

## **Caracterização energética de resíduos da extração de taninos de quatro espécies nativas do Rio Grande do Norte**

Maurício Borges do Nascimento<sup>1</sup>; Bruna Rafaella Ferreira da Silva<sup>2</sup>; João Paulo Silva Gomes<sup>1</sup>; Luiz Augusto da Silva Correia<sup>1</sup>; Elias Costa de Souza<sup>3</sup>; Alexandre Santos Pimenta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte; <sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras; Universidade de São Paulo<sup>3</sup>

**Resumo:** O carvão vegetal e a lenha são responsáveis por mais de 45% do consumo energético dos principais setores do Rio Grande do Norte. A maior parte da madeira para produção de lenha e carvão é proveniente da supressão vegetal irracional e a geração de resíduos, resultantes da exploração, é alta. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o poder calorífico da casca de quatro espécies nativas com potencial para extração de taninos. Após o processo de extração, as cascas foram trituradas e tiveram o seu poder calorífico superior (PCS) determinado. O PCS das cascas das espécies variou entre 3725,28 e 4210,46 kcal/kg. A partir dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível concluir que as cascas das espécies estudadas possuem potencial para geração de energia e que os estudos acerca da quantificação energética da casca de espécies nativas ainda são escassos, sendo necessária a realização de mais pesquisas na área.

**Palavras-chave:** Energia da biomassa, Casca, Poder calorífico superior.

## **Energy characterization of residues from the extraction of tannins from four native species of Rio Grande do Norte**

**Abstract:** Charcoal and firewood account for more than 45% of the energy consumption of the main sectors of Rio Grande do Norte. Most of the timber for the production of firewood and charcoal comes from the irrational plant suppression and the generation of waste resulting from the exploitation is high. In this sense, the present work had as objective to evaluate the calorific power of the bark of four native species with potential for tannin extraction. After the extraction process, the peels were crushed and had their higher calorific value (PCS) determined. The PCS of the bark of the species varied between 3725,28 and 4210,46 kcal/kg. From the results obtained in this work, it was possible to conclude that the bark of the species studied has potential for energy generation and that studies on the energetic quantification of the bark of native species are still scarce, requiring further research in the area.

**Keywords:** Biomass energy, Bark, Higher calorific value.



## 1. INTRODUÇÃO

É sabido da necessidade do uso da madeira como matriz energética desde os primórdios da humanidade, sendo considerado um elemento crucial para o desenvolvimento da história humana (Donato & Takenaka, 2016). Com o aumento populacional e a preocupação acerca dos combustíveis fósseis não-renováveis, a madeira surge como a principal fonte renovável de energia, entretanto, aumenta a pressão sobre a flora nativa que requer uma maior atenção sobre a conservação e o uso racional (Moreira, 2011). No Rio Grande do Norte existe uma carência de estudos quanto a flora local (Moura et al., 2018; Versieux et al., 2013), o que implica em poucas áreas de manejo sustentável e no uso irracional dos recursos vegetais, além de haver o desconhecimento das características tecnológicas das espécies do estado.

Há muito tempo a lenha tem sido uma parcela significativa de consumo energético no Rio Grande do Norte, e sabe-se que maior parte da madeira consumida não é de desmatamento legalizado, e sim provenientes das supressões irracionais de áreas nativas do estado (Chaves, 2016). Com isso, é reafirmada a necessidade de estudos da vegetação local e das propriedades físicas, químicas e térmicas das espécies lenhosas (Santos et al., 2013).

As cascas das árvores muitas vezes são consideradas como resíduos no uso da madeira e são descartadas, porém é encontrado para elas um uso de bastante potencial, que é na obtenção de taninos vegetais. Essas substâncias ocorrem amplamente nos vegetais (Suvanto et al. 2017), e sua utilização vai desde o curtimento de couro, produção de adesivos a tratamentos de efluentes (Sousa, 2014; Meunier & Ferreira, 2015; Azevedo et al., 2015), sua extração comercial é realizada através do processamento da casca, como também da madeira. A extração comercial de taninos para o uso industrial é bastante expressiva, gerando bastante resíduo que são descartados, e encontrar um uso alternativo para esses resíduos se tornou objeto de estudo nesta pesquisa.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o poder calorífico superior do processamento de resíduos de quatro espécies nativas do Rio Grande do Norte, visando o aproveitamento de resíduos lignocelulósicos para geração de energia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas quatro espécies potencialmente produtoras de taninos, o angico vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e cajueiro (*Anacardium occidentale*L.), no qual as três primeiras são comuns do bioma Caatinga e o cajueiro possui ocorrência na Mata Atlântica, principalmente na restinga.

