

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E DE EXTRATIVISMO NA AMAZÔNIA

EYDE CRISTIANNE SARAIVA DOS SANTOS^{1*}, LUIZ DIAS JÚNIOR²

¹Prof^a Dra, Eng^a. Agrônoma, Coordenadora do Laboratório de Bioenergia; Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas; Manaus, AM, eydesaraiva@ufam.edu.br

²Acadêmico de Agronomia, Curso de Agronomia. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas; Manaus, AM, luiz.diasjunior@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Biomassa de extrativismo e processamentos agroindústrias, como o bagaço da cana de açúcar, caroço do açaí, cevada e tegumento da castanha do Brasil, foram submetidas as análises: elementar e imediata para avaliar uso como energético. Dos resíduos estudados, o tegumento da castanha do Brasil (47,37 %) e a cevada (46,40 %) apresentaram os maiores conteúdos elementares em teor de carbono. E analisando o teor de carbono fixo, a cevada (86,36 %), caroço do açaí (86,35 %) e o tegumento da castanha do Brasil (77,33 %), apresentaram os maiores conteúdos. Os resultados apontam para uso das biomassas estudadas como energético, para queima direta. Dando uma alternativa sustentável para o suprimento de energético para geração de calor. Os resíduos estudados podem ser submetidos à densificação e torrefação, obtendo um produto substituto ao carvão, ou apenas à densificação para produção de lenha ecológica.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa, aproveitamento de resíduos, Amazônia.

CHEMICAL WASTE OF AGRIBUSINESS AND EXTRACTIVE AMAZON

ABSTRACT: Extraction of biomass and agro processing, such as bagasse from sugar cane, seed of açaí, barley and tegument of Brazil nuts, the analyzes were submitted: elementary and immediate measure to use as energy. Waste studied the tegument of Brazil nuts (47.37%) and barley (46.40%) showed the highest elemental content in carbon. In addition, when analyzing the fixed carbon content, barley (86.36%), seeds of açaí (86.35%) and the tegument of Brazil nuts (77.33%) showed the highest content. The results point to the use of biomass as an energy study for direct burning. Giving a sustainable alternative for the energy supply to heat generation. The studied waste submitted to densification and torrefaction, getting a replacement for coal product, or just the densification for the production of ecological wood.

KEYWORDS: Biomass, waste recovery, Amazon.

INTRODUÇÃO

O desmatamento e as queimadas da região Amazônica constituíram as mais sérias preocupações dos ambientalistas nas últimas décadas, por acarretar desequilíbrios imprevisíveis ao ambiente, com consequências desconhecidas. A extração ilegal de madeira e o desmatamento para uso alternativo do solo, formam a maior ameaça às florestas (Ibama, 2012).

Segundo a Aneel (2002) biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Assim como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar.

Bley Jr. et al. (2009) relatam que no Brasil, as energias renováveis em geral ainda são entendidas como “alternativas”, conferindo-lhes um aspecto subalterno, para diferenciar as demais fontes da ainda considerada a mais nobre das renováveis, a hidrelétrica. Somente aos resíduos de cana

de açúcar vem sendo dada importância, incentivada pelo barateamento na geração do álcool que sua queima resulta.

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é nativo da Amazônia brasileira e se destaca, entre os diversos recursos vegetais, pela sua abundância e por produzir, importante alimento para as populações locais. Dos frutos do açaizeiro é extraído o vinho, polpa ou simplesmente açaí, como é conhecido na região. O caroço corresponde a 85% do peso e possui várias utilidades entre elas está a geração de vapor e carvão vegetal (Homma et al., 2006).

A castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K) também conhecida como castanha do Brasil, é um dos principais produtos de extrativismo da região norte do país. O ouriço e os resíduos do seu beneficiamento podem ser utilizados como combustível (Locatelli et al., 2005).

Os derivados da cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.), como o etanol e a queima do bagaço, são hoje a segunda maior fonte energética brasileira, perdendo apenas para o petróleo. (Brasil, 2015)

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um cereal de inverno que ocupa a quinta posição, em ordem de importância econômica, no mundo. O grão é utilizado na industrialização de bebidas (cerveja e destilados), na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos e na formulação de produtos dietéticos e de sucedâneos de café (Embrapa, 2014).

