

CARVÃO – AÇU: BIOENERGIA A PARTIR DA MOINHA DO ENDOCARPO DO COCO BABAÇU (*Attalea speciosa*) JUNTO A RESERVA EXTRATIVISTA DO CIRIACO / MA – ICMBIO

Guilherme Alves de Araújo¹ (guilhermearaujo@acad.ifma.edu.br) Victor Araújo dos Santos² (victor.araujo1@acad.ifma.edu.br) Geovanne Sousa das Neves³ (geovanne.s@acad.ifma.edu.br) Sebastião Sousa dos Santos⁴ (sebastiao.santos@acad.ifma.edu.br) Roberto Peres da Silva⁵ (roberto.peres@ifma.edu.br) Washin Freitas de Oliveira⁶ (washington.oliveira@ifma.edu.br)

INTRODUÇÃO

A busca por novas formas de energia é um tema que tem gerado muita necessidade, empenho e dedicação por parte de diversos pesquisadores ao redor do mundo. A sociedade percebeu que a dependência do uso de combustíveis fósseis levará ao esgotamento desses combustíveis e também a uma degradação ambiental mais grave.

Desenvolver fontes de energia renovável para reduzir o impacto ambiental é a necessidade das organizações produtivas e o babaçu como matéria-prima para produzir briquetes a partir do resíduo do processo de quebra parece ser uma oportunidade.

O Carvão de Babaçu é um dos produtos da biodiversidade da região Tocantina Maranhense.

A briquetagem é a aglomeração pressurizada de partículas finas, com ou sem o auxílio de um aglutinante, que transforma as partículas finas em sólidos por meio de rígidas ligações físicas ou químicas. Essa ação resultará, portanto, em um produto não apenas compactado, mas cuja forma, dimensões e parâmetros mecânicos estão de acordo com as especificações (CARVALHO, E. A.; 2004).

Este estudo teórico tem como objetivo verificar a viabilidade do reaproveitamento de resíduos da quebra de coco babaçu para a produção de briquetes ecológicos de munha e pellets de carvão residual.

¹ Estudante - Istituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA,

²Estudante - Istituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA

³Estudante - Istituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA,

⁴Estudante -Istituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA

⁵Professor Orientador - Istituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

⁶Professor Coorientador - Istituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar parâmetros físico-químicos do endocarpo da biomassa, pois o mesmo possui potencial energético para geração de combustíveis sólidos pela reação de pirólise e também verificar a viabilidade de reutilização dos resíduos provenientes da quebra do coco para a produção de briquetes ecológicos a partir da munha e dos granulados desperdiçados do carvão após sua queima. Para isso, serão pesquisadas, na literatura, outros trabalhos relacionados para comparação dos resultados obtidos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os primeiros humanos usavam pedaços de madeira para criar luz e calor. Com o tempo ele foi capaz de perceber que quando utilizava madeira carbonizada não produzia chamas e pouca fumaça, também percebeu que a queima da madeira produzia muito mais calor controlável do que o gerado pela queima direta da madeira (JUVILLAR, 1980), marcando assim a descoberta do carvão.

À medida que a humanidade avançava cada vez mais, o uso do carvão vegetal tornou-se cada vez mais poderoso e necessário para muitas famílias dos países menos desenvolvidos, e ainda é um combustível essencial não só no lar, mas também no mundo, nas indústrias. (GUARDABASSI, 2006).

MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, do Protocolo de Kyoto) visa incentivar a busca por fontes de energia ambientalmente saudáveis, produzidas de forma sustentável e ecológica, exigindo o uso de recursos regenerativos. Além disso, ao reduzir as emissões de gases de efeito estufa da atmosfera, esse efeito é mitigado pelo sequestro de carbono (BRASIL, 2005).

As preocupações com a sustentabilidade e a capacidade de obter energia renovável sem descuidar do meio ambiente têm ocupado um lugar importante nas decisões pessoais, comerciais e governamentais.

