

CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DE BIOMASSAS AMAZÔNICAS

Genésio Batista Feitosa Netto

Graduando do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPA

Antonio Geraldo de Paula Oliveira

Mestrando do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPA

Hebert Willian Martins Coutinho

Graduando do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPA

Manoel Fernandes Martins Nogueira

Professor Adjunto IV do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPA

Gonçalo Rendeiro

Professor Adjunto IV do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPA

Resumo

Os sistemas isolados da Amazônia buscam uma alternativa a geração diesel. Dentre as energias renováveis, eventuais substitutas do petróleo, a biomassa é aquela capaz de fornecer grandes quantidades de energia tanto para transporte quanto para geração de eletricidade. Este trabalho apresenta os resultados da caracterização energética de 43 biomassas sólidas produzidas na Amazônia, através de análise imediata da biomassa seca (teor de voláteis, teor de carbono fixo e teor de cinzas), da determinação do poder calorífico superior e da densidade a granel. Essas informações são essenciais para a qualificação e quantificação do potencial energético disponível na biomassa residual amazônica.

Abstract

In order to assess the potentiality of Amazon biomasses to generate power, either to supply electric energy to the grid or as fuel to plants supplying power for off-grid location, data for their proximate analysis must be available. A literature review on the subject indicated a lack of information and data concerning typical Amazon rain forest species. This work aimed to characterize (proximate analysis) 43 Amazon species in order to evaluate the energy resource from woody biomass wastes in Amazon region. Higher Heating Value, Carbon, Volatile and Ash contents were measured in a dry basis. The measurements were performed obeying the following Brazilian standards, NBR 6923, NBR 8112, NBR 8633, NBR 6922.

1° - Introdução

Os sistemas isolados da Amazônia buscam uma alternativa a geração diesel. A biomassa vem ganhando espaço no cenário energético, pois dentre as fontes renováveis de energia ela possui potencial de suprir grandes quantidades de energia, a preços competitivos e com um mínimo de impacto ambiental, a qualificando como candidato preferencial a substituto energético para os combustíveis fósil (Silva, Rocha *et al.*, ; Rosilo-Calle e Bajay, 2000; Nogueira e Cruz, 2004). No Estado do Pará são processados aproximadamente 10,8 milhões de metros cúbicos de madeira por ano dos quais 3,6 milhões são economicamente viáveis de serem exploradas quando comparadas com a geração diesel perfazendo um total de geração anual de 160 MW médios (Pinheiro, Nunes *et al.*, ; Pinheiro, Rendeiro *et al.*, 2004).

Outra grande aplicação da biomassa é a produção de carvão vegetal fabricado a partir da lenha pelo processo de carbonização ou pirólise. O Brasil é o maior produtor mundial desse insumo energético. No setor industrial (quase 85% do consumo), o ferro-gusa, aço e ferro-ligas são os principais consumidores do carvão de lenha, que funciona como redutor (coque vegetal) e energético ao mesmo tempo. O setor residencial consome cerca de 9% seguido pelo setor comercial com 1,5%, representado por pizzarias, padarias e churrascarias (Infoener e Cenbio, 2006).

Essa qualificação e quantificação do potencial energético da biomassa só podem ser possíveis se estiver disponível os seus parâmetros energéticos (Tillman, 1991). Essa caracterização é feita com a medição do poder calorífico superior, dos teores de voláteis, cinzas e carbono fixo e densidade a granel. Este trabalho apresenta o resultado da caracterização energética de 43 espécies de biomassa da região amazônica realizadas no laboratório do grupo de Energia, Biomassa e Meio Ambiente – EBMA – da Universidade Federal do Pará para dar suporte a determinação do potencial energético de resíduos de biomassa.

2° - Metodologias Empregadas

A metodologia empregada será descrita separadamente para cada um dos ensaios realizados.

2.1 – Amostragem e Preparação das Amostras

A preparação das amostras foi feita obedecendo à norma 6923 (Carvão Vegetal Amostragem e Preparação da Amostra). Este procedimento foi utilizado na preparação das amostras a serem utilizadas nos ensaios de teor de voláteis, cinzas, carbono fixo e também nos ensaios de poder calorífico superior e de densidade a granel. A aparelhagem e materiais utilizados foram:

- Triturador, mostrado na Figura 1;
- Balança analítica com capacidade de 5 kg;
- Saco plástico para freezer com fecho (33 x 41cm), com etiqueta de identificação;
- Saco de ráfia.



