

APROVEITAMENTO DE CASCAS DE COCO E DE ARROZ PARA GERAÇÃO DE BIOENERGIA A PARTIR DE BRIQUETE

Fernando Chagas de Figueiredo Sousa ¹
Francisco Kleber Dantas Duarte ²
Héllycan Berliet dos Santos Monteiro ³
Thalita Maria Ramos Porto ⁴

RESUMO

A pesquisa trás o aproveitamento de resíduos sólidos (casca de coco e de arroz) e líquido (glicerina proveniente da produção de biodiesel), submetendo-os ao processo de compactação para a obtenção de briquetes, com o intuito de usá-lo em fornos como energia térmica. Os briquetes foram fabricados com diferentes proporções dessas referidas biomassa e modelagens (molde vazado e inteiro), a fim de avaliar quanto aos aspectos de melhores condições de resistência mecânica, parâmetros físicos químicos (teores de cinzas, umidade, carbono fixos e matérias voláteis), e análises térmicas (TG/DTA). Os resultados apontaram que os briquetes confeccionados com diferentes proporções de cascas de arroz e de coco apresentaram comportamentos distintos quando submetidos a diferentes tipos de composição e moldagem. Os briquetes com 100% de cascas de coco revelaram ser mais resistente em relação à casca de arroz. Acredita-se que o tempo e a temperatura de briquetagem também interferiram na resistência mecânica dos briquetes. O melhor tempo de prensagem foi de 24h a 5 Kgf/cm². Após, a queima os briquetes com casca de coco aglutinado com a glicerina obteve 92,6% de decomposição de materiais voláteis (celulose, hemicelulose e lignina), enquanto que os de casca de arroz foram de 92,3%, resultando em ambos os produtos com alto poder calorífico.

Palavras-chave: Briquetes, Resíduos Lignocelulósicos, Tecnologia Ambiental.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico, associado a um intenso processo de urbanização, tem causado sérios problemas ambientais ao planeta, sobretudo às nações menos desenvolvidas ou em estágio de desenvolvimento. Dentre os aspectos que causam impactos ambientais negativos ao meio ambiente, se destacam os resíduos sólidos e líquidos, visto que tais materiais são gerados inevitavelmente das atividades desenvolvidas nas cidades e também no campo.

O Governo Federal brasileiro tem procurado instituir mecanismos e leis para a efetivação do cuidado e manejo final dos resíduos sólidos e líquidos. Técnicas de reaproveitamento tem ganhado espaço no tratamento final desses materiais. A Política Nacional de Resíduos Sólidos tem como objetivos: proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final

¹ Professor orientador: Engenheiro Civil, Mestre em Sistemas Agroindustriais, UFCG, Docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Santa Maria, sousaf.figueiredo@gmail.com;

² Engenheiro Civil pela UFERSA, Pós Graduando em Segurança do Trabalho, kleber_dantas@live.com;

³ Engenheira Civil, Mestre, UFPE, Docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Santa Maria, hellykan@hotmail.com;

⁴ Engenheira Civil, Doutoranda UFCG, Docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Santa Maria, thalita_porto8@hotmail.com.

ambientalmente adequada dos rejeitos; adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; gestão integrada de resíduos sólidos; incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético; (BRASIL. Lei nº 12.305/2010. Art.7).

Os aproveitamentos desses resíduos podem ser convertidos através de vários processos tecnológicos em biocombustíveis tais como: sólidos (briquetes e pellets), líquidos (etanol e biodiesel), ou gasosos (biogás e gás de síntese), resultando na geração de energia elétrica, mecânica ou térmica, os quais vêm suprir as necessidades das atividades humanas (SAWIN et al, 2012).

Dentre os diversos tipos de resíduos que podem vir a serem fontes para a produção de bioenergia temos os resíduos lignocelulósicos, que são, principalmente, provenientes de atividades voltadas ao setor do agronegócio. Neste contexto, nos deparamos com duas culturas locais da Região do Alto Sertão Paraibano, geradoras de resíduos sólidos, que são: a produção de coco e de arroz. Ambas promovem cascas, e estas podem ser aproveitadas para a geração de bioenergia, em forma de briquetes.