Segundo o dicionário Aurélio, sustentabilidade é algo que provavelmente permanecerá constante, ou estável por um longo período de tempo; e introduziu o conceito, todo negócio que deseja ser sustentável deve ser econômica, ecologicamente, equitativo e culturalmente aceitável (ALMEIDA, 2007).

Portanto, em prol da sustentabilidade, é necessário encontrar fontes alternativas de energia, e uma delas é o reaproveitamento de subprodutos da quebra do coco babaçu para a produção de carvão ecológico.

O babaçu é uma das espécies de palmeiras presentes em território nacional nos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins, áreas florestais onde predomina o babaçu. O estado do Maranhão abrange cerca de um terço da área total de babaçu no território brasileiro, e é uma das principais fontes de vegetação do estado. No entanto, seu uso industrial é mais concentrado em oleaginosas (SOUZA et al., 2007).

O fruto é elíptico, quase cilíndrico, com peso médio de 90 a 280 g. O fruto possui: membranoso (camada externa e muito dura), mesoderme (0,5 a 1,0 cm de espessura e amiláceo), membranoso (duro, 2 a 3 cm de espessura) e caroço (3 cm de espessura) até

frutos/fruto, 2,5 a 6 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura). A colheita começa em setembro e segue até março (VIVACQUA FILHO, 1968).

Atualmente, o babaçu é explorado para utilizar o óleo contido nas amêndoas para fins cosméticos e culinários. Ao considerar o Babaçu como uma possível alternativa para um sistema de energia de biomassa, deve-se entender que no sistema atual o fruto é quebrado manualmente, a casca é o resto do processo de quebra, o que pode gerar grande potencial energético, quando utilizado não será desperdiçado . todas as frutas durante a produção de carvão (EMMERICH; LUENGO, 1996).

METODOLOGIA

O presente trabalho visa apresentar uma abordagem quantitativa, segundo Fonseca (2002, p. 20) “os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados, a pesquisa quantitativa se centra na objetividade”. O estudo será realizado com a finalidade de identificar a viabilidade de reutilização dos resíduos provenientes da quebra do coco babaçu para a produção de briquetes de carvão ecológico a partir da munha e dos granulados desperdiçados do carvão do coco.

Os resíduos de carvão do endocarpo do coco babaçu utilizados nesse trabalho foram coletados juntamente a reserva extrativista do ciriaco - ICMbio localizadoa no povoado no municipio de Cidelândia -MA. Todo o preparo e análises foram realizadas no laboratório de química do IFMA campus Açailândia. Para as análises imediatas, tritou-se os resíduos utilizando o pilão e mão de pilão para em seguida peneirá-los com granulometria 35 mesh utilizando a peneira industrial. Repetiu-se o processo até que houvesse uma quantidade de amostra de resíduos suficiente para separar em três partescom as deviadas analises imediatas com objetivo determinar o teor de umidade, carbono fixo, voláteis e cinzas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso da madeira como fonte de energia pode ser considerado o uso mais antigo de biomassa pois ainda hoje produz a madeira utilizada tanto para cozinar os alimentos quanto para aquecer o lar. A energia produzida a partir da utilização da madeira e/ou seu resíduo é chamada de dendroenergia, e a madeira utilizada como combustível pode ser proveniente de florestas energéticas ou de processos industriais (NOGUEIRA; LORA, 2003).

Em serrarias e fábricas de móveis, a reciclagem dos resíduos de madeira, serragem, para a produção de briquetes de carvão ainda é pouco expressivo, e a geração de energia por meio desse tipo de carvão não é efetiva. Nesse segmento, a principal questão está relacionada à exploração predatória de florestas, o desmatamento (Marafon e col.,2016).

Considerando os estudos de Chen et al. (2014) que caracteriza o fruto do babaçu, composto de 4 partes, cujo o peso médio estimado que cada uma das partes representa fica em torno de 12% Epicarpo, 17% Mesocarpo, 64% Endocarpo e 7% Amêndoа pode-se considerar que 93% do peso do coco é descartado gerando uma grande quantidade de resíduos.

