



Analysis of the Babassu as a source of biomass for the production of Briquettes in the Mid-North Region of Brazil

Mateus S. da Silva¹, Francisco B. de O. Lima²; Fabio R. G. Soares³, Francisco de T. R. Caselli⁴; Jonathan B. Costa⁵

^{1,4,5} Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Piauí, Brasil/Bloco 9 – CT, Ininga - Teresina - PI -CEP: 64049-550

^{2,3} Curso de Eng. Mecânica, Universidade Federal do Piauí, Brasil/ Bloco 10 – CT, Ininga - Teresina - PI -CEP: 64049-550

Email: mateus.s18@hotmail.com, bruno-oliveira123@hotmail.com, fabio-soares96@hotmail.com, tarso.caselli@ufpi.edu.br, jonathanbritocontador@gmail.com

ABSTRACT

Developing renewable energy sources that reduce environmental impact is a must for productive organizations. In this context the babassu as raw material for the production of briquettes appears as an opportunity. In this view the present work seeks to analyze the energetic potential of briquettes produced from the biomass of pure babassu coconut and with rice straw blender. The energetic potential of the briquette with a standard mesh size of babassu coconut and rice. Mulch layer bagasse of the babassu mesocarp combined with rice straw powder was used. Both particle size and ash content were evaluated. The results show that there is a viability in the use of the briquette of 50% babassu and 50% rice straw. From this work can be raised questions about how other waste can be availed, generating new research on biomass.

Keywords: Sustainability, Renewable Energy, Biomass.

Received: April 11th, 2018

Accepted: May 14th, 2018

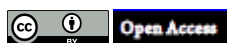
Published: June 30th, 2018

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Análise do Babaçu como fonte de Biomassa para produção de Briquetes na região Meio Norte do Brasil

Desenvolver fontes de energia renováveis que reduzam o impacto ambiental é uma necessidade das organizações produtivas. Neste contexto o babaçu como matéria prima para produção de briquetes surge como uma oportunidade. Nessa visão o presente trabalho busca analisar o potencial energético de briquetes produzidos a partir da biomassa de coco babaçu puro e com blender de palha de arroz. O potencial energético do briquete com um tamanho de grão (mesh) padronizado do coco babaçu e arroz. Foi utilizado bagaço de várias camadas do mesocarpo do babaçu combinado com pó da palha do arroz. Foram avaliados tanto a granulometria quanto o teor de cinzas. Os resultados mostram que há uma viabilidade no uso do briquete de 50% babaçu e 50% palha de arroz. A partir deste trabalho podem ser levantados questionamentos sobre como outros resíduos podem ser aproveitados, gerando novas pesquisas em cima de biomassa.

Keywords: Sustentabilidade, Energia Renovável, Biomassa.

I. INTRODUÇÃO

A busca por novas formas de energia é uma missão que vem ganhando a dedicação de vários pesquisadores por todo o mundo. A sociedade já tem a consciência que continuar usando combustíveis fósseis vai causar o esgotamento destes combustíveis e também uma maior degradação do meio ambiente.

O impacto ambiental como a alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade. Estas alterações precisam ser quantificadas, pois apresentam

variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas [1].

Nesse contexto de energias renováveis pode ser citada a biomassa, uma fonte de energia sustentável que é basicamente o aproveitamento de restos agrícolas e florestais. Esta é uma boa alternativa para a substituição dos combustíveis fósseis, dentre outras.

Estudo evidenciam o potencial energético de alguns tipos de biomassa, procurando aquele que seria mais proveitoso como [2]. Ou seja, aquele que produzisse mais energia a partir da

queima de uma menor quantidade de massa e causando o mínimo possível de degradação ao meio ambiente.

Um dos processos utilizados para a avaliação desse potencial energético é a queima de briquetes, que são um condensado de biomassa. O briquete pode ser feito de coco babaçu, arroz, cana de açúcar, a maioria dos resíduos de origem agrícola ou florestal. A fabricação do briquete é barata e já vem sendo utilizada por pequenas e médias empresas como combustível.