Figura 1 – Triturador de amostras (a) Fechado (b) Detalhe local de colocação da amostra

2.2 Determinação do Poder Calorífico Superior (PCS).

Os ensaios de determinação do poder calorífico superior foram realizados obedecendo à norma. NBR 8633 (Carvão Vegetal Determinação do Poder Calorífico). Foi medido o poder calorífico superior em base seca da biomassa. A aparelhagem utilizada foi uma bomba calorimétrica digital (Modelo C2000 Control, Ike Werke), mostrada na Figura 2



Figura 2 – Bomba calorimétrica digital

2.3 Determinação do Teor de Voláteis.

Os ensaios de determinação do teor de voláteis foram realizados obedecendo à norma NBR 8112 (Carvão Vegetal – Análise Imediata). A aparelhagem e materiais utilizados foram:

- Forno (mufla vertical) com temperatura controlada até 1100° C Mod. VMF / ASTM (Carbolite) Figura 3;
- Cadinho de aço inox ou porcelana com tampa;
- Espátula de aço inox;
- Balança analítica com sensibilidade de 0,001 g;
- Cronômetro;
- Luva de kevlar;
- Avental de raspa;
- Pinça metálica de cabo longo;
- Recipiente de cerâmica;
- Suporte metálico para o cadinho;
- Placa de amianto.



Figura 3 – Forno mufla vertical

2.4 - Determinação do Teor de Cinzas

Os ensaios de determinação do teor de voláteis foram realizados obedecendo à norma NBR 8112 (Carvão Vegetal – Análise Imediata). A aparelhagem e materiais utilizados foram:

- Forno (mufla horizontal) com temperatura controlada até 1100° C (Modelo AAF 1100 Carbolite), mostrado na
-
- Cadinho de aço inox ou porcelana com tampa;
- Espátula de aço inox;
- Balança analítica com sensibilidade de 0,001 g;
- Luva de kevlar;
- Avental de raspa;
- Pinça metálica de cabo longo;
- Recipiente cerâmico;
- Bandeja com cabo do forno.



Figura 4 – Forno mufla

2.5 - Determinação do Teor de Carbono Fixo

Os ensaios de determinação do teor de voláteis foram realizados obedecendo à norma NBR 8112 (Carvão Vegetal – Análise Imediata). A aparelhagem e materiais utilizados foram os mesmos do item 2.4.

2.6 - Determinação da Massa Específica (Densidade à Granel)

Os ensaios de determinação da massa específica foram realizados obedecendo à norma NBR 6922 (Ensaio Físico Determinação da Massa Específica). Os materiais utilizados foram:

- Balança com capacidade máxima igual à 130 kg e precisão de 50 gramas;
- Caixa de paredes rígidas com as seguintes dimensões internas. 600x600x600 mm, e de massa conhecida.

3 - Resultados

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos através dos ensaios realizados com as diferentes espécies de biomassa.

Tabela 1: Propriedades das espécies de biomassas ensaiadas.

ID	Nome Comercial	Nome científico:	PCS (kcal/kg)	Carbono Fixo (%)	Teor de Voláteis(%)	Teor de Cinzas (%)	Densidade à Granel (kg/m3)
1	Acapu		4944,30	20,91	78,72	0,3745	250
2	Andiroba	<i>Carapa guianensis Aubl.</i>	4720,67	10,14	89,86	0,0002	290
3	Angelim		4183,33	15,13	70,01	14,8550	280
4	Angelim Pedra	<i>Hymenolobium spp.</i>	4739,40	17,15	81,56	1,2977	265
5	Angelim vermelho	<i>Dinizia excelsa</i>	4881,00	20,34	79,61	0,0457	250
6	Bambu		4533,67	17,78	81,34	0,8777	267
7	Breo		4756,20	14,19	85,62	0,1900	259
8	Buchas trituradas de dendê		4142,40	15,23	72,86	9,9105	298
9	Cacho seco de amêndoa		4622,67	16,60	80,55	2,8533	200
10	Caroço de açaí	<i>NT</i>	4576,00	19,45	79,44	1,1057	240
11	Casca de amêndoa		5308,33	20,66	77,73	1,6106	220
12	Casca de palmito		3864,67	18,00	76,14	5,8642	240
13	Cascas de castanha do Pará		4843,60	27,07	71,04	1,8823	240
14	Cascas de nozes		5039,00	22,49	75,86	1,6515	260
15	Cedro		4827,20	15,27	84,63	0,1031	249
16	Copaíba	<i>Copaifera spp.</i>	4755,00	9,05	90,87	0,0847	250
17	Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i>	4810,30	13,29	86,65	0,0658	270
18	Falso Pau-Brasil		5257,20	21,42	78,39	0,1874	220
19	Fibra de coco		4458,33	24,67	70,60	4,7314	282
20	Fibra de dendê		3953,18	19,59	76,21	4,2005	200
21	Garapa		4463,00	18,33	78,51	3,1655	200
22	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	4636,60	19,99	79,63	0,3808	200
23	Louro-Faia	<i>Euplassa spp.</i>	4710,00	17,75	82,04	0,2106	230

