

## INFLUÊNCIA DA MODIFICAÇÃO TÉRMICA NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CERNE JOVEM DE MELINA

Ana Paula Soares da Silva <sup>1</sup>, Miquéias de Souza Reis<sup>1</sup>, Jessica Sabrina da Silva Ferreira<sup>1</sup>, Maxidite Minkah<sup>2</sup>, Humberto Fantuzzi Neto<sup>1</sup>, Djeison Cesar Batista<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade da Ciência e Tecnologia Kwame Nkrumah, Kumasi, Gana.

\* e-mail do autor correspondente: [djeison.batista@ufes.br](mailto:djeison.batista@ufes.br)

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da modificação térmica na composição química do cerne jovem de melina. A madeira foi modificada termicamente conforme o processo ThermoWood a 180 °C, 200 °C e 220 °C, analisando-se também o Controle (madeira não tratada). Foram analisados os teores de extrativos (totais, em acetona e em diclorometano), de lignina (solúvel e insolúvel) e de pentosanas. A modificação térmica alterou a composição química da madeira de melina, exceto para o teor de extrativos em diclorometano. O teor de pentosanas foi o mais afetado pelo processo e foi reduzido com o aumento da temperatura de 180 °C a 220°C. Houve redução do teor de lignina solúvel e aumento do teor de lignina insolúvel a partir de 200 °C. De forma geral, a modificação térmica alterou pouco o teor de extrativos da madeira de melina.

**Palavras-chave:** *Gmelina arborea*; Lignina; Pentosanas; Extrativos.

## INFLUENCE OF THERMAL MODIFICATION ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF GMELINA JUVENILE HEARTWOOD

**Abstract:** This study aimed to analyze the effect of thermal modification on the chemical composition of the juvenile heartwood of gmelina. The wood was thermally modified according to the ThermoWood® process at 180 °C, 200 °C, and 220 °C, and we also analyzed the Control (untreated wood). We analyzed the contents of extractives (total, acetone, and dichloromethane), lignin (soluble and insoluble), and pentosans. Thermal modification altered the chemical composition of gmelina wood, except for the extractives content in dichloromethane. The pentosans content was the most affected by the process and reduced with increasing temperature from 180 °C to 220 °C. In general, the thermal modification little changed the extractives contents of gmelina wood.

**Keywords:** *Gmelina arborea*; Lignin; Pentosans; Extractives.

## 1. INTRODUÇÃO

A melina (*Gmelina arborea* Roxb. ex Sm., Lamiaceae) é uma espécie arbórea que tem boa adaptação em países de climas tropical e subtropical, com boas dimensões de fuste, mesmo em rotações curtas [1]. Da mesma forma que outras espécies tradicionais empregadas na silvicultura brasileira, ela possui potencial para ser plantada em larga escala no País. No entanto, a madeira de melina possui baixa durabilidade natural e mesmo o cerne é classificado com durabilidade “moderada” [2; 3].

A modificação térmica é um processo que vem sendo aplicado a madeiras de florestas plantadas para aumentar a resistência biológica, permitindo que seus produtos tenham maior ciclo de vida, visando atender as agendas ambientais do século XXI. O processo altera a composição química da madeira, sem a impregnação de substâncias químicas tóxicas ao ser humano ou ao meio ambiente, dificultando o ataque de agentes xilófagos, além de melhorar outras propriedades, como a estabilidade dimensional [4]. Por isso, a compreensão da química da madeira modificada termicamente é importante para o entendimento do melhor uso desse material.

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da modificação térmica em sistema aberto na composição química do cerne jovem da madeira de melina.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Estudou-se a madeira do cerne jovem de melina, oriunda de um plantio experimental de 40 anos localizado em Abofour, Gana. A modificação térmica foi realizada em um reator-piloto de 65 L e adotou-se um programa que simulou o processo industrial ThermoWood®. Detalhes do material e da modificação térmica podem ser verificados em [5].

Foram analisados a madeira não tratada (Controle) e três tratamentos, conforme a temperatura final de modificação térmica: i) 180 °C (38h30min de duração, perda de massa= 5,44%), temperatura final similar ao padrão Thermo-S – ThermoWood® [6]; ii) 200 °C (41h45min de duração, perda de massa= 10,08%); iii) 220 °C (45h de duração, perda de massa= 15,13%), temperatura similar ao padrão Thermo-D – ThermoWood® [6].