A briquetagem consiste na aglomeração de partículas finas por meio de pressão, com o auxílio ou não de um aglutinante, o qual é responsável por transformar partículas finas em corpos por meio de ligações, físicas ou químicas, rígidas. Assim, permitindo a obtenção de um produto não apenas compactado, mas também, com forma, tamanho e parâmetros mecânicos segundo especificações. Na aplicação da pressão externa, pode-se utilizar três processos, onde o primeiro é caracterizado por possuir dois rolos paralelos os quais fazem com que o material flua continuamente.

Os mesmos apresentam cavidades ou moldes, já com o tamanho ou forma desejada, dispostos na superfície e operam com velocidade constante de rotação em sentidos contrários. O segundo processo baseia-se na extrusão contínua em máquina do tipo maromba. Já a terceira opção ocorre em prensas hidráulicas, onde os moldes são preenchidos de forma intermitente [3].

O briquete pode ser caracterizado como sendo um material de forma cilíndrica e compactado, que possui alta densidade. A partir da densidade aparente do briquete é que se determina a quantidade de energia ou calor acumulada neste material com volume definido [4]. Portanto, a forma que expressa a condição mais próxima da realidade referente ao conteúdo energético para os briquetes é o uso do poder calorífico útil e a densidade aparente [5].

Densidade aparente, ou massa específica aparente, pode ser definida como a massa média de um sólido por volume, na sua apresentação, normal ou habitual, específica para determinada amostra ou processos. Na avaliação técnica, densidade aparente maior é mais bem requerida, uma vez que, há uma relação diretamente proporcional entre o aumento da densidade aparente e a densidade energética do briquete.

Este trabalho visa avaliar o potencial energético do briquete com um tamanho de grão (mesh) padronizado do coco babaçu e arroz. Foi utilizado bagaço de várias camadas do mesocarpo do babaçu combinado com pó da palha do arroz. Foram avaliados tanto a granulometria quanto o teor de cinzas.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

II.1 FONTES DE ENERGIA

A produção e consumo de energia no mundo em geral é baseada em combustíveis fósseis que, além de demorar milhares de anos para a natureza repor as reservas, provoca danos ao meio ambiente, como emissão de poluentes e gases de efeito estufa. Enquanto isso as energias renováveis representam apenas 14,4% do consumo mundial [6].

O suprimento competente e universal da energia é considerado condição básica para o desenvolvimento econômico, independentemente do conceito que se utilize para desenvolvimento. Nesse contexto, o acesso de cada ser humano a uma quantidade mínima de bens energéticos adequada aos atendimentos de suas necessidades básicas deve ser considerado

como um requisito da sustentabilidade. Esse requisito tem sido enfatizado em todas as ações e discussões relacionadas com o desenvolvimento sustentável desde a Conferência de Estocolmo em 1972. Portanto, é natural que a questão energética, no âmbito de um cenário que também incorpora outros setores de infraestrutura, tais como [7].

As fontes de energia a partir de recursos renováveis como álcool, lenha e cascas de árvores são materiais estudados com o objetivo de reduzir os impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis, bem como fornecer energia para as indústrias [8].

II.2 FONTES DE ENERGIA NÃO RENOVÁVEIS

É aquela que o seu uso ao longo do tempo causa o esgotamento das reservas e o tempo para a reposição é de milhares de anos. Alguns exemplos desses combustíveis fósseis são o petróleo, o carvão mineral e o gás natural.

Há inúmeras desvantagens na utilização de energia não-renovável dentre as quais pode-se citar: Não são renováveis; A queima de combustíveis fósseis gera poluição do ar; Alguns dos gases poluentes são um dos principais responsáveis pelo efeito estufa e aquecimento global; A queima destes combustíveis fósseis também são responsáveis pela geração da chuva ácida; Como são muito inflamáveis, os combustíveis de fontes não renováveis devem ser estocados com muito cuidado, pois há um risco elevado de explosões dos reservatórios.

