TRATAMENTO PRESERVATIVO DE MADEIRA DE PINUS ELLIOTTII COM RESÍDUOS DE CARVÃO MINERAL

Estefany Abreu Roballo [1]

Eduarda Borges Rodrigues [2]

Sabrina Finatto Machado [3]

Maurício Gonçalves Teixeira [4]

Daniela Silva Lilge [5]

Resumo:

O estudo de diferentes formas de tratamento da madeira visa ampliar a aplicabilidade desta matéria-prima, identificando materiais menos tóxicos e com eficiência na proteção dos lenhos à biodegradação. Toda intervenção que é feita na madeira pode afetar suas propriedades. Os tratamentos preservativos não são exceção. Dessa forma, este trabalho visou avaliar a higroscopicidade da madeira de Pinus elliottii, tratada com impregnação de cinzas leves e pesadas, provenientes da queima de carvão mineral de uma usina termelétrica. Para isso foram desenvolvidos 9 tratamentos, nos quais os teores de cinzas variaram de 1 a 5 gramas de cinzas leves e pesadas, respectivamente, associadas com ácido bórico diluído em água destilada. Todos os tratamentos cujos corpos de prova foram submetidos à impregnação preservativa apresentaram menores valores de taxa de absorção de água (g/h). Da mesma forma, todos os tratamentos foram superiores à testemunha no que se refere à eficiência de repelência à água, com ganhos superiores à 50%.

Palavras-chave: preservação da madeira, cinzas de carvão mineral, higroscopicidade.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

TRATAMENTO PRESERVATIVO DE MADEIRA DE PINUS ELLIOTTII COM RESÍDUOS DE CARVÃO MINERAL

[1] Aluno de graduação. roballoestefany@gmail.com. Autor principal

[2] Acadêmica de Engenharia Florestal - UNIPAMPA . brodrigues.eduarda@gmail.com. Co-autor

[3] Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial Madeireira da UFPel. sabrinamfinatto@gmail.com. Co-autor

[4] Engenheiro Florestal. mauriciogteixeira@gmail.com. Co-autor

[5] Docente. danielalilge@unipampa.edu.br. Orientador

TRATAMENTO PRESERVATIVO DE MADEIRA DE *Pinus elliottii* COM RESÍDUOS DE CARVÃO MINERAL

1 INTRODUÇÃO

O uso da madeira para as mais diversas finalidades remonta tempos ancestrais. A trabalhabilidade da madeira, aliada às propriedades de isolamento térmico, acústico e às suas resistências, tornam seu uso amplo e variado.

Contudo, apesar das vantagens associadas à utilização da madeira, alguns fatores negativos fazem com que seu uso exija cuidados. Por ser um material orgânico, a madeira apresenta suscetibilidade à degradação. Algumas madeiras possuem resistência natural à biodegradadores graças à sua composição química, sobretudo pela presença de extrativos tóxicos aos organismos degradadores. Madeiras de rápido crescimento, e pouco densas, como aquelas obtidas de espécies do gênero *Pinus*, são especialmente vulneráveis à deterioração. Dessa forma, se faz necessária a realização de tratamentos preservantes da madeira para garantir sua durabilidade.

O gênero *Pinus*, compõe-se por cerca de 100 espécies, tendo sua ocorrência original em regiões preferencialmente temperadas e tropicais (USDA FOREST SERVICE, 2002).

De acordo com Cavalcante (1983), a preservação de madeiras é o conjunto de produtos, métodos, técnicas e pesquisas destinadas a alterar, medir ou estudar a durabilidade da madeira. Várias são as formas que existem para realizar o tratamento das madeiras. No que se refere ao uso de produtos químicos, a grande maioria apresenta algum nível de toxicidade à humanos, sendo que alguns como o CCA conservam sua toxidez mesmo em peças que já estejam com muitos anos de uso.

Este fato aliado ao grande apelo ambiental que há nos dias de hoje, desperta o interesse para estudos que avaliam produtos alternativos para o tratamento da madeira, tais como taninos, extratos vegetais, resíduos de outros processos produtivos, entre outros. Esses produtos, que apresentam baixa toxicidade aos humanos, podem ter efeitos interessantes no que se refere à proteção do lenho.

