

INFLUÊNCIA DOS EXTRATIVOS NO PODER CALORÍFICO SUPERIOR DA MADEIRA DE *Tachigali vulgaris*

Edson dos Santos Fernandes Junior¹; Renata de Oliveira Fernandes²; Fábio Silva do Rosário³;
Michael Douglas Roque Lima¹, Thiago de Paula Protásio¹; Lina Bufalino^{1*}.

¹ Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém/PA, Brasil.

² Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba/PR, Brasil.

³ Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu/SP, Brasil.

* e-mail do autor correspondente: edsonjr.eng.florestal@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi analisar a influência dos extrativos da madeira de *Tachigali vulgaris* no poder calorífico superior, provenientes de árvores de fustes normais e bifurcados. Foram utilizadas 4 árvores, de 9 anos de idade, oriundas de uma área de cultivo experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizada na região do baixo Amazonas, sob solo e adubação controlada. Foi utilizado um disco da base de cada árvore, onde o material foi processado em um moinho do tipo Willey e peneirado para obtenção da fração retida entre 40 e 60 *mesh*. Posteriormente, foi realizada a extração solúvel em água, análise imediata antes e pós a extração para a estimativa do poder calorífico superior (PCS) das madeiras. As amostras provenientes de fustes normais obtiveram maiores valores de PCS antes e após a remoção dos extrativos. Os extrativos da madeira de *Tachigali vulgaris* possuem alta influência no seu PCS. Ademais, não houve diferença entre os valores de PCS para madeiras de fustes normais e bifurcados.

Palavras-chave: Energia de biomassa; Bifurcação; Química da madeira.

INFLUENCE OF EXTRACTIVES ON THE HIGHER HEATING VALUE OF *Tachigali vulgaris* WOOD

Abstract: The objective of this work was to analyze the influence of *Tachigali vulgaris* wood extractives on the higher heating value from trees with normal and forked stems. Four 9-year-old trees were used, from an experimental planting area of Embrapa Amazônia Oriental, located in the lower Amazon region, under soil and controlled fertilization. A disc at the base of each tree was used, where the material was crushed or processed in a Willey-type mill and sieved to obtain the retained fraction between 40 and 60 mesh. Subsequently, water-soluble extraction was performed, proximate analysis before and after extraction to estimate the higher heating value (HHV) of the woods. Samples from normal stems obtained higher HHV values before and after extractives were removed. Extractives from *Tachigali vulgaris* wood have a high influence on its HHV. Furthermore, there was no difference between the HHV values for wood with normal and forked stems.

Keywords: Biomass energy; Bifurcation; Wood chemistry.

1. INTRODUÇÃO

Durante a produção de energia, alguns componentes químicos podem contribuir para aumentar o poder calorífico superior (PCS) da madeira [1], como os extrativos. O termo “extrativo da madeira” engloba um grande número de compostos, os quais podem ser extraídos, mediante solventes orgânicos, sem comprometer a sua estrutura fibrosa, sendo responsáveis por

características peculiares da madeira como odor, sabor, resistências à xilófagos, cor, dentre outros.

Nesse sentido, o uso da biomassa tem ganhado grande repercussão no cenário mundial como importante fonte energética sustentável, especialmente por apresentar potencial para substituição dos combustíveis fósseis.

Tendo em vista a heterogeneidade de biomassas lignocelulósicas, sua composição química influencia diretamente no desempenho energético, em que o maior conhecimento sobre esta, pode melhorar a eficiência energética de diferentes materiais [2].

O PCS da madeira está entre as características mais importantes a ser analisada em uma biomassa visando ao uso energético [3], pois este representa a quantidade de calor liberado durante a queima total de uma determinada quantidade de combustível, expresso em caloria por grama ou quilocaloria por quilograma. Como produto, a água formada durante a combustão, na reação entre o hidrogênio elementar da madeira e o oxigênio, é condensada e seu calor latente é recuperado e é somada à energia mensurada. Esta medição mostra o máximo de potencial energético da madeira.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência desses compostos da madeira de *Tachigali vulgaris* no PCS, provenientes de árvores de fustes normais e bifurcados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta, preparo, transporte e amostragem do material

