

PROPRIEDADES QUÍMICAS DE RESÍDUOS ORIUNDOS DE UMA FLORESTA DE PINUS

KELVIN TECHERA BARBOSA¹; ANDREY PEREIRA ACOSTA²; DARCI ALBERTO GATTO²; RAFAEL DELUCIS³;

¹Universidade Federal de Pelotas – kelvintecherabarbosa@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – andreysvp@gmail.com; darcigatto@yahoo.com;

³Universidade Federal de Pelotas – r.delucis@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira e seus derivados são utilizados para inúmeros fins, sendo necessário o conhecimento de suas propriedades químicas, para a melhor aplicação final deste produto. Tal material pode ser definida como um biopolímero tridimensional, que é constituído por celulose, hemiceluloses e lignina, e uma menor quantidade de extractivos e materiais inorgânicos (ROWELL et al., 2005). Outros autores consideram a madeira como um material compósito, em que uma matriz contínua composta por lignina e hemicelulose é reforçada ou preenchida por fibras celulósicas, tal como em um tradicional compósito de fibras de vidro ou carbono.

Dentre os diferentes gêneros florestais, o pinus possui vantagens, tais como: alta produtividade, fornecendo madeira de boa qualidade, para as mais diversas finalidades, tais como, construções civis, painéis, móveis e embalagens. Por esse motivo, um elevado volume de plantios comerciais está disponível de norte a sul do país.

No processamento de toras e/ou tabuas, as indústrias florestal e madeireira têm a característica de gerar grandes volumes de resíduos (Gonçalves, 2009). Essa geração ocorre nos processos normais ou mesmo antes da madeira ser introduzida no processo propriamente dito, por não atenderem às exigências do mercado consumidor, tornando-se resíduo, juntamente com as serragens, maravalhas, costaneiras, aparas, pó de serra etc. (Pereira Júnior, 2001).

Normalmente, os resíduos de base madeireira são utilizados para geração de energia através da combustão direta, o que não se configura como uma finalidade nobre. Em outros casos, os resíduos ocupam grande espaços no ambiente urbano, sendo estocados em aterros ou lixões. Há estudos que retratam a utilização de resíduos oriundos de biomassa lignocelulósica como matéria-prima renovável na produção de compostos químicos verdes de alto valor agregado (DELUCIS et al., 2018a). Outras inúmeras finalidades têm sido verificadas na literatura, o que parece indicar um grande esforço da comunidade científica nessa direção (DELUCIS et al., 2018b). O presente estudo tem como objetivo a caracterização química de resíduos de base florestal, sendo eles madeira, casca, acículas e pinhas, todos oriundos do processamento de árvores de *Pinus elliotti* var.

2. METODOLOGIA

Os resíduos industriais provenientes do pinus (*Pinus elliotti* var) selecionados foram pinhas, acículas, ambas recolhidas de árvores recém abatidas; a farinha de madeira oriunda de maravalha e lascas de casca oriundas do desdobro de toras, doados por uma serraria, localizada em Piratini/RS. Todo o procedimento laboratorial foi desenvolvido no laboratório de Propriedades Físicas

e Mecânicas da Madeira do curso Engenharia Industrial Madeireira pertencente à Universidade Federal de Pelotas.

Primeiramente, os materiais foram levados a uma estufa laboratorial com temperatura de 50 °C até atingir massa constante. Em seguida, encaminhado a um moinho de Willey e processado de acordo com a norma T257 cm-12 (TAPPI,2012) para análise química da madeira.

De acordo com a norma T 257 cm- 12, foram separadas amostras dos resíduos que foram classificados em peneiras de 40 mesh, cuja a determinação dos teores de umidade se deu em triplicata com base na norma T264 cm-07.

