

Caracterização química de resíduos de poda urbana, oriundos da cidade de Piracicaba/SP

Rebecca Montemagni Almeida ¹; Regina Maria Gomes ²; Camila Sarto ²; Isabela Silva Filizola ³; Elias Costa de Souza ²; Francides Gomes da Silva Jr. ⁴

¹ Graduanda em Engenharia Florestal ESALQ/USP; ² Doutorando(a) em Recursos Florestais ESALQ/USP;

³ Estagiária LQCE - ESALQ/USP; ⁴ Professor Associado ESALQ/USP;

Resumo: A poda urbana gera um grande volume de resíduos ainda com baixo valor agregado, portanto torna-se necessário o conhecimento das propriedades tecnológicas do material. O objetivo do presente trabalho foi analisar a composição química de resíduo de poda de cinco espécies arbóreas, oriundos da cidade de Piracicaba/SP e sugerir usos potenciais. Observou-se que, embora todos os materiais analisados possuam composição química diferentes, eles apresentam ótimo potencial para a geração de energia e para a confecção de painéis de madeira reconstituída, vale a pena destacar que dentre as espécies estudadas os resíduos da espécie *Bauhinia forticata* se destacaram para os usos propostos.

Palavras-chave: Tecnologia da madeira, Uso Potencial, Arborização Urbana.

Chemical characterization of urban pruning residue derived from the city of Piracicaba/SP

Abstract: Urban pruning generates a considerable amount of residue with low added value; therefore, it becomes necessary to study the properties and material technology of residue. In this sense, the objective of the present work was to analyze the chemical composition of urban pruning residue of five tree species from the city of Piracicaba / SP and to suggest their potential uses. It was observed that, despite the chemical composition differences among the analyzed materials, the species presented great potential for energy generation and reconstituted wood panels. Among the studied species, the residues of the species *Bauhinia forticata* stood out for the proposed uses.

Keywords: Wood Technology, Potential Use, Urban Arborization.

1. INTRODUÇÃO

A arborização urbana traz vários benefícios para a qualidade de vida da população, porém exigem uma série de cuidados (SEDEMA, 2007). A poda é a prática mais utilizada e importante no manejo da arborização urbana, pois garante a sobrevivência ao indivíduo adulto e minimiza efeitos de planejamento inadequado (SEDEMA, 2008). No entanto, é importante considerar que qualquer intervenção de manejo arbóreo gera resíduos, compostos por galhos e troncos oriundos de poda e/ou remoção das árvores, que na maioria das vezes são estocados ou destinados a um uso inadequado, mas que poderiam ser utilizados industrialmente.

A valorização dos resíduos urbanos é uma solução ambiental, econômica e social, pois apresenta grande potencial de gerar novos empregos e melhorar a imagem das organizações que geram os resíduos (MEIRA, 2010). No processo de valorização do resíduo a madeira pode ser destinada para diversos fins, para tanto torna-se necessário a determinação e quantificação de suas propriedades e o conhecimento das características tecnológicas do material.

Para promover o uso tecnológico correto e racional da madeira e de seus resíduos, a determinação e quantificação de suas propriedades são essenciais. Segundo Bufalino et al. (2012), a caracterização química apresenta implicações tecnológicas importantes, tais como influência no processo de colagem da madeira e aproveitamento de resíduos para a produção de energia. Santos et al. (2016) reforçam a relação entre os teores de lignina, extrativos, holocelulose, cinzas ao poder calorífico do material. E ainda de acordo com Bufalino et al. (2012), o teor de extrativos presentes no material lenhoso influencia diretamente na colagem e prensagem de painéis de madeira reconstituídas como aglomerado e orientend strand board (OSB), sendo necessário tratamentos prévios para sua remoção.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização química de resíduos madeireiros oriundos de podas urbanas, visando agregar valor ao material estudado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta do material

O material utilizado no presente estudo é proveniente de podas urbanas realizadas na cidade de Piracicaba/SP, localizada nas coordenadas geográficas 22°42'30" S e 47°38'00", cuja vegetação predominante é a floresta estacional semidecidual e o clima do tipo Cwa, conforme classificação de

köppen.

