

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE COCO (*Cocos nucifera*) CARBONIZADO PARA A PRODUÇÃO DE BRIQUETES

CHARCOAL BRIQUETTES PRODUCED WITH RECYCLED COCONUT PITH

Alexandre Santos Pimenta¹ Rosimeire Cavalcante dos Santos¹ Angélica Cássia de Oliveira Carneiro²
Renato Vinicius Oliveira Castro³

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo produzir briquetes com finos de carvão de resíduos de coco e avaliar a qualidade dos briquetes. Cascas de coco foram coletadas no APL de coco em Touros - RN. Após secagem ao ar livre por dois meses, as cascas foram carbonizadas em forno de alvenaria tipo “rabo quente JG” e trituradas em moinho de martelo. O pó resultante foi peneirado, utilizando-se a fração inferior a 40 mesh para produção de briquetes em um delineamento inteiramente casualizado envolvendo 12 tratamentos (divididos em três grupos) e três repetições. Como aglutinantes, foram empregados amido de milho e argila. Os tratamentos foram divididos em três grupos, correspondendo cada grupo a uma proporção de argila, respectivamente 12, 15 e 18%, em relação ao peso seco total do briquete. Em cada grupo, as proporções de amido foram de 6, 8, 10 e 12%. O pó de carvão foi misturado com a argila finamente triturada e a seguir foi adicionado o amido pré-gelatinizado em água a 80°C. A massa para cada tratamento foi misturada até completa homogeneização, separando-se quantidades de 17 gramas de massa por repetição. Os briquetes foram produzidos em briquetadeira de laboratório, com pressão de 1.500 psi e tempo de prensagem de quatro minutos. Foram avaliadas as seguintes propriedades dos briquetes: densidade aparente, poder calorífico, composição química imediata (umidade, teores de carbono fixo, matérias voláteis e cinzas) e resistência à compressão. Os melhores tratamentos para fins comerciais foram os 12/12 e 12/15.

Palavras-chave: briquetes de carvão vegetal; carvão de coco; reciclagem de resíduos agroflorestais.

ABSTRACT

The present work has the objective to produce briquettes by using fine charcoal from coconut wastes as raw material and evaluate the briquette quality. Coconut piths were collected at the city of Touros, in Rio Grande do Norte state. After a 2- month air drying, coconut pith was carbonized and hereafter ground in a hammer mill. The resulting charcoal powder was sieved and the fraction less than 40 mesh was used to produce briquettes according to an entirely randomized designed experiment involving 12 treatments and 3 replications. Starch and clay were employed as binders. The treatments were divided into 3 groups, each group corresponding to a proportion of clay, respectively 12, 15 and 18%, based on the total dry weight of the briquette. Within each group, the proportions of starch were 6, 8, 10 and 12%. The carbon powder was mixed with finely ground clay was added and then the pre-gelatinized starch in water at 80°C. The mass for each treatment was mixed until homogeneous, separating quantities of 17grams of mass for each repetition. The briquettes were produced in a laboratory press (pressure of 1500psi and pressing time of 4 minutes). The briquettes were dried in an oven at 60°C until constant weight. After drying, the properties of briquettes

1 Engenheiro Florestal, Dr., Professor da Unidade de Ciências Agrárias, Escola Agrícola De Jundiá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN 160 Km 3, s/n, CEP 59280-000, Macaíba (RN), Brasil. aspimenta@ufnet.br / meire_caico@yahoo.com.br

2 Engenheira Florestal, Dr^a., Professora do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36571-000, Viçosa (MG), Brasil. cassiacaarneiro1@gmail.com

3 Engenheiro Florestal, Dr., Professor da Engenharia Florestal, Universidade Nacional de Brasília, Asa Norte, Caixa Postal 04357, Campus Universitário, CEP 70910-900, Brasília (DF), Brasil. renatovocastro@unb.br

were evaluated: bulk density, high calorific value, immediate chemical composition (moisture content, fixed carbon, volatile matter and ash) and compressive strength. Best treatments for trading products were 12/12 e 12/15.