Foram realizadas as seguintes análises químicas, com quatro réplicas para a primeira e três para as demais: extrativos totais em etanol:tolueno [7], extrativos em acetona e diclorometano [8], lignina insolúvel [9], lignina solúvel [10] e pentosanas [11].

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com um delineamento inteiramente

casualizado e o nível de confiança foi de 95% para todos os testes. Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para a verificação do efeito dos tratamentos na composição química da madeira. Nos casos de rejeição da hipótese nula, utilizou-se o teste de Tukey para a diferenciação das médias. Nos casos de variâncias não homogêneas ( $P\text{-value} \leq 0,05$ ; teste de Bartlett), adotou-se o teste H de Kruskal-Wallis. Nos casos de rejeição da hipótese nula, utilizou-se o teste de Bonferroni para a diferenciação das medianas dos escores.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas encontram-se na Tabela 1. Para o teor de lignina solúvel, as maiores médias foram dos tratamentos Controle e 180 °C, e as menores médias foram dos tratamentos 200 °C e 220 °C. O efeito foi o contrário para o teor de lignina insolúvel, em que a maior média foi do tratamento a 220 °C, as menores médias foram do Controle e do tratamento 180 °C e a média do tratamento a 200 °C foi intermediária e não se diferenciou estatisticamente dos demais tratamentos.

Tabela 1: Resultados das análises químicas por tratamento

Tratamento	Lignina solúvel (%)	Lignina			Extrativos		Acetona (%)	Dicloro-metano(%)
		Insolúvel		Pentosanas (%)	totais (%)			
		Média (%)	Escore médio		Média (%)	Escore médio		
Controle	2,22 a (6,35%)	22,71	22,6 B	10,86 a (8,39%)	12,12	12,1 C	5,88 b (2,26%)	3,93 (2,42%)
180 °C	2,03 a (0,48%)	22,07	25,6 B	8,32 b (3,01%)	12,80	13,1 B	4,70 c (2,05%)	3,78 (7,00%)
200 °C	1,69 b (5,61%)	30,06	29,9 AB	3,63 c (11,78%)	14,12	14,2 A	6,49 a (4,04%)	3,98 (2,31%)
220 °C	1,59 b (4,93%)	33,20	33,5 A	2,09 d (11,97%)	13,08	13,1 B	6,19 ab (1,58%)	3,71 (1,73%)
Teste de Bartlett	0,08 <sup>ns</sup>	913,53*		151,47 <sup>ns</sup>	6,68*		0,48 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
Teste H	-	4,92*		-	34,81*		-	-
Fc	30,23 *	-		174,87*	-		69,82*	2,15 <sup>ns</sup>

Médias seguidas da mesma letra minúscula ou maiúscula nas colunas não diferem significativamente ( $p >$

0,05), respectivamente de acordo com o teste de Tukey e o teste de Bonferroni. n.s.: não significativo ( $p > 0,05$ ). \*: significativo ( $p < 0,05$ ). Os números entre parênteses são o coeficiente de variação (%).

Os resultados de lignina insolúvel seguiram a mesma tendência do reportado por [5] para o teor de lignina total da madeira de melina modificada termicamente nas mesmas condições. Esse aumento aparente do teor de lignina insolúvel, com o aumento da temperatura de modificação térmica, ocorre pelas alterações no balanço de massa nas paredes celulares da madeira, relacionadas à degradação das hemiceluloses [12].

O teor de pentosanas foi reduzido gradativamente com o aumento da temperatura de modificação térmica, reforçando o efeito das alterações no balanço de massa no resultado do teor de lignina insolúvel. Notou-se uma relação direta da perda de massa causada pelo processo com a redução do teor de pentosanas, o que também foi reportado por [5] para o teor de hemiceluloses.