Foram utilizados resíduos de poda de 5 espécies arbóreas. São estas: Jacaranda decurrens (Carobinha), Bauhinia forficata (Pata de Vaca), Lecyths pisonis (Sapucaia), Caesalpinia pluviosa (Sibipiruna), Tipuana tipu (Tipuana). Os resíduos foram cedidos e identificados pela equipe da Secretaria de Defesa do Meio Ambiente (SEDEMA), que realiza a poda urbana na cidade sem uma rota pré-estabelecida. A coleta foi realizada durante o mês de agosto de 2018, pelo Laboratório de Movelaria e Resíduos Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), onde as amostras foram armazenadas e transformadas em cavacos.

2.2 Caracterização do material

A caracterização química dos materiais foi realizada no Laboratório de Química Celulose e Energia (LQCE) da ESALQ/USP. Na Tabela 1 são listadas as normas e procedimentos para a realização da caracterização química dos materiais.

Tabela 1. Normas e procedimentos para a caracterização química dos resíduos

Parâmetro	Norma/Procedimento
Amostragem e preparo das amostras	TAPPI T 257 cm 85
Teor de lignina insolúvel	Gomide & Demuner, 1986
Teor de lignina insolúvel	Goldschimid, 1971
Teor de extrativos	TAPPI T 264 cm 97
Teor de cinzas	TAPPI T 211 om 91

TAPPI = TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY

O teor de lignina total foi calculado pela soma dos teores de lignina insolúvel e solúvel. E o teor de holocelulose obtido pela equação (1). Todas as análises foram realizadas com três repetições.

$$\text{Teor de holocelulose, \%} = 100 - (\text{Teor de lignina total} + \text{Teor de extrativos}) \quad (1)$$

2.3 Análise de dados

Os resultados obtidos foram processados e analisados utilizando o software Statgraphics 18. Foram realizadas as análises de variância (ANOVA) para testar diferenças entre a espécies, com posterior comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 1 e 5% de probabilidade de erro.

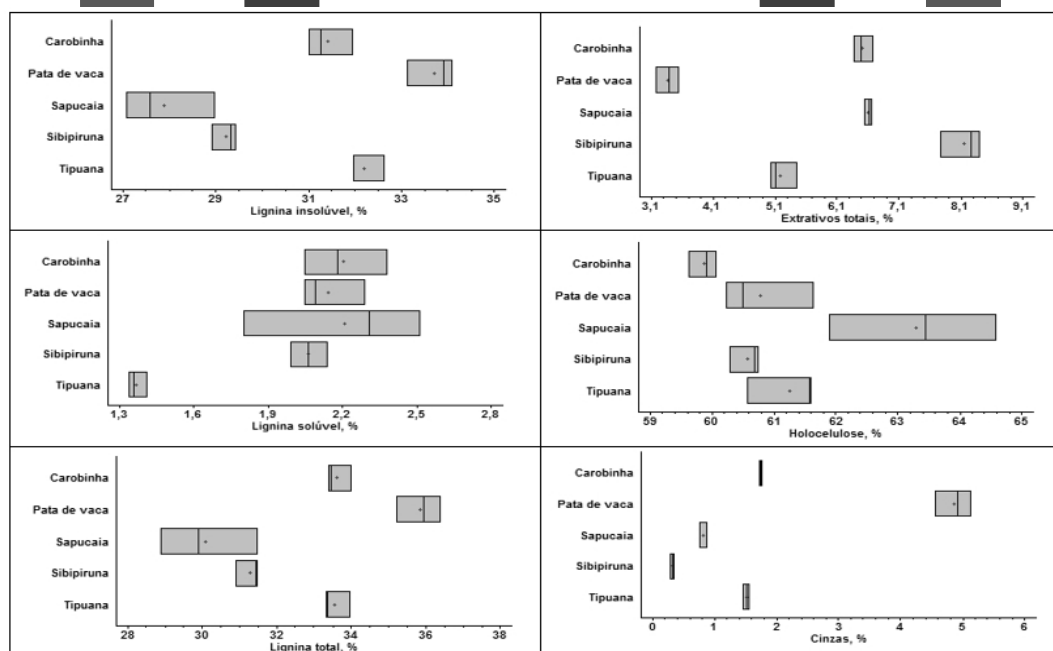
3. RESULTADOS

Os dados referentes à caracterização química dos resíduos de poda urbana de cinco espécies arbóreas na cidade de Piracicaba/SP estão apresentados na Tabela 2 e na Figura 1.