Estas fontes de energia também causam danos ao meio ambiente. A maior parte do consumo mundial de energia ainda é de combustíveis fósseis [9]. A queima desses combustíveis libera Clorofluorcarbonetos (CFCs) e Dióxido de Carbono (CO₂), ambos causam muitos danos ao meio ambiente e agravam o efeito estufa. Por conta de todos os problemas causados por estes combustíveis, vários pesquisadores passaram a tentar desenvolver novas formas de produzir energia sem que haja problemas no meio ambiente, ou seja, encontrar fontes de energia limpa.

II.3 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

São as fontes de energia que se renovam e que não há a possibilidade de esgotamento com o uso delas. São exemplos dela a energia eólica, hidráulica, das marés, energia solar, biomassa e células a combustível. As três últimas são, atualmente, as fontes de energia renováveis mais promissoras [10].

A energia está-se a tornar um fator condicionante dos modelos de desenvolvimento socioeconômicos futuros à escala global, regional e nacional. Satisfazer a procura de energia no momento e no local em que é necessária e sob a forma adequada é um dos principais desafios com que a sociedade é confrontada no decorrer deste século.

O atual paradigma de desenvolvimento é insustentável a médio e longo prazo devido às crises e rupturas resultantes de uma escassez crescente dos combustíveis fósseis e da degradação ambiental resultante. Sem fontes de energia abundantes e acessíveis do ponto de vista econômico e menos nocivas para o ambiente, não é possível assegurar a manutenção do atual paradigma.

Começa a haver uma forte tendência a nível mundial para os países diminuírem a dependência do petróleo, motivada pela necessidade de controlar as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera e pela sustentabilidade resultante duma maior segurança ao nível do abastecimento e da acessibilidade. Uma

fonte energética que pode ser utilizada para geração de energia é o babaçu por ser considerada uma matéria orgânica que produz energia renovável, fornecendo combustíveis que são utilizados por indústrias na produção de vapor para as caldeiras, substituindo os combustíveis de origem fóssil, como o óleo e o gás natural [8].

II.4 BIOMASSA

Biomassa como qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica. Dependendo da origem, pode ser classificada em: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos [11].

Tanto no mercado internacional quanto no interno, a biomassa é hoje considerada uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência dos combustíveis fósseis. Ela é potencialmente uma rica fonte de geração de energia elétrica e de biocombustíveis - como o biodiesel e o etanol, cujo consumo é crescente em substituição a derivados de petróleo como o óleo diesel e a gasolina. Definitivamente, a biomassa constitui-se em uma das fontes de produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos [12].

A biomassa é usada desde os tempos antigos como fonte de energia (lenha) das sociedades sem, no entanto, apoiar-se em produção sustentável. Por este motivo, durante muito tempo o termo biomassa foi associado à ideia de desmatamento. Somente no século XX teve início o uso da biomassa moderna, com programa do álcool no Brasil e a prática do 18 reflorestamento para produção de madeira. A biomassa tradicional é utilizada como fonte de energia primária para cerca de 2,5 bilhões de pessoas em países em desenvolvimento [13].

Tanto no mercado internacional como no Brasil, a biomassa tem sido considerada como uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e diminuição da utilização dos combustíveis fósseis [14].

Embora seja considerada uma fonte de energia renovável, deve ser utilizada de forma controlada para evitar danos ao meio ambiente como a geração de gases de efeito estufa ou uso predatório da vegetação nativa.

Pesquisas da ABIB (Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa) revelam que são produzidas mais de 60 milhões de toneladas de resíduo madeireiros, que sofrem um total descaso dos empresários. Estes resíduos poderiam produzir cerca de 10.084,96 milhões de GJ/ano.

A expectativa de maior participação da biomassa no suprimento de energia no futuro pode ser explicada por vários motivos. Primeiramente, os combustíveis obtidos a partir da biomassa podem substituir mais ou menos diretamente os combustíveis fósseis na atual infraestrutura de suprimento de energia. As energias renováveis intermitentes, como a eólica e a solar, representam um desafio à maneira como a energia é distribuída e consumida. Em segundo lugar, a disponibilidade de terras faz com que os recursos em potencial sejam abundantes. Em terceiro lugar, o crescimento da população, a urbanização e a melhoria dos padrões de vida nos países em desenvolvimento, fazem aumentar em ritmo acelerado a demanda por energia [12].

