

CONCENTRAÇÕES DE METAIS ALCALINOS E SUAS IMPLICAÇÕES NA COMBUSTÃO DA MADEIRA DE *Tachigali vulgaris*

Elvis Vieira dos Santos^{1*}; Kelly Das Graças Fernandes Dantas²; Fábio Israel Martins Carvalho³; Delman de Almeida Gonçalves⁴; Michael Douglas Roque Lima⁵; Thiago de Paula Protásio³.

¹ Escola de Ciências Agrárias de Lavras, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras/MG, Brasil. ² Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém-PA, Brasil.

³ Departamento de Engenharia Florestal; Universidade Federal Rural Da Amazônia (UFRA), Parauapebas/PA, Brasil.

⁴ EMBRAPA Amazônia oriental, Belém/PA, Brasil

⁵ Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém/PA, Brasil.

* e-mail do autor correspondente: elvisvieiradossantos@gmail.com

Resumo: *Tachigali vulgaris* é uma espécie arbórea nativa da Amazônia, que vem se mostrando promissora para uso energético. Este estudo teve o objetivo de avaliar concentrações de metais alcalinos e suas implicações na combustão da madeira de *T. vulgaris*. O plantio é composto por 3 blocos e 6 diferentes espaçamentos. A amostragem do lenho foi realizada aos 7 anos de idade. Foram selecionadas 3 árvores em cada espaçamento. De cada árvore foram retiradas amostras de madeira em diversas posição ao longo do fuste. Os teores de K e Na foram obtidos por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. O percentual destes elementos foi estimado para as cinzas na forma dos óxidos K₂O e Na₂O. A avaliação destes compostos foi realizada utilizando o índice Alkali index (AI). K₂O e Na₂O tiveram percentual de 5,64 % (±1,02) e 2,52 % (±1,33), respectivamente. O índice AI indicou que a queima da madeira da espécie *T. vulgaris* não apresentará problemas de incrustações nas caldeiras.

Palavras-chave: Deposição das cinzas; Florestas plantadas; madeiras tropicais

CONCENTRATION OF ALKALI AND ITS IMPLICATION IN THE COMBUSTION OF *Tachigali vulgaris* WOOD

Abstract: *Tachigali vulgaris* is an arboreal species from Amazon that comes as a promising for energy use. The objective this was to evaluate the Alkali content and its implication in the combustion of *T. vulgaris* wood. The planting consists of 3 blocks and 6 different spacings. The wood sampling was done at 7 years of age. Three trees were selected at each spacing. Wood samples were taken from each tree at different positions along the spindle. K and Na contents were obtained by optical coupling spectrometry with inductively obtained plasma. The percentage of these elements was estimated for the ash in the form of oxides K₂O and Na₂O. The evaluation was performed using the Alkali index (AI). K₂O and Na₂O had a percentage of 5.64% (±1.02) and

2.52% (± 1.33), respectively. The AI index indicated that the burning of the wood of the *T. vulgaris* species will not present fouling in the boilers.

Keywords: Ash deposition; planted forests; tropical woods

1. INTRODUÇÃO

As florestas plantadas são recursos importantes de biomassa para geração de calor, pois se caracteriza como uma fonte renovável de energia. Segundo o relatório anual da indústria brasileira de árvores [1], os 9,55 milhões de hectares de florestas plantadas no Brasil armazenam cerca de 1,9 bilhões de toneladas CO₂ equivalentes. A maior parte dessas florestas são formadas por espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus* [1]. No entanto, outras espécies têm sido estudadas para suprir a demanda de carvão e lenha em regiões de condição edafoclimáticas específicas no Brasil como a *Acacia magium* e *Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima [2;3].

Dentre estas espécies, *T. vulgaris*, conhecida como tachi branco, se destaca por ser uma espécie amazônica, e, portanto, adaptada às condições climáticas da região. A densidade da espécie varia entre 0,450 a 700 g.cm⁻² [4]; apresenta poder calorífico em torno de 19,7 MJ/kg e baixo percentual de cinzas (<1%) [3]. Alguns aspectos tecnológicos de sua madeira ainda não foram devidamente esclarecidos. É o caso da composição da matéria inorgânica do seu lenho.