Silva e col. (2018) apontaram em sua pesquisa que o poder calorífico de um briquete de endocarpo do coco babaçu de massa aproximada 1,0152 g é de 17,435 J/Kg. Também apontaram que o teor de umidade do mesmo briquete era de 8,83% viabilizando seu uso em escala industrial já que não seria necessária a secagem de cada montante para ser utilizado.

Segundo Emmerich e Luengo (1996), o carvão vegetal do coco babaçu tem grande possibilidade ser utilizado na siderurgia como substituto principal do coque metalúrgico,

pois resolve dois fatores em comparação com o carvão de madeira: baixa densidade e baixa resistência à compressão. Além dessas vantagens deve-se lembrar que para a produção do carvão vegetal do coco babaçu não há necessidade de derrubar as palmeiras, beneficiando ainda mais o balanço de carbono do ecossistema e mantendo as florestas nativas, pois, diminuirá o desmatamento.

OUTRAS BIOMASSAS

Para melhor avaliar a eficiência energética do carvão do endocarro do coco babaçu há que compará-lo com carvão de outras biomassas presentes na literatura.

BIOMASSAS	AUTOR	TV (%)	CZ (%)	CF (%)
Endocarro babaçu	(este trabalho)	15	0,97	15,97
Coco-baia	(Ferreira et al. 2016)	19	4,7	24,70
Cana-de-açúcar	(Ponte et al. 2019)	12	15,40	15,40
Eucalipto	(Teixeira; Milanez, 2003)	14	0,79	17,82

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dados do IBGE (2021) estimam que no Maranhão exsite aproximadamente 18 milhões de hectares de florestas de palmeira de coco babaçu. Desde o início de sua exploração com fins econômicos ainda no século XX até os dias atuais demonstrou ser um produto com potencial gigantesco, chegando a liderar por vários anos o ranking de produto florestal não madeireiro mais exportado, mas, essa produção vem caindo ao longo dos anos.

Observou-se que os resultados estão dentro do esperado, comparado com a literatura.

É notório o grande potencial energético do endocarro do coco babaçu, como também a importância desse fruto para a economia regional, mas, não há por enquanto nenhuma possibilidade de utilização do endocarro do coco babaçu como alternativa energética à nível nacional, pois a oferta não supre ainda a demanda. Como na região

nordeste se encontra a maior área de babaçuais o babaçu já adquire uma importante relevância no aspecto regional.

Comparado a outras biomassas, o carvão do endocarpo do coco babaçu apresenta maior percentual de cinzas que o eucalipto e semelhante teor de carbono fixo com a cana-de-açúcar. O valor mensurado para teor de umidade assegura a qualidade e junto com as demais características reforçam a tradição de que realmente é um bom material para produzir carvão

Apesar do grande potencial do uso desse material residual para a produção de carvão ecológico ainda há poucos trabalhos de pesquisa na literatura que relatam o uso energético desse material na mesma intensidade do carvão produzido com eucalipto. Com isso, é necessário seguir investigando para demonstrar ou não a viabilidade no uso dessa biomassa residual como fonte alternativa e ecológica de bioenergia.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. **Os desafios da sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério de Minas e Energia e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Diretrizes de política de agroenergia 2006-2011.** Brasília, 2005.

CAMPOS, A.M.A.; ASSIS.P.S. Biomassa: alternativa a curto prazo para a produção de aço com baixa emissão de CO₂. **Revista Concilium.** v.22, 2022.

CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C. E; SILVA, M. L. DA. **Manual Tecnológico De Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Babaçu (Attalea spp.).** 2. ed. Brasília: 2012, [s.d.].

CHEN, D. et al. Torrefaction of rice husk using TG-FTIR and its effect on the fuel characteristics, carbon, and energy yields. **BioResources**, v. 9, n. 4, p. 6241-6253, 2014.

CORRÊA, B. A. **MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CADIA PRODUTIVA DO BABAÇU (Attalea speciosa) NA REGIÃO DOS COCAIS, ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL.** UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS—Macaíba: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 9 fev. 2022.