A dificuldade de quantificar o uso da biomassa energética, especialmente nas suas ormas tradicionais, acarreta problemas adicionais. Duas são as principais razões: a) a biomassa geralmente é considerada um combustível inferior e raramente incluído nas estatísticas oficiais e, quando o é, tende a ser desvalorizada; b) usos tradicionais de bioenergia – como, por exemplo, na forma de lenha, carvão, esterco de animais e resíduos agrícolas – são erroneamente associados com problemas do desmatamento e da desertificação. Por outro lado, dificuldades em medir, quantificar e manusear a biomassa visto tratar-se de uma fonte de energia dispersa, e seu uso ineficiente resultam na obtenção de pouca energia útil [12].

II.5 BIOMASSA E SEUS RESÍDUOS

A quantificação da biomassa tem recebido, nesses últimos anos, uma atenção especial na medida em que ela se relaciona diretamente com a fixação de CO₂ (dióxido de carbono) atmosférico, agindo em consequência como redutora das emissões de dióxido de carbono, um dos grandes responsáveis pelo efeito estufa. Todavia, a metodologia utilizada na quantificação da biomassa não tem sido unânime em contemplar os mesmos procedimentos, tendo em vista que algumas delas não levam em consideração nem a biomassa morta (serapilheira) e nem tão pouco aquela subterrânea [15].

O aproveitamento da biomassa em indústrias, na agricultura ou em outros setores acaba gerando resíduos. Que podem ser de diversas formas, como palha, bagaço, caule, folhas, cascas, entre outros. Neste trabalho serão avaliados em específico o bagaço do coco babaçu e a palha de arroz.

II.6 BABAÇU

O coco babaçu (*Orbignyia phalerata*) é encontrado principalmente na Mata dos Cocais, localizada no nordeste brasileiro, mais especificamente nos estados do Maranhão, Piauí, Bahia e Tocantins, nesses três últimos apenas em pequenas partes dos estados.

O babaçu possui um importante valor econômico para o Maranhão, visto que no estado há uma produção média de 1,5 toneladas de frutos por hectare. Há mais de 300.000 extrativistas que utilizam o babaçu como renda familiar [16].

O bagaço do coco babaçu possui um aproveitamento como biomassa, porém esse potencial é desconhecido ou é ignorado. Na indústria, cerca de 91,3% do coco babaçu é descartado, sendo aproveitado apenas 8,7%, que é o correspondente à amêndoa [17]. A planta babaçu pode ser aproveitada de diversas maneiras: madeira do tronco para construção; palhas para o telhado, utensílios, lenha; palmito na alimentação e industrialização; frutos com múltiplos aproveitamentos – amido, óleo e farinha protéica da amêndoa e energia do endocarpo, quer na sua utilização em queima direta como lenha, quer pela produção de carvão vegetal [18].

II.7 BRIQUETE

A briquetagem é um processo que vem ganhando bastante destaque, pois é um processo barato e que produz um combustível muito eficiente. O briquete é um condensado de biomassa.

A utilização de briquete se dá para a sua queima em fornos, caldeiras, torradores, aquecedores e outros. O briquete é mais utilizado por pequenos e médios empresários como

combustível de fornos em indústrias alimentícias. Normalmente os resíduos produzidos na indústria não recebem a devida atenção, pois a maioria dos resíduos de origem agrícola ou florestal pode ser aproveitado na produção de briquetes.

Os briquetes são obtidos pela compactação de resíduos lignocelulósicos, para a geração de energia na forma de calor ou eletricidade e em geral apresentam uma densidade de 650-1200 kg/m³, diâmetro de 60 mm e comprimento de 25 a 300 mm aproximadamente [19].

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A realização dos ensaios e análises foram feitos no laboratório da Universidade Federal do Piauí – UFPI, campus ministro Petrônio Portela, Teresina-PI.

III.1 PREPARAÇÃO DA BIOAMASSA

Várias camadas do coco babaçu foram utilizadas para a fabricação do briquete. A biomassa foi doada por uma indústria de beneficiamento do óleo do coco babaçu, armazenadas e lacradas para se manterem conservadas. O bagaço foi triturado em uma forrageira por 10 minutos para estarem prontos para o ensaio de granulometria.

