

Tratamento térmico de madeira serrada do angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) com boro

Edy Eime Pereira Baraúna¹, Renato da Silva Vieira¹, Thiago Campos Monteiro², Marina Donária Chaves Arantes³, Duam Matosinhos de Carvalho¹ e Marcelle Teodoro Lima¹

¹Curso de Engenharia Florestal; Universidade Federal do Tocantins; 77402-970; Gurupi - TO - Brasil.

²Departamento de Ciências Florestais/Laboratório de Ciência e Tecnologia da Madeira; Universidade Federal de Lavras; 37200-000; Lavras - MG - Brasil. ³Departamento de Engenharia Florestal; Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo; 29550-000; Jerônimo Monteiro - ES - Brasil.

ABSTRACT

The angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) wood when in use has shown susceptible to the attack of beetles coleopters of the *Lyctidae/Bostrichidae* families. It was determined if short periods of diffusion using boron solutions through the process cold hot bath can deal with the wood against the attack these coleopters. The trees were removed from the natural forest and wood samples with dimensions of 20 x 7.5 x 5.0 cm were prepared. The treatment solution consisted of 15% of boric acid the dry mixture of and borax. The three samples from each treatment were immersed in the solution at a temperature of 50 ° C and then immersed in the same solution at room temperature. After, the samples with 7,5 x 5,0 x 2,0 cm had been removed of the samples for analyze. The qualitative analysis indicated the presence of boron and retention analysis showed satisfactory levels of protection against wood decay. The treatment withheld more boron in the wood was three days of air drying, the one-minute immersion in a bath of hot and cold shower in five minutes. These results suggest the use of boron in the cold hot bath for the wood treatment of angelim wood.

Key words: Angelim pedra, boron, thermic immersion

INTRODUÇÃO

O angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) vem se destacando nos últimos anos como uma das espécies florestais das mais empregadas pelo segmento madeireiro dos estados do Amazonas e Pará. Segundo Mainieri e Chimelo (1989), o angelim pedra é utilizado em ambientes internos, fabricação de esquadrias de madeiras, degraus de escadas, construção civil, e etc.

Apesar da grande utilização, a madeira de angelim pedra, quando em serviço, tem se mostrado suscetível ao ataque de besouros coleópteros das famílias *Lyctidae/Bostrichidae*. Lepage (1989) descreve que a família *Lyctidae* tem cerca de 50 espécies, sendo 20 encontradas na região Neotrópica. Já a família *Bostrychidae* tem aproximadamente 520 espécies descritas, das quais mais de 100 vivem também na região Neotrópica. e infestam geralmente madeiras em processo de secagem. Embora consigam completar seu ciclo de vida nas madeiras secas, eles não conseguem

espécies de besouros destas duas famílias normalmente preferem aquelas espécies florestais de madeira com alto conteúdo de amido (Nock et al., 1972). Em alguns casos, tem sido reportado que infestações destes besouros em peças de madeira em serviço tornam-se tão séria que há perda total da peça atacada. Isto acarreta além de prejuízos econômicos, a perda da credibilidade do uso da madeira frente a outros materiais alternativos.

Desta forma, estudos que visem a proteção da madeira do angelim pedra contra o ataque destes coleópteros são justificáveis. Estudou-se neste trabalho o tratamento preservante de madeiras do angelim pedra por processos de difusão usando-se compostos de boro. E para que o tratamento atingisse níveis satisfatórios do preservante. Utilizou-se soluções com temperaturas acima da ambiente através do processo do banho quente frio para acelerar a difusão dos compostos de boro na madeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da madeira

A madeira do angelim pedra utilizada na presente pesquisa foi obtida na floresta natural da Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas. A árvore escolhida possuía uma altura total de 22 m e comercial de 18 m (altura medida até a primeira bifurcação), e DAP de 1 m e 55 cm.