A matéria inorgânica presente na madeira é geralmente formada pelos elementos Ca, P, K, Na, S, Mg, Fe, Al, Si, Ti, Mn e Cl [5]. Durante a combustão da madeira nas caldeiras, estes elementos passam por um processo complexo que formam novos compostos [6;7]. Estes compostos podem se depositar nas paredes dos equipamentos de queima, causando sinterização, escórias e incrustações, que afetam a transferência de calor e diminuem a vida útil das caldeiras. Alguns dos compostos mais problemáticos presentes nas cinzas da biomassa são os óxidos alcalinos, K₂O e Na₂O, devido aos seus baixos pontos de fusão e alta reatividade [6]. O objetivo deste estudo foi avaliar as implicações da utilização energética da madeira de *Tachigali vulgaris* baseado nos percentuais dos metais alcalinos presente em sua madeira.

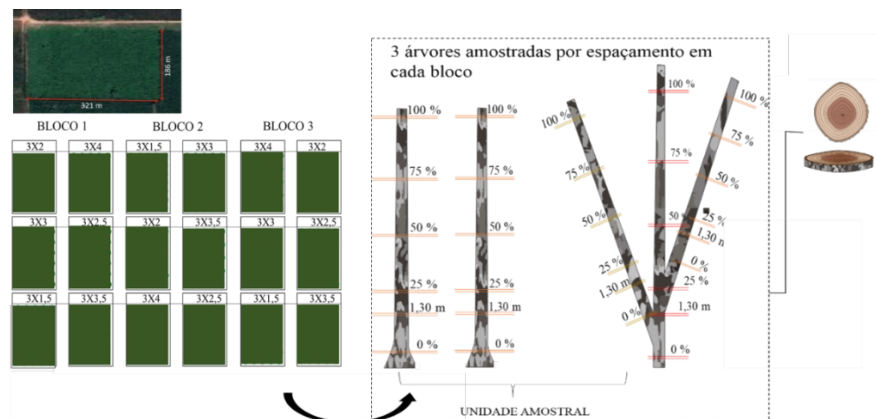
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo e delineamento experimental

O plantio experimental de *Tachigali vulgaris* está localizado na propriedade da empresa Jari Celulose, no município de Almerim-PA, Distrito de Monte Dourado, Mesorregião do Baixo Amazonas. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, composto por 3 blocos e 6 parcelas que representam 6 diferentes áreas úteis iniciais por árvore: 4,5 m², 6 m², 7,5 m², 9,0 m², 10,5 m² e 12 m² com dimensões de 60 x 51 m (3060 m²/parcela), distribuídos de forma aleatória em cada bloco.

2.2 Obtenção e preparo de amostras

A amostragem do lenho foi realizada aos 7 anos de idade conforme a Figura 1.



Figural: Metodologia de amostragem do lenho de *T. vulgaris*

O material foi utilizado para obtenção do poder calorífico superior (PCS), cinzas e os teores dos elementos presente na madeira de *T. vulgaris*. O PCS e cinzas foi obtido por [3] no mesmo plantio. A composição inorgânica da madeira foi obtida por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado, no laboratório de química da Universidade Federal do Pará. Foram obtidos os teores de alumínio (Al), cálcio (Ca), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), sódio (Na), fósforo (P), enxofre (S), silício (Si) e titânio (Ti). Para estimar o percentual destes elementos nas cinzas, eles foram transformados em óxidos e normalizados a 100%, conforme [8]. Neste trabalho foi avaliado os teores dos metais alcalinos K₂O e Na₂O. Realizou-se estatística descritivas e análises de variância para verificar se havia efeito dos espaçamentos no percentual de metais alcalinos.

Para a avaliar a tendência à formação de incrustações, foi utilizado o índice Alkali index (AI) [9]. O índice e seus parâmetros de avaliação são descritos na Equação 1.

$$(1)$$

Em que:

AI < 0,17: Sem propensão à incrustação

0,17 < AI < 0,34: propensão à incrustação

AI > 0,34: são certas as ocorrências de incrustação

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração média de K, base massa seca de madeira, foi de 0,01% ($\pm 0,001$). Já Na teve concentração média de 0,004% ($\pm 0,002$). Quanto aos teores estimados para os óxidos nas cinzas, K₂O e Na₂O tiveram percentual de 5,64 % ($\pm 1,02$) e 2,52 % ($\pm 1,33$), respectivamente.