CORTEZ, L. A. B. & LORA, E. S. Coord.. **Tecnologias de Conversão Energética da Biomassa**. EDUA/FEI: Manaus, Série Sistemas Energéticos vol 2, 1997.

EMMERICH, F. G.; LUENGO, C. A. Babassu charcoal: a sulfurless renewable thermo-reducing feedstock for steelmaking. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 41-44, 1996.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balanço Energético Nacional 2012**: ano base 2011. Rio de Janeiro: EPE, 2012. 282p.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GOUVEIA, V. M. 2015. O mercado de amêndoas de babaçu no estado do Maranhão. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação **PPGEFL.TD-056/2015**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 127 p.

GUARDABASSI, P. M. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia: perspectivas para países em desenvolvimento**. 2006. 132 f. Dissertação (Mestrado em Energia) -Universidade São Paulo, São Paulo, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAIBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2021**. Rio de Janeiro, v 36, p. 1-8, IBGE, 2021.

JUVILLAR, J. B. **Tecnologias da transformação da madeira em carvão vegetal**.

In: PENEDO, W. R. (Comp.). Uso da madeira para fins energéticos. Belo Horizonte: CETEC, 1980. 158 p. (Série Publicações Técnicas, n. 1).

MACHADO, D. R. DA L. C. C. M. **A LEI DE PROTEÇÃO DO BABAÇU: a proteção da produção das quebradeiras de coco**. Curso de Direito—São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2015.

NÓBREGA, R. DOS S. L. **USO DE BIOMASSAS COMO POSSÍVEIS FONTES RENOVÁVEIS PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA**. Londrina - PA: [s.n.]

PINHEIRO, P. C. C. et al. **A produção de carvão vegetal: teoria e prática**. Belo Horizonte, 2006

PORRO, R. A economia invisível do babaçu e sua importância para meios de vida em comunidades agroextrativistas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 14, n. 1, p. 169-188, jan.-abr. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981.81222019000100011>.

Protásio, T. de P. **Biomassa residual do coco babaçu : potencial de uso bioenergético nas regiões norte e nordeste do Brasil / Thiago de Paula Protásio**. – Lavras: UFLA, 2014. 172 p.: il.

PROTÁSIO, T. DE P. et al. Combustão da biomassa E do carvão vegetal da casca do coco babaçu. **Cerne**, v. 23, n. 1, p. 1–10, 2017.

Quirino, W. F. & Brito, J. O. **Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal.** Brasília, DF: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1991. (Série técnica, n. 13).Disponível em: <<http://mundoflorestal.com.br/arquivos/indice.pdf>> Acesso em 19 abril 2022.

REIS, A. R. S. et al. Comparação entre Carvão de Coco Babaçu e Carvão de Resíduos Madeireiros Comercializados em Altamira – PA. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, v. 6, n. 2, p. 100–106, 31 ago. 2015.

ROCHA, P. H. DE Q. **CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS ENDOCARPOS DE BURITI E BABAÇU PARA FINS ENERGÉTICOS.** Distrito Federal: [s.n.].

SANCHEZ, S. L. et al. Thermogravimetric–mass spectrometric analysis of lignocellulosic and marine biomass pyrolysis. **Bioresource Technology**, Essex, v.109, p.163–172, 2012.

SHENG, C.; AZEVEDO, J. L. T. Estimating the higher heating value of biomass fuels from basic analysis data. **Biomass and Bioenergy**, v. 28, n. 5, p. 499-507, 2005.

SOUZA, C. M. L. de; SILVA, E. G. da; ARAÚJO, F. D. da S.; MOITA NETO, J. M. **Composição do Coco Babaçu Triturado Integralmente.** Química no Brasil, v. 1, p. 21-24, 2007.

TEIXEIRA, M. A.; MILANEZ, L. F. **CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DO BABAÇU E ANÁLISE DO POTENCIAL DE COGERAÇÃO.** COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA—Campinas: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 26 fev. 2003.

VIVACQUA F., A. **Babaçu, Aspectos Sócios - Econômicos e Tecnológicos.** Brasília: Universidade de Brasília, 217p, 1968.