Keywords: charcoal briquettes; coconut pith charcoal; agroforestry wastes recycling.

INTRODUÇÃO

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., é uma palmeira que foi introduzida no Brasil em 1553. O país é o quarto maior produtor de coco, sendo responsável por aproximadamente 30% da produção mundial (MARTINS e JESUS JR., 2011). Segundo a EMPARN (2009), o município de Touros no Estado do Rio Grande do Norte, cuja participação no total da produção nacional é de 1,8%, posicionando-se no *ranking* nacional, como sendo o 8º município produtor de coco do país. Apesar de representar uma importante atividade econômica no Estado do Rio Grande do Norte há várias décadas, o APL de beneficiamento de coco do Município de Touros não possui nenhum tipo eficiente de cascas de coco, que seja capaz de consumir 100% do material descartado. Somente a amêndoa (endocarpo contendo o albúmen carnosos e a chamada “água de coco”) possui interesse comercial e, assim, o acúmulo de cascas nas áreas rurais e urbanas constituiu-se em um problema para o qual nenhuma solução foi proposta ou aplicada. Após a retirada da água e do albúmen, o endocarpo é queimado nas unidades fabris, enquanto as cascas são descartadas no ambiente. Somente na propriedade de um dos produtores de coco no distrito de Santa Luzia de Touros, onde o material vegetal para execução do presente trabalho foi coletado, constatou-se uma quantidade superior a 4.000 toneladas de cascas de coco secas e verdes descartadas a céu aberto. Entrevistas com os agentes de saúde de Touros revelaram, ainda, que é alta a incidência de mosquitos nas áreas próximas aos componentes do APL de coco que tem como origem as pequenas quantidades de água de chuva que ficam armazenadas na concavidade das cascas de coco descartadas no ambiente. Silveira (2008), citando dados do Ministério da Saúde, destacou que as cascas de coco descartadas no ambiente rural e urbano constituem-se em abrigo e fonte de alimento para, ratos, baratas, mosquitos e moscas, que são vetores de doenças, tais como, leptospirose, febre tifoide, dengue e cólera.

De acordo com Ferreira Neto et al. (2007), o coco é cultivado em mais de 80 países com mais de 360 formas de aproveitamento, tanto *in natura*,

quanto industrializado. Aproximadamente 85% da produção brasileira de coco é comercializada como coco seco: a metade é para uso culinário e o restante é industrializado, obtendo-se uma série de produtos como leite, sabão, óleo etc. Cerca de 15% da produção é consumida ainda verde para extração de água que também é industrializada (SENHORAS, 2003). Dessa forma, tem-se uma quantidade muito elevada de cascas de coco ainda tratadas como resíduo, sendo que na realidade constituem matéria-prima em potencial. De acordo com Figueira (1995), o aproveitamento dos resíduos de coco contribui para a preservação do ambiente, uma vez que, ao serem descartados, estes demoram oito anos para se decompor na natureza. Vale et al. (2004) informaram que, no Brasil até aquele ano, apenas 10% das cascas de coco eram reaproveitadas. Vários métodos para reciclagem dos resíduos da industrialização das cascas do coco, bem como da palha do coqueiro, têm sido propostos. Uma maneira de se evitar/reduzir o efeito negativo desses resíduos ao ambiente poderia ser a reciclagem dos mesmos, como por exemplo, sua utilização na agricultura, na forma de substratos para a produção de mudas (CARRIJO et al., 2002), método que utiliza a casca de coco verde. O aproveitamento da casca de coco verde é viável para essa aplicação por serem suas fibras quase inertes e terem alta porosidade, facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade (SAMPAIO et al., 2008). Outro aproveitamento é a produção de carvão ativado a partir do endocarpo lenhoso seco do coco, conforme descrito por Satya Sai (1997) e Santiago e Selvam (2007). Conforme Silveira (2008), a briquetagem direta de resíduos de coco secos, particularmente a amêndoa, geradas no espaço urbano é atividade com inegável viabilidade dos pontos de vista técnico e econômico. Deve-se destacar, ainda, o uso consagrado do carvão de resíduos de coco seco na produção de briquetes nos países asiáticos, conforme Drew et al. (1993), sendo que para esta finalidade, somente o endocarpo é reaproveitado.