III.2 TEOR DE UMIDADE

O teor de umidade (TU) foi medido com a utilização de uma estufa para a secagem da biomassa (105 ± 2) °C. O procedimento foi realizado no laboratório de solos da Universidade Federal do Piauí. Ele indica a presença de água dentro do material e é muito influente na queima de combustível. A secagem foi realizada até que a massa do material não diminuísse mais. Para se medir o Teor de Umidade, utiliza-se a seguinte equação:

$$TU = \frac{M - M_1}{M_1} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

TU= Teor de umidade em %;

M= Massa inicial da amostra, em g;

M1= Massa após a secagem em estufa, em g.

A compactação da biomassa foi realizada no laboratório de usinagem de engenharia mecânica da Universidade Federal do Piauí. O procedimento foi realizado em uma prensa hidráulica cuja pressão de 6000kgf/cm³ com 15 segundos de aplicação para cada amostra [20].

Após a compactação, as amostras foram enviadas à Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC para a análise do seu poder calorífico por meio da utilização de uma bomba calorimétrica. Esta é um aparelho que provoca a queima de um material de forma exotérmica e o aparelho mede a quantidade de energia gerada com a combustão. Para então ser realizada a comparação e a constatação da viabilidade dos briquetes produzidos da mistura destes dois resíduos.

III.3 PODER CALORÍFICO SUPERIOR

O poder calorífico de um material é definido pela quantidade de energia que ele libera quando sofre combustão. A análise do poder calorífico dos briquetes foi realizada com uma bomba calorimétrica, seguindo a norma NBR 8633.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão mostrados os resultados das análises do coco babaçu e da palha de arroz e também dos briquetes produzidos da mistura desses dois materiais.

A tabela 1 apresenta o teor de umidade do coco babaçu e da palha de arroz, que foram calculados a partir da equação 1 com as medidas encontradas a partir da secagem dos materiais.

Tabela 1: Teor de Umidade.

Biomassa	Teor de Umidade (%)
Coco babaçu	8,83%
Palha de Arroz	5,67%

Fonte: Autores, (2018).

Podemos notar que os valores do TU do babaçu e da palha de arroz são pequenos, o que mostra a viabilidade da utilização em grande escala de material sem ter a necessidade de ficar sendo realizada a secagem de cada porção do material.

A tabela 2 apresenta o potencial calorífico dos briquetes que foram enviados para análise. A amostra 1 é um briquete que possui 80% de sua massa composta de coco babaçu e 20% de arroz. A amostra 2 possui 60% de babaçu e 30% de arroz. A amostra 3 possui 50% de babaçu e 50% de arroz. A amostra 4 é composta apenas de coco babaçu e a amostra 5 é composta apenas de arroz.

Tabela 2: Potencial Calorífico Superior.

Amostra	Massa (g)	Poder Calorífico (J/Kg)
1	1,0362	16.794
2	1,0235	16.716
3	1,0023	17.435
4	1,0152	17.435
5	1,0152	14.860
Média	1,01848	16.648

Fonte: Autores, (2018).

Podemos notar que a amostra 3 produz a mesma quantidade de energia que a amostra 4, porém a massa da amostra 3 é ligeiramente menor que a da amostra 4. Portanto, é possível concluir que um briquete contendo 50% de babaçu e 50% de palha de arroz produz mais energia que um feito apenas de coco babaçu.

A comparação dos resultados com o potencial calorífico de briquetes produzidos a partir de outras biomassas mostrados na tabela 3.

Tabela 3: Comparação briquete babaçu e briquetes de outra biomassa.

Material	Poder Calorífico (J/kg)
Bambu1	18.652
Babaçu3	16.648
Chrisostomo2	19.573
Palha de Cana de açúcar2	15.627
Serragem de eucalípto2	17.325
Serragem de Pinus2	20.315

Fonte: Adaptado de [21]¹, [22]².

