

III-190 – PROPOSTA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS LENHOSOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

Natália Fagundes Mascarello⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Luterana do Brasil.

Renata Farias Oliveira⁽²⁾

Doutoranda em Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e Professora Adjunta Engenharia Química, Ambiental e Sanitária da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA

Endereço⁽¹⁾: Avenida Farroupilha, 7219 - Igara – Canoas - RS - CEP: 92410-305 - Brasil - Tel: (51) 99933-6268 - e-mail: nattyfagundes@hotmail.com

RESUMO

Desde o início dos tempos, o homem vem evoluindo e desenvolvendo novas descobertas. Com a Revolução Industrial ocorreu um pico de desenvolvimento como motores, celulares, roupas, medicamentos, consequentemente aumentou a quantidade de resíduos gerados pela população e assim também aumentou a quantidade de doenças causadas pela falta de saneamento básico. Ao perceber a importância do controle de resíduos e preservação da natureza para o bem-estar de todos, desenvolveu-se políticas ambientais e acordos entre países para desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que não prejudiquem o meio ambiente. Primeiramente, neste estudo selecionou-se espécies de árvores mais comumente presentes em Canoas, município pertencente a Região Metropolitana de Porto Alegre. Utilizando amostras provenientes de resíduos lenhosos de Aroeira Mansa fez-se o estudo no laboratório em 2 etapas: deslignificação da madeira e fabricação da madeira óptica transparente. Os resultados obtidos não chegaram a transparência óptica total, porém chegaram bastante próximos ao desejado. Estimulando assim, a continuação do estudo não somente com esta espécie estudada, mas também com outras espécies nativas presentes em outras áreas urbanas. Este trabalho verificou que se faz necessário desenvolver mais este método de aproveitamento de resíduo lenhoso para proporcionar mais uma alternativa de utilizá-los como matéria prima no desenvolvimento de outros produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Madeira Óptica, Deslignificação, Resíduo Lenhoso.

INTRODUÇÃO

O aumento desenfreado da população nas metrópoles causou um grande aumento de resíduos, desmatamento e necessidade de saneamento básico. Dentre os resíduos orgânicos produzidos nas cidades brasileiras se sobressaem às podas de árvores, que se dispostas em aterros sanitários, ocupam bastante espaço e ainda expõem ameaça de combustão espontânea (MORETTI, BERTONCINI e ABREU-JUNIOR, 2015). Deste modo, exibem um grande desafio de administração para os municípios e grandes geradores. Sabe-se que a disposição deste resíduo em locais abertos como lixões ou aterros resulta em uma série de problemas, pois estes se mesclam a outros resíduos preexistentes que interagem química e biologicamente, como um reator, acarretando impactos sobre a qualidade do ar, do solo e dos recursos hídricos. Além do mais, a disposição dos resíduos de poda no aterro pode resultar no aparecimento de animais como insetos, roedores e urubus (GOES et al., 2017).

Há algum tempo há uma grande demanda por tecnologias que promovam o reaproveitamento, a reciclagem e a disposição fina adequada de resíduos, associada à demanda energética mundial e a necessidade de energias limpas e renováveis (FARAGE, 2009). Podem ser consideradas as opções de reuso do resíduo lenhoso a produção de biomassa, compostagem, briquetagem e pirólise. Como todas estas alternativas têm elevado custo, este estudo apresenta uma forma de utilização do resíduo lenhoso como matéria prima em processos distintos, como a utilização da madeira deslignificada e na produção de madeira óptica transparente, pois entre tantas características da madeira estão inclusas a baixa densidade, módulo de elasticidade elevado, alta resistência, alta persistência e baixa condutividade térmica. Entretanto o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta para aproveitamento de resíduos lenhosos de poda como alternativa de matéria prima, como a produção de madeira óptica transparente.

METODOLOGIA

Para realização dos ensaios, foi escolhida uma espécie para aplicar e estudar a alternativa proposta. A escolha se deu com base nas informações sobre o resíduo lenhoso fornecidas pela Prefeitura Municipal de Canoas, na qual foi avaliada a quantidade de espécies presentes e comumente de se encontrar na região, complementando os dados obtidos foi realizada uma visita técnica juntamente o Biólogo e Chefe de Praças e Áreas Verdes da Diretoria de parques e praças do município. O presente estudo visa a preferência por espécies nativas, estimulando assim o aumento do plantio das mesmas.