A queima de carvão mineral nas usinas termelétricas produz três tipos de resíduos: escórias, cinzas pesadas e cinzas leves. A utilização intensificada da matéria-prima energética aumenta o problema de gestão destes resíduos gerando consideráveis problemas ambientais por todo o mundo (BASU et al., 2009).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho, é de avaliar o comportamento da higroscopicidade de madeira de *Pinus elliotti* tratada com cinzas de carvão mineral advindas da queima do carvão em termelétricas, a fim de atender o anseio por tratamentos mais seguros para a madeira.

2 METODOLOGIA

A madeira utilizada no presente estudo é oriunda de árvores de plantios homogêneos de *Pinus elliotti*, localizados na costa norte do estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil. Após o desdobro das toras, cada corpo de prova foi devidamente identificado em relação aos diferentes tratamentos e após foram armazenados em câmara climatizada à temperatura de 20ºC e umidade relativa de 65%, onde permaneceram até atingir massa constante e, portanto, o teor de umidade de equilíbrio (12%).

Os resíduos da combustão do carvão mineral foram provenientes da usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM), localizada no Município de Candiota – RS. Para o preparo da solução, a dissolução foi a homogeneizada, que foi feita com o auxílio de um agitador, durante 30 minutos, de 1 litro de água destilada e 6,5 g/L de ácido bórico em balão

volumétrico. Em seguida, as cinzas, previamente moídas em moinho de bola, foram colocadas em béquer respeitando-se as diferentes concentrações avaliadas neste estudo (1, 2 e 5 gramas). A solução de água destilada e ácido bórico foi adicionada ao béquer e após realizou-se a homogeneização desta composição.

Os tratamentos envolveram a impregnação na madeira de diferentes soluções preservantes, utilizando uma autoclave, com bomba de vácuo associada de acordo com norma ASTM 1413-76 (ASTM, 1986). O tempo total de autoclavagem foi de 90 minutos, com pressão de 8bars. Os tratamentos realizados, com as diferentes concentrações de cinzas minerais (leve e pesada) e ácido bórico, estão descritos abaixo:

T1: 2 gramas de cinza leve e 6,5 gramas de ácido bórico;
T2: 5 gramas de cinza leve e 6,5 gramas de ácido bórico;
T3: 1 grama de cinza leve e 6,5 gramas de ácido bórico;
T4: 2 gramas de cinza leve;
T5: 2 gramas de cinza pesada e 6,5 gramas de ácido bórico;
T6: 5gramas de cinza pesada e 6,5 gramas de ácido bórico;
T7: 1 grama de cinza pesada e 6,5 gramas de ácido bórico;
T8: 6,5 gramas de ácido bórico;
T9: Testemunha.

Para avaliação da higroscopicidade, primeiramente, determinou-se a absorção de água (AA) e a taxa de absorção de água (TAA). Os corpos de prova foram imersos em água e as massas dos mesmos foram aferidas nos seguintes tempos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. A absorção (AA em %) e a taxa de absorção (TAA em g/h) em água para cada tempo de imersão foram calculadas de acordo com as equações (1) e (2).

$$\mathbf{AA = ((Mu-Mi)/(Mi))*100} \quad (1)$$

$$\mathbf{TAA = (Mu-Mi)/(Tf-Ti)} \quad (2)$$

Em que:
Mu = massa úmida do corpo de prova (g);
Mi = massa inicial do corpo de prova seca em estufa laboratorial a 103 ± 2°C (g);
Tf = tempo final do ciclo de imersão (h);
Ti = tempo inicial do ciclo de imersão (h).

Utilizando-se dos valores de absorção de água (AA), foi determinada a eficiência à repelência de água (WRE %) conforme a equação (3).

$$\mathbf{WRE = ((AAt–AAc)/AAt)*100} \quad (3)$$

Em que:
AAt = Absorção em água dos corpos de prova das testemunhas, (%);
AAc = Absorção em água dos corpos de prova tratados (%).

Os dados de absorção de água (AA) e da taxa de absorção de água (TAA) foram avaliados mediante análise de variância e teste de comparação de médias. O teste de médias utilizado neste trabalho foi o Tukey (TUKEY, 1953), com nível de significância de 5% e, portanto, 95% de confiança. As análises estatísticas foram realizadas com a utilização do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta dos dados foram realizados os cálculos relativos às variáveis de higroscopicidade. Na tabela 1 encontram-se as médias das variáveis calculadas no tempo final do experimento (120 horas).

Tabela 1-Média das variáveis de higroscopicidade por tratamento.