Fontes et al. (1989) e Rendeiro (2006) afirmaram que os briquetes de finos de carvão, apesar de pouco conhecidos no Brasil e terem uso restrito às regiões Sul e Sudeste do país, são utilizados na

Europa, Ásia e América do Norte na preparação de churrascos na primavera e no verão. Rendeiro (2006) afirmou que o consumo mundial de briquetes de carvão vegetal é um mercado crescente, sendo os principais produtores os EUA, Alemanha, México, Equador, Croácia e África do Sul. Segundo o mesmo autor, nesses países, os briquetes são produzidos com carvão de resíduos agrícolas, serragem e aparas de madeira. O mesmo autor ainda ressaltou que os briquetes americanos possuem baixo teor de carbono fixo, na faixa de 50%, em função da adição de argila na composição dos mesmos. Quirino e Brito (1991), analisando três tipos de briquetes americanos, constataram que estes possuem baixos teores de carbono fixo, respectivamente, 42,50; 42,34 e 56,83%. Como matéria-prima alternativa, Drew et al. (1993) citaram que a produção de carvão a partir de endocarpo de coco é uma atividade estabelecida nos países asiáticos, principalmente na Índia, Tailândia e Indonésia, sendo o produto utilizado localmente para geração de energia, ou exportado, na forma de briquetes, para a Europa e América do Norte. Sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais de coco e, em particular o Estado do Rio Grande do Norte destacando-se como um dos produtores nacionais, também para essa região, tal atividade agroindustrial, devidamente adaptada às condições locais, pode vir a se constituir em uma forma eficiente de geração de empregos nas comunidades produtoras, de forma sustentável e ecologicamente correta. Apesar de a briquetagem ser uma tecnologia conhecida desde o final do século XIX (ANTUNES, 1982; BATTACHARYA, 1989), Pimenta et al. (2011) ressaltaram que ainda há muito espaço para desenvolvimento de novos produtos, variando-se a matéria-prima carbonizada e o tipo de aglutinante. Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivos produzir briquetes a partir de carvão de cascas de coco e avaliar a qualidade do produto, tendo como referência as seguintes propriedades: densidade aparente, poder calorífico, composição química imediata (umidade, teores de carbono fixo, matérias voláteis e cinzas) e resistência à compressão.

MATERIAL E MÉTODOS

Cascas de coco de origem agroindustrial foram coletadas em uma propriedade rural no APL de coco do município de Touros - RN. Após secagem ao ar livre por dois meses, as cascas foram carbonizadas em forno de alvenaria tipo

“rabo quente JG” com capacidade para 300 kg de material. O tempo de carbonização foi de dois dias, atingindo-se temperatura média final de 450°C. A seguir, o carvão foi triturado em moinho de martelo. O pó resultante foi peneirado, utilizando-se a fração com granulometria menor que 0,425 mm (classificados em peneira de 40 mesh) para produção de briquetes em um delineamento inteiramente casualizado envolvendo 12 tratamentos (divididos em três grupos) e três repetições. Como aglutinantes, foram empregados amido de milho e argila. Os tratamentos foram divididos em três grupos, correspondendo cada grupo a uma proporção fixa de argila, respectivamente 12, 15 e 18%, em relação ao peso seco total do briquete. Dentro de cada grupo, as proporções de amido foram de 6, 8, 10 e 12%. O pó de carvão foi misturado com a argila finamente triturada e a seguir foi adicionado o amido gelatinizado em água a 80°C. Também a argila foi misturada com água até se produzir uma suspensão, que a seguir foi misturada com o pó de carvão. A massa para cada tratamento foi misturada até completa homogeneização, separando-se quantidades de 17 gramas de massa por repetição. Para produção dos briquetes foi utilizada uma briquetadeira de laboratório, marca LIPPEL - modelo LB 32. As condições de briquetagem foram definidas em testes preliminares, definindo-se pressão de 1.500 psi e tempo de prensagem de 4 minutos à temperatura ambiente. Os tratamentos definidos no experimento estão na Tabela 1.

