

**APROVEITAMENTO E POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA DO
COCO VERDE**

**ENERGY POTENTIAL AND ENERGY POTENTIAL OF THE GREEN
COCONUT BIOMASS**

Erika Cristina Da Silva; Rhodiney Vaz Martins; Alex Paubel Junger; Sinclair Mallet
Guy Guerra, Luiz Henrique Amaral

Universidade Federal do ABC, Brasil | Universidade Cruzeiro do Sul., Brasil |
Faculdade de Tecnologia Termomecânica, Brasil
alexpaubel@hotmail.com

RESUMO

O trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação através de artigos, trabalhos acadêmicos e sites especializados como EMBRAPA e IBGE, de possíveis formas de aproveitamento dessa biomassa, principalmente para a produção alternativa de energia. Com a pesquisa pode-se observar que a melhor maneira de aproveitar todo o potencial energético dessa biomassa é na forma de briquetes, tanto do pó das cascas do coco quanto das fibras, com um poder calorífico superior em torno de 18,8MJ/kg. Além de todo o potencial energético, esse resíduo também pode ser aproveitado de inúmeras formas como em confecção de vasos, placas para o cultivo de vegetais, substratos agrícolas, etanol de segunda geração, mantas biológicas, etc. A conclusão obtida é de que a biomassa do coco verde tem potencial para produção de energia alternativa, e seu aproveitamento pode surgir como uma oportunidade de resolver alguns problemas ambientais, como o acúmulo desse resíduo nos aterros sanitários e a proliferação de doenças que podem afetar a saúde das populações. Com incentivo por parte dos governantes para a instalação de usinas e projetos bem coordenados para o desenvolvimento de cooperativas, problemas como o desemprego, principalmente de pessoas de classe sociais menos favorecidas, podem ser amenizados. Por esses motivos o aproveitamento dessa biomassa é muito importante não só como uma fonte de energia, mas também para contribuímos para uma sociedade mais sustentável.

Palavras chave: casca de coco verde, biomassa, potencial energético, briquetes.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the possible ways of using this biomass, mainly for alternative energy production, through articles, academic papers and specialized websites such as EMBRAPA and IBGE. With the research it can be observed that the best way to take advantage of all the energy potential of this biomass is in the form of briquettes, both coconut shell powder and fiber, with a calorific value higher than 18.8 MJ / kg. In addition to all the energy potential, this residue can also be used in innumerable ways such as potting, vegetable growing boards, agricultural substrates, second generation ethanol, biological blankets, etc. The conclusion is that green coconut biomass has potential for alternative energy production, and its use could be an opportunity to solve some environmental problems, such as the accumulation of this residue in landfills and the proliferation of diseases that can affect health of populations. With incentives from the government to set up well-coordinated cooperative projects and projects, problems such as unemployment, especially of disadvantaged social classes, can be mitigated. For these reasons the use of this biomass is very important not only as a source of energy, but also to contribute to a more sustainable society.

Keywords: green coconut shell, biomass, energy potential, briquet

1- INTRODUÇÃO

Hoje no mundo existe uma busca incessante de exploração de recursos energéticos alternativos, devido as novas preocupações com o meio ambiente e ao possível esgotamento de fontes de energia não renováveis como o petróleo, que é responsável pela maior parte da energia produzida no Brasil e no mundo. Na matriz energética mundial o petróleo e seus derivados correspondem por 85% da energia consumida mundialmente, o que causa uma grande dependência desse combustível fóssil (ESTEVES,2014). Essa dependência pode ser observada no Gráfico 1, que mostra o consumo mundial de energia primária, com um comparativo dos anos de 1973, e do ano de 2006, nota-se uma pequena queda no uso do petróleo em 2006, mas que não afetou a sua liderança na Matriz de consumo mundial (IEA,2008).