Apesar do poder calorífico médio não ser o maior dentre os testados o briquete de biomassa obtido a partir de coco babaçu apresentava vantagens para sua produção e uso na região meio norte do Brasil onde tem grande incidência sendo o Maranhão e o Piauí os maiores produtores nacionais de amêndoas do fruto.

Considerando os estudos [22] o fruto do babaçu é 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% Amêndoa devemos considerar que 93% do peso do coco é descartado gerando uma grande quantidade de resíduos.

Estimando que o peso médio de um coco babaçu. O coco pesa entre 90g e 280g, média de 185g por fruto teríamos então um média de 172,05g de resíduo por coco [17]. Considerando que foram produzidas no Brasil 61.390t de amêndoa do coco [24], teremos aproximadamente um montante de 877.000t de resíduo dos demais componentes que poderia serem utilizados como briquete.

V. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que há uma viabilidade no uso do briquete de 50% babaçu e 50% palha de arroz, visto que ele produz uma quantidade de energia ligeiramente maior que as outras misturas.

A principal dificuldade encontrada foi a falta de alguns equipamentos para se realizar os experimentos, como a bomba calorimétrica, que não havia na UFPI. Foi preciso enviar para Fortaleza-CE para se obter as análises necessárias para o projeto.

Este trabalho é importante, pois mostra como os resíduos agrícolas, que hoje são desperdiçados em sua maior parte, podem ser reaproveitados de uma forma limpa e segura, que traz benefícios sem causar danos ao meio ambiente. A partir deste trabalho podem ser levantados questionamentos sobre como outros resíduos podem ser aproveitados, gerando novas pesquisas em cima de biomassa.

Também podemos notar que a utilização de briquetes se tornaria viável pelo seu baixo teor de umidade, sendo possível guardar esse material se preocupar em deixar o material guardado nas condições de uma estufa, pois a umidade absorvida não seria a suficiente para causar redução significativa no potencial energético do material.

Os resultados também indicam que boa parte deste material é jogado fora ou incinerado sem passar por tratamento prévio o que reduz seu potencial calorífico. Deste modo a fabricação de briquetes a partir desses resíduos possibilitaria um destino mais nobre aos resíduos melhorando seu potencial energético durante a queima, como também, atuaria reduzindo o

impacto ao meio ambiente. O trabalho tem como limitações não ter abordado a análise econômica do briquete produzido a partir do coco babaçu sendo esta sugestão para trabalho futuro.

VI. AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio d Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC pela parceria na realização dos testes.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] TAUKE-TORNISIELO, Sâmia Maria; GOBBI, Nivar; FOWLER, Harold Gordon. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** In: *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.* 1995. p. 206-206.
- [2] PUTTI, Fernando Ferrari; LUDWIG, Rafael; RAVAZI, Amanda Sanches. **Análise da viabilidade e rentabilidade do uso do babaçu para a produção do biodiesel.** *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista* [online], v. 8, n. 7, 2012. [Consulta, de 17 de novembro de 2017] Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/335
- [3] CARVALHO, E. A.; BRINK, V. **Tratamento de Minérios.** 4. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2004. 613 – 636 p.
- [4] Quirino, W. F. & Brito, J. O. **Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal.** Brasília, DF: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1991 [online]. (Série técnica, n. 13). [Consulta, de 15 de novembro de 2017] Disponível em: <http://mundoflorestal.com.br/arquivos/indice.pdf>
- [5] Vale, A. T. et al. **Caracterização energética e rendimento da carbonização de resíduos de grãos de café (Coffea arábica,L) e de madeira (Cedrelinga catenaeformis, Duke).** *Cerne*[online], n. 13, p. 416-420, 2007. [Consulta, de 15 de novembro de 2017]Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/744/74413410/>
- [6] GOLDEMBERG, J. et al. **Energy and environment in Brazil..** *Estud. av.* [online]vol.21 no.59 São Paulo Jan./Apr. 2007. [Consulta, 20 de novembro de 2017]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci_arttext
- [7] ROTSTEIN, Jaime. **Planejamento estratégico e desenvolvimento.** Digitaliza Conteúdo, 312p. 2016.
- [8] ROCHA, E.P. A; SOUZA, D. F.; DAMASCENO, S. M. **Estudo da viabilidade da utilização de briquete de capim como fonte alternativa de energia para a queima em alto-forno.** In: *VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*, Uberlândia, MG. 2009. [Consulta, de 10 de novembro de 2017] Disponível em: <http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/99021911.pdf>
- [9] Balanço Energético Nacional – BEM. **Relatório Síntese ano base 2016.** Empresa de Pesquisa Energética -EPE, Rio de Janeiro,

