

ANÁLISE IMEDIATA DE BIOMASSAS AMAZÔNICAS

Antonio Geraldo de Paula Oliveira

Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica - LABGAS, Sala 5. Belém-PA-Brasil, CEP: 66075-110
ageraldo@ufpa.br

Genésio Batista Feitosa Netto

Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica, Sala 105

Manoel Fernandes Martins Nogueira

Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica; Sala 202. Belém-PA-Brasil, CEP: 66075-110
mfmn@ufpa.br

Hebert Willian Martins Coutinho

Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica, Sala 206

Gonçalo Rendeiro

Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica – LABVAPOR, Sala 1, Belém-PA-Brasil, CEP: 66075-110
rendeiro@ufpa.br

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 80 biomassas sólidas produzidos 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.

Palavras chave: caracterização de biomassa, análise imediata, biomassa amazônica.

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 estiverem disponíveis os seus parâmetros energéticos (Tillman, 1991). Essa caracterização é feita com a medição do poder calorífico superior, dos teores de voláteis, cinzas, carbono fixo e densidade a granel. Este trabalho apresenta o resultado da caracterização energética de 80 espécies de biomassas da região amazônica realizadas no laboratório do grupo de Energia, Biomassa e Meio Ambiente – EBMA – da Universidade Federal do Pará para dar suporte à 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 NBR 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), mostrado na Figura 3;



Figura 3 – Forno mufla vertical

- 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.

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 Figura 4.



Figura 4 – Forno mufla

- 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.

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 a 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/m ³)
1	Acapu		4944.30	20.907	78.718	0.3745	250.0
2	Amesclão	<i>Trattinnickia burseraefolia</i>	4500.00				255.00
3	Anani		4400.00				269.00
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4720.67	10.14	89.86	0.00	290.00
5	Angelim		4183.33	15.13	70.01	14.86	280.00
6	Angelim fava		4200.00				260.00
7	Angelim Pedra	<i>Hymenolobium</i> spp.	4739.40	17.15	81.56	1.30	265.00
8	Angelim vermelho	<i>Dinizia excelsa</i>	4881.00	20.34	79.61	0.05	250.00
9	Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	4500.00				280.00
10	Bacuri	<i>Platonia insignis</i>	4600.00				280.00
11	Bambu		4533.67	17.78	81.34	0.88	267.00
12	Breo		4756.20	14.19	85.62	0.19	259.00
13	Buchas trituradas de dendê		4142.40	15.23	72.86	9.91	298.00
14	Cacho seco de amêndoa		4622.67	16.60	80.55	2.85	200.00

ID	Nome Comercial	Nome científico:	PCS (kcal/kg)	Carbono Fixo (%)	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)	Densidade à Granel (kg/m ³)
15	Cajuaçu	<i>Anacardium spp.</i>	4200.00				230.00
16	Caroço de açaí	NT	4576.00	19.45	79.44	1.11	240.00
17	Casca de amêndoa		5308.33	20.66	77.73	1.61	220.00
18	Casca de palmito		3864.67	18.00	76.14	5.86	240.00
19	Cascas de castanha do Pará		4843.60	27.07	71.04	1.88	240.00
20	Cascas de nozes		5039.00	22.49	75.86	1.65	260.00
21	Cedrinho	<i>Erisma uncinatum</i>	4400.00				235.00
22	Cedro		4827.20	15.27	84.63	0.10	249.00
23	Cedrorana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	4300.00				250.00
24	Cedro-rosa		4400.00				260.00
25	Copaíba	<i>Copaifera spp.</i>	4755.00	9.05	90.87	0.08	250.00
26	Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i>	4810.30	13.29	86.65	0.07	270.00
27	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	4500.00				260.00
28	Curupixá	<i>Micropholis venulosa</i>	4600.00				255.00
29	Faieira	<i>Roupala montana</i>	4400.00				210.00
30	Falso Pau-Brasil		5257.20	21.42	78.39	0.19	220.00
31	Fava-Amargosa	<i>vatairea spp.</i>	4400.00				210.00
32	Faveira-Bolota	<i>Parkia pendula</i>	4300.00				213.00
33	Faveira-Branca	<i>Parkia spp.</i>	4400.00				235.00
34	Fibra de coco		4458.33	24.67	70.60	4.73	282.00
35	Fibra de dendê		3953.18	19.59	76.21	4.20	200.00
36	Frejól		4400.00				200.00
37	Garapa		4463.00	18.33	78.51	3.17	200.00
38	Goiabão	<i>Pouteria pachycarpa</i>	4300.00				250.00