Já para a deslignificação e produção da transparência óptica da madeira, processos apresentados em um estudo realizado por Yuanyuan Li et al. (2016) foram adotados neste trabalho. Foram retiradas 2 (duas) amostras de galhos de Aroeira-mansa (*Schinus terebinthifolius*), resultantes das podas urbanas, com as seguintes dimensões de 2x2cm \pm 2 mm e espessura de 0,5mm. Conforme apresentado na Figura 1 e 2 as amostras apresentam algumas manchas escuras.



Figura 1 - Amostra 01 de Aroeira Mansa.



Figura 2 - Amostra 02 de Aroeira Mansa.

O estudo realizado é dividido em 2 (duas) etapas, sendo que a primeira é a eliminação química da lignina, deixando-se a coloração em uma tonalidade branca, resultando em um substrato poroso. A segunda etapa é a fabricação da madeira óptica transparente, processo químico onde utiliza a infiltração a vácuo de MMA (Metacrilato de metila).

PROCESSO DE DESLIGNIFICAÇÃO DA MADEIRA

A etapa de deslignificação seguiu o processo conforme pode ser observado na Figura 3.

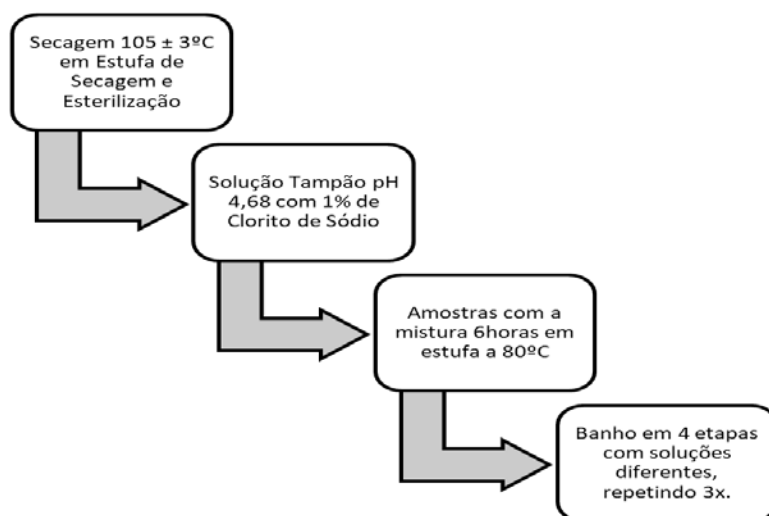


Figura 3 - Processo de Deslignificação.

Cada amostra foi colocada em uma estufa de secagem (modelo 320-SE) à temperatura de $\pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Levando 28 minutos para chegar à temperatura desejada. Após este processo de secagem foi armazenado em dessecador por 3 (três) dias. Foi realizado o preparo da solução tampão (pH 4,68) com 1% de clorito de sódio, a primeira amostra foi colocada em um copo de Becker de 50 ml com 10 ml de solução a segunda amostra foi colocada em um copo de Becker de 100 ml com 60 ml de solução, ambas foram levadas à estufa em 80°C por 6 horas. Após retiradas as amostras da estufa, foi esperado cada uma chegar a temperatura ambiente para dar continuidade ao processo. Assim que chegou a temperatura ambiente cada amostra passou por um processo de lavagem em 4 (quatro) etapas no qual foram repetidas 3 (três) vezes. Foi iniciado o processo, cada amostra foi lavada com água destilada, seguidamente por etanol, mergulhada na solução de etanol com acetona pura e finalizada mergulhando em acetona pura. Após este banho cada amostra foi devolvida para o seu copo de Becker em que estavam e colocadas em uma estufa a temperatura de 60°C durante 12 minutos, posteriormente colocadas no dessecador. Finalizando assim, a etapa de deslignificação.

OBTENÇÃO MADEIRA ÓPTICA TRANSPARENTE

A segunda e última etapa foi realizado o processo conforme observado na Figura 4.