Tabela 2. Caracterização química de resíduos provenientes de poda urbana.

Espécie	LI,%	LS,%	LT,%	Ext,%	Hol,%	Cin,%
Carobinha	31,41 b	2,20 a	33,62 b	6,51 b	59,87 c	1,75 b
Pata de vaca	33,70 a	2,14 a	35,84 a	3,37 d	60,79 bc	4,86 a
Sapucaia	27,89 d	2,21 a	30,09 c	6,61 b	63,30 a	0,83 c
Sibipiruna	29,22 c	2,06 a	31,29 c	8,14 a	60,57 bc	0,32 d
Tipuana	32,18 b	1,37 b	33,55 b	5,19 c	61,25 b	1,51 b

LI,% = teor de lignina insolúvel; LS,% = teor de lignina solúvel; LT,% = teor de lignina total; Ext,% = teor de extrativos totais; Hol,% = teor de holocelulose; Cin,% = teor de cinzas. Médias seguidas da mesma letra, na mesma variável, não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey.



Figuras 1. Distribuição gráfica dos resultados obtidos na caracterização química dos resíduos de poda.

4. DISCUSSÃO

A composição química da madeira é muito variável em relação à espécie e possui grande efeito nas propriedades dos produtos obtidos, o que justifica as diferenças significativas, ao nível de 1%, obtidas nas análises de variância entre as espécies analisadas, para os parâmetros avaliados no presente estudo.

Estudos sobre a caracterização química das madeiras estudadas neste trabalho são raros ou inexistentes. No Brasil as espécies mais estudadas e utilizadas nos mais diversos setores madeireiros são oriundas dos gêneros *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (BUFALINO et al., 2012), diante disto, os resultados obtidos foram, sempre que possível, comparados aos estudos que empregam tais espécies.

Segundo Gomide & Colodette (2007), o teor de lignina na madeira varia entre 20 a 30%, sendo assim a maior parte das espécies contidas neste estudo estão acima desta faixa. O teor de lignina total é bastante utilizado como parâmetro para determinar o uso industrial da madeira. Segundo Santos et al. (2016), madeiras com maiores percentuais de lignina proporcionam melhores condições de serem utilizadas para a carbonização. Enquanto, altos teores de lignina influenciam negativamente o processo de polpação kraft (FANTUZZI NETO, 2012). Os teores de lignina encontrados neste estudo para as amostras de Carobinha, Pata de vaca e Tipuana são superiores aos observados por Frederico (2009), encontrou valores de lignina variando entre 28,9 e 31,1% para cinco clones de eucalipto aos 3 anos de idade; e aos observados por Santos et al. (2016), que foram em média em torno de 32%, ao analisar quatro clones diferentes de *Eucalyptus* spp.

Os extrativos influenciam as propriedades físicas da madeira, exercendo assim papel importante nos usos destas. Alguns extrativos, como os de origem fenólica, podem possuir elevado teor de carbono e contribuir significativamente para o aumento do poder calorífico da madeira (FREDERICO, 2009). Além disso, madeiras com alto teor de extrativos são mais difíceis de deslignificação e consomem mais álcali no processo de polpação (VALENTE et al., 1991, citado por FANTUZZI NETO, 2012). Bufalino et al. (2012), citam vários autores que relatam que a influência negativa dos altos teores de extrativos para a produção de painéis de madeira reconstituídas, pois teores elevados podem diminuir a eficiência de colagem dos adesivos empregados e também podem interferir na taxa de evaporação da água durante a etapa de prensagem. Embora todas as madeiras analisadas tenham apresentado alto teor de extrativos, este foi estatisticamente diferente dentre as espécies estudadas. Os resultados de teores de extrativos encontrados neste trabalho, são bem próximos aos encontrados por Trugilho et al. (2001), que variaram entre 4,8 e 7,6%, para a madeira de *Eucalyptus grandis*.