ID	Nome Comercial	Nome científico:	PCS (kcal/kg)	Carbono Fixo (%)	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)	Densidade à Granel (kg/m³)
39	Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i>	4300.00				220.00
40	Ipê	<i>Tabebuia spp.</i>	4400.00				230.00
41	Jarana	<i>Lecythis lurida</i>	4500.00				220.00
42	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	4636.60	19.99	79.63	0.38	200.00
43	Jutaí		4400.00				230.00
44	Louro	<i>Ocotea spp./Nectandra spp.</i>	4200.00				280.00
45	Louro-Faia	<i>Euplassa spp.</i>	4710.00	17.75	82.04	0.21	230.00
46	Louro-vermelho	<i>Nectandra rubra</i>	4000.00				220.00
47	Macacaúba	<i>Playmiscium spp.</i>	4100.00				200.00
48	Maçaranduba	<i>Manilkara spp.</i>	4804.33	17.36	82.43	0.20	373.00
49	Mandioqueira	<i>Qualea albiflora</i>	4705.30	16.04	83.23	0.73	200.00
50	Marupá	<i>Simarouba amara</i>	4739.00	14.81	84.91	0.27	230.00
51	Melancieiro		4770.67	5.36	93.87	0.77	220.00
52	Mogno		4740.20	19.72	78.43	1.84	250.00
53	Morototó	<i>Schefflera morototoni</i>	4200.00				230.00
54	Muirapiranga	<i>Brosimum spp.</i>	4000.00				260.00
55	Munguba-Grande-da-Terra-Firme	<i>Eriotheca longipedicellata</i>	4200.00				250.00
56	Orelha-de-Macaco	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	4000.00				255.00
57	Palmito		3977.67	17.63	76.24	6.13	230.00
58	Parapará	<i>jacaranda copaia</i>	3900.00				220.00

ID	Nome Comercial	Nome científico:	PCS (kcal/kg)	Carbono Fixo (%)	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)	Densidade à Granel (kg/m ³)
59	Pau-Amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i>	4000.00				200.00
60	Pau-marfim		4611.30	15.25	84.07	0.69	237.00
61	Pau-preto		5307.80	20.02	79.36	0.62	210.00
62	Pequiá	<i>Caryocar villosum</i>	4749.20	15.60	82.63	1.77	280.00
63	Pequiarana	<i>Caryocar glabrum</i>	3900.00				300.00
64	Pracuuba		4894.00	18.17	80.92	0.91	280.00
65	Quaruba	<i>Vochysia spp.</i>	4518.40	17.06	81.96	0.97	250.00
66	Quenga de coco		4908.67	19.30	79.74	0.95	300.00
67	Resíduo de favadanta		4774.70	19.08	76.86	4.06	313.00
68	Resíduo de uncária		4965.00	21.49	70.10	8.41	222.00
69	Roxinho	<i>Peltogyne spp.</i>	4740.00	19.59	80.08	0.33	230.00
70	Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	4000.00				240.00
71	Sucupira	<i>Bowdichia nitida</i>	4824.20	16.70	82.76	1.69	250.00
72	Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i>	3900.00				240.00
73	Talo de uncária		4663.70	22.32	74.81	2.87	230.00
74	Tamboril	<i>Enterolobium maximum</i>	3600.00				240.00
75	Tanimbuca	<i>Buchenavia spp.</i>	4679.40	19.80	78.01	2.26	200.00
76	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>	4570.33	17.58	81.81	0.61	240.00
77	Tauari	<i>Couratari spp.</i>	4745.80	16.75	82.56	0.69	200.00
78	Taxi	<i>Tachigali myrmecophila</i>	4000.00				200.00
79	Timborana	<i>piptadenia suaveolens</i>	4200.00				230.00
80	Uxi	<i>Endopleura uchi</i>	3900.00				200.00

4. Conclusões

Pode-se observar na Figura 5 e na Figura 6 que as biomassas, no geral, apresentam consideráveis diferenças em suas composições.