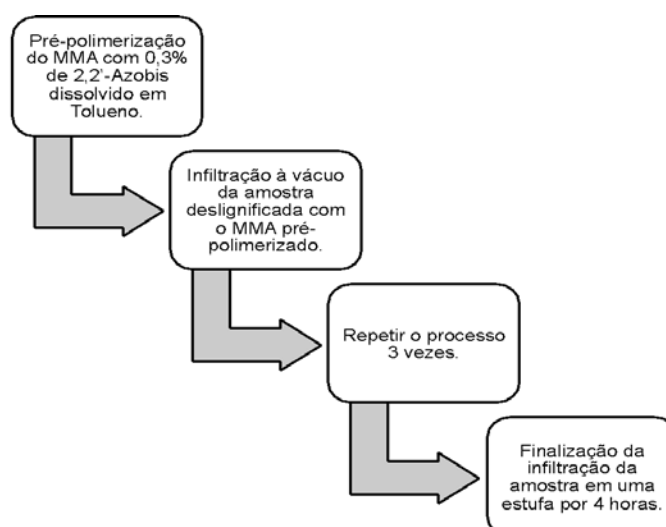


Figura 4 - Fabricação da Madeira Óptica Transparente.

O processo inicia com a pré-polimerização do MMA com 4 (quatro) gotas de 2,2'-Azobis dissolvido em Tolueno, a primeira amostra não passou pelo processo de infiltração à vácuo, foi realizado um teste de infiltração sem a necessidade do vácuo, a segunda amostra passou pelo processo de infiltração à vácuo, ambas com o Metacrilato de metila pré-polimerizado, esta etapa foi repetida 3 (três) vezes, o processo foi finalizado colocando as duas amostras na estufa por 4 horas.

Através de pesquisas obteve-se informações necessárias para propostas de uso para as matérias primas obtidas nos processos citados neste trabalho, baseando-se em produtos já fabricados e em indicações dos artigos estudados.

RESULTADOS

O gerenciamento de resíduos lenhosos com base nas informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Canoas foi observado que uma das atividades que mais gera resíduos lenhosos no município de Canoas é a atividade de poda na área urbana. Aproximadamente 18% de espécies presentes é a Aroeira-mansa (*Schinus terebinthifolius*), conhecida também por Aroeira-vermelha, pertencente à família *Anacardiaceae*, é uma espécie nativa bastante interessante para a arborização urbana e indicada para recuperação de áreas degradadas. É uma árvore pioneira, mas o mesmo tempo é considerada invasora, pois pode invadir áreas de reflorestamentos, terrenos baldios, pomares e lavouras.

DESLIGNIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foi removida quimicamente a lignina de duas amostras com as dimensões de $2 \times 2 \text{ cm} \pm 2 \text{ mm}$ e espessura de 0,5 mm deixando-a em uma tonalidade branca, removendo as suas manchas escuras e tornou-se mais porosa e maleável. A Amostra 01 apresentou uma borda pouco transparente, exatamente conforme o esperado (Figura 5), porém a Amostra 02 não foi observada a remoção das manchas presentes no início do processo, também aumentou sua maleabilidade e porosidade, no entanto sua cor permaneceu amarelada (Figura 6).



Figura 5 - Amostra 01.



Figura 6 - Amostra 02.

Através da análise observacional da amostra de Aroeira Mansa, notou-se que a primeira amostra estudada não apresentou manchas escuras, tendo apresentado a borda um pouco transparente após ser removida quimicamente a lignina, a segunda amostra apresentou as mesmas características da primeira, porém não se observou nenhuma transparência. Por serem amostras de mesmo tamanho e da mesma espécie, no qual

passaram pelas mesmas etapas do processo, há uma pequena dúvida do motivo desta diferença, talvez houve alguma alteração na temperatura em uma das amostras, ou a quantidade de solução tampão em que tiveram contato.

MADEIRA ÓPTICA TRANSPARENTE

Como na Amostra 1 não foi realizada a infiltração, no processo de transparência óptica, resultou em uma camada acrílica em seu entorno com algumas bolhas de ar (Figura 7), dificultando assim poder observar a pequena transparência que percebida anteriormente. A segunda amostra, na qual passou pelo processo de infiltração a vácuo, não teve nenhuma alteração quanto a sua cor, ou estrutura (Figura 8).