Por sua vez, o trabalho visa o aproveitamento de resíduos sólidos (casca de coco e de arroz) e líquido (a glicerina proveniente do processo de produção do biodiesel, na qual serve como aglutinante no processo), submetendo-os ao processo de compactação residual de biomassa para a produção de briquetes, e então converter em energia térmica para uso em forno.

Além disso, sabe-se que o Brasil é um país rico em matrizes energéticas como carvão mineral, lenha vegetal, dentre outros, e essas fontes energéticas são limitadas devido a grande demanda em certas regiões do país, como por exemplo, no alto sertão paraibano, haja vista existência de certa demanda de lenha, bastante utilizada em empresas que tenham forno ou caldeira, como padaria, pizzaria, olaria etc. De modo que, com o intuito de amenizar os danos causados pela extração desordenada da cobertura vegetal na região, é de grande importância buscar meios que beneficiem tanto o setor comercial quanto o meio em que ele está inserido.

METODOLOGIA

O estudo se trata de uma pesquisa experimental de um estudo de caso sobre utilização demateriais na construção civil. O trabalho foi desenvolvida no Laboratório de Resíduos Sólidos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar/UFCG, utilizando uma prensa hidráulica, marca MARCONI com capacidade para 15 toneladas. A biomassa utilizada na

produção dos briquetes, casca de coco e de arroz, foi proveniente respectivamente do Perímetro Irrigado de São Gonçalo – PB e do Município de São Francisco - PB. O aglutinante utilizado, glicerina bruta, foi adquirido do processo da produção do biodiesel por meio de pesquisadores do Instituto Federal de Tecnologia, Campus Sousa - PB.

Preparação dos Briquetes

As cascas de coco e de arroz foram trituradas em um triturador de resíduos orgânicos. Posteriormente, a biomassa passou por um processo de secagem para reduzir ao máximo o teor de umidade, logo após, prensadas em uma prensa hidráulica. Adotaram-se as seguintes proporções de biomassa e aglutinante, para a fabricação dos briquetes (Quadro 1), a saber:

Quadro 1 – Proporções de biomassa/ aglutinante para a fabricação de briquetes.

Biomassa		Aglutinante
Cascas de coco	Cascas de arroz	Glicerina bruta
0%	100%	40%
50%	50%	
100%	0%	

Os briquetes foram confeccionados utilizando dois tipos de moldes, resultando em briquetes vazados e não vazados no centro. A Figura 4 ilustra as peças dos moldes, sendo que a peça situada à esquerda, serve para fazer o briquete vazado (com o furo no centro); a segunda peça (no centro) consiste do cano que irá receber o material a ser prensado; e a terceira peça, à direita, é responsável por receber a pressão proveniente da prensa (prensagem do material). As peças foram fabricadas (por torneiro mecânico) e adaptadas para o referido trabalho.

DESENVOLVIMENTO

Biomassa

Nas últimas décadas, o Governo Brasileiro vem incentivando a substituição de derivados de petróleo por fontes alternativas de energia, como por exemplo, a biomassa. Sabe-se que, a biomassa residual de atividades agrícolas ainda é subutilizada. Na maioria das vezes é deixada para decomposição natural, sem aproveitamento da energia nela contida e gerando passivos ambientais importantes. Assim sendo, uma das formas de geração de energia é proveniente do processo de briquetagem produzida pela compactação desses resíduos lignocelulósicos em geral.

A biomassa vegetal é uma alternativa excelente para complementar as necessidades atuais de energia a preços competitivos e com baixo impacto ambiental. Uma vantagem da biomassa

vegetal é que, na maioria das vezes, ela é o resíduo gerado de atividades agroindustriais, diminuindo assim a pressão sobre os recursos naturais que são diretamente explorados como fonte de energia. Para que esses resíduos se tornem combustíveis viáveis para a produção de energia, a briquetagem, propicia a adequação necessária em termos de homogeneização e de densificação energética da biomassa. Além de ser mais eficiente para sua utilização como combustíveis sólidos, por meio da combustão direta. Segundo Quirino (1991), a briquetagem é muito eficiente por concentrar energia disponível na biomassa. Levando em consideração a densidade a granel e o poder calorífico do material, 1,0 m³ de briquetes contêm de 2 a 5 vezes mais energia que 1,0 m³ de resíduos.