ID	Nome Comercial	Nome científico:	PCS (kcal/kg)	Carbono Fixo (%)	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)	Densidade à Granel (kg/m3)
24	Maçaranduba	<i>Manilkara spp.</i>	4804,33	17,36	82,43	0,2035	373
25	Mandioqueira	<i>Qualea albiflora</i>	4705,30	16,04	83,23	0,7288	200
26	Marupá	<i>Simarouba amara</i>	4739,00	14,81	84,91	0,2746	230
27	Melancieiro		4770,67	5,36	93,87	0,7688	220
28	Mogno		4740,20	19,72	78,43	1,8410	250
29	Palmito		3977,67	17,63	76,24	6,1267	230
30	Pau-marfim		4611,30	15,25	84,07	0,6879	237
31	Pau-preto		5307,80	20,02	79,36	0,6227	210
32	Pequiá	<i>Caryocar villosum</i>	4749,20	15,60	82,63	1,7675	280
33	Pracuuba		4894,00	18,17	80,92	0,9072	280
34	Quaruba	<i>Vochysia spp.</i>	4518,40	17,06	81,96	0,9746	250
35	Quenga de coco		4908,67	19,30	79,74	0,9535	300
36	Resíduo de favadanta		4774,70	19,08	76,86	4,0582	313
37	Resíduo de uncária		4965,00	21,49	70,10	8,4139	222
38	Roxinho	<i>Peltogyne spp.</i>	4740,00	19,59	80,08	0,3319	230
39	Sucupira	<i>Bowdichia nitida</i>	4824,20	16,70	82,76	1,6913	250
40	Talo de uncária		4663,70	22,32	74,81	2,8702	230
41	Tanimbuca	<i>Buchenavia spp.</i>	4679,40	19,80	78,01	2,2641	200
42	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>	4570,33	17,58	81,81	0,6097	240
43	Tauari	<i>Couratari spp.</i>	4745,80	16,75	82,56	0,6944	200

4° Conclusões

O valor médio do poder calorífico superior (PCS) encontrado foi de 4691,06 kJ/kg, apresentando um desvio padrão de 312,09 kJ/kg, a espécie com o maior PCS foi a casca de Amêndoa com 5308,33 kJ/kg e o menor foi a casca de Palmito com 3864,67 kJ/kg. Como mostrado na Figura 5.

Quanto ao teor de voláteis, a média foi de 80,06%, apresentando um desvio padrão de 5,19%, a espécie com o maior teor de voláteis foi o Melanciairo com 93,87% e com o menor foi o Angelim com 70%.

O teor de carbono fixo médio foi de 17,77% com um desvio padrão de 3,87%, a espécie com o maior teor de carbono fixo foi a cascas de Castanha do Pará e a que apresentou um menor teor foi o Melanciairo com 5,35% .

O teor de cinzas médio foi de 2,17% com um desvio padrão de 3% , tendo por espécie com maior teor de cinzas foi o Angelim com 14,85% e com menor foi o Angelim Vermelho com 0,05%.

A densidade a granel entre as espécies apresentou uma média de 246,63 kg/m³ com um desvio padrão de 36,182 kg/m³, onde a espécie de maior densidade a granel a Maçaranduba com 373 kg/m³ e a menor densidade obtivemos do Cacho Seco de Amêndoa com 200 kg/m³.