A densidade relativa aparente foi determinada de acordo com o método da balança hidrostática proposto por Vital (1984), utilizando-se mercúrio como fluido. O poder calorífico superior foi determinado em bomba calorimétrica adiabática PARR, de acordo com a metodologia descrita pela norma da ABNT – NBR 8633 (1984). A composição química imediata foi obtida seguindo os procedimentos da norma ABNT NBR 8112 (1986), para determinação dos teores de matérias voláteis, cinzas e carbono fixo, em base seca. Para determinação da resistência máxima à compressão utilizou-se uma máquina de testes universal, aplicando-se força perpendicular à lateral do briquete com velocidade de ensaio de 6,0 mm/minuto. O resultado de resistência à compressão foi determinado por um *software* acoplado ao equipamento. O procedimento de análise foi executado tendo-se como referência para o tempo de carregamento a NBR 7190 – Anexo B (ABNT, 1997), uma vez que não existem normas

TABELA 1: Proporções de amido, argila e carvão de coco, utilizadas para produção dos briquetes.

TABLE 1: Ratios of starch, clay and coconut charcoal used for briquette production.

Tratamentos	Amido (%) ¹	Argila (%) ¹	Finos de Carvão (%) ¹
6/12	6	12	82
8/12	8	12	80
10/12	10	12	78
12/12	12	12	76
6/15	6	15	79
8/15	8	15	77
10/15	10	15	75
12/15	12	15	73
6/18	6	18	76
8/18	8	18	74
10/18	10	18	72
12/18	12	18	70

Em que: ¹Corresponde ao percentual em massa para os materiais utilizados na produção dos briquetes

específicas para realização de testes com briquetes.

O experimento foi analisado segundo um delineamento inteiramente casualizado simples, sendo avaliados doze tratamentos, definidos com base na variação da quantidade de argila e de aglutinante (amido), na composição dos briquetes sobre as propriedades: poder calorífico, densidade aparente, resistência mecânica, e composição química imediata. Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors para testar a normalidade, e de Cochran para testar a homogeneidade das variâncias. Em seguida, procedeu-se à análise de variância pelo teste *F*, sendo as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Skott-Knott devido ao número de tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa R versão 2.13.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Considerou-se sempre o nível de significância de 5%. Para as variáveis que não possuem homogeneidade das variâncias, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para essas análises foi utilizado o programa STATISTICA 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da avaliação inicial de campo realizada no presente trabalho, verificou-se a real potencialidade de implantação de