Casca de Arroz

O grão de arroz é formado por uma camada externa protetora, a casca e a cariopse, esta última, formada por diversas camadas, que constituem o farelo de arroz. Em torno de 20% do peso do grão de arroz é composto por casca (ou palha), as quais são separadas no beneficiamento do arroz (MAIA, 2012). Esta atividade é praticamente produzida em todo o País, tendo como destaque os Estados do Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e São Paulo (COUTO et al., 2004), como maiores produções.

A Casca de arroz é utilizada como forragem na agricultura ou compactada e queimada para geração de energia. A quase totalidade deste resíduo acaba sendo rejeitada pelos produtores locais, sendo, muitas vezes, jogado a céu aberto nas proximidades dos engenhos ou incinerado em ambientes fechados, cujos processos de combustão e gaseificação formam partículas de cinzas as quais são tóxicas e prejudiciais ao homem. Outro destino comum ao resíduo excedente do beneficiamento do arroz é o descarte em lavouras e leito de rios, liberando gás metano em seu processo de decomposição, o qual é prejudicial à camada de ozônio (FOLETTTO et al., 2005). Com a queima da casca de arroz para produção de energia, são geradas 35 toneladas de cinza por dia. A cinza resultante é composta principalmente por dióxido de silício, resíduo altamente poluidor.

Segundo a literatura a casca de arroz é constituída de quatro camadas fibrosas, esponjosas ou celulares, que são altamente silicosas. A composição química média em base anidra da casca de arroz corresponde a aproximadamente 50 % de celulose, 30 % de lignina e 20% de sílica. (MANIQUE, 2011). De acordo com Ndiema et al. (2002), Oladeji (2010) e Moraes et al. (2006),

estudos com casca de arroz foram realizados utilizando pressão de compactação, cerca de 20 MPa e os briquetes apresentaram poder calorífico superior de 17,73 MJ/kg.

Casca de Coco

A casca do coco (Figura 2) é constituída pelo mesocarpo, que é a parte espessa e fibrosa do fruto, pelo exocarpo ou epicarpo, que constitui a epiderme, e pelo endocarpo, que no fruto imaturo ainda não se apresenta tão duro e rígido como no coco maduro. Diferentemente da casca do fruto maduro, as cascas geradas pelo consumo do coco verde não possuíam, há muito pouco tempo, tecnologia adequada que viabilizasse seu aproveitamento. coco verde, seus principais usos e potencialidades (EMBRAPA AGROINDUSTRIA TROPICAL, 2009).

O coco verde tem grande importância, seja na geração de divisas, emprego, renda ou alimentação. A procura por alimentos naturais, a aplicação de tecnologias de processamento, as novas alternativas de apresentação do produto e a perspectiva de sua exportação contribuem para aumentar o consumo e incrementar sua rentabilidade ao longo do ano. O aumento da produção passou a ser uma tendência natural, causando uma conseqüente elevação na geração de resíduos sólidos (cascas).

A Região Nordeste brasileira possuem destaque na produção da cocoicultura e consumo de sua água. O aumento no consumo da água-de-coco gera cerca de 6,7 milhões de toneladas de casca/ano, transformando-se em um sério problema ambiental, principalmente para as grandes cidades (SILVEIRA, 2008), visto que a casca de coco é descartada. Cerca de 70% do lixo gerado no litoral dos grandes centros urbanos do Brasil é composto por cascas de coco verde, material de difícil degradação e que, além de foco e proliferação de doenças, vem diminuindo a vida útil de aterros sanitários. Em algumas Cidades litorâneas brasileiras, nos meses de alta estação são geradas mais de 40 toneladas por dia do resíduo, que tem o poder calorífico de 19,0MJ/kg (EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 2009).