A madeira de melina (Controle) teve elevado teor de extrativos totais (12,12%). A modificação térmica causou o aumento gradativo até 200 °C, ocorrendo redução no teor de extrativos totais na maior temperatura testada, provavelmente por volatilização, uma vez que foi utilizado um processo em sistema aberto. De uma forma geral, o processo alterou pouco o teor de extrativos totais da madeira, uma vez que a amplitude média entre os tratamentos foi de 2,00 pontos percentuais (p.p.)

Essa tendência foi verificada no teor de extrativos em diclorometano, em que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos. Também foi baixa a amplitude média verificada entre os tratamentos para o teor de extrativos em acetona (1,79 p.p.). A tendência do teor de extrativos em acetona foi diferente do teor de extrativos totais, em que houve redução da média do Controle para 180 °C, seguida de novo aumento para 200 °C. Este mesmo padrão foi verificado por [5] para o teor de extrativos em água quente.

Destaca-se que o diclorometano foi o solvente com a menor capacidade extratora. Isso pode ser explicado pelo fato de o solvente realizar a extração de frações lipofílicas (p.ex., ceras, resinas e gorduras) e apolares, diferentemente da acetona [8]. Ou seja, sugere-se que a madeira de melina tenha menos extrativos de natureza apolar do que polar.

#### 4. CONCLUSÕES

A modificação térmica alterou significativamente a composição química da madeira de melina, exceto para o teor de extrativos em diclorometano. O teor de pentosanas foi o mais afetado pelo processo e reduziu com o aumento da temperatura de 180 °C a 220°C. A partir dos 200 °C houve redução do teor de lignina solúvel e aumento do teor de lignina insolúvel. O teor de extrativos totais aumentou em todos os tratamentos em relação ao Controle, diferentemente do teor

de extrativos em acetona. De forma geral, a modificação térmica alterou pouco o teor de extrativos da madeira de melina.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] Brown, C. The global outlook for future wood supply from forest plantations. Working Paper Number GFPOS/WP/03. Roma: FAO, 2000. Disponível em: <http://www.fao.org/3/X8423E/X8423E00.htm#TopOfPage>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- [2] Chudnoff, M. 1984. Tropical Timbers of the World. Madison, Wisconsin: USDA Forest Service. Disponível em: [https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/Chudnoff/SEAsian\\_Oceanic/htmlDocs\\_SEAsian/Gmelina\\_arborea.html](https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/Chudnoff/SEAsian_Oceanic/htmlDocs_SEAsian/Gmelina_arborea.html). Acesso em: 10 jun. 2022.
- [3] Plant Resources of Tropical Africa. Record display: *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. Disponível em: <https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?g=psk&p=Gmelina%20arborea>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- [4] Hill, C. A. S. Wood modification: chemical, thermal and other processes. 1. ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2006.
- [5] Minkah, M. A.; Afrifah, K. A.; Batista, D. C.; Militz, H. Chemical and mechanical characterization of thermally modified *Gmelina arborea* wood. *Les/Wood*, v. 70, n. 1, p. 31-44, 2021. Disponível em: <https://www.les-wood.si/index.php/leswood/article/view/108>. Acesso em: 24 jul. 2022.
- [6] International ThermoWood Association. ThermoWood Handbook. Helsinki: ITA, 2021. 55 p.
- [7] Technical Association of Pulp and Paper Industry. T204 cm: Solvent extractives of wood and pulp. Norcross, 1997.
- [8] Technical Association of Pulp and Paper Industry. T264 cm: Preparation of wood for chemical analysis. Norcross, 1997.
- [9] Gomide, J. L.; Demuner, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. *O papel*. 1986; 47(8), 36-38.
- [10] Goldschmid, O. Ultraviolet spectra. In: Sarkanen, K.V.; Ludwig, C.H. (Ed.). *Lignin: occurrence, formation and reactions*. New York: Wiley-Interscience, 1971. p. 241-266.
- [11] Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Método C8/70. Normas de ensaio. São Paulo, 1968.
- [12] Wentzel, M.; Fleckenstein, M.; Hofmann, T.; Militz, H. Relation of chemical and mechanical properties of *Eucalyptus nitens* wood thermally modified in open and closed systems. *Wood Material Science and Engineering*, v. 14, n. 3, p. 165-173, 2019b. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480272.2018.1450783>. Acesso em: 23 maio



**VCBCTEM**

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DA MADEIRA

2022.