Tratamento	Média AA (%)	MédiaTAA (g/h)	WRE (%)
T1	78,25	0,01	57,77
T2	73,55	0,01	56,71
T3	73,82	0,01	57,91
T4	75,98	0,01	57,32
T5	76,15	0,01	58,83
T6	74,74	0,01	57,56
T7	76,61	0,01	57,5
T8	73,92	0,01	57,59
T9	73,71	0,03	Testemunha

Onde: Média AA = média da absorção de água; Média TAA = média da taxa de absorção de água; WRE = valores de eficiência de repelência à água.
Fonte: Autores, 2018.

A análise de variância da AA dos corpos de prova avaliados não mostrou significância dos resultados em questão. Nesse mesmo sentido, o teste de médias demonstrou que as médias de absorção de água não diferiram estatisticamente entre si.

Por sua vez, a análise de variância da TAA dos corpos de prova avaliados indicou que a mesma foi significativa, com grau de confiança de mais de 99%. Dessa forma, o teste de médias (Tukey), demonstrou que apenas o tratamento 9 (testemunha) difere dos demais (Tabela 2). Ou seja, os tratamentos de 1 a 8 não diferem estatisticamente entre si.

Tabela 2-Teste de médias (Tukey) da taxa de absorção de água dos corpos de prova.

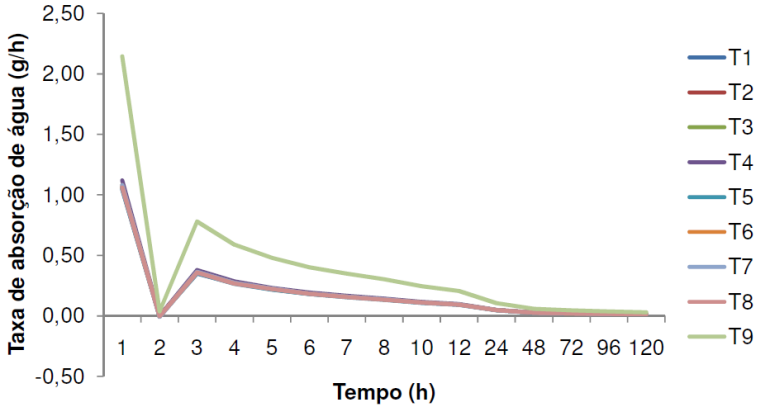
Tratamento	Médias da taxa de absorção de água
1	0,01 b
2	0,01 b
3	0,01 b
4	0,01 b
5	0,01 b
6	0,01 b
7	0,01 b
8	0,01 b
9	0,03 a

Obs.: médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, à 5% de significância.
Fonte: Autores, 2018.

Observando os resultados do teste de médias, percebe-se que a testemunha gerou uma taxa de absorção maior do que todos os outros tratamentos. Isto é, os corpos de prova que não sofreram impregnação com cinzas ou com ácido bórico absorveram mais gramas de água por hora de experimento.

Esse comportamento pode ser melhor observado na figura 1, onde se destaca a maior taxa de absorção da testemunha em relação aos demais tratamentos, no decorrer do tempo.

Figura 1-Taxa de absorção de água (TAA) em gramas por hora (g/h) para madeira de *Pinus elliottii* após ciclos de imersão em água.



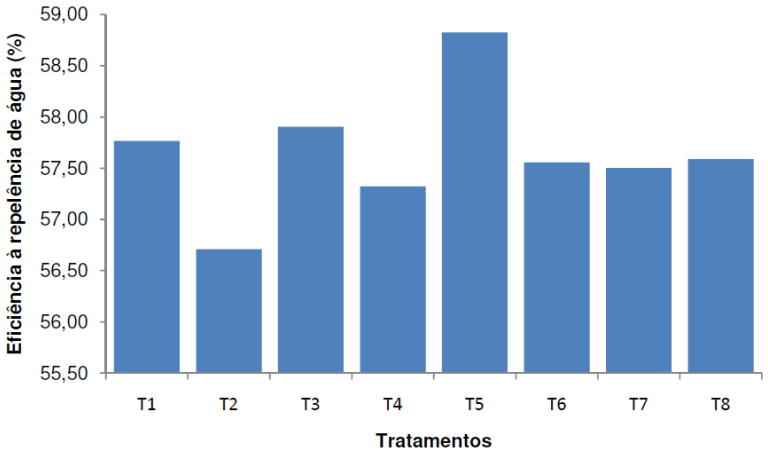
Fonte: Autores, 2018.