Pela grande importância do tema, crescente apelo socioambiental para a geração de energia sustentável e da destinação correta dos resíduos agrícolas, este trabalho objetivou a caracterização da biomassa oriunda de atividade agrícola e de extrativismo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Bioenergia da Universidade Federal do Amazonas, localizado no setor sul do Campus Universitário na cidade Manaus, Estado do Amazonas.

Foram utilizados os resíduos de extrativismo da Floresta Amazônica e de atividades agroindustriais do bagaço da cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.), caroço do açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), cevada (*Hordeum vulgare* L.) e tegumento da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.).

A preparação do material para os ensaios, consistiram: na secagem dos resíduos, pesagem e trituração em moinho de rotor vertical, separação granulométrica por peneiras até que ficassem com granulometria inferior a 0,210 mm e superior a 0,150 mm e armazenadas em cápsulas de alumínio e colocadas no dessecador para utilização nas outras análises. O experimento foi conduzido com cinco repetições de cada tipo de resíduo, para cada análise.

Seguindo a norma da ASTM D7582 (ASTM, 2010) determinou-se a composição imediata, que é conteúdo em porcentagem de massa de carbono fixo (F), voláteis (V) e cinzas (A).

Determinação do teor de cinzas: foram pesados aproximadamente 1 g das amostras do resíduo madeireiro seco e colocadas em cada um dos quatro cadinhos de porcelana sem tampa, previamente secos e tarados. Em seguida foram conduzidos ao Forno Mufla Microprocessado 3000-10P, previamente aquecido a uma temperatura de 700 °C, permanecendo 3 minutos na tampa do forno e posteriormente mais 24 minutos com o forno fechado. Após esse tempo as amostras foram retiradas e depositadas no dessecador até esfriarem para então poderem ser pesadas na balança analítica para a determinação do peso final. O teor de cinzas foi determinado segundo a Equação 1:

$$CZ = \frac{m1 - m0}{m} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

CZ = teor de cinzas, em %;

m0 = massa do cadinho, em g;

m1 = massa do cadinho + amostra;

m = massa da amostra do resíduo.

Determinação do teor de voláteis: processo semelhante ao de determinação do teor de cinzas, mas diferencia no tempo de permanência no forno mufla, 7 minutos e, temperatura 900°. O teor de materiais voláteis foi determinado segundo a Equação 2:

$$MV = \frac{m2 - m3}{m} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

MV = teor de materiais voláteis (%);

$m_2 = \text{massa inicial do cadinho} + \text{amostra do resíduo (g)}$;
 $m_3 = \text{massa final do cadinho} + \text{amostra do resíduo (g)}$;
 $m = \text{massa da amostra do resíduo (g)}$.

Determinação de teor do carbono fixo: esse parâmetro é uma medida indireta e foi calculado conforme a Equação 3:

$$CF = 100 - (CZ + MV) \quad (3)$$

Onde:

$CF = \text{teor de carbono fixo (\%)}$;

$CZ = \text{teor de cinzas (\%)}$;

$MV = \text{teor de materiais voláteis (\%)}$.

A análise ementar (CHN) foi realizada no Centro Analítico de Instrumentação da Universidade de São Paulo, utilizando um analisador elementar - Perkin Elmer 2400 series ii.

Determinação do conteúdo de oxigênio: esse parâmetro é uma medida indireta e foi calculado conforme a Equação 4:

$$O = 100 - (N+H+C) \quad (4)$$

Onde:

$O = \text{quantidade de oxigênio (\%)}$;

$N = \text{quantidade de nitrogênio (\%)}$;

$H = \text{quantidade de hidrogênio (\%)}$;

$C = \text{quantidade de carbono (\%)}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise química elementar da composição dos resíduos, os maiores conteúdos de carbono médio, foi de 47,37 %, referente ao tegumento da castanha do Brasil, seguidos de cevada (46,40 %) e bagaço de cana de açúcar (43,07 %), o menor conteúdo de carbono foi registrado para o caroço do açaí (39,15 %), conforme Tabela 1.