Vantagens no Uso dos Briquetes

Os briquetes são fabricados para atender os estabelecimentos e indústrias que possuam fornalhas, fornos, caldeiras e que utilizam lenha para gerar energia; eles substituem com vantagem à lenha na medida em que reduz custos, facilita o transporte, a manipulação e o armazenamento. Seu formato cilíndrico padronizado reúne uma alta densidade de resíduos prensada, sem a adição de produtos químicos ou aglutinantes, com alto poder calorífico. Os briquetes contribuem para o controle do desmatamento e da poluição já que uma grande quantidade de resíduo que seria descartado pode ser aproveitada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa iniciou-se pelos levantamentos bibliográficos sobre briquetagem e tipos de rejeitos adotados neste processo. Logo, após buscou-se confeccionar o molde para a fabricação dos briquetes. Este passou por duas adaptações até proporcionar condições favoráveis à moldagem dos briquetes. Para tanto, foram fabricados com dois tipos de modelagem, ou seja, briquete Inteiro e vazado (no meio). Tal diferença permitiu verificar quais dos dois sistemas possuía melhor resistência, e se o fato do briquete apresenta-se vazado, pode favorecer ao produto uma maior capacidade de queima (poder calorífico), em virtude da passagem de ar livre pelo interior do mesmo.

Com relação ao aglutinante, verificou-se que a quantidade apresentada no projeto inicial não seria suficiente quando o trabalho foi posto em prática, ou seja, 2% de glicerina em relação à massa seca. Aumentou-se à proporção para 10%, mas não revelou ser suficiente. Diluiu-se 10% de aglutinante (glicerina) em água e se aplicou ao material (biomassa seca triturada), também não apresentou ser eficiente. Buscou-se aperfeiçoar as proporções até que se chegou a 40% do aglutinante (glicerina bruta) sobre a quantidade de material presente (tanto a casca de coco, como a de arroz).

Os briquetes foram submetidos a testes buscando encontrar a melhor forma de se produzir em menos tempo e com boa qualidade (resistência). Por sua vez, realizaram-se diversas tentativas variando a quantidade de material, proporção de aglutinante, tempo de retenção na prensa, e quantidade de toneladas. A Tabela 1 apresenta as condições em que os briquetes foram testados.

Tabela 1 – Condição da fabricação dos briquetes

Tipo de Biomassa	Modelagem (Briquetes)	Quantidade de Biomassa	Aglutinante (Glicerina)	Tempo de Retenção	Pressão (kgf/cm ²)
100% casca de coco	Vazado	200g	40%	4 h	3
		400g	10%	24 h	5
	Inteiro	250g	40%	24 h	4
		500g	10%	24 h	7,5
100% casca de Arroz	Inteiro	500g	10%	24 h	5
50% de casca de coco e de arroz	Inteiro	200g	40%	6 h	5

De acordo com a Tabela 1, pode ser visto que à proporção de biomassa adotada na confecção dos briquetes promoveram uma influência significativa, na sua compactação e

resistência, em virtude do briquete com 100% de cascas de coco apresentar melhor compactação em relação à casca de arroz. Quanto ao tipo de modelagem (briquete vazado ou Inteiro), pode-se inferir que os briquetes no formato inteiro obtêm mais área aderente, menos quebradiças do que os vazados. Por sua vez, também se constatou que, aumentando o tempo de retenção do briquete na prensa fornecendo-o mais compressão, esta condição nos direciona a um produto mais coeso (compactado) e menos frágil.

Já o briquete com 100% de casca de arroz, não responde bem as condições em que foi fabricado, quando comparado com a casca de coco. Acredita-se que a fragmentação estar associada à falta de aderência das partículas com o aglutinante. Sugere-se que diminuindo o tamanho das partículas ao estado de pó, a casca de arroz poderá fornecer melhor briquete, e / ou variando a proporção da composição da mistura de biomassa ao briquete. Neste caso, utilizando 50% de casca de coco e 50% de casca de arroz com o aglutinante, Glicerina, foi possível verificar melhor resistência em relação a 100% de casca de arroz.