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 Melanceiro 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 casca de Castanha do Pará com 27,07% e a que apresentou um menor teor foi o Melanceiro 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 o Angelim com 14,85% e com menor 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 foi a Maçaranduba com 373 kg/m³ e a menor densidade obtive-se do Cacho Seco de Amêndoa com 200 kg/m³.

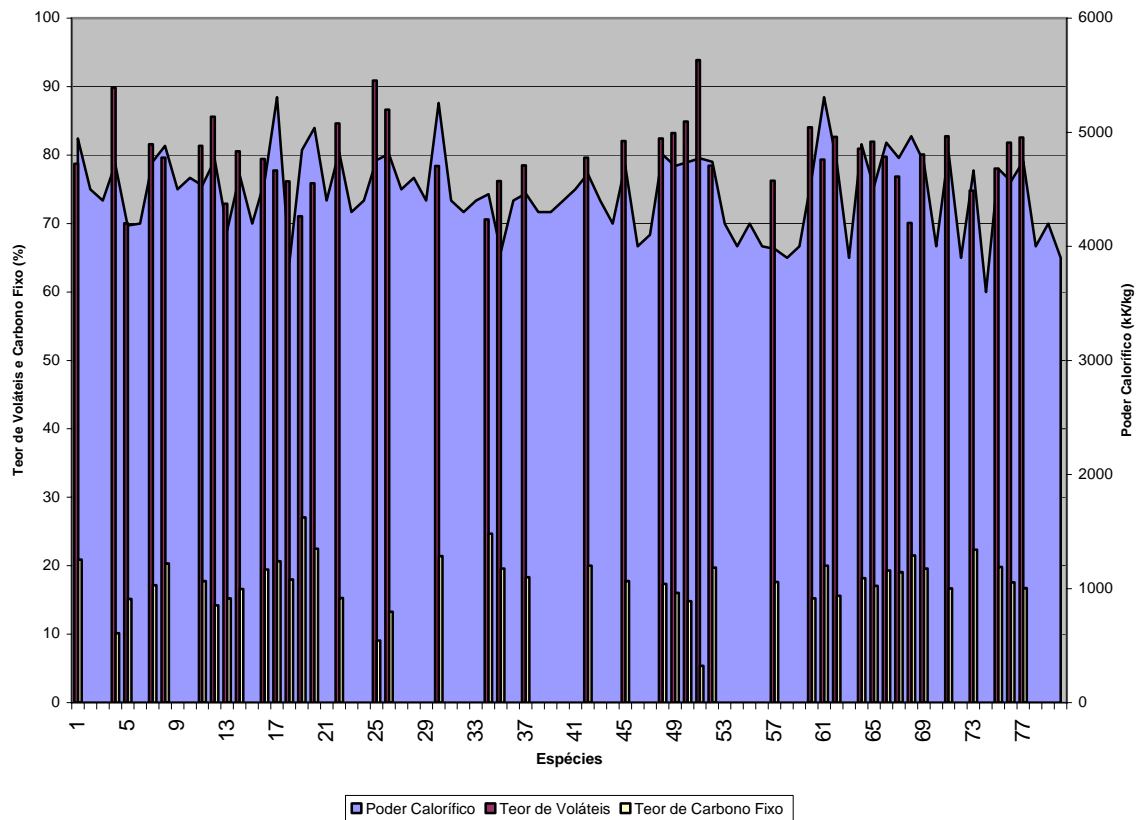


Figura 5: Gráfico das propriedades das espécies.