Após a classificação e secagem do material, tomou-se aproximadamente 2 g de amostra livre de umidade, que foram colocadas em um cartucho de celulose e, posteriormente, inseridas em um extrator de soxhlet. Conforme a norma (Tappi T204 om-97) de extração dos extractivos pela mistura de etanol-tolueno, buscando a remoção de componentes secundários de produtos com base florestal madeireira de carboidratos com baixo peso molecular: ácidos graxos, esteroides, açúcares, taninos e algumas resinas.

Uma vez livre de extractivos, as amostras foram submetidas à hidrólise com ácido sulfúrico e filtrado, onde é considerado o sólido retido como lignina insolúvel, de acordo com a norma (Tappi T222 om-02). Já a lignina solúvel é tratada como o remanescente da filtração da lignina insolúvel e foi analisada em espectrofotômetro UV, cuja absorbância foi medida a 205 nm.

O somatório da lignina insolúvel e a lignina solúvel consistiu no teor de lignina total presente nas amostras. A determinação da holocelulose foi obtida pela diferença da massa inicial da amostra livre de extractivos, subtraído o teor de lignina.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados médios das análises de caracterização químicas de componentes de base florestal madeireira.

Tabela 1 – Propriedades químicas dos resíduos de base madeireira.

	Umidade (%)	Extractivos (%)	Holocelulose (%)	Lignina solúvel (%)	Lignina insolúvel (%)	Lignina total (%)
Madeira	5,14	3,63	71,86	0,50	23,62	24,12
Casca	4,61	3,61	49,90	2,45	43,96	46,41
Acícula	7,10	7,37	55,07	5,32	29,38	34,70
Pinha	10,18	3,61	59,30	1,6	34,95	36,55

Todos os resultados de teor de umidade apresentaram-se em níveis entre 4 e 10%, o que configura um satisfatório processo de secagem das matérias primas. Os teores de holocelulose, lignina e de extractivos são similares aos encontrados na literatura, o que significa um processo de crescimento normal para as árvores, além de métodos de extração dos componentes macromoleculares dentro de parâmetros normais.

Na composição química da madeira pode ser observado que o teor de holocelulose, lignina total, extractivos e de extractivos totais foram de 71,86%, 24,12%, 3,63%, 24,12%, respectivamente. Esses valores encontram-se dentro da

faixa de característica da composição química de madeiras de coníferas e similares, tais como aqueles obtidos por Barbosa (2014), que avaliou resíduos de uma serraria para a produção de celulose kraft oriundos de resíduos de serrarias.

A madeira apresentou um maior teor de holocelulose, comparado à pinha, à acícula e à casca, nessa ordem. Isso indica uma presença maior de celulose (cadeias de açúcares) e hemicelulose (cadeiras de polissacarídeos), componentes formadores da holocelulose. Dessa forma, é possível destacar uma maior presença de álcool furfúlico e ácido levulínico, os quais podem ser obtido a partir da fração hemicelulósica da biomassa (PEREZ; FRAGA, 2013). Sheldon, et al., (2014) ressaltou que o álcool furfúlico e seus derivados são compostos com diferentes grupos funcionais que podem ser precisamente obtidos a partir dos açúcares C5 e C6 presentes na biomassa. Segundo Delucis et al., (2018a), a presença de holocelulose confere maior hidrofilicidade aos materiais, o que pode ser de grande valia na promoção de melhores propriedades em certos materiais compósitos poliméricos, tais como os poliuretanos expandidos.

Segundo Santos (2008), há uma relação inversa entre a lignina e holocelulose. Assim, é de se esperar que os materiais que apresentam um alto teor de lignina apresentem baixo teor de holocelulose, tais como a casca (neste estudo). Conforme os autores Kamm e Gruber; Kamm (2006), em uma biorrefinaria, a lignina pode ser transformada em diversos subprodutos de alto valor, como aglutinantes naturais e adesivos, carvão sub bituminoso e combustível sólido livre de enxofre.