Foram utilizadas árvores de 9 anos de idade, oriundas de uma área de cultivo experimental da EMBRAPA Amazônia Oriental, localizada na região do baixo Amazonas, em Monte Dourado, distrito de Almeirim, estado do Pará. Para mais, foram coletadas 4 árvores bifurcadas e não bifurcadas de uma condição de solo (Argiloso) e adubação realizada pela empresa. De cada tora, foram retirados discos, dos quais foram obtidas maravalhas com um formão. Os discos utilizados foram da base da tora para as árvores sem e com bifurcação (0 %). Este material foi moído em moinho do tipo Willey e peneirado para obtenção da fração retida entre 40 e 60 *mesh*, para as análises químicas. Optou-se por realizar as análises em amostras compostas.

A adubação utilizada foi a de sulfato de amônio + superfosfato triplo + cloreto de potássio (dosagem: 390-P+0-K), de forma que para a fonte de fósforo, o insumo utilizado foi o superfosfato triplo (41 % de P_2O_5), aplicado no fundo da cova durante o plantio. Ressalta-se que para o nitrogênio, utilizou-se apenas uma dosagem inicial de apoio, tendo em vista que o *T. vulgaris* dispõe da fixação biológica deste nutriente, sendo a dose de 21 Kg ha⁻¹ de N, tendo como fonte o sulfato de amônio (21 % de N) [4].

2.2 Análise do Extrativos

O teor de extrativos solúveis em água (quente e fria) foram determinados de acordo com a

norma NBR 14577 da Associação Brasileira de Normas Técnicas [5], com a extração em água fria realizada por 48 horas sem agitação.

2.3 Composição química imediata

A análise de composição química imediata foi realizada de acordo com a norma ASTM D1762/ 84 [6], nas madeiras antes e após remoção dos extrativos.

2.4 Poder calorífico superior (PCS)

Para o cálculo do PCS das amostras, foi utilizada a equação proposta por [7] que pode ser estimado por meio de análise imediata, em que o %V é o teor de voláteis, %A o teor de cinzas, e %CF o teor de carbono fixo, (Equação 1):

(Equação 1)

2.5 Análise estatística e delineamento experimental

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente causalizado, contendo 2 tratamentos, fustes não bifurcados (NB) e bifurcados (BF), com 3 repetições para cada análise. As médias de PCS da madeira de *T. vulgaris* antes e após a remoção dos componentes secundários solúveis em água (quente e fria) foram comparadas mediante a aplicação do teste t para amostras pareadas, com 5% de grau de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do PCS, obtidos para a espécie de *T. vulgaris* para fustes normais e bifurcados, antes e após a remoção dos extrativos solúveis em água, são apresentados na Figura 1. De maneira geral, a madeira de *T. vulgaris* apresentou teores de extrativos solúveis em água fria de 6,78 % para as amostras Não bifurcadas e 8,29% para as Bifurcadas. Enquanto que para os teores de extrativos solúveis em água quente, os valores foram de 8,81% e 9,98% para as amostras Não bifurcadas e Bifurcadas, respectivamente.

Figura 1: Poder calorífico obtido para a madeira de *Tachigali vulgaris* de fustes normais e bifurcados, antes e após a remoção de extrativos solúveis em água.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A extração por meio da água quente foi mais eficaz quando comparada a água fria, tanto para as madeiras de fustes normais quanto para bifurcadas. Isso pode ser explicado devido à polaridade da água quente e de outros solventes como a acetona, que incham a parede celular e alcançam compostos localizados em seu interior, além dos extrativos presentes no lúmen da madeira [8]. Diante disso, as amostras pertencentes a árvores de fustes bifurcados obtiveram

maiores valores de extração (aproximadamente 10%).

O PCS é uma indicação da energia química contida na madeira que, durante o processo de combustão, é convertida em energia térmica. Para os valores de PCS as amostras não apresentaram diferenças estatísticas significativas, mas observa-se uma variação nos resultados, tendo as amostras sem bifurcação com maiores valores de PCS antes e após a extração, com máximo de 4617 kcal/kg e mínimo de 4698 kcal/kg. Valor próximo (4849 kcal/kg) foi reportado por [9;10] para a mesma espécie proveniente de floresta natural. Essa variação pode ser atribuída à possível maior idade dos indivíduos estudados pelos autores.