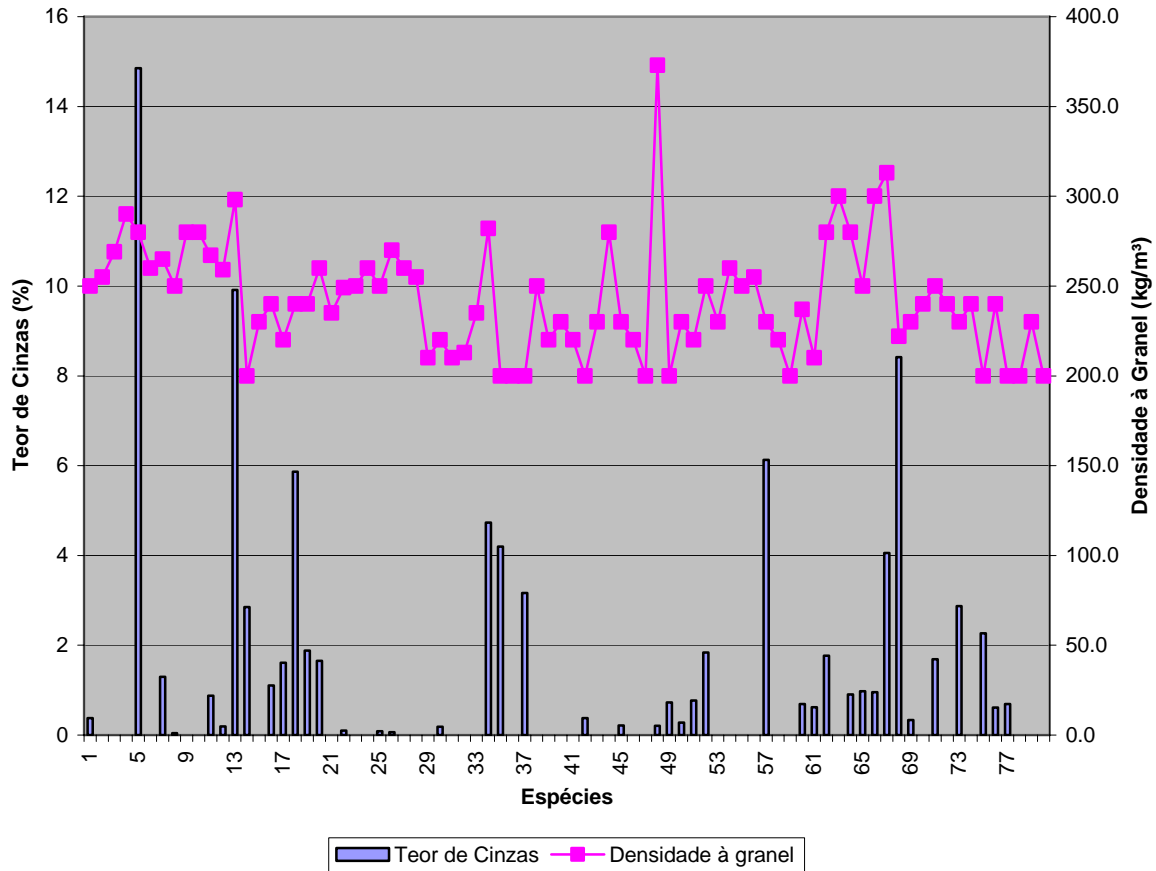


Figura 6: Gráfico das propriedades das espécies.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do MME no financiamento do projeto de Implantação da Planta de Potência a Vapor, a Rede CELPA e ao CNPQ por conceder bolsa aos alunos.

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.

PROXIMATE ANALYSIS FOR AMAZON BIOMASSES

Genésio Batista Feitosa Netto
Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica, Sala 105

Antonio Geraldo de Paula Oliveira
Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica-LABGAS, Sala 5
ageraldo@ufpa.br

Manoel Fernandes Martins Nogueira
Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica, Sala 201
mfmn@ufpa.br

Hebert Willian Martins Coutinho
Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica, Sala 206

Gonçalo Rendeiro
Campus Universitário do Guamá, Lab. de Eng. Mecânica-LABVAPOR, Sala 1
rendeiro@ufpa.br

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) 80 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.

Keywords: proximate analysis, Amazon biomasses, biomass characterization