A casca da jurema-preta, sabiá e cajueiro foram coletadas na Escola Agrícola de Jundiáí,

Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 5°52'23"S – 35°21'47"W, localizada no município de Macaíba/RN e a coleta da casca do angico foi proveniente de podas realizadas no campus central da UFRN, 5°50'32"S – 35°12'03"W, município de Natal/RN. Após a coleta, as cascas foram postas para secar ao ar livre até a ausência de umidade. Em seguida, foram submetidas ao processo de extração de taninos seguindo a metodologia proposta por Paes et al. (2006). Os resíduos gerados neste processo foram armazenados em recipientes plásticos.

Para a determinação do poder calorífico superior (PCS), as cascas foram trituradas e as partículas prensadas para formar pastilhas para cada espécie. O poder calorífico superior foi determinado utilizando uma bomba calorimétrica da marca *Parr* (modelo 1341) seguindo as recomendações da norma NBR 8633/84 (ABNT, 1983) para o material analisado. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola Agrícola de Jundiá.

### 3. RESULTADOS

Os resultados obtidos na caracterização do poder calorífico superior dos resíduos do processamento da casca das espécies estudadas estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Poder calorífico superior dos resíduos do processamento da casca de 4 espécies nativas.

Espécie	Poder calorífico superior (Kcal/kg)
Angico Vermelho	3765,89
Cajueiro	3725,28
Jurema-preta	4210,46
Sabiá	4038,43

### 4. DISCUSSÃO

Dentre as quatro espécies estudadas, a jurema-preta foi a que obteve o melhor desempenho na avaliação do poder calorífico (4210,46 Kcal/kg), enquanto a o angico vermelho apresentou o menor valor (3765,89 Kcal/kg). Não é encontrado na literatura dados quanto ao poder calorífico da casca da espécie, porém, em estudos realizados visando esse potencial para a madeira da jurema, foram encontrados valores semelhantes ao encontrado neste trabalho por Paes et al. (2013), com 4501,59 kcal/kg, Carvalho (2018) com 4897kcal/kg, e Carneiro et al. (2013) com 4823kcal/kg, mostrando que a casca da espécie pode possuir tanto potencial para energia quanto a madeira da mesma.

Os valores do PCS da casca das quatro espécies avaliadas foram semelhantes aos encontrados na quantificação energética de outros resíduos vegetais (Protásio et al., 2011; Evaristo

et al., 2016; Souza & Vale, 2016) indicando a potencialidade da utilização de resíduos sólidos vegetais para a geração de energia (Vieira, 2012; Vidal & Hora, 2011).

Quando os valores do PCS da casca são comparados com o PCS da madeira das mesmas espécies, são encontrados valores inferiores (Tabela 2), a diminuição do poder calorífico da casca se da devido a sua composição química e estrutural (Protásio et al., 2011). Os valores do PCS encontrados para a casca das quatro espécies estão dentro dos parâmetros sugeridos por Quirino et al. (2005), que avaliaram o PCS da madeira de 132 espécies e obteve um limite superior igual a 5260kcal/kg e o inferior igual a 3350kcal/kg, com uma média de 4732kcal/kg.

**Tabela 2.** Poder calorífico superior da casca e da madeira das espécies estudadas.

Espécie	PCS (casca)	PCS (madeira)
Angico-vermelho	3765,89 kcal/kg	4499,80 kcal/kg <sup>(a)</sup>
Cajueiro	3725,28 kcal/kg	17.4MJ/kg <sup>(b)*</sup>
Jurema	4210,46 kcal/kg	4501,59 kcal/kg <sup>(a)</sup>
Sabiá	4038,43 kcal/kg	18,32MJ/kg <sup>(c)**</sup>

<sup>a</sup>: Paes et al. (2013); <sup>b</sup>: Pontes et al. (2019); <sup>c</sup>: Barbosa et al. (2016). \*Aproximadamente 4155.95kcal/kg; \*\*Aproximadamente 4375,66kcal/kg.

Como alternativa para o aproveitamento dos resíduos, o processo de briquetagem tem como proposta favorecer a atividade de exploração dos recursos florestais, dando utilidade aos resíduos sólidos para fins energéticos a partir do processamento da madeira, no caso do contexto florestal (Santos et al., 2011; Paula et al. 2011). Os briquetes são produzidos com a compactação de partículas por meio de pressão e, algumas vezes, com ação da temperatura, e como resultado tem-se um produto compacto e com dimensões e propriedades mecânicas desejáveis no mercado (Santos et al., 2011). Neste contexto, a briquetagem se mostra uma aplicação viável para a reutilização energética destes resíduos.

## 5. CONCLUSÃO

As cascas das espécies estudadas possuem potencial para geração de energia e que os estudos acerca da quantificação energética da casca de espécies nativas ainda são escassos, sendo necessária a realização de mais pesquisas na área.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Universidade Federal de Lavras e a Universidade de São Paulo, em especial ao Grupo de trabalho em tecnologia da madeira e ao laboratório Multiusuário de Nutrição Animal.

## 7. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-8633: carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro; 1983.

Azevêdo TKB, Paes JB, Calegari L, Nascimento JWB. Qualidade dos taninos de jurema-preta (*mimosa tenuiflora*) para a produção de adesivo tanino formaldeído. *Ciência Florestal* 2015, 25(2): 507-514.