uma cadeia formal de produção e utilização de briquetes de finos de carvão à qual o APL de coco do município de Touros - RN pode se inserir pelo fato de possuir matéria-prima e mão de obra capaz de ser direcionada para a atividade, tendo como base a coleta e carbonização dos resíduos de coco em fornos de alvenaria. A utilização de forno de alvenaria para carbonização das cascas de coco revelou-se profícua, tendo sido obtido um rendimento gravimétrico médio de 34,3% (base material seco) para as carbonizações das cascas de coco (4 repetições, com peso inicial de 300 kg de cascas por repetição), tendo sido atingida uma temperatura média final de 450°C. Os dados do presente trabalho estão também em concordância com os resultados obtidos por Vale et al. (2004), que obtiveram rendimentos gravimétricos na faixa de 35% em base seca para carbonização de cascas de coco. No Brasil, é generalizado o uso de fornos de alvenaria para carbonização de lenha e resíduos de serraria, entretanto, não existe até o momento, qualquer referência ao uso desse tipo de forno ou de qualquer outro na carbonização de resíduos de coco, sendo este tipo de matéria-prima ainda não utilizada para a produção de carvão vegetal. Todavia, a revista eletrônica Agribusiness Week (2012) continha uma matéria relacionada ao desenvolvimento de um protótipo de forno de alvenaria, com capacidade para 0,75 m³ de material utilizado nas Filipinas para produção de carvão vegetal com coco como alternativa ao método tradicional de carbonização em barris. Nesse protótipo foi obtido carvão de boa qualidade e que passou nos testes de qualificação de carvão de endocarpo de coco com a seguinte composição química imediata: teores de carbono fixo – 86,5%, matérias voláteis – 9,6% e cinzas – 1,4% e umidade de 2,5%. Entretanto, os autores da matéria não informaram sobre os rendimentos gravimétricos obtidos no processo de carbonização.

O carvão vegetal das cascas de coco produzido no presente trabalho possui a seguinte composição química imediata média: 74,4% de carbono fixo, 24,0% de matérias voláteis e 1,6% de cinzas e 4,6% de umidade. Esses resultados estão em concordância com os dados de Andrade et al. (2004), que produziram carvão vegetal de cascas de coco em mufla de laboratório, obtendo rendimentos gravimétricos satisfatórios e definindo a faixa de temperatura de 450°C como ideal para a obtenção de carvões com propriedades desejáveis e em rendimentos satisfatórios. Para os briquetes produzidos com o carvão de cascas de coco, os

resultados da análise química imediata (teores de matérias voláteis, carbono fixo e cinzas em porcentagem), poder calorífico superior (kcal/kg), densidade aparente (g/cm^3) e resistência à compressão simples (kgf) estão na Tabela 2.

TABELA 2: Análise química imediata (teores de carbono fixo (CF), matérias voláteis (MV) e cinzas em %), poder calorífico superior (PCS) kcal/kg, densidade aparente (DA) (g/cm^3) e resistência à compressão simples (CS) (kgf) para os tratamentos experimentais.

TABLE 2: Immediate chemical analysis (fixed carbon (CF), volatile matter (MV) and ash content as %), high calorific value (PCS) kcal/kg, apparent gravity (DA) (g/cm^3) and compression strength (CS) (kgf) for experimental treatments.

TRAT ¹	CF	MV	CINZAS	PCS	DA	CS
6/12	39,97	20,47	39,56	2773	0,70	1,00
8/12	30,61	21,01	48,38	2901	0,68	0,85
10/12	28,92	22,61	48,47	3035	0,71	1,51
12/12	34,26	28,81	36,93	3691	0,66	1,16
6/15	31,23	24,06	44,71	3031	0,67	1,16
8/15	28,67	24,82	46,51	3347	0,69	1,31
10/15	28,90	22,44	48,66	3418	0,74	1,21
12/15	39,93	27,43	32,65	3617	0,71	1,16
6/18	30,29	22,95	46,76	2467	0,72	1,76
8/18	30,23	20,48	49,29	2313	0,75	0,75
10/18	28,29	21,85	49,86	2474	0,74	0,85
12/18	34,63	27,82	37,55	3163	0,71	1,00

Em que: ¹Proporções amido/argila em 100 g de briquetes secos.