O teor de extractivos ficou em níveis de 3,61% a 7,37% com destaque para o maior percentual de 7,37% para a acícula, que foi ordenadamente seguida por madeira, pinha e casca. Assim, destaca-se a acícula como material resinífero. Atualmente, os extractivos da madeira de pinus apresentam um alto valor no mercado, sendo utilizados em grande medida para a produção de breu e terebintina, embora possa apresentar compostos tóxicos como o estireno, vanilina, D-limoneno, e ácido oleico (DELUCIS et al., 2018b).

4. CONCLUSÕES

Os teores dos compostos químicos extraídos e determinados no presente estudo estão condizentes como a faixa de valores verificados na literatura, o que significa uma geração de resíduos florestais dentro de condições normais, bem como técnicas de caracterização bem sucedidas laboratorialmente. A madeira destacou-se por seu elevado teor de holocelulose, podendo ser indicada para a produção de álcool furfúlico e seus derivados, bem como o uso como reforço em certos compósitos poliméricos. A casca e pinha apresentaram alto teor de lignina, que possivelmente lhe conferem alto poder calorífico, que pode ser de interesse, visando aplicações relacionadas à produção de energia térmica. A acícula apresentou alto teor de extractivos, os quais podem ser estudados a fundo para verificação de possíveis usos, uma vez que os extractivos da madeira de pinus são conhecidos por seu elevado valor comercial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, L. C., PEDRAZZI, C., DA SILVA FERREIRA, É., SCHNEID, G. N., & WILLE, V. K.D. Avaliação dos resíduos de uma serraria para a produção de celulose kraft. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 491-500, 2014.

BALLONI, CARLOS JOSÉ VESPÚCIO. Caracterização física e química da

madeira de Pinus elliottii. Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva-Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira, 2009.

DELUCIS, R. A.; MAGALHAES, W. L. E. ; PETZHOLD, C. L. ; AMICO, S. C. . Thermal and combustion features of rigid polyurethane biofoams filled with four forest-based wastes. **POLYMER COMPOSITES**, v. 39, p. 1770-1777, 2018a.

DELUCIS, R. A.; SANTOS, P. S. B. ; BELTRAME, R. ; GATTO, D. A. . Chemical and fuel properties of forestry wastes from pine plantations. **Revista Árvore (on-line)**, v. 41, p. x-x, 2018b.

GONÇALVES, JOSÉ E.; SARTORI, MARIA MP; LEÃO, ALCIDES LOPES. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de Eucalyptus grandis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 657-661, 2009.

Kamm, B.; Gruber, P.R.; Kamm, M. **Biorefineries – Industrial Processes and Products**. Wiley-VCH, ISBN: 3-527-31027-4, Weinheim, German, 2006.

PEREIRA JÚNIOR, V. B. Alternativas para a co-geração de energia de uma indústria de chapas de fibra de madeira, **Energia na Agricultura**, v.17, n.1, p.34-37, 2001.

PEREZ, R.; FRAGA, **Ação do solvente na obtenção do álcool furfurílico a partir da xilose**, M. in 36°RASBQ. 2013.

ROWELL, R. M. et al. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Capítulo 03: **Cell Wall Chemistry**. New York: Taylor & Francis Group, 2005.

SANTOS, IRIS DIAS. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extractivos na densidade básica e na contração da madeira e no rendimento e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado**. 2008.

SHELDON, ROGER A. Green and sustainable manufacture of chemicals from biomass: state of the art. **Green Chemistry**, v. 16, n. 3, p. 950-963, 2014. DOI: 10.1039/c3gc41935e.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY.

- _. **Preparation of wood for chemical analysis**. Atlanta, 2007. 4p. (T264 cm-07).
- _. **Sampling and preparing wood for analysis**. Atlanta, 2012. 5p. (T257 sp-12).
- _. **One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp**. Atlanta, 2012. 5p. (T 212 om-12).
- _. **Solvent extractives of wood and pulp** Atlanta, 2007. 4p. (T 204 cm-97)
- _. **Acid-insoluble lignin in wood and pulp**. Atlanta, 2006.3p. (T 222 om-02)