O termo “holocelulose” é comumente usado para expressar o teor de carboidratos (celulose e



hemiceluloses) presentes na madeira, sendo que teores superiores de carboidratos afetam positivamente o rendimento dos processos de polpação (SILVA, 2011). Já em relação ao processo de carbonização da madeira, deseja-se baixos percentuais de carboidratos, visto que, diante da degradação térmica esses componentes resultam em maiores porcentagens de gases não condensáveis e gases condensáveis (SANTOS et al., 2016). Os resultados obtidos no presente trabalho são inferiores aos observados por Frederico (2009), que verificou em média teores de holocelulose em torno de 68%, ao analisar cinco clones de eucalipto aos três anos de idade.

O teor de cinzas é usualmente utilizado para expressar o teor de minerais da madeira. Em relação aos teores de cinzas, com exceção da amostra de Sibipiruna que apresentou teor de 0,32%, os materiais estudados apresentaram teores superiores ao citado por Fengel e Wegener (1989), que afirmam que este gira em torno de 0,5% na madeira. Segundo Frederico (2009), quanto maior o teor de cinzas, menor será o poder calorífico da madeira e maior será a geração de resíduos ao final do processo de queima da madeira.

5. CONCLUSÕES

Apesar da característica química não ser o único parâmetro empregado para a utilização tecnológica de uma espécie arbórea, ela serve como indicativo de possíveis usos para estas. Com base nesta afirmação, pode-se concluir com a realização deste trabalho que:

- As madeiras analisadas são quimicamente muito diferentes entre si.
- De forma geral, todas os resíduos madeireiros estudados apresentam potencial para a geração de energia, apesar do alto teor de cinzas.
- Os resíduos de poda das madeiras estudadas poderiam ser empregados para a fabricação de painéis de madeira reconstituídas, desde que houvesse uma etapa prévia para a remoção de extrativos. Vale a pena ressaltar que, dentre as espécies estudadas, a *Bauhinia forficata* se destacou, com o menor teor de extrativos.

6. REFERÊNCIAS

BUFALINO, L.; PROTÁSIO, T.P.; COUTO, A.M.; NASSUR, O.A.C.; SÁ, V.A.; TRUGILHO, P.F.; MENDES, L.M. Caracterização química e energética para aproveitamento da madeira de costaneira e desbaste de cedro australiano. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2012, 32(70):129-137.

FANTUZZI NETO, H. Qualidade da madeira de eucalipto para a produção de celulose kraft. 2012. 105 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

FENGEL, D.; WEGENER, G. *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Berlin: Walter de Gruyter, 1989. 613 p.

FREDERICO, P.G.U. Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

GOLDSCHMIDT, O. Ultraviolet Spectra Lignin: occurrence, formation, structure and reactions. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. (Eds.). New York : Wiley Interscience, 1971. p.241-266.

GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. Qualidade da madeira. In: BOREM, A. (Ed.). Biotecnologia florestal. Viçosa-MG:2007. p.25-54.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. O Papel, São Paulo:1986, v. 47(8): 36-38.

MEIRA, A. M. Gestão de Resíduos da Arborização Urbana. 178 f Tese (Doutorado)- Curso de Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

SANTOS, R.C.; CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B.R.; CASTRO, R.V.C.O.; VIDAURRE, G.B.; TRUGILHO, P.F.; CASTRO, A.F.M. Influência das propriedades químicas e da relação siringil/gaiacil da madeira de eucalipto na produção de carvão vegetal. Ciência Florestal, 2016, 26(2): 657-371.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE (SEDEMA)- PREFEITURA DE PIRACICABA. MANUAL DE NORMAS TÉCNICAS DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2007. Disponível em: <http://www.sedema.piracicaba.sp.gov.br/?pag=texto&id=18>. Acesso em 26 abr. 2019

SECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE (SEDEMA)- PREFEITURA DE PIRACICABA. Orientação para plantio de árvores em Piracicaba/SP. 2008. Disponível em: <http://www.sedema.piracicaba.sp.gov.br/?pag=texto&id=18>. Acesso em 26 abr. 2019

SILVA, M.G. Produtividade, idade e qualidade da madeira de Eucalyptus destinada à produção de polpa celulósica ranqueada. 2011. 94 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

Technical Association Of Pulp And Paper Industry. Test methods. Atlanta: TAPPI Press, 2007. 2 v.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; LINO, A.L. Avaliação de clones de Eucalyptus para a produção de carvão vegetal. Revista Cerne 2001, 7(2): 114-201.