O teor de nitrogênio médio maior foi verificado na cevada com 7,05 %, seguido do bagaço de cana de açúcar (5,66 %), o tegumento da castanha e caroço do açaí apresentaram os menores conteúdos, 0,79 e 0,74 %, respectivamente (Tabela 1).

Entretanto, analisando os conteúdos de hidrogênio, constatou-se que o caroço do açaí apresentou o maior conteúdo (6,64 %), seguido do tegumento da castanha (5,76 %) (Tabela 1).

E o maior conteúdo de oxigênio foi registrado para o caroço do açaí com 53,49 %, seguido do bagaço de cana de açúcar (50,85 %) e tegumento da castanha do Brasil (46,09 %), o menor conteúdo foi registrado para cevada (42,94 %) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição elementar

Nome comum	Composição elementar (%)			
	C	N	H	O
Bagaço de cana de açúcar	43,07	5,66	0,42	50,85
Caroço do açaí	39,15	0,74	6,64	53,49
Cevada	46,40	7,05	3,62	42,94
Tegumento da castanha do Brasil	47,37	0,79	5,76	46,09

*Em base seca

A cevada apresentou 86,36 % em teor de voláteis, valor este muito semelhante com o teor de voláteis do açaí (86,35 %). Para a biomassa da cana proveniente da indústria de açúcar registrou-se 80,19 %, e o resíduo do tegumento da castanha do Brasil apresentou o menor teor de voláteis (77,33 %) entre as amostras (Tabela 2).

Os resíduos do tegumento da castanha do Brasil apresentaram o maior teor de cinzas (13,84 %), seguida do bagaço da cana de açúcar (12,94 %) e caroço do açaí com (11,92 %). A cevada (4,21 %) apresentou os menores teores de cinza (Tabela 2).

O maior teor de carbono fixo foi registrado nas análises do resíduo de cervejaria, a cevada com 9,43 %. O segundo maior teor foi obtido em amostras de tegumento da castanha do Brasil (8,83 %). O resíduo de cana de açúcar (6,85 %) foi superior ao caroço do açaí (1,73 %) o qual apresentou o menor teor (Tabela 2).

A análise estatística (Tabela 2) demonstrou que as quantidades de carbono fixo da cevada e do tegumento da castanha do Brasil não apresentaram diferença significativa. No parâmetro cinzas, o tegumento da castanha do Brasil apresentou a maior média estatística. No parâmetro voláteis o caroço do açaí e a cevada tiveram mesmo comportamento seguido do bagaço de cana de açúcar e o tegumento da castanha do Brasil. As médias obtidas seguem o padrão encontrado na análise elementar das biomassas (Tabela 1).

Tabela 2. Composição imediata

Nome comum	Composição Imediata (%)*		
	V	A	F
Bagaço de cana de açúcar	80,19c	12,94b	6,85d
Caroço do açaí	86,35b	11,92c	1,73e
Cevada	86,36b	4,21d	9,43a
Tegumento da castanha do brasil	77,33d	13,84a	8,83a

*Em base seca. Carbono fixo (F), voláteis (V) e cinzas (A).

†Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Thibau (2000) afirma que as análises químicas das plantas demonstram que a matéria vegetal desidratada compõe-se, em termos médios; de elementos absorvidos do ar (44 % de carbono e 45 % de oxigênio) e de elementos absorvidos do solo (6 % de hidrogênio e 5 % de minerais).

Nesta pesquisa houve uma variação entre os conteúdos elementares, exceto o teor de carbono, os demais conteúdos elementares diferiram dos relatados por Thibau (2000).

Feitoza Neto et al. (2006) ao pesquisarem as biomassas amazônicas, relataram os seguintes resultados: teor de voláteis, a média foi de 80,06 %, apresentando um desvio padrão de 5,19 %; o teor de carbono fixo médio foi de 17,77 % com um desvio padrão de 3,87 %; o teor de cinzas médio foi de 2,17 % com um desvio padrão de 3 %.

Dos valores da composição imediata, os materiais voláteis, do bagaço de cana de açúcar, caroço de açaí e cevada, foram mais próximos dos relatados por Feitoza Neto et al. (2006), e diferiram dos conteúdos de cinza e carbono fixo registrados na presente pesquisa.

Vlassov (2001) afirma que os valores das matérias voláteis de um combustível determinam a construção adequada da câmara de combustão e a eficiência de aproveitamento desse combustível.