Conforme ilustra a Tabela 2, as propriedades dos briquetes de carvão de coco, mais especificamente o poder calorífico, qualificam o produto para uso doméstico, apesar de o teor de carbono fixo dos melhores tratamentos estar na faixa de 30 – 39%. Conforme a representação do resultado das análises estatísticas nas Figuras 1 e 2, os tratamentos com poder calorífico mais alto (em ordem decrescente) foram 12/12, 12/15 e 10/15, sendo os três valores estatisticamente diferentes. Entretanto, esses valores mais altos de poder calorífico não corresponderam necessariamente àqueles tratamentos com os teores mais altos de carbono fixo, ou seja, os tratamentos com menores teores de argila. Os maiores teores de carbono fixo foram dos tratamentos 6/12 12/12, 12/15 e 12/18,

sendo as suas médias estatisticamente iguais. A correspondência entre alto teor de carbono fixo e alto poder calorífico somente foi válida para os tratamentos 12/12 e 12/15, cujos teores de carbono fixo e poder calorífico foram, respectivamente, 34,26 e 39,93% e 3.691 e 3.617 kcal/kg. Essa tendência está em acordo com o trabalho de Santos et al. (2011) em que afirmam que há uma correlação positiva entre o teor de carbono fixo e o poder calorífico de carvão vegetal para diferentes materiais genéticos de eucalipto, mas o coeficiente de determinação não foi de 100%, ou seja, algumas amostras fogem a esse padrão. No trabalho desses autores, o coeficiente de correlação para um dos materiais genéticos foi de 0,78. Portanto, é aceitável que no presente trabalho, que para alguns tratamentos maiores teores de carbono fixo não sejam acompanhados por altos valores de poder calorífico. Também o trabalho de Assis et al. (2012) mostra a mesma tendência para um clone de eucalipto, para o qual foi determinada uma correlação positiva entre teor de carbono fixo e poder calorífico, mas não para 100% das amostras. Os baixos teores de carbono fixo dos briquetes produzidos no presente trabalho indicam que a qualidade dos mesmos está em concordância com os resultados para briquetes americanos, conforme citado por Quirino e Brito (1991) e Rendeiro (2006).

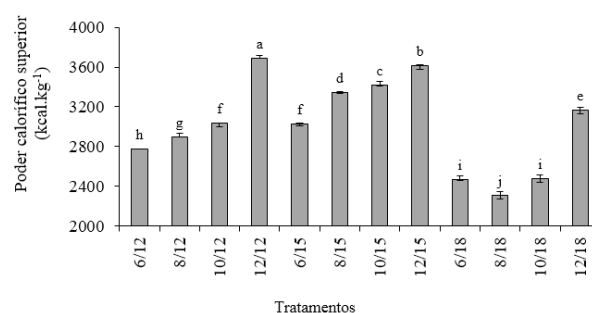


FIGURA 1: Comparação entre tratamentos, considerando-se o poder calorífico superior.

FIGURE 1: Comparison among treatments, considering high calorific power.

Conforme ilustra a Figura 3, a densidade aparente possui tendência de ser mais alta para os tratamentos com maiores teores de argila, respectivamente, os tratamentos 10/15, 8/18, 10/18 e 12/18, sendo as médias dos três primeiros tratamentos estatisticamente iguais. Conforme citam Quirino e Brito (1991), a adição de argila é comum em briquetes americanos e europeus, conferindo

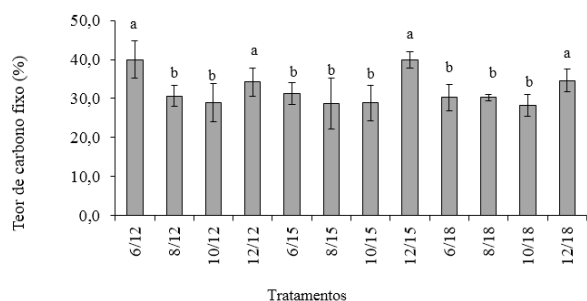


FIGURA 2: Comparação entre tratamentos, considerando-se o teor de carbono fixo.

FIGURE 2: Comparison among treatments, considering fixed carbon content.

ao produto maior estabilidade térmica. Rendimento (2006) faz referência à adição de argila plástica à formulação de briquetes de carvão vegetal, por ser esta uma medida que melhora a estabilidade térmica no leito de queima durante o uso do produto.