Depois de realizado a derrubada, foi feito o desdobramento da tora, com o uso de motosserra. O fuste foi medido com uso de uma trena graduada e dividido em toretes de 5 m de comprimento. Os torestes foram serrados longitudinalmente no centro para em seguida obterem-se os pranchões. Estes foram transportados para a Marcenaria da UFAM onde confeccionou os corpos-de-prova “pareados nas extremidades” de dimensões de 20 cm de comprimento, 5,0 de espessura e 7,5 de largura.

Tratamento preservante

Depois de confeccionados e devidamente identificados os corpos-de-prova foram submergidos em um tanque com água até completa saturação da umidade, sendo determinada através

de pesagens sucessivas de amostras de controle até massa constante.

A solução de tratamento constou de uma solução a 15 % obtida de uma mistura seca de ácido bórico e bórax, na proporção de uma parte de ácido bórico para 1,54 partes de bórax, ou seja, 500 g de ácido bórico e 770 g do bórax para cada 7.000 ml de água.

A mistura foi adicionada em dois baldes plásticos de 20 litros cada, sendo, um para o banho quente, o qual foi colocado em banho maria até a solução atingir uma temperatura de 50°C e outro para o banho frio, a uma temperatura de 20 °C.

Os corpos-de-prova saturados de água foram retirados do tanque e impermeabilizados nos topos com parafina histológica. Essa impermeabilização foi feita para evitar a absorção da solução de tratamento no sentido longitudinal da peça.

O tratamento preservante consistiu na imersão de cada corpo de prova na solução citada anteriormente no banho quente (temperatura de 50 °C) por um tempo especificado, seguido imediatamente da imersão no banho frio (temperatura ambiente de laboratório) em tempo especificado (Tabela 1).

Tabela 1. Esquema do tratamento da madeira do Angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke)

Condição Inicial	Tempo de Armazenamento após a condição inicial (dias)	Tempo de Imersão (min)	
		Banho quente	Banho frio
Saturada	Secagem ao ar livre		
	0, 3, 7	1	1, 5, 10
	0, 3, 7	5	1, 5, 10
	0, 3, 7	10	1, 5, 10

Para permitir a difusão, os corpos-de-prova foram enrolados individualmente em filmes de polietileno e colocados em sacos plásticos, ficando armazenados por um período não inferior a quatro semanas em temperatura ambiente do laboratório. Decorrido o período de difusão (39 dias) os mesmos foram deixados secar ao ar livre em ambiente coberto por cerca de quinze dias, até massa constante.

Análise do tratamento

Análise química qualitativa (penetração)

As amostras utilizadas nesta análise foram obtidas dos corpos-de-prova (20 x 7,5 x 5 cm) empregados no tratamento preservante. Destes foram retirados

a partir do centro, amostras com dimensões de 7,5 x 5,0 x 2,0 cm em um total de três por tratamento.

Determinou-se, a penetração transversal (radial e tangencial) do boro, considerando que os topos dos corpos-de-prova estavam impermeabilizados durante o tratamento, de acordo com o método descrito por Williams (1968) e Smith e Williams (1969). Neste método são utilizadas soluções de curcumina e de ácido salicílico. Para a solução de curcumina: dissolveu-se 0,12 g de curcumina em etanol morno, esfriado e diluído para 100 ml com etanol. Na solução de ácido salicílico dissolveu-se 06 g de ácido salicílico em 20 ml de ácido clorídrico concentrado, completando-se para 100 ml com etanol.

Depois do preparo, estas foram colocadas, cada uma em borrifadores. Inicialmente aplicou-se a solução de curcumina nas amostras através de pulverização, de formas a não deixar escorrer o reagente pela face do corpo prova. Passado alguns minutos de secagem borrifou-se a solução de ácido salicílico. As amostras foram gradualmente mudando de cor e avaliação da coloração final foi feita após 20 minutos. A coloração vermelha forte indicou a presença de mais de 0,2% de ácido bórico equivalente do preservante.

