010. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu – SP. 2010.
- KALIYAN, K.; MOREY, R. V. Factores affecting strength and durability of densified biomass products. *Biomass & Bioenergy*. v. 33, n. 3, p. 337 – 359, USA, 2009.
- MAGOSSI, D. C. **A produção florestal e a industrialização de seus Resíduos na região de Jaguariaíva – Paraná**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Jaguariaíva – PR, 2007.
- PAULA, L. E. de R.; TRUGILHO, P. F.; REZENDE, R. N.; ASSIS, C. O. de; BALIZA, A. E. R. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. *Pesq. Flor. Bras.*, Colombo, v. 31, n. 66, p. 103-112, abr./jun. 2011.
- QUIRINO, W. F. **Briquetagem de resíduos ligno-celuloso**. Circular técnica do Laboratório de Produtos Florestais – LPF, v. 1, n. 2, p. 69-80, Brasília, 1991.
- RODRIGUES, V. A. J. **Valorização energética de lodo biológico da indústria de polpa celulósica através da briquetagem**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2010.
- SALEME, J. E. F. **Estudo básico para briquetagem do carvão vegetal**. Ouro Preto, Escola de Minas e Metalurgia, s.d. 2006. 19p.
- SCHUTZ, F. C. A.; ANAMI, M. H.; TRAVESSINI, T. Desenvolvimento e ensaio de briquetes fabricados a partir de resíduos lignocelulósicos da agroindústria. **Inovação e Tecnologia**. v. 1, n. 1, p. 1-8, 2010.