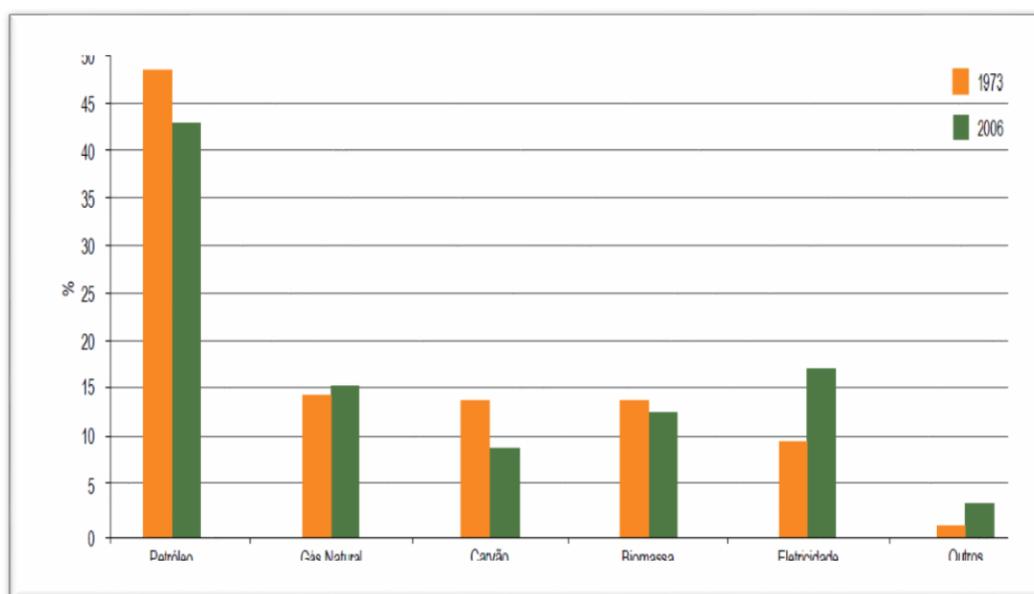


Gráfico 1. Matriz de consumo final de energia nos anos de 1973 a 2006. (IEA,2008).

O Brasil é reconhecido mundialmente pela utilização de energia renovável na sua matriz energética. Em 2014 e 2015, manteve-se como o país que mais utilizou esse tipo energia, como pode ser observado no Gráfico 2, logo abaixo, tendo um leve crescimento em 2015 devido a queda de oferta interna de petróleo e dos seus derivados.

As principais fontes de energia renováveis utilizada no Brasil são: biomassa da cana, hidráulica, lenha, carvão vegetal, lixo e outras renováveis (EPE, 2016).

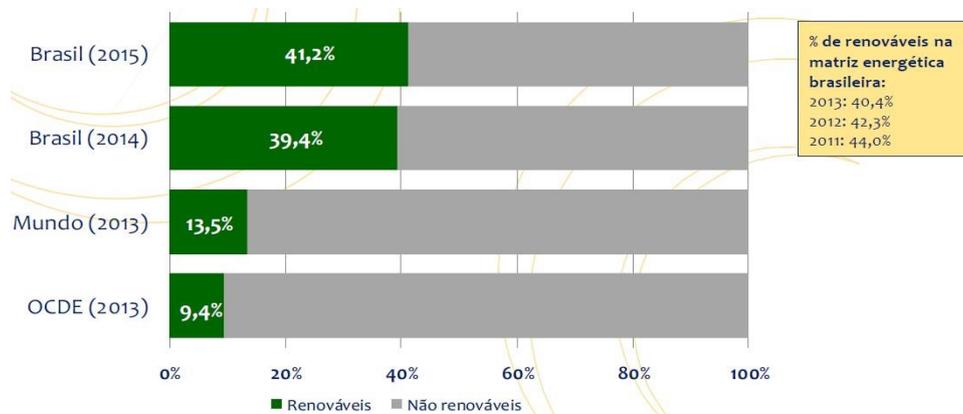


Gráfico 2. Participação de renováveis na matriz energética. (EPE, 2016 com ano base 2015).

A fonte de energia renovável com maior potencial para crescimento nos próximos anos é a biomassa, que pode diminuir a dependência dos combustíveis fósseis e diversificar a matriz energética do país. O Brasil possui condições favoráveis como clima, grandes extensões de terras para a produção de uma variedade de espécies que podem ser utilizadas para esse fim, além de resíduos agrícolas e industriais que são fortes candidatos para a produção de bioenergia no país (ESTEVES, 2014).

Nos últimos anos o cultivo que tem chamado atenção pelo aumento da produção no Brasil é o coco verde, isso se deve ao aumento do consumo da água e de seus derivados. Seu resíduo (casca), pode ser utilizado para conversão em energia térmica, assim, diminuindo os impactos ambientais causado principalmente pela destinação inadequada desse resíduo. Nos últimos anos a produção de coco teve um considerável aumento não só no Brasil, mas no mundo tornando-se a principal atividade agrícola de vários países, chegando em 1998 a 47,8 milhões de toneladas, em 2008 esse número foi de aproximadamente 60,7 milhões de toneladas (FAO, 2011). Atualmente o Brasil é o quarto maior produtor, com uma produção de 2,8 milhões de toneladas e área colhida de 287 milhões de coqueiros (Martins & Jesus Jr, 2011). O gráfico mostra a liderança na produção de países como a Indonésia e Filipinas totalizando 56%, mais da metade da produção mundial. O Brasil aparece com 4,3% da produção (SANTANA, 2012).

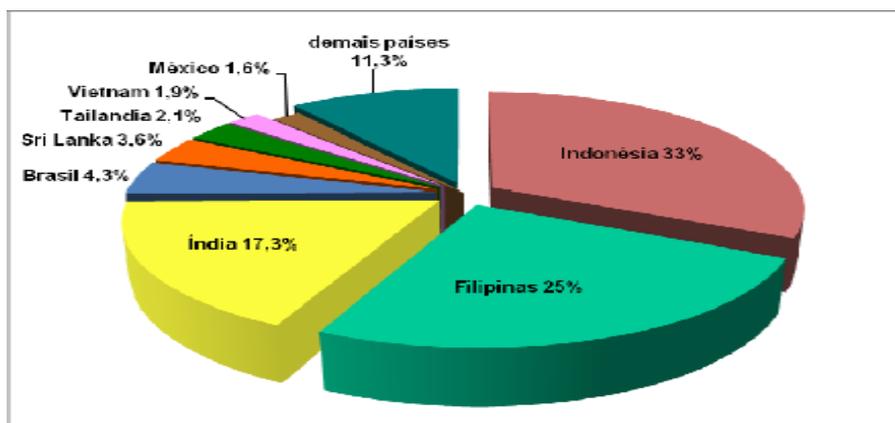


Gráfico 3. Produção mundial do coco em 2010, percentual de cada país (SANTANA,2012).