Figura 7 - Amostra 01 com a camada de acrílico a luz solar.



Figura 8 - Amostra 02

Nesta etapa obteve-se uma pequena diferença no processo, no qual resultou uma camada de acrílico na primeira amostra, talvez, se a mesma tivesse passado pelo processo de infiltração a vácuo poderia resultar na transparência óptica, pelo menos uma parte da amostra, devido a transparência ter se manifestado desde o início do processo. A segunda amostra não obteve nenhuma alteração, observou-se que a mesma ficou mais impermeável, podendo dificultar seu processo de degradação. Há uma dúvida por não ocorrer esta alteração, se foi por causa da presença do tolueno na solução, no qual não estava presente no estudo realizado por Li et al. (2016), ou por ser uma espécie diferente, ou alguma instabilidade não detectada durante o processo.

Com estes resultados, não podemos descartar o fato de que a presença do tolueno no ativador pode ter afetado para chegar ao resultado desejado, e talvez se as amostras ficassem em contato com uma quantidade maior de PMMA, ou na possibilidade de utilizar uma câmara pressurizada conforme utilizado por Roesse (2009), pois a pressão é maior do que a obtida na infiltração à vácuo, ou até mesmo ter um maior tempo de contato. Não foi possível chegar ao resultado desejado, igual ao obtido por Li, Y. et al. (2016), porém bastante próximo e desejável.

PROPOSTA DE USO MADEIRA DESLIGNIFICADA

É bastante comum o uso de madeira deslignificada no processo de produção de celulose, porém espécies como o Eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus viminalis*, *Eucalyptus*

benthamil) e Pinus (*Pinus taeda*, *Pinus elliotti*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecumanii*) (EMBRAPA, 2018).

Por sua maleabilidade ter sido aumentada, pode-se ser utilizada na produção de sacos, potes, pratos, todos ecológicos, biodegradáveis e descartáveis, diminuindo o consumo dos plásticos descartáveis. Devido ao resultando da cor, branca de algumas amostras, pode-se indicar para utilizá-las para divisórias em escritórios, diminuindo o consumo de gesso e demais materiais, visando seu agradável conforto térmico, ou até mesmo ocupando o lugar de telhados com policarbonato. Conforme o estudo de Li, T. et al. (2016) que mostra que é um excelente isolante térmico natural com excelente resistência mecânica podendo proporcionar melhor isolamento térmico e alta capacidade de absorção de impacto.

PROPOSTA DE USO MADEIRA ÓPTICA TRANSPARENTE

Propõe-se utilizar a madeira óptica em produção de placas solares conforme indicado por Li, Y. et al. (2016), ou em janelas, telhados melhorando a iluminação do ambiente e diminuindo o custo com energia elétrica. Foi realizado um estudo em campo e testes laboratoriais com as respectivas amostras derivadas do resíduo lenhoso para chegar a madeira óptica transparente, conforme demonstrado não somente no estudo destes autores, mas também nos estudos de autores citados anteriormente como Li, T. et al. (2016), Zhu et al. (2016).

Conforme estudos apresentados neste trabalho, a madeira óptica transparente pode ser utilizada em vários meios, não somente em construções de casas, cabanas, entre outras formas que sempre esteve presente na história da humanidade. Este estudo não obteve o mesmo resultado de transparência conforme os estudos Li, Y. et al. (2016) e Li, T. et al. (2016). Mas isso pode ser por utilizar espécies diferentes de vegetais, como os estudos anteriormente publicados utilizaram madeira de Balsa (*Ochroma pyramidade*) comprada na Suécia, ou seja, além de ser uma espécie diferente, suas características e origens são completamente diferentes das amostras utilizadas neste estudo.

Conforme citado por Li, T. et al. (2016) material pode ser utilizado em telhados, vidros de prédios e residências, devida a sua alta resistência a água e absorção de impactos súbitos, e sugerido também por Li, Y. et al. (2016) podem ser utilizadas como placas solares. Baseado em Jung et al. 2015 podemos utilizá-la também em peças de computadores, diminuindo assim o material com presença de elementos contaminantes.