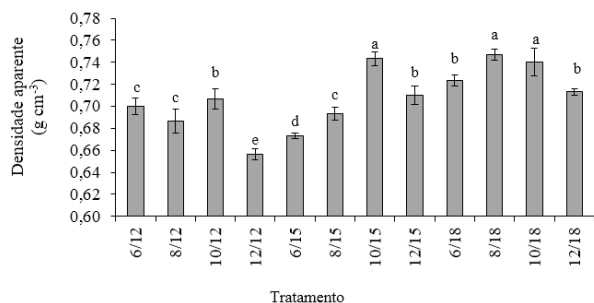


FIGURA 3: Comparação entre tratamentos, considerando-se a densidade aparente.

FIGURE 3: Comparison among treatments, considering apparent gravity.

Por sua vez, conforme ilustra a Figura 4, os resultados do teste de compressão simples não evidenciam tendência de que os briquetes mais resistentes fossem aqueles correspondentes aos tratamentos com maiores teores de argila, o que seria de se esperar conforme citam Quirino e Brito (1991), entretanto, para fins comerciais, todas as resistências à compressão simples estão dentro do esperado.

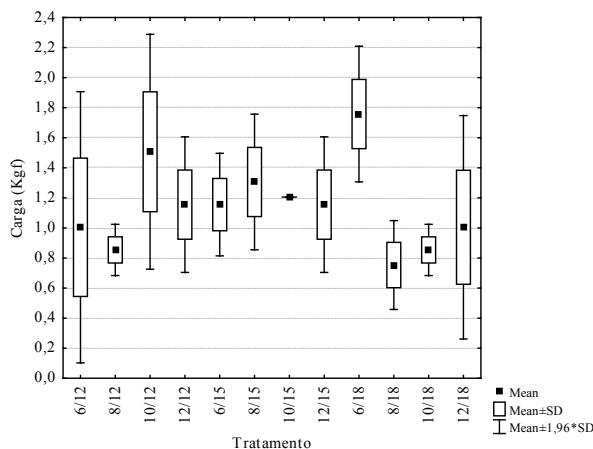


FIGURA 4: Comparação entre tratamentos, considerando-se a resistência à carga de compressão.

FIGURE 4: Comparison among treatments, considering compression strength.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho identificaram a viabilidade técnica de se aproveitar cascas de coco como matéria-prima para produção de carvão vegetal e a sua posterior conversão em briquetes de finos de carvão vegetal. As formulações para produção dos briquetes são simples de serem executadas, não exigindo procedimentos complexos ou tratamentos posteriores do produto. Os resultados evidenciaram, ainda, que os briquetes produzidos com cascas de coco carbonizadas têm qualidade equivalente a briquetes comercializados no mercado nacional e internacional, sejam estes produzidos com carvão vegetal de madeira ou de resíduos de serraria. Foram escolhidas duas formulações desenvolvidas no presente trabalho para repasse a dois produtores de coco e, atualmente, uma fábrica de briquetes instalada em Touros, Rio Grande do Norte, já funciona, há mais de um ano, utilizando as formulações dos tratamentos 12/12 e 12/15. Após testes nas praças de São Paulo - SP e Curitiba - PR, toda a produção de briquetes de casca de coco de Touros está sendo absorvida pelos mercados do Sul e do Sudeste do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Determinação do poder calorífico superior**, NBR 8633. 1984. 13p.

- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Análise química imediata do carvão vegetal**, NBR 8112. 1986. 5p.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 7190 – **Projeto de Estruturas de Madeira** (anexo B), 1997.
- AGRIBUSINESS WEEK – **Making coals from cocons through charcoal brick kiln**. Site consultado no endereço (<http://www.agribusinessweek.com/making-coals-from-cocons-through-charcoal-brick-kiln/>), acesso em 30/10/2012.
- ANDRADE, A.M. et al. Pirólise de resíduos de coco-da-baía (*Cocosnucifera*Linn.) e análise do carvão vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 5, 2004.
- ANTUNES, R. C. Briquetagem de carvão vegetal. IN: **Produção e utilização de carvão vegetal**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), v. 1, p. 197–206, Belo Horizonte, 1982.
- ASSIS, M. R. et al. Qualidade da madeira e rendimento do carvão vegetal de um clone híbrido de *Eucalyptusgrandis* x *Eucalyptusurophylla*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 291-302, jul./set. 2012.
- BHATTACHARYA, S. C. Carbonized and uncarbonized briquettes from residues. State of art for biomass densification. **Energy Sources**, v. 2, p. 161–182, 1989.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, 533-535, 2002.
- DREW, P. J., G. R.; R. C. MARDER. Copra production using the coconut shell carbonization with waste heat recovery technology. **Tropical Science**, v. 33, n. 3, p. 246-267. UK, 1993.
- EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte). Site consultado no endereço www.emparn.rn.gov.br, acesso em 27/10/2012.
- FERREIRA NETO, M. et al. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, nov-dez, 2007.
- FIGUEIRA, J. L. G. Casca do coco: aproveitamento industrial. IN: COCO DA BAÍA: Uma alternativa agroindustrial e de reflorestamento para o noroeste do Paraná. Curitiba, Caniatti Rodrigues, p. 73–77, 1995.
- FONTES, P. J. P.; QUIRINO, W. F.; OKINO, E. Y. A. **Aspectos técnicos da briquetagem do carvão vegetal no Brasil**. Brasília-DF, 1989. 14 p. (LPF Série Técnica n. 1)
- KOMAREK INC. **O processo de briquetagem**. Site consultado no endereço (<http://www.komarek.com/portugues/process.html>), acesso em 27/10/2012.
- MARTINS, C. R.; JESUS JR., L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional** – panorama 2010. EMBRAPA, Aracaju-SE, 2011. (Documentos 164)
- PIMENTA, A. S. et al. Produção de briquetes de finos de carvão utilizando piche de alcatrão vegetal como aglutinante. **Revista Biomassa & Energia**, v. 4, p. 11-23, 2011.
- QUIRINO, W. F.;BRITO, J. O. **Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal**. 1991.19 p. (LPF, SérieTécnica n. 13)
- R Development Core Team.**R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing.ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>, 2011.
- RENDEIRO, G. **Obtenção de briquetes de carvão vegetal a partir de finos de carvão**. RENABIO (Rede Nacional de Biomassa), 2006, 14 p. (Boletim Técnico n. 2)
- SAMPAIO, A. R.et al.Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 499-503, 2008.
- SANTIAGO, B. H.; SELVAM, P. V. P. Tratamento superficial da fibra de coco: estudo de caso baseado numa alternativa econômica para fabricação de materiais compostos. **Revista Analytica**, n. 26, p. 42-45, 2006/2007.
- SANTOS, R. C.et al.Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 221-230, jun. 2011.
- SATYA SAI, P. M.; AHMED, J.; KRISHNAIAH, K. Production of activated carbon from coconut char in a fluidized bed reactor. **Ind. Eng. Chem.**, v. 36, n. 9, p. 3625 – 3630, 1997.
- SENHORAS, E. M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial de coco**. Monografia, Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, 2003, 38 p.
- SILVEIRA, M. S. **Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquete em Salvador-BA**. 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.
- VALE, A. I.; BARROSO, R. A.; QUIRINO, W. F. Caracterização da biomassa e do carvão vegetal de coco-da-baía (*Cocos nucifera* L.) para uso energético. **Revista Biomassa & Energia**, v. 1,

n. 4, 365-370, 2004.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa, MG: SIF, 1984. 21 p. (Boletim técnico, 1).