No mês de abril de 2017, na região Norte o maior produtor de frutos foi o estado do Pará com 197.322 mil frutos, já na região Nordeste, o estado da Bahia é o maior produtor com uma safra de 542.448 mil frutos, sendo considerado o maior produtor nacional, contribuindo com aproximadamente 26,56% da produção do país (IBGE, 2017). No Sudeste, destaca-se o estado do Espírito Santo, com uma produção de 121.846 mil frutos. Também na região Sudeste o estado de São Paulo aparece com uma produção de 23.439 mil frutos números menos expressivos se comparados a outros estados da mesma região, como Minas Gerais e Rio de Janeiro que produziram em abril de 2017, 31.377 e 44.425 mil frutos respectivamente (IBGE, 2017). Apesar de São Paulo parecer estar em desvantagem, nos últimos anos o estado vem substituindo suas tradicionais culturas de café e laranja pela a do cultivo de coco, principalmente da espécie de coqueiro anão, aumentando assim sua produção a cada ano. Segundo pesquisas realizadas pela secretaria da agricultura da região, até 2000 tinha-se uma expectativa de 25% de crescimento, na época a produção mensal, atingiu 8,700 mil frutos (PEREZ, et al., 2002). Hoje em 2017, esse número é de 23.439 mil frutos, dado referente ao mês de abril, mostrando que teve um grande aumento da produção no estado (IBGE,2017).

Assim, o trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação através de artigos, trabalhos acadêmicos e sites especializados como EMBRAPA e IBGE, de possíveis

formas de aproveitamento dessa biomassa, principalmente para a produção alternativa de energia.

2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil encontra-se o gênero *Cocos*, constituído pela espécie *Cocos nucifera* L. composta por algumas variedades, entre as quais as mais importantes, do ponto de vista agrônomo, socioeconômico e agroindustrial, são as variedades *Typica* (var. Gigante) e *Nana* (var. Anã), que acredita-se ter originado de uma mutação gênica da Gigante (FRUTAS DO BRASIL, 2002). O coqueiro gigante tem porte alto podendo alcançar de 20m a 30m de altura, produz entre 30 e 80 frutos por planta ao ano, sendo considerado pouco produtivo, é mais utilizado pela indústria de processamento de coco-seco, originando diversos produtos como coco ralado, leite de coco, flocos de coco, entre outros. Ele vive de 60 a 70 anos e dá frutos grandes com aproximadamente 1,5kg, mas amadurece tardiamente iniciando o florescimento entre 5 a 7 anos em condições ecológicas ideais, chegando a florescer, no entanto, até com 10 anos após o plantio (EMBRAPA,2002). Na Figura 1, pode-se observar a variedade de coqueiros gigantes.



Figura 1. Coqueiros gigantes localizados na Av. Oceânica - Salvador (SILVEIRA,2008).

O coqueiro anão é a variedade mais utilizada comercialmente no Brasil, tem porte baixo crescendo de 10m a 12m de altura, com vida útil em torno de 30 a 40 anos destinado às indústrias de coco-verde porque sua água é mais doce, ele é mais produtivo

em relação aos outros coqueiros rendendo entre 150 e 200 frutos por planta ao ano. O coqueiro anão amadurece precocemente, primeira flor aparece aos 2 anos aproximadamente e produz frutos pequenos com massa em torno de 1kg e com uma produtividade nos plantios tecnificados, acima de 8 ton/ha (EMBRAPA, 2002). Na Figura 2, pode-se observar as principais características do coqueiro anão, principalmente a quantidade de frutos e seu tamanho pequeno, característica da qual originou seu nome popular.



Figura 2. Coqueiro anão (FRUTAS BRASIL, 2017).

Além das duas variedades citadas (gigante e anão), tem-se também os coqueiros híbridos, produzidos pelo cruzamento entre as duas variedades gigante e anão, que apresentam plantas com média de 20m de altura, florescem com 2,5 a 4 anos, produzem de 150 a 160 frutos planta ano, por cerca de 50 anos (SANTANA, 2012).

APROVEITAMENTO DA BIOMASSA DO COCO VERDE

A água do coco verde nos últimos anos tornou-se um produto muito popular, principalmente para quem busca por uma vida mais saudável, pois a água oferece inúmeros benefícios para saúde. Segundo Cuenca (2002), esse produto ocupa 1,4% do mercado de refrigerantes e bebidas. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café, em 2003 a água de coco apresentou um aumento no consumo de 0,5%, em 2010 esse número saltou para 43% (ABIC, 2010), estima-se um consumo de 350

milhões de litros por ano (MARTINS e JESUS jr., 2011). Segundo o Sindcoco (2015), a quantidade de coco verde destinado ao consumo em 2014 foi de cerca de 1,5 bilhões de frutos, com geração de 2.227 mil toneladas de resíduos, esse número só não é maior porque as indústrias de coco reciclam internamente os resíduos de sua produção, reaproveitando grande parte do material para adubar seu próprio plantio e para geração de energia. O resíduo do coco vira um grande problema quando chega nas cidades e nas praias para serem consumidos na forma *in natura*.