Caracterização Física Química dos Briquetes

As amostras de briquetes produzidas a partir da casca de coco e de arroz, e da mistura de ambos (50% de cada), e em modelagem diferenciada (vazado ou inteiro), foram caracterizadas em três repetições, conforme resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores físico químicos referente às amostras de briquetes

Briquetes /Modelagem	Amostras	Teor de Umidade (%)	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)	Teor de Carbono Fixo (%)
Casca de Coco (Vazado)	A ₁	12,77	90,10	8,63	1,27
	A ₂	12,18	91,06	7,85	1,09
	A ₃	11,18	89,03	9,74	1,23
Média		12,07	90,06	8,74	1,20
Casca de Coco (inteiro)	A ₄	10,48	89,40	9,48	1,12
	A ₅	9,70	86,57	12,12	1,31
	A ₆	9,29	87,59	11,25	1,16
Média		9,82	87,85	10,95	1,20
Casca de Arroz (inteiro)	A ₇	10,54	84,59	13,78	1,63
	A ₈	10,03	84,36	14,07	1,57
	A ₉	9,41	84,82	13,75	1,43
Média		9,99	84,59	13,87	1,54
50% Casca de Arroz e 50% Casca de Coco (Vazado)	A ₁₀	11,00	85,82	12,62	1,56
	A ₁₁	10,28	85,70	12,83	1,47
A ₁₂	10,05	85,22	13,29	1,49	
Média		10,44	85,58	12,91	1,51

De acordo com os resultados da Tabela 2, pode ser afirmado que os briquetes fabricados com 100% de casca de coco obtiveram umidade mais elevadas (média de 12,07%) em relação ao briquete com 100% de casca de arroz (média de 9,99%). Em contra partida, o briquete com 100% casca de arroz possui maiores teores de cinzas (13,87%) e 1,54% de carbono fixo comparado ao briquete com 100% de casca de coco, cujos valores médios são de 8,74% e 10,95% teor de cinzas, respectivamente vazado e inteiro, e 1,20% de carbono fixo. Já a mistura de 50% de casca de coco e de arroz resulta em valores intermediários entre composições de briquetes com 100% da biomassa.

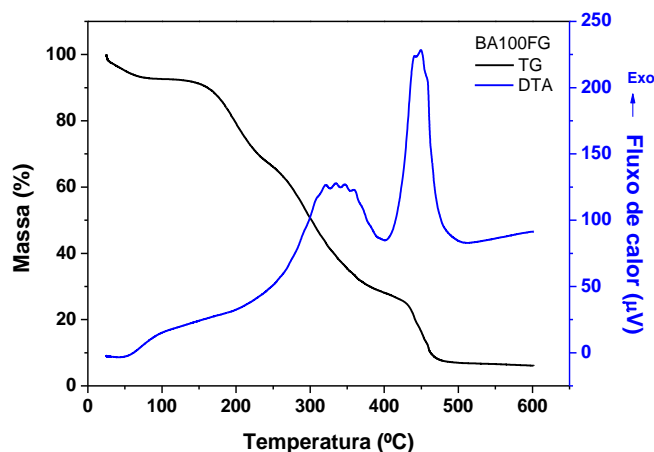
Análise Térmica

Por sua vez, estes evidenciaram comportamento da variação da massa em relação à temperatura (TG), bem como a diferença de temperatura entre a amostra em análise e um material de referência submetido às mesmas (DTA), registrando a temperatura de transformação de calor, isto é, liberação de calor (endotérmicas) ou absorção (exotérmicas) com consumo de calor.

Briquete de Casca de arroz

As Curvas Termogravimétricas (TG/DTA), Figura 1, ilustram o comportamento do briquete constituído de 100% de casca de arroz utilizando como aglutinantes a glicerina.

Figura 1. Curvas de TG e DTA correspondentes à amostra de briquete composto por 100% de casca de arroz aglutinada com glicerina (BA100FG)



O briquete constituído por 100% de casca de arroz aglutinado com glicerina (BA100FG – Figura 8) apresenta três estágios de decomposição térmica iniciados em 84,5; 223,2 e 368 °C, com perdas de massa correspondentes a 28,4; 40 e 24,3 %, resultando em 7,3 % de resíduo. As perdas de massas são atribuídas à umidade, seguida da decomposição da hemicelulose, celulose e lignina presente na amostra, resultando o resíduo inorgânico

constituído de sílica. A Tabela 3 aponta os dados termogravimétricos referentes aos valores dos intervalos de temperatura supracitados com suas respectivas perdas de massas.