Ressalta-se que o PCS após extração não apresentou correlação com o teor de extrativos solúveis tanto para a água fria quanto para a água quente. Isso indica que não houve diferença no comportamento energético da madeira de *T. vulgaris* de fustes normais e bifurcados.

Ademais, foi observado um padrão de comportamento do PCS das amostras após extração: i) diminuição do PCS após a extração em água quente. Considerando a diminuição do PCS para amostras após a remoção em água quente, pelo balanço de energia (ou seja, pela diferença entre o PCS das madeiras antes e após a extração) é possível inferir que os extrativos da madeira de *T. vulgaris* influenciam no potencial energético de forma positiva, da ordem de 610 kcal/kg (Não bifurcada) e 150 kcal/kg (Bifurcada).

Em relação à madeira Não bifurcada, a retirada dos extrativos em água fria levou um aumento do PCS, da ordem de 28 kcal/kg. Isto representa um acréscimo de 0,6% do PCS em relação à madeira *in natura*, sendo pouco expressivo. Levanta-se a hipótese de que esse pequeno aumento está relacionado à pequena remoção de extrativos pela água fria.

4. CONCLUSÕES

- Os extrativos da madeira de *Tachigali vulgaris* possuem alta influencia no seu PCS.
- Não houve diferença entre os valores de PCS para madeiras de fustes normais e bifurcados.
- A extração mediante água quente foi mais eficaz comparada água fria.
- As madeiras provenientes de fustes normais obtiveram maiores valores de PCS antes e após a remoção dos extrativos.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Rossi, T.; Moura, L. F.; Torquato, P. R.; Brito, J. O. Influência Da Remoção Dos Extrativos De Resíduos De Madeiras No Seu Poder Calorífico. In: 3 International Workshop Advances In Cleaner Production, São Paulo, 2011.
- [2] Nakashima, G. T.; Adhmann, I. C. S.; Hansted, A. L. S.; Belini, G. B.; Waldman, W. R.; Yamaji, F. M. Materiais Lignocelulósicos: Caracterização E Produção De Briquetes. Revista Virtual De Química. V. 9. N. 1, P 150-162, 2017.

- [3] Carneiro, A. C. O.; Castor, A. F. N.; Castro, R. V. O.; Santos, R. C. S.; Ferreira, L. P.; Damásio, R. A. P.; Vital, B. R. Potencial energético de madeira de *Eucalyptus* sp. em função da idade e de diferentes materiais genéticos. Revista *Árvore*, v. 38, n. 2, p. 375-381, 2014.
- [4] Teixeira, R. A.. Dinâmica de plantações experimentais de Tachigali vulgaris LF Gomes da Silva & HC Lima em resposta à adubação e textura de solo. 2021. 83 f. Orientador: Thiago de Paula Protásio. Dissertação (Bacharel em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2021.
- [5] Associação Brasileira De Normas Técnicas. Nbr 14577: Determinação Do Material Solúvel Em Etanol-Tolueno E Em Diclorometano E Em Acetona. Rio De Janeiro, 2010b.
- [6] American Society For Testing And Materials (Astm). D1762–84. Standard Test Method For Chemical Analysis Of Wood Charcoal. Astm International, Philadelphia, 2013.
- [7] Parikh, J.; Channiwala, S. A.; Ghosal, G. K. A Correlation For Calculating Hhv From Proximate Analysis Of Solid Fuels. *Fuel*, V. 84, N. 5, P. 487-494. 2005.
- [8] Nogueira, S. S.; Castro, V. G.; Araújo, P. C. Influencia Dos Extrativos Na Cor E Durabilidade Natural Da Madeira De Jurema-Preta. *Advances In Forestry Science*, V. 8, N. 4, P. 1613-1619, 2021.
- [9] Vale, A. T. Brasil, M. A. M.; Carvalho, C. M. Veiga, R. A. A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* HILL EX-MAIDEN e *Acacia mangium* WILLD em diferentes níveis de adubação. *Cerne*, v.6, n.1, p. 83 - 88, 2000.
- [10] Quirino, W. Vale, A. T.; Andrade, A. P. A.; Abreu, V. L. S.; Azevedo, A. C. S. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. *Biomassa & Energia*, v.1, n. 2, p. 173-182, 2004.b