Apesar do coco oferecer inúmeros benefícios, o seu consumo em larga escala apresenta um enorme problema, que é a grande produção de resíduos sólidos, podendo chegar a 70% do lixo gerado no litoral dos grandes centros urbanos. O coco tem entre 2,0kg a 2,5kg e até 70% do seu peso está na casca, por isso esse rejeito tem se tornado um grande problema devido ao volume de lixo gerado, de sua decomposição lenta que emite gases como o gás carbônico e o metano, intensificando a problemática do efeito estufa, degradação da paisagem, além de contribuir para a proliferação de mosquitos transmissores de doenças (EMBRAPA,2004). A reciclagem das cascas do coco verde é a alternativa mais viável para minimizar o problema, mas segundo os produtores a reciclagem tende de ser cara e trabalhosa (EMBRAPA, 2017). Esforços

vem ocorrendo para aproveitar essa biomassa, principalmente por pesquisas realizadas pela EMBRAPA que busca soluções inovadoras para dar um destino ecologicamente correto para esse material como:

- Mantas biológicas usadas para contenção de encostas, evitando deslizamentos.
- Estofado para compor assento de veículos.
- Pó do coco como substrato agrícola.
- Confecção de vasos, placas e bastões para o cultivo de diversas espécies vegetais.
- Artesanatos variados.
- Etanol de segunda geração.
- Biogás a partir do líquido da prensagem da casca.
- Bio-óleo.
- Carvão vegetal.

- Briquetes utilizados para geração de energia, considerados “carvão ecológico”, são utilizados em pizzarias, churrascarias, padarias, residências e indústrias.

BRIQUETES

Os Briquetes são produzidos por um processo conhecido como briquetagem, segundo Silveira (2008), é uma prática usada a muitos anos, existem relatos de que a briquetagem como tecnologia foi desenvolvida na segunda metade do século XIX, com a fabricação da primeira máquina a pistão para produzir briquetes de turfa. Nessa época também foram relatadas as primeiras impressões sobre as excelentes propriedades de combustão dos briquetes (SRIVASTAVA et al., 1995). O processo de produção é dividido em: recepção, picotamento, prensagem, seleção, secagem, moagem e briquetagem.

Os Briquetes são resultado do processamento de resíduos lignocelulósicos compactados, no qual é destruída a elasticidade natural das fibras do resíduo utilizado, isso ocorre quando são colocados sob elevadas condições de temperatura ou pressão, assim é obtida maiores propriedades caloríficas do produto final. Os Briquetes podem ser produzidos a partir de vários tipos de resíduos vegetais como: serragem de madeira, casca de algodão, casca de arroz, casca de amendoim, bagaço de cana, casca do coco verde, entre outros (SOUZA,2011). Apresentam forma regular, constituição homogênea sendo muito utilizado para produção de energia, é considerado uma interessante alternativa ao uso de combustíveis sólidos tradicionais como o carvão e a lenha, sendo assim um produto de alta qualidade e ecologicamente correto (BITENCOURT et al., 2014). Na Figura 3, tem-se os briquetes a granel empilhados em pallet de madeira.



Figura 3. Briquetes de biomassa (BIOMAX,2017).

No processo de compactação, devido a presença de lignina, ocorre um processo de plastificação onde todos os elementos dos resíduos lignocelulósicos ficam aglomerados, em função dessa característica não existe a necessidade de adicionar produtos aglomerantes como: resinas e ceras, além disso, para que esses aglomerados tenham sucesso é preciso conter água no material que corresponda de 8 a 15% de umidade, a granulometria entre 5 a 10mm (BITENCOURT et al., 2014).

Segundo Silveira, 2008 existe uma série de vantagens para o uso dos Briquetes principalmente na substituição ao uso da lenha, entre essas vantagens o autor destaca:

- Redução do impacto ambiental sobre as floretas nativas;
- Menos índice de poluição;
- Combustível renovável;
- Não existe a necessidade de regulamentação ambiental pelos órgãos Estaduais e Municipais;
- Permite o aproveitamento de resíduos agrícolas, florestais;
- Maior higiene;
- Menos fumaça, cinza e fuligem;
- Menos necessidade de estoque;
- Maior densidade;
- Maior poder calorífico;
- Menor manutenção regular em grelhas e fornalhas;
- 1 tonelada de briquetes pode substituir até 1,96 toneladas de lenha;
- Maior temperatura de chama.

- Regularidade térmica.
- Sua forma facilita o transporte, a manipulação e o armazenamento.

Na Figura 4, tem-se os briquetes embalados facilitando o transporte e manipulação até o consumidor final. O armazenamento é facilitado principalmente quando se compara com a lenha, onde uma tonelada de briquetes ocupa 25m³, que equivale a 90m³ de lenha.