VOIVONTAS, D.; ASSIMACOPOULOS, D.; KONKIOS, E.G. Assessment of biomass potential for power production: a GIS based method. **Biomass and Bioenergy**, v. 20, n. 2, p. 101-112, 2001.

CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C. E; SILVA, M. L. DA. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Babaçu (*Attalea spp.*)**. 2. ed. Brasília: 2012, [s.d.].

CORRÊA, B. A. **MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CADIA PRODUTIVA DO BABAÇU (*Attalea speciosa*) NA REGIÃO DOS COCAIS, ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL.** UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS—Macaíba: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 9 fev. 2022.

GOUVEIA, V. M. **O Mercado de Amêndoas de Babaçu no Estado do Maranhão.** Tese de Doutorado em Ciências Florestais—brasília: UNB, 26 maio 2015.

MACHADO, D. R. DA L. C. C. M. **A LEI DE PROTEÇÃO DO BABAÇU: a proteção da produção das quebradeiras de coco.** Curso de Direito—São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2015.

NÓBREGA, R. DOS S. L. USO DE BIOMASSAS COMO POSSÍVEIS FONTES RENOVÁVEIS PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA. Londrina - PA: [s.n.].

PROTÁSIO, T. DE P. et al. Combustão da biomassa E do carvão vegetal da casca do coco babaçu. **Cerne**, v. 23, n. 1, p. 1–10, 2017.

REIS, A. R. S. et al. Comparação entre Carvão de Coco Babaçu e Carvão de Resíduos Madeireiros Comercializados em Altamira – PA. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, v. 6, n. 2, p. 100–106, 31 ago. 2015.

ROCHA, P. H. DE Q. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS ENDOCARPOS DE BURITI E BABAÇU PARA FINS ENERGÉTICOS. Distrito Federal: [s.n.].

TEIXEIRA, M. A.; MILANEZ, L. F. **CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DO BABAÇU E ANÁLISE DO POTENCIAL DE COGERAÇÃO.** COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA—Campinas: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 26 fev. 2003.

CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C. E; SILVA, M. L. DA. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Babaçu (*Attalea spp.*). 2. ed. Brasília: 2012, [s.d.].

CORRÊA, B. A. MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CADIA PRODUTIVA DO BABAÇU (*Attalea speciosa*) NA REGIÃO DOS COCAIS, ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL. UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS—Macaíba: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 9 fev. 2022.

GOUVEIA, V. M. O Mercado de Amêndoas de Babaçu no Estado do Maranhão. Tese de Doutorado em Ciências Florestais—brasília: UNB, 26 maio 2015.

Almeida José Hellan R. Lima - **CARVÃO ECOLÓGICO A PARTIR DO REUSO DO ENDOCARPO DO COCO BABAÇU (*Attalea speciosa*): UMA ALTERNATIVA AO DESPERDÍCIO E SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

José Hellan R. Lima Almeida

MACHADO, D. R. DA L. C. C. M. A LEI DE PROTEÇÃO DO BABAÇU: a proteção da produção das quebradeiras de coco. Curso de Direito—São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2015.

NÓBREGA, R. DOS S. L. USO DE BIOMASSAS COMO POSSÍVEIS FONTES RENOVÁVEIS PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA. Londrina - PA: [s.n.].

PROTÁSIO, T. DE P. et al. Combustão da biomassa E do carvão vegetal da casca do coco babaçu. **Cerne**, v. 23, n. 1, p. 1–10, 2017.

REIS, A. R. S. et al. Comparação entre Carvão de Coco Babaçu e Carvão de Resíduos Madeireiros Comercializados em Altamira – PA. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, v. 6, n. 2, p. 100–106, 31 ago. 2015.

ROCHA, P. H. DE Q. **CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS ENDOCARPOS DE BURITI E BABAÇU PARA FINS ENERGÉTICOS**. Distrito Federal: [s.n.].

TEIXEIRA, M. A.; MILANEZ, L. F. **CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DO BABAÇU E ANÁLISE DO POTENCIAL DE COGERAÇÃO**. COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA—Campinas: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 26 fev. 2003.