2017. [Consulta, de 20 abril 2018] Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf
- [10] AQUINO NETO, S. et al. **New Energy Sources: The Enzymatic Biofuel Cell**. Ribeirão Preto. 2013.
- [11] ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3º ed. – Brasília : Aneel, 2008. [Consulta, de 20 de julho de 2017] Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>
- [12] WALKER, Eliana. **Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais**. Ijuí: UNIJUI, 2009, 107p. Dissertação(Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática, Universidade Regional do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009. [Consulta, 20 julho de 2017] Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/220>
- [13] GOLDEMBERG, José. **Atualidade e perspectivas no uso de biomassa para geração de energia**. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 1, 2016. [Consulta, de 20 de abril de 2018] Disponível em: <http://rvq.sbjq.org.br/imagebank/pdf/v9n1a04.pdf>
- [14] BORGES, Ane Caroline Pereira et al. **Energias Renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia/Renewable energy: a contextualization of the biomass as power supply**. *REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA*, v. 10, n. 2, 2017. [Consulta, 15 de abril de 2018] Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/239>
- [15] WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite Ikonos II**. 2003. 120 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. [Consulta, de 20 de julho de 2017] Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26789>
- [16] SOARES BRANDÃO NASCIMENTO, M. et al. **Eco-epidemiologic study of emerging fungi related to the work of babaçu coconut breakers in the State of Maranhão, Brazil**. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. p. 74-78, 2014. [Consulta, de 10 de novembro de 2017] Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86822014000100074&script=sci_arttext
- [17] CARRAZZA, L. R.; SILVA, M. L. D.; ÁVILA, J. C. C. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Babaçu**. 2ª. ed. Brasília: ISPN, 2012. [Consulta, 20 janeiro de 2017] Disponível em: http://www.ispn.org.br/arquivos/Mont_babacu006.pdf
- [18] LORENZI, Harri et al. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo, BR: Edit. Plantarum, 1996.
- [19] DA SILVA, J. W. F.; CARNEIRO, R. A. F.; LOPES, J. M. L. M. **Da biomassa residual ao briquete: viabilidade técnica para produção de briquetes na microrregião de dourados-ms**. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 6, n. 4, 2017. [Consulta, 20 de abril de 2018] Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/46401/pdf>
- [20] TAVARES, MAME; TAVARES, SRL. **Perspectivas para a participação do Brasil no mercado Internacional de pellets**. *Holos*, v. 5, 2015. [Consulta, 20 de novembro de 2017] Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/4815/481547288025/>
- [21] ARRUDA, L. M.; QUIRINO, W. F. **Caracterização energética de Bambu (*Guadua magna*)**. *Anais do 3º Congresso Internacional de Bioenergia e Biotech Fair*, 2008. [Consulta, de 20 de novembro de 2017] Disponível em: <http://www.bambubrasileiro.com/arquivos/Caracterizacao%20Energetica%20Guadua%20Magna%20-%20Arruda%20&%20Quirino%202008.pdf>
- [22] SILVA, Diego Aleixo et al. **Caracterização de biomassas para a briquetagem**. *Floresta*, v. 45, n. 4, p. 713-722, 2015. [Consulta, de 15 de novembro de 2017] Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/39700>
- [23] CHEN, Dengyu 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. [Consulta, de 30 de outubro de 2017] Disponível em: http://stargate.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_09_4_6241_Chen_Torrefaction_Rice_Husk
- [24] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pevs 2016: produção da silvicultura e da extração vegetal alcança R\$ 18,5 bilhões**. [Consulta, de 15 de novembro de 2017] Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/16981-pevs-2016-producao-da-silvicultura-e-da-extracao-vegetal-alcanca-r-18-5-bilhoes.html>