Figura 4. Briquetes embalados (BIOMAX,2017).

Apesar de todas as vantagens no uso dos briquetes para a implantação de uma usina de briquetagem o investimento pode ser de aproximadamente R\$ 400.000,00 como pode ser observado na Tabela 1.

AUTORES	VALOR R\$
SILVEIRA, 2014	375.900,00
ESTEVES, 2014	397.000,00

Tabela 1. Custos aproximados de uma usina de briquetagem (Elaborado pelo autor,2017).

Os valores individuais de cada equipamento de acordo com a pesquisa de ESTEVES,2014, a briquetadeira é o equipamento mais caro, como podem ser vistos na Tabela 2.

EQUIPAMENTO	VALOR R\$
Briquetadeira	241.000,00
Secador	6.000,00
Picotador	150.000,00
Total de investimento	397.000,00

Tabela 2. Relação de preço de equipamentos de uma usina de briquetagem (LIPPEL,2011).

No caso de uma usina que já trabalha com biomassa e deseja aproveitar para inserir a casca do coco verde, basta fazer a aquisição de uma prensa e um separador de fibras, os valores estão na tabela 3.

EQUIPAMENTO	VALOR R\$
Prensa	12.000,00
Separador de fibras	9.000,00
Total de investimento	21.000,00

Tabela 3. Relação de equipamentos para adaptação de uma usina de biomassa que deseja fazer o processamento da casca do coco verde (BIOMAX, 2013).

O uso de equipamentos alternativos poderia diminuir os custos da produção dos briquetes e segundo Bitencourt *et al.*, (2014), esse valor pode chegar a R\$ 258.000,00. Os ganhos com os briquetes podem variar bastante levando em consideração o transporte e os equipamentos. Adotado o valor médio do briquete nas fábricas de R\$ 460 a tonelada a uma produção mensal (22 dias) de 14,7 toneladas, isso renderia um capital de R\$ 6.762,00/ mês, dados da pesquisa realizada nas fábricas de Maceió (ESTEVES,2014).

Os custos com o transporte em todos os estudos pesquisados relatam que depende muito da localização das fábricas até aos aterros ou os pontos de coleta. Mas devido ao peso e volume gerado por essa biomassa fica caro fazer o transporte (EMBRAPA,2004). Motivo pelo qual desanimou o diretor da Biocco que processa e recicla as cascas de coco produzidas no Céara, a continuar com o projeto que começou

em 2007, para reciclar as cascas de coco produzidas no Parque do Ibirapuera em São Paulo. O projeto teve início quando a Secretária do Verde e do Meio Ambiente - SP, implementou pontos de coleta para os milhares de cocos consumidos semanalmente no Parque, mas o projeto se tornou excessivamente caro para atrair os investidores e a empresa acabou encerrando suas atividades. Para Albert Gradwohl, coordenador de resíduos sólidos da Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos, o mais difícil não é coletar e fazer o transporte, mas sim a gestão dos projetos de reciclagem no Brasil (BBC BRASIL, 2014).

POTENCIAL ENERGÉTICO DOS BRIQUETES POR COMBUSTÃO

A combustão direta é a maneira mais fácil e simples de utilizar o poder calorífico, que tem por objetivo determinar a quantidade de material liberado por grama de biomassa, presente no material dos briquetes. Nessa condição o material apresenta maior eficiência energética, pois não está comprometido com alto valor de umidade, geralmente presente em resíduos agrícolas. Valores elevados de umidade demanda uma quantidade maior de calor, diminuindo o potencial do material para queima (SOUZA, 2011). Segundo estudos realizados por vários autores, as cascas de coco verde são rejeitos da agricultura, com elevado potencial de aproveitamento principalmente para produção de energia alternativa na forma de briquetes por combustão direta (BITENCOURT, 2008). Na Figura 5, pode-se observar os briquetes produzidos a partir do pó e da fibra das cascas do coco verde.



Figura 5. Briquetes do pó e da fibra das cascas do coco verde (ESTEVES, 2014).

No estudo do potencial energético e aproveitamento das cascas de coco verde sobre a forma de briquetes realizado por Esteves (2014), constatou-se tratar de uma biomassa lignocelulósica com alto potencial de queima, já que seu poder calorífico está

em torno de 18,8MJ/kg. As cascas do coco verde, possuem em suas fibras uma composição de 35 a 45 % de lignina, o que lhe confere ótima característica para fabricação dos briquetes. Além dessas propriedades, outras são citadas na Tabela 4, demonstrando todo o potencial dessa biomassa.

Propriedades	Valores
pH	5,4
Densidade	70 g/L
Porosidade total	95,6%
Porcentagem de lignina	35 a 45%
Porcentagem de celulose	23 a 43%
Porcentagem de hemicelulose	3 a 12%
Retenção de água	538 mL/L
Condutividade elétrica	1,8 dS/m
Relação C/N	132

Tabela 4. Valores Médios das Principais Propriedades da Fibra de coco verde (Adaptado pela autora de SILVEIRA,2008).

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA BIOMASSA DO COCO VERDE.