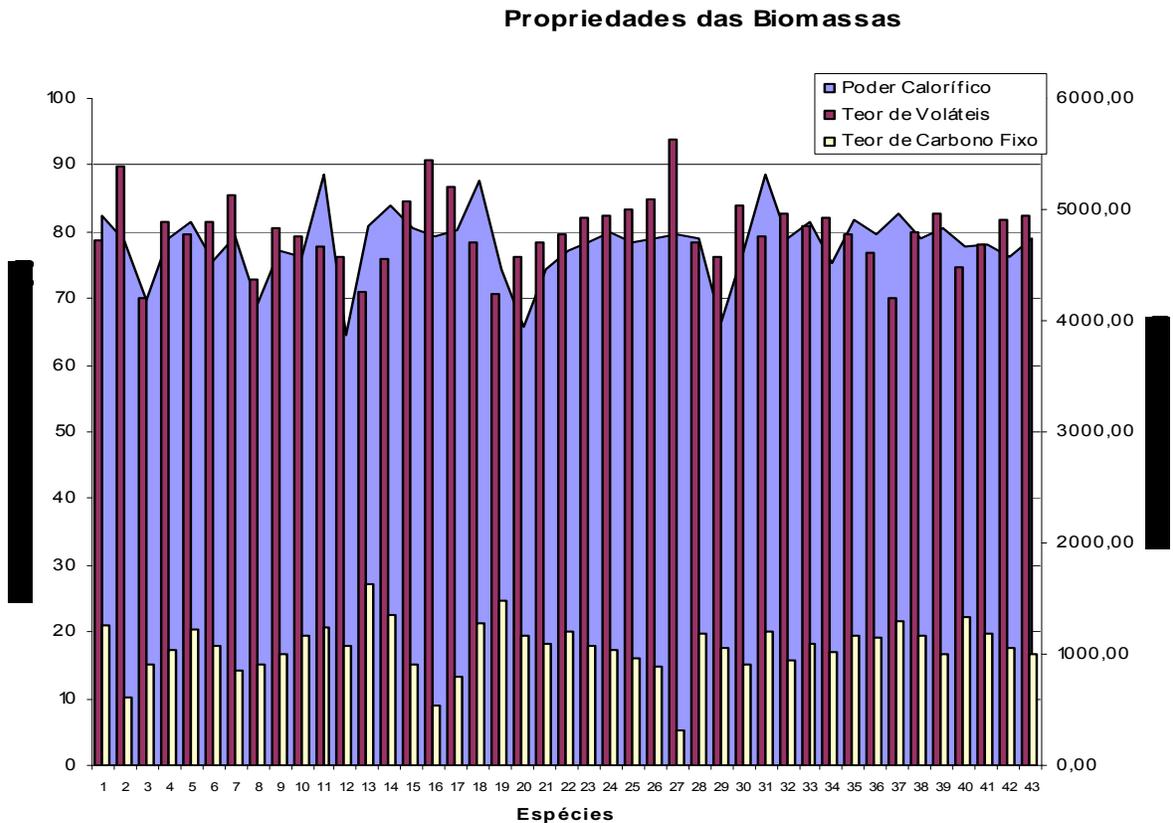


Figura 5: Gráfico das propriedades das espécies.

Referências Bibliográficas

Infoener e Cenbio. Banco de Dados de Biomassa no Brasil - Carvão Vegetal: http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_carvao.asp 2006.

Nogueira, M. F. M. e P. T. A. Cruz. Oportunidades para o Desenvolvimento da Biomassa Energética no Brasil. Biomassa Energia, v.1, n.2, p.29-36. 2004.

Pinheiro, G., M. V. Nunes, *et al.* Qualidade de Energia na Geração Distribuída - Caso de Usina de Biomassa. UFPA. Belém:

Pinheiro, G., G. Rendeiro, *et al.* Resíduos do Setor Madeireiro: Aproveitamento Energético. Biomassa & Energia, v.1, n.2, p.199-208. 2004.

Rosilo-Calle, F. e S. V. Bajay. Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira. Campinas: editora Unicamp. 2000. 447 p.

Silva, I. M. O. D., B. R. P. D. Rocha, *et al.* Biomass Residues for Energy Generation in Marajo Island, Brazil. UFPA. Belém:

Tillman, D. A. The Combustion of Solid Fuels and wastes. San Diego: Academic Press. 1991. 378 p.