As cinzas dificultam a incineração e podem limitar o uso do biocombustível em uma planta industrial, pois são responsáveis pela poluição do ambiente e aumento do custo das instalações térmicas, para um sistema de exaustão de cinzas e material particulado dos gases, além de aumentarem o desgaste de superfícies de aquecimento (Vlassov, 2001).

Considerando que o teor de carbono fixo é indicativo que melhor expressa o poder calorífico de um combustível, quanto mais alto o carbono fixo do biocombustível melhor será seu poder de gerar energia, e para este estudo a cevada apresentou o teor de carbono fixo maior que as amostras dos demais resíduos analisados, entretanto se for verificado alta produção de resíduos é recomendável o aproveitamento energético, inclusive como uma medida de valorização biomassa, contra o avanço de fronteira contra a floresta para obtenção de lenha.

Atualmente, têm-se alternativas sustentáveis, inclusive tecnologias disponíveis para o tratamento de biomassa com a finalidade de uso energético. Como a densificação térmica, conhecida comumente por briquetagem. Onde, por aplicação de pressão térmica e força se obtém a lenha ecológica, ou os briquetes.

CONCLUSÕES

O tegumento da castanha do Brasil (47,37 %) e a cevada (46,40 %) apresentaram os maiores conteúdos elementares em teor de carbono. Em relação ao teor de carbono fixo, a cevada (86,36 %),

caroço do açaí (86,35 %) e o tegumento da castanha do Brasil (77,33 %), apresentaram os maiores conteúdos.

Os resultados apontam para uso das biomassas estudadas como energético, para queima direta. Dando uma alternativa sustentável para o suprimento de energético para geração de calor.

Os resíduos estudados podem ser submetidos à densificação e torrefação, obtendo um produto substituto ao carvão, ou apenas à densificação para produção de lenha ecológica.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. 2002. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf. Acesso em: 08 de junho de 2016
- ASTM. American Society for Testing and Materials (2010). D 7582: Standard Test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro Thermogravimetric Analysis.
- Bley, Cícero Jr.; Libânio, J.C.; Galinkin, M.; Oliveira, M.M. Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. Revista, 2ª edição, 2009.
- BRASIL. Portal Brasil. 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira> Acesso em: 10 de junho de 2016
- Feitoza Netto, G.B.; Oliveira, A.GP.; Coutinho, H.W.M. Caracterização energética de biomassas amazônicas. In: Encontro de Energia no Meio Rural, 6., 2006, Campinas
- Homma, A.K.O; Müller, A.A; Müller, C.H; Ferreira, C.A.P.; Figueirêdo, F.J.C.; Viégas, I.J.M.; Farias Neto, J.T; Carvalho, J.E.U; Cohen, K.O; Souza, L.A.; Vasconcelos, M.A.M; Nogueira, O. L.; Alves, S.M.; Lemos, W.P. Sistema de produção do açaí. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Amazônia Oriental Sistemas de Produção, 4 - 2ª Edição, ISSN 1809-4325 Versão Eletrônica, 2006. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/paginas/intro.htm Acesso em: 06 de maio de 2016.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2012. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/desmatamento>. Acesso em: 15 de abril de 2016.
- Locatelli, M.; Abadio Hermes Vieira, A.H.; Gama, M.M.B; Ferreira, M.G.R; Martins, E.P.; Silva Filho, E.P.; Souza, V.F; Macedo, R.S. Cultivo da castanha do Brasil em Rondônia. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Rondônia Sistemas de Produção, 7 ISSN 1807-1805 Versão Eletrônica, 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Castanha/CultivodaCastanhadoBrasilRO/index.htm> Acesso em: 28 de maio de 2016.
- Minella, E. Cevada. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cevada/arvore/CONT000fyf381uk02wx5ok0vcihk68tas55r.html> Acesso em: 10 de junho de 2016
- Thibau, C.E. Produção sustentada em florestas: conceitos e tecnologias, biomassa energética, pesquisas e constatações. Belo Horizonte, 512p. 2000
- Vlassov, D. Combustível, combustão e câmaras de combustão. Curitiba: Editora da UFPR, 2001.