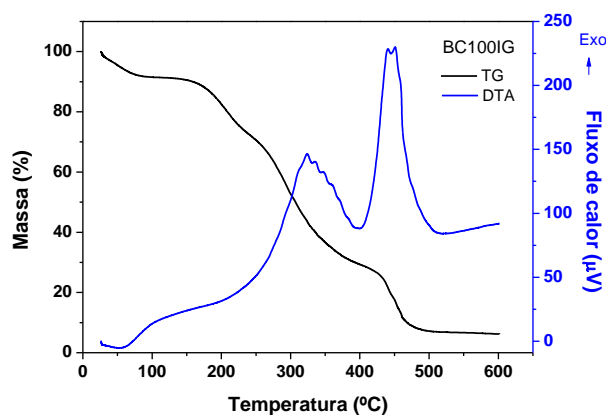
Tabela 3 - Dados Termogravimétricos das Curvas TG correspondentes à amostra de BA100FG

Amostras	Estágios	T _{inicial} (°C)	T _{final} (°C)	Δ massa (%)
BA100FG	I	84,5	223,2	28,4
	II	223,2	368,1	40,0
	III	368,1	480,3	24,3
	Resíduo	-	-	7,3

Através da Análise Termogravimétrica Diferencial (DTA) pode-se verificar que aproximadamente 92,7% das cascas de arroz aglutinada com glicerina se decompueram até 480,3 °C (Figura 8a). Relata-se ainda que, devido a pouca umidade presente na casca de arroz, e esta foi agregada a glicerina bruta, se observa pico endotérmico na curva DTA, em 70 °C, e picos exotérmicos, com temperatura máxima em 337,56 °C (126,36 μV) e 447 °C (226,54 μV), correspondente a pirólise dos materiais voláteis orgânicos.

Briquete de Casca de coco

A Figura 2 ilustram as curvas termogravimétricas dos briquetes compostos por 100% de casca de coco aglutinados por glicerina



De acordo com o termograma (Figura 2), em cada região de temperatura existe uma perda de massa associada aos constituintes do material lignocelulósico, ver dados termogravimétricos na Tabela 4. Os dados da curva TG do briquete de casca de coco com glicerina bruta, ilustram três estágios de decomposição, compreendidos entre o intervalo de 111 a 492,3 °C. Acredita-se que estejam associados à perda de umidade, decomposição dos principais constituintes da fibra, sendo a pirólise da hemicelulose, e a decomposição da celulose. Já a decomposição da lignina, ocorre no terceiro estágio.

Os resultados da termogravimetria diferencial (DTA), também ilustram três etapas de fluxo de calor, sendo um pico endotérmico (relacionada à umidade), e dois exotérmicos (pirólise dos materiais orgânicos lignocelulósico). Os picos exotérmicos para a amostra

BC100FG podem ser visto a temperatura máxima de 323,8 °C com liberação de calor a 146,4 μ V, e 446,2 °C com 224,4 μ V.

Tabela 4 - Dados Termogravimétricos das Curvas TG correspondentes à amostra de briquete composto por casca de coco aglutinada com glicerina bruta (BC100FG)

Amostras	Estágios	T _{inicial} (°C)	T _{final} (°C)	Δ massa (%)
BC100FG	I	111,0	221,7	24,4
	II	224,7	368,6	42,5
	III	368,6	492,3	25,7
	Resíduo	-	-	7,4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresenta resultados satisfatórios com reaproveitamento de resíduos gerados da agroindústria, casca de coco e de arroz, convertendo-os em alternativas energéticas, tal como o briquete. Além de também utilizar como aglutinante a glicerina bruta oriunda de processo de biocombustível.

O briquete com 100% de casca de coco, no formato inteiro, revelou ser mais resistente em relação ao briquete com apenas casca de arroz. Enquanto que a mistura com 50% de ambas as biomassa indicaram uma resistência intermediária. Isto pode ser explicado, devido à casca de arroz possuem menos umidade, implicando na falta de aderência entre as partículas. Neste sentido foram necessários 40% do aglutinante (glicerina bruta) para produzir os briquetes em questão.