Não há, na literatura nenhum trabalho que trate do tratamento preservativo da madeira com o uso de cinzas provenientes da queima do carvão mineral. Dessa forma, não há comparativo para os resultados aqui obtidos. Contudo, Wang et al. (2014), verificaram que o tratamento da superfície da madeira de álamo com sílica, principal componente das cinzas de carvão mineral, resultou em baixas taxas de absorção de água pelo lenho.

Lu, Feng e Zhan (2014), por sua vez, ao avaliarem a impregnação de sílica na madeira de abeto chinês, verificaram que a higroscopicidade da madeira tratada reduziu consideravelmente.

Os resultados da eficiência da repelência à água (WRE) foram determinados apenas com o uso dos dados das médias da última aferição de massa dos corpos de prova. Observando-se a figura 2, é possível perceber que entre os tratamentos cujos corpos de prova foram impregnados com cinzas leves, cinzas pesadas e ácido bórico, o tratamento 5 (2 gramas de cinzas pesadas e ácido bórico) se destacou no que se refere à repelência à água.

Figura 2-Gráfico de eficiência à repelência de água.



Fonte: Autores, 2018.

O pior tratamento, para a mesma variável foi o tratamento 2, cuja impregnação dos corpos de prova se deu com 5 gramas de cinzas leves e ácido bórico. De todo modo, todas as médias observadas são bastante próximas entre si. Da mesma maneira que na variável anterior, não há dados na literatura que tratem da preservação da madeira com cinzas de carvão mineral. Observa-se, apesar disso, que todos os tratamentos geraram ganho em termos de eficiência da repelência à água: de 56,71 a 58,83% a mais se comparados à testemunha.

Devi e Maji (2013) identificaram incremento na resistência à absorção de água em todos os tratamentos de seu estudo, que tratou a madeira de *Bombex ceiba* com impregnação de sílica à vácuo. E Jia et al. (2016) conseguiram desenvolver, em seu estudo sobre tratamento superficial de madeira de abeto chinês com sílica, uma camada superhidrofóbica na superfície dos corpos de prova testados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A absorção de água dos corpos de prova foi considerada estatisticamente igual para todos os tratamentos, inclusive a testemunha;

Os tratamentos de impregnação da madeira com cinzas leves, cinzas pesadas e ácido bórico, geraram menores taxas de absorção de água pela madeira;

Todos os tratamentos resultaram em ganho de eficiência de repelência à água, com destaque para o T5.

REFERÊNCIAS

ASTM. American Society for Testing and Materials. **Standard method of testing wood preservatives by laboratory soil block cultures.** ASTM D1413-76, Philadelphia: 1986.

BASU, M., et al. POTENTIAL flyashutilization in agriculture: A global review. Progress in Natural Science 19, p. 1173-1186, 2009.

CAVALCANTE, M. S**.** Implantação e desenvolvimento da preservação de madeiras no Brasil. **Pesquisa e Desenvolvimento**, São Paulo, v. 14, p. 1-57, 1983.

DEVI, R R., MAJI, T. K. Effect of nanofillers on flameretardancy, chemical resistance, antibacterial properties and biodegradation of wood/styrene acrylonitrile co-polymer composites. **Wood Sci Technol**, v. 47, p. 1135-1152, 2013.

JIA, S. et. al. Facile and scalable preparation of highly wear-resistance superhydrophobic surface on wood substrates using silica nanoparticles modified by VTES. **Applied Surface Science**, v. 386, p. 115-124, 2016.

LU, Y., FENG, M., ZHAN, H. Preparation of SiO2–wood composites by an ultrasonic assisted sol–gel technique. **Cellulose**, v. 21, p. 4393-4403, 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM**. R: A language and enviroment for statistical computing**. 2012. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 8 novembro de 2017.

TUKEY, J.W. **The problem of multiple comparisons**. Mimeographs Princeton University, Princeton, N.J., 1953.

USDA FOREST SERVICE. **Pinus taeda**. Disponível em: <http://www2.fpl.fs.fed.us/Tech Sheets/softwoodna/htmldocs/pinustaeda.html>. Acesso em: 23 de junho 2018.

WANG, C. et al. One-step synthesis of unique silica particles for the fabrication of bionic and stably superhydrophobic coatings on wood surface. **Advanced Powder Technology**, v. 25, n. 2, p. 530-535, mar. 2014.