Análise química quantitativa (retenção)

Para esta análise foram retiradas amostras dos corpos-de-prova com dimensões de 7,0 x 5,0 x 1,0 cm.

A determinação do boro foi realizada segundo a metodologia de Williams (1968). Para a extração do boro da madeira utilizou-se a metodologia da BORAX CONSOLIDATED LIMITED RESEARCH LABORATORIES (1970). Nesta metodologia as amostras são divididas em pequenas partes de 1,0 cm², depois pesadas e adicionadas em balão graduado de 250 ml contendo 125 ml de água destilada, este é conectado a um condensador e aquecido por um período de cinquenta minutos. Transcorrido esse tempo, o material é deixado para esfriar até atingir temperatura ambiente de laboratório. Feito isto, 100 ml da solução foi armazenada em um frasco de polietileno para as análises quantitativas (retenção do boro). Posteriormente é realizada a análise espectrofotométrica de luz visível num comprimento de onda de 555 nm pela reação entre o ácido bórico e a curcumina produzindo o complexo vermelho-resorcinina.

Composição dos reagentes

Foram utilizados três tipos de solução para as análises químicas quantitativa:

- A) Solução de curcumina – dissolveu-se 0,12 g de curcumina em 100 ml de ácido acético glacial, sendo em seguida estocada em frasco de polietileno;
- B) Solução de ácido sulfúrico e ácido acético – misturou-se vagarosamente, com o auxílio de uma pipeta, 50 ml de ácido sulfúrico em 50 ml de ácido acético glacial, a qual foi armazenada em um recipiente de vidro;

- C) Solução de acetona e água – elaborou-se na proporção de 1:1, ou seja, 500 ml de acetona para 500 ml de água destilada;
- D) Solução de hidróxido de sódio (solução de 1 molar) – 40 g de hidróxido de sódio foram dissolvidas em 1000 ml de água destilada, sendo depois, estocada em frascos de polietileno.

Curva de calibração para o ácido bórico

O método de Williams (1968) para a determinação química do boro exige a construção de uma curva de calibração com amostras contendo concentrações conhecidas de boro, a fim de se fazer as correlações necessárias entre a leitura da densidade óptica e a quantidade de ácido bórico existentes nas amostras de madeira tratada. A curva de calibração para o ácido bórico foi determinada no Laboratório de Preservação da Madeira DCF/FCA./UFAM. Esta equação foi obtida pelo método dos mínimos quadrados para os dados calculados no laboratório, sendo:

$$Y = 0,00311 + 0,00583 X$$

Onde: Y é a Absorbância e X a quantidade do ácido bórico (ug).

Desenvolvimento da coloração

Com o auxílio de uma bureta, 3 ml da solução de curcumina foi misturada a 0,5 ml contendo 0,2 ml do extrato e 0,3 ml de hidróxido de sódio um molar. Transcorrido o tempo de repouso de cerca de cinco minutos, foi adicionado com agitação da mistura curcumina e extrato 3 ml da solução de ácido sulfúrico e ácido acético, ficando em repouso por 20 minutos para a formação da cor. Passado este período, com a ajuda de um funil adicionou-se lentamente esta mistura em um balão volumétrico de 100 ml, contendo 50 ml da mistura acetona e água.

A densidade óptica do complexo vermelho de resorcinina deu-se a partir do reagente branco, que é utilizado para calibrar o espectrofotômetro em um comprimento de onda de 555 nm. Com a leitura obtida no aparelho foram feitas as comparações com os valores determinados na curva de calibração, chegando-se assim ao teor de ácido bórico nas amostras tratadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise química qualitativa (penetração)

Todos os corpos-de-prova apresentaram em alguma parte de sua face a coloração vermelha, indicando a presença do boro nas amostras testadas. A cor vermelha indica a presença de 0,30%, o vermelho – amarelo indica 0,25 % e a não mudança de cor equivale a um valor abaixo de 0,15% de boro ou a sua ausência (Williams, 1968; Willerding