Dessa forma, os metais alcalinos representaram cerca de 8,16 % da massa das cinzas do tachi. Isso significa que, em 1 tonelada de cinzas produzidas, 81,6 kg seriam de metais alcalinos. De acordo com [7], que avaliou inúmeros estudos da composição das cinzas da madeira de diferentes espécies arbóreas, o teor médio de K₂O está em torno de 12,44% e o teor de Na₂O é de cerca de 2,04%. A análise de variância não revelou diferenças entre os espaçamentos.

A Figura 2 apresenta os resultados do índice AI. Em todos os espaçamentos, os resultados foram abaixo de 0,02 kg de álcali/GJ. Abaixo de 0,17 kg de álcali/GJ, a ocorrência de incrustações é improvável. [10] encontrou valores baixos para lascas de madeira de espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*.

Figura 2: Tendência à incrustação da madeira de *T. vulgaris* em diferentes espaçamentos

A baixa quantidade de K₂O e Na₂O por Gigajoules nas cinzas de tachi se deve ao baixo teor de cinzas produzido pelo seu lenho, já que a madeira de *T. vulgaris* apresentou apenas 0,49% de cinzas, em média.

4. CONCLUSÕES

A concentração média de K, base massa seca de madeira, foi de 0,01% ($\pm 0,001$). Já Na teve concentração média de 0,004% ($\pm 0,002$). Quanto aos teores estimados para os óxidos nas cinzas, K₂O e Na₂O tiveram percentual de 5,64 % ($\pm 1,02$) e 2,52 % ($\pm 1,33$). Não houve diferenças

estatísticas entre os espaçamentos.

O índice Alkali index indicou que a queima da madeira da espécie *Tachigali vulgaris* não apresentará problemas de incrustações nas caldeiras.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ). Relatório Anual 2021. 100p. 2020.
- [2] Tonini, H.; Schwengber, D. R.; Morales, M. M.; Magalhães, C. A. D. S.; Oliveira, J. M. F. D. Growth, biomass, and energy quality of *Acacia mangium* timber grown at different spacings. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2018; 53: 791-799.
- [3] Silva, M. O. S.; Silva, M. G.; Bufalino, L.; Assis, M. R.; Gonçalves, D. A.; Trugilho, P. F.; Protásio, T. P. Variations in productivity and wood properties of Amazonian tachi-branco trees planted at different spacings for bioenergy purposes. Journal of Forestry Research, 2021; 32 (1): 211-224.
- [4] Barros-Junior, U. O.; Rosário, W. A. S.; Lima, M. D. R.; Silva, M. O. S.; Patrício, E. P. S.; Gonçalves, D. A.; Protásio, T. P. Effects of tree spacing and forking on the modification of wood density in a trial plantation of *Tachigali vulgaris* for energy in amazonia. Journal of Tropical Forest Science. 2022; 34 (1), 11-23.
- [5] Vassilev, S. V.; Baxter, D.; Andersen, L. K.; Vassileva, C. G. An overview of the composition and application of biomass ash. Part 1. Phase–mineral and chemical composition and classification. Fuel. 2013; 105: 40-76.
- [6] Bostrom, D., Skoglund, N., Grimm, A., Boman, C., Ohman, M., Brostrom, M., & Backman, R. Ash transformation chemistry during combustion of biomass. Energy & Fuels. 2012; 26 (1): 85-93.
- [7] Vassilev, S. V.; Vassileva, C. G.; Song, Y. C.; Li, W. Y.; Feng, J. Ash contents and ash-forming elements of biomass and their significance for solid biofuel combustion. Fuel. 2017; 208: 377-409.
- [8] Rodríguez, J. L.; Alvarez, X.; Valero, E.; Ortiz, L.; Torre-Rodríguez, N.; Acuña-Alonso, C. Influence of ashes in the use of forest biomass as source of energy. Fuel. 2021: 283; 119256.
- [9] Miles, T. R.; Miles Jr, T. R.; Baxter, L. L.; Bryers, R. W.; Jenkins, B. M.; Oden, L. L. Alkali deposits found in biomass power plants: a preliminary investigation of their extent and nature. 1rd ed. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 1995. 122p.
- [10] Pena-Vergara, G.; Castro, L. R.; Gasparetto, C. A.; Bizzo, W. A. Energy from planted forest and its residues characterization in Brazil. Energy. 2022: 239; 122243.