Em relação as caracterização físico-química da biomassa da casca de coco verde, resultado do trabalho de campo de Esteves 2014, realizado no Laboratório de Biocombustíveis e Energia (LABEN). Foram obtidos os seguintes resultados descrito na Tabela 5.

Análises	Pó do coco <i>in natura</i>	Fibra do coco <i>in natura</i>	Resíduos de madeira	Bagaço de cana Silva (2007)	Briquetes do pó de coco	Briquetes da fibra de coco	Característica dos briquetes Silveira (2008)
Massa específica (Kg/m ³)	50,0±10	46,0±10	772,0±110	130	510,0±70	500±70	1.000 a 1.300
Umidade (%)	15,10±0,20	13,00±0,60	9,01±0,14	50	12,10±0,50	12,40±0,50	10 a 12
Teor de voláteis (%)	79,73±2,75	79,73±2,75	80,20±1,89	75,64	82,75±1,27	86,20±0,90	84,4
Teor de cinzas (%)	8,23±0,52	8,23±0,52	2,38±0,79	6,32	5,40±0,30	3,06±0,10	2,0
Teor de carbono fixo (%)	12,02±0,65	12,02±0,65	17,41±0,98	—	11,85±1,10	10,70±0,60	13,6
Poder calorífico (MJ/Kg)	18,8	18,8	20,0	19,3	18,5	19,5	18,0 a 21,0

Tabela 5. Caracterização físico-química da biomassa residual da casca de coco verde *in natura* e sob a forma de briquetes (ESTEVEZ,2014).

Na tabela pode-se analisar a taxa de umidade, que é um fator limitante do potencial energético da biomassa, onde o resultado dos briquetes produzidos das fibras das cascas do coco foi de 12,40%, um valor bem abaixo quando comparado a umidade do bagaço de cana que é de 50%. O teor de cinzas que indica a parte inerente do material que não produz calor foi de 3,06% considerado um ótimo valor, já que as cinzas em altas concentrações podem diminuir o poder calorífico (PC), podendo ainda causar perda de energia afetando a transferência de calor, sendo, portanto, necessário à sua remoção (VIEIRA, 2012). Quanto maior o valor do Carbono Fixo maior será o calor gerado, a forma *in natura* o coco apresentou um melhor resultado do que na forma de briquetes. O poder calorífico dado em MJ/kg, em relação a biomassa de coco verde analisada os briquetes obtiveram melhores resultados em relação a forma *in natura*. Segundo Carioca, (1985) *apud* Filho (2009), o poder calorífico de uma biomassa é a propriedade físico- química mais importante, a considerar para a escolha de um processo termoquímico.

Esses resultados quando comparados a de outros estudos como o de Cortez et al., (2009), que utilizou as cascas e as fibras das cascas do coco só que na forma de carvão, produzido pelo processo de carbonização, que obteve os seguintes resultados representados na Tabela 6, pode-se verificar que o poder calorífico superior foi de 17,419 para o carvão feito das fibras das cascas do coco, e 16,746 utilizando toda a

biomassa. Pode-se constatar que os briquetes produzidos pelas fibras das cascas do coco quando comparado ao carvão e na forma *in natura* do fruto é a melhor maneira de aproveitar o potencial energético dessa biomassa, já que o seu poder calorífico superior como briquetes foi de 19(MJ/kg).

Amostras	PCS (MJ/kg)	Carbono Fixo	Voláteis	Cinzas
Fibra de coco	17,419	23,49	73,30	3,21
Casca do coco	16,746	17,69	71,60	10,71

Tabela 6-Valores médios da análise imediata das amostras de casca e da fibra de coco. % em base seca (m/m) (CORTEZ et al., 2009).

A composição elementar encontrada por CORTEZ (2009) em % (M/M) foi 42,11 de Carbono, 5,35 de Hidrogênio, 0,95 de Nitrogênio e 0,13 de Enxofre. Esses valores referentes ao trabalho com a fibra de coco. Com as cascas de coco foram obtidos os seguintes resultados 45,48 de Carbono, 5,65 Hidrogênio, 0,44 de Nitrogênio, e 382,91 ppm de Enxofre. Valores equivalentes encontrado por JENKINS (1990) citado por CORTEZ et al. (2008) onde o Carbono ficou com 48,23%, o Hidrogênio 5,23%, Nitrogênio 2,98% e o Enxofre com 0,12%.

Alguns valores podem ter diferenças devido a algumas características das amostras utilizadas para fazer o experimento como: variedade do coco, maturação, forma de coleta, entre outras.

3- METODOLOGIA

A metodologia desse artigo caracterizou-se em uma pesquisa exploratória e descritiva, com buscas de artigos sobre o tema nas plataformas científicas Scielo, Google Acadêmico e Periódicos da CAPES. Além disso, foram feitas pesquisas em sites especializados como da EMBRAPA, IBGE, ANEEL, EPE, com o intuito de obter dados referentes á produção, consumo de coco e a produção de biomassa no país.