Barbosa IR, Barcellos KM, Souza JEA, Cavalvanti CASH, Dantas LPM, Alécio AHL. Caracterização do potencial energético de biomassas. In: XXI Congresso brasileiro de engenharia química, Fortaleza. 2016.

Carneiro ADCO, Santos RC, Castro RVO, Castro AFNM, Pimenta AS, Pinto EM. Estudo da decomposição térmica da madeira de oito espécies da Região do Seridó, Rio Grande do Norte. *Revista Árvore* 2013, 37(6): 1153-1163.

Carvalho AC. Potencial energético da madeira de espécies florestais em área sob manejo sustentável, após corte raso, no Rio Grande do Norte [dissertação]. Macaíba: Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2018.

Chaves AGC. Diagnóstico da exploração de lenha em planos de manejo florestal sustentável na Caatinga do Rio Grande do Norte [dissertação]. Macaíba: Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2016.

Donato CJ, Takenaka EMM. O Aproveitamento de resíduos de madeira para o desenvolvimento sustentável. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista* 2016, 12(4).

Evaristo AB, Martino DC, Ferrarez AH, Donato DB, Carneiro ACO, Grossi JAS. Potencial energético dos resíduos do fruto de macaúba e sua utilização na produção de carvão vegetal. *Ciência florestal* 2016, 26(2): 571-577.

Meunier IMJ, Ferreira RLC. Uso de espécies produtoras de taninos para curtimento de peles no Nordeste do Brasil. *Biodiversidade* 2015, 14(1): 98-104.

Moreira JMMÁP. Potencial e participação das florestas na matriz energética. *Pesquisa florestal brasileira* 2011, 31(68): 363-372.

Moura EO, Sousa VF, Soares AS, Versieux LM. Private environmental consultancy reveals five genera and ten species of angiosperms new to Rio Grande do Norte state, northeastern Brazil. *Check List* 2018, 14(2): 439-451.

Paes JB, Lima CR, Oliveira E, Medeiros Neto PN. Características físico-química, energética e dimensões das fibras de três espécies florestais do semiárido brasileiro. *Floresta e Ambiente* 2013, 20(4):550-555.

Paula LER, Trugilho PF, Rezende RN, Assis CO, Baliza AER. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. *Pesquisa florestal brasileira* 2011, 31(66): 103-112.

Ponte MR, Gadelha AMT, Machado YDL, Lopes AAS, Malveira JQ, Mazzetto SE et al.

Blendas de bagaço de cana-de-açúcar, podas de mangueira e cajueiro: caracterização das propriedades e investigação de seus potenciais energéticos. *Revista Matéria* 2019, 24(2).

Protásio TP, Bufalino L, Tonoli GHD, Couto AM, Trugilho PF, Júnior MG. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. *Pesquisa florestal brasileira* 2011, 31(66): 113-122.

Quirino WF, Vale AT, Andrade APA, Abreu VLS, Azevêdo ACS. Poder calorífico da madeira e de material ligno-celulósicos. *Revista da Madeira* 2005, 89: 100-106.

Santos RC, Carneiro ADCO, Castro RVO, Pimenta AS, Castro AFNM, Marinho IV, Boas MAV. Potencial de briquetagem de resíduos florestais da região do Seridó, no Rio Grande do Norte. *Pesquisa florestal brasileira* 2011,31(68): 285-294.

Santos RC, Carneiro ADCO, Pimenta AS, Castro RVO, Marinho IV, Trugilho PF et al. Potencial energético da madeira de espécies oriundas de plano de manejo florestal no estado do Rio Grande do Norte. *Ciência Florestal* 2013,23(2): 491-502.

Versieux LM, Tomaz EC, Jardim JG. New genus and species records of Bromeliaceae in the Caatinga of Rio Grande do Norte state, northeastern Brazil: *Orthophytum disjunctum* L.B. Sm. (Bromelioideae) and *Tillandsia paraibensis* R.A. Pontes (Tillandsioideae). *Check list* 2013, 9(3): 663-665.

Souza F, Vale AT. Densidade energética de briquetes de biomassa lignocelulósica e sua relação com os parâmetros de briquetagem. *Pesquisa florestal brasileira* 2016, 36(88): 405-413.

Sousa TB. Uso de taninos de espécies florestais no tratamento de água para abastecimento [dissertação]. Lavras: Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras; 2014.

Suvanto J, Nohynek L, Seppänen-laakso T, Rischer H, Salminen JP, Puupponen-pimiä R. Variability in the production of tannins and other polyphenols in cell cultures of 12 Nordic plant species. *Planta* 2017, 246(2): 227-241.

Vidal ACF, Hora AB. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para geração de energia. *BNDES Setorial* 2011, 33: 261-314.

Vieira AC. Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas [dissertação]. Cascavel: Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Federal do Oeste do Paraná, 2012.