Quanto aos parâmetros físicos químicos avaliados, os briquetes com 100% de casca de coco, em formato inteiro, revelaram condições favoráveis quanto à utilização dos briquetes com 100% de casca de arroz para os fins desejados. Ou seja, na produção de bioenergia, especificamente térmica. Para tanto, as análises térmicas demonstraram que os briquetes produzidos com a casca de arroz aglutinados com glicerina bruta apresentaram ser menos estáveis, possuem menor tempo de queima em relação ao briquete com 100% de casca de coco. Em suma, diante do exposto, acredita-se que buscando condições que aprimore essa confecção de briquete, podemos alcançar em melhores resultados como a resistência desses materiais, e maior poder calorífico, e então utilizá-los como fonte de bioenergia, viável e pertinente nos dias atuais. A exploração desses resíduos, que antes eram inutilizáveis, pode ser aproveitada como matriz energética, além de proporcionar uma redução no impacto ambiental gerado por eles.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, W. M.. Coco Pós-colheita. 76 p.; il.; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

BERTOLO, L. R.; QUEIROZ, P. N.; LINO, R. Y.; GARCIA, V. R.; VAZ, W. A. J.; SANTOS, W. I. D. Desenvolvimento de briquetes com folhas de árvores geradoras de energia térmica. Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia do SENAI-SP. ISSN 1981-8270. v.4, n.9, out.2010 .

BHATTACHARYA, S. C.; SETT, S.; SHRESHTHA, R. M. State of art for biomass densification. Energy Sources, Bristol, 11 (1989) 3, 161-182.

BRAZILIAN ASSOCIATION INDUSTRY BIOMASS AND RENEWABLE ENERGY. Brazil Status Report 2012: bioenergy – biomass – renewable energy. Disponível em:<<http://abibbrasil.wix.com/brazilianassociationbiomass>>. Acesso em: 28 abril 2013.

CERQUEIRA E FRANCISCO, W. Biomassa. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/biomassa.htm> . Acesso em: 16 de ago.2014

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. Biomassa para Energia. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2008.

COUTO, L., C.; COUTO, L.; WATZLAWICK, L., F.; CÂMARA, D. Vias de valorização energética da biomassa. Biomassa e Energia, v. 1, n. 1, p.71-92, 2004.

EMBRAPA AGROINDUSTRIA TROPICAL. Beneficiamento da Casca de Coco Verde. 2009. Disponível no site: http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf. Acessado em 20 de maio de 2013.

FILHO, A. B. I; HALASZ, M. R. T. Analise de Briquetes Produzidos com Cascas de Eucalipto. 3º Seminário da Região Sudeste sobre Resíduos Sólidos IX Seminário Estadual sobre Saneamento e Meio Ambiente, Vila Velha – ES, 2011. Disponível no site: [http://www.abes-es.org.br/downloads/Trabalhos_apresentacao_oral/A001-](http://www.abes-es.org.br/downloads/Trabalhos_apresentacao_oral/A001-ANALISE%20DE%20BRIQUETES%20PRODUZIDOS%20COM%20CASCAS%20DE%20EUCALIPTO.pdf)

ANALISE%20DE%20BRIQUETES%20PRODUZIDOS%20COM%20CASCAS%20DE%20EUCALIPTO.pdf. Acessado em: 20 de maio de 2013.

FOLETTI, E. L.; HOFFMANN, R.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL JR, U. L.; JAHNET, S. L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. Química Nova, São Paulo, 28 (2005) 6, 1055-1060.

GONÇALVES, J. E; SARTORI, M. M. P; LEÃO, A. L. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de Eucalyptus grandis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 13 (2009) 5, 657–66.

MAIA, B. G. de O. Valorização de resíduos da bananicultura e da rizicultura na produção de briquetes. 2013. 91f. Dissertação de mestrado (Engenharia de Processos). Pós-graduação em Engenharia de Processos Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, Joinville – SC, 2013.

MANIQUE, M. C. Caracterização e utilização da cinza de casca de arroz como adsorvente na purificação de biodiesel de óleo de fritura. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Ciência Materiais. 2011.

MORAIS, M. R., SEYE, O.; FREITAS, K. T. Obtenção de briquetes de carvão vegetal de cascas de arroz utilizando baixa pressão de compactação. Encontro de energia no meio rural, 2006, Campinas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo>. Acesso em 27/08/2014.

SANT'ANNA, M C S; LOPES, D F C; CARVALHO, J. B. R; SILVA, G F. CARACTERIZAÇÃO DE BRIQUETES OBTIDOS COM RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, 14 (2012) 3, 289-294.