Nas plataformas procurou-se pelo termo “ Cocos nucifera”, “Biomassa” restringindo a pesquisa por datas mais recentes. Nos sites especializados como da EMBRAPA e IBGE procurou-se por dados referentes á produção e consumo do coco

em suas diferentes formas, além de projetos com foco no aproveitamento da biomassa do coco verde e seu potencial energético.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostrou o grande potencial de aproveitamento das cascas do coco verde, principalmente para geração de energia alternativa, na forma de briquetes da fibra do coco, por se tratar de uma biomassa lignocelulósica com alto potencial de queima, apresentando valor calorífico de 19,5 MJ/kg, maiores que os valores encontrados nos briquetes do pó de coco que foi de 18,5 MJ/kg, mesmo assim esses valores são maiores do que os briquetes de biomassas como da casca de arroz (16MJ/kg), casca de café (17,0 MJ/kg) e de resíduos de algodão (18,0 MJ/kg) (ESTEVEES, 2014). O briquete também se mostrou como um forte candidato na substituição do uso da lenha, pois polui menos, e seu transporte e armazenamento é muito mais fácil do que da lenha. Em relação a forma in natura do coco para geração de energia, não seria muito viável por causa do alto valor de umidade presente na biomassa, comum em derivados dos rejeitos agrícolas (SOUZA,2011).

O custo da produção dos briquetes fica aproximadamente R\$ 400.000,00 e com equipamentos alternativos R\$ 258.000,00. Em relação ao capital investido levando em consideração só os valores da renda mensal da produção de briquetes R\$ 6.762,00 (desconsiderando despesas como: mão-de-obra, energia elétrica, no qual não foi possível constatar nos estudos analisados). Para começar a produção, uma empresa levaria aproximadamente 5 anos para conseguir retorno no capital investido, com equipamentos alternativos 3 anos aproximadamente. Para uma empresa que já tenha uma usina que trabalha com biomassa, e queira reciclar as cascas de coco verde, e só fazer uma adaptação comprando alguns equipamentos e esse tempo de retorno seria de 4 meses aproximadamente, o que é mais viável.

Além do potencial energético o coco verde também tem uma grande produtividade no Brasil e baixo custo de produção, principalmente nas regiões Norte e Nordeste que são os maiores produtores do país seguidos com o aumento da produção da região Sudeste como pode- se observar na Tabela 7.

Regiões do Brasil	Área Plantada	Produção
	(ha)	(mil frutos)
Nordeste	228.911	1.337.358
Norte	30.353	281.746
Sudeste	21.564	311.143
Centro oeste	3.934	41.116
Sul	189	2.003
Total/Brasil	284.951	1.973.366

Tabela 7- Área plantada e produção de coqueiro nas regiões do Brasil em 2009 (IBGE Produção Agrícola Municipal, 2009).

Toda essa produtividade e o aumento do consumo da fruta *in natura* na forma de água de coco, envolve uma problemática que é o descarte inadequado dessa biomassa, diminuindo a vida útil dos aterros sanitários, transformando negativamente a paisagem do litoral das grandes cidades, além de contribuir para a emissão de gases que intensificam o efeito estufa.

5- CONCLUSÃO

Essa pesquisa constatou as inúmeras formas de aproveitamento da biomassa do coco verde, desde produtos agrícolas até utilização na indústria automobilística e principalmente para geração de energia, por meio da produção de briquetes produzidos a partir da fibra da casca, apresentando um valor calorífico de 19,5MJ/kg, que para realização de um processo termoquímico como a combustão é um dado muito importante, além disso, o teor de cinzas 3,06% considerado um ótimo valor, muito próximo dos resíduos de madeira e bem abaixo do valor do bagaço da cana, já que em altas concentrações o teor de cinzas diminui o poder calorífico e interfere na transferência de calor. Dessa maneira pode-se constatar o potencial para produção de energia alternativa dos briquetes. Além disso a pesquisa constatou o potencial dos briquetes em substituição da lenha. A lucratividade na reciclagem do coco para produção dos briquetes depende da redução de custos com transporte, através da instalação de pontos de coletas bem localizados ou construções de usinas próximos aos aterros sanitários. Em relação aos equipamentos pode-se optar por equipamentos alternativos para baratear os custos da produção ou fazer as adaptações com usinas que

já trabalham com biomassa, sendo a forma mais viável analisada. O mercado para consumo dos briquetes também é amplo podendo ser utilizado desde de setores alimentícios como padarias, pizzarias, churrascarias, e até mesmo em residências e indústrias como de cerâmicas.

No Brasil o alto custo e o pouco incentivo para produção e desenvolvimento de pesquisas sobre os produtos reciclados nacionais derivados do coco, desestimula os investimentos das empresas, e a falta de um bom gerenciamento dos projetos voltados para reciclagem atrapalha no desenvolvimento de novas cooperativas.

O aproveitamento dessa biomassa surge como uma oportunidade de resolver alguns problemas ambientais, sociais e de saúde pública. Na questão ambiental seria a diminuição da

emissão de gases poluentes, diminuição do uso de vegetação nativa para a produção de lenha, tem-se também a redução desse resíduo nos lixões, aumentando a vida útil dos aterros sanitários melhorando a saúde pública devido a menor proliferação de vetores que transmitem doenças ao homem. Gerar empregos nas usinas e cooperativas dando oportunidade de renda para classe social menos favorecida. Por esses motivos o aproveitamento dessa biomassa é muito importante não só como uma fonte de energia alternativa, mas também para contribuir para uma sociedade mais sustentável.