CONCLUSÕES

Através do diagnóstico do gerenciamento de resíduos lenhosos no município de Canoas, podemos chegar à conclusão que a atividade que mais gera é a poda, sendo ela realizada pela Prefeitura, prestadores de serviços ou até mesmo pelos habitantes, e que, muitas vezes, são depositadas em locais não autorizados, ou destinada para aterros sanitários, ocupando espaço, sem ao menos utilizar como matérias prima para outros produtos ecológicos. Mesmo a Secretaria do Meio Ambiente fazendo campanha para plantio de árvores nativas, ainda há grande presença de árvores exóticas, estimula-se o plantio de árvores nativas para poder melhorar a qualidade de vida da população e da fauna presente.

Com testes laboratoriais das amostras de Aroeira-Mansa chegou em resultados bastante atrativos, não se obteve a madeira óptica transparente, pois se faz necessário estudo e investimento maior sobre o material e processo de síntese. Aconselha-se a desenvolver mais este estudo, não somente com esta espécie arbórea, mas com tantas outras presentes na arborização urbana das regiões, para assim, podermos encontrar outras maneiras de utilização dos resíduos lenhosos, uma maneira de conscientização no gerenciamento de resíduos de poda e estimular um pouco mais a economia, tanto em gastos com energia elétrica, quanto espaço em aterros sanitários, e aumento de interesse de empresários para desenvolver e utilizar como matéria prima os resíduos.

Mesmo não chegando ao resultado desejado, que seria sua transparência total, ainda pode-se utilizar este material, tanto em fabricação de copos ecológicos, composição de papel de parede ecológico, ou até mesmo nas construções, de casas, cabanas, divisórias em ambientes de trabalho, forros de casa, etc. Proporcionando mais economia com custos de energia elétrica, um material que não contém tanto impacto negativo quanto os outros, que, através de processos simples, sua resistência a intempéries ambientais é aumentada. Sem

menção o uso em tecnologias verdes, diminuindo a utilização de contaminantes em peças de computadores, por exemplo, e sua biodegradabilidade não é tão prejudicial quanto as peças atuais.

Embora os resultados finais obtidos não foram conforme os desejados, porém próximos, recomenda-se a realização de novos estudos que abranjam outras espécies nativas características nas regiões de todo o Brasil, podendo chegar em algum momento ao resultado desejado neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FARAGE, R. M. P. Aproveitamento dos resíduos lignocelulósicos gerados no Polo Moveleiro de Ubá para fins energéticos. Dissertação de Mestrado em Engenharia pela Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2009.
2. GOES, H. D., OLIVEIRA, B. A. M., MELO, J. M., SOUZA, C. P., MARQUES, V. C., OLIVEIRA, T. C. D. B. Compostagem de Resíduo Agroindustrial e Poda de Árvore com aplicação de microrganismos eficientes. Anais do 8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Curitiba, de 12 a 14 de junho de 2017.
3. LI, Tian et al. Wood Composite as an Energy Efficient Building Material: Guided Sunlight Transmittance and Effective Thermal Insulation. **Materials Views**, [S.L], n. 1601122, p. 1-7, ago./set. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/aenm.201601122>>. Acesso em: 01 set. 2018.
4. LI, Y., Fu, Q., Yu, S., Yan, M., Berglund, L. Optically Transparent Wood from a Nanoporous Cellulosic Template: Combining Functional and Structural Performance. *Biomacromolecules*, v.17, p. 1358-1364, 2016.
5. MORETTI, S. M. L., BERTONCINI, E. I., ABREU-JUNIOR, C. H. Composting sewage sludge with green waste from tree pruning. *Scientia Agricola Piracicaba*, v. 72, n. 5, p. 432-439, 2015.
6. ROESE, Pedro Barrionuevo. **Impregnação de Peças de Osso Bovino com Poli (Metil Metacrilato): um novo material para o design de produto**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/17155>>. Acesso em: 14 set. 2018.
7. EMBRAPA. **Eucalipto**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferecia-de-tecnologia/eucalipto/perguntas-e-respostas>>. Acesso em: 27 out. 2018.
8. ZHU, Hongli et al. Wood-Derived Materials for Green Electronics, Biological Devices, and Energy Applications. **Chemical Reviews**, [S.L], v. 16, n. 101021, p. 9305-9373, jul./set. 2016. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021%2Facs.chemrev.6b00225>>. Acesso em: 01 set. 2018.