6- REFERÊNCIAS

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 01. Jul. 2017.

ABIC- Associação Brasileira Das Industrias de Café. **Tendência de consumo de café-VIII-** 2010. Disponível em: http://www.abic.com.br/publique/media/EST_PESQTendenciasConsumo2010.pdf. Acesso em: 21 jul. 2017.

BBC BRASIL. **Custos fazem empresários desistirem de reciclar coco em São Paulo.** São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/02/140207_coco_sub_reciclagem_cidade_s_pai. Acesso em: 12 jul.2017.

BIOMAX. **Indústria de Máquinas**. Disponível em: <http://www.biomaxind.com.br/site/>
Acesso em: 10 jun. 2017

BITENCOURT, D.V. PEDROTTI, A. ALMEIDA, R. N. **A fibra da casca do coco verde e a fabricação de briquetes: um estudo de suas potencialidades**. Revista Ibero-Americana de Ciências. Ambientais. Aquidabã, Sergipe, Brasil, Dez, 2013, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai 2014. V.5, n.1.

BITENCOURT, D.V., **Potencialidades e estratégias sustentáveis para aproveitamento de rejeitos de coco (Cocus nucifera L.)**. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2008.

CORTEZ L. A. B., LORA E. E. S., CASTAÑEDA, J. A. **Biomassa no Brasil e no mundo**. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S. e OLIVAREZ GÓMEZ, E. Biomassa para energia. Campinas: Editora da Unicamp, 2008. Cap. 13, p. 435 a 473.

CORTEZ, L. A. B. PEREZ, J. M. M. ROCHA, J. D. JORDAN, R. A. MESA, H. R. M. **Processamento de casca e fibra de coco verde por carbonização para agregação de valor**. Biomassa para Energia, Campinas, Jan/ Abr, 2009.v3, n.1, p.021-030.

CUENCA, M.A.G. **Aspecto da comercialização e mercados de coco**. IN: Fontes, H.R, Ferreira, J.M.S.; Siqueira, A.L. (Org.). Sistema de produção para a cultura do coqueiro. Aracaju-SE. Embrapa Tabuleiros Costeiros, v. 01, p.52-56, dez. 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tabuleiros-costeiros>. Acesso em: 21. Jul. 2017.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética- Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 02. Jul. 2017.

EMBRAPA. Tecnologia para o aproveitamento da casca de coco verde é mostrada na Amazontech. 2004. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2004/agosto/bn.2004-11-25.2909531514/>, Acesso em: 5. Jul. 2017.

ESTEVES, M. R. L. **Estudo do potencial energético e aproveitamento das cascas de coco verde para a produção de briquete em Maceió – AL**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. Coco. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 03. Jul. 2017.

FRUTAS DO BRASIL. **Coco. Pós-colheita**. Editor técnico Wilson Menezes Aragão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 76p.

FRUTAS DO BRASIL. Importância econômica da cultura do coco. Disponível em: <https://minhasfrutas.blogspot.com.br/2017/01/importancia-economica-da-cultura-do-coco.html> . Acesso em: 18. Jul. 2017.

HUMBERTO; R.F. JOANA; M.S.F. LUIZ; A.S. Sistema de produção para a cultura do coqueiro. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. Disponíveis em: <https://www.embrapa.br/tabuleiros-costeiros>. Acesso em: 15. Jul. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Produção Agrícola Municipal. 2009. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 jun. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Produção Agrícola- Levantamento sistemático da produção agrícola. 2017. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 01. Jul. 2017.

IEA- International Energy Agency. Disponível em www.iea.org. Acesso em: 02. Jul. 2017.

LUÍZ, H.P. ANTÔNIO, R.M. HUMBERTO, S.A. Produção e comercialização de coco verde no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.1, jan. 2002.

MARTINS, C. R.; JESUS Jr., L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes>. Acesso em: fevereiro de 2011.

SANTANA, A.S. **Avaliação química e funcional de polpa de coco verde e aplicação em gelado comestível. 2012**. Dissertação (Mestre em engenharia de processos químicos e bioquímicos). Centro Universitário do Instituto Mauá de tecnologia. São Caetano do Sul, SP.

SINDCOCO. **Sindicato dos Produtores de Coco**. Disponível em: <http://www.sindcoco.com.br/>. Acesso em: 12 jul. 2017.

SILVEIRA, S. M. **Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquetes em Salvador- BA**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia.

SOUZA, J. E. A. **Avaliação das diversas fontes e tipos de biomassa do estado de Alagoas: estudo de suas características físico-químicas e de seu potencial energético.** 2011. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, 2011.

SRIVASTAVA, P. K. MAHESHWARI, R.C. OJHA. T. P. **Biomass briquetting and utilization,**

New Delhi: Jain Brothers, 1995.

VIEIRA, A.C. **Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas.** 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, 2012.

Recebido em: 08/06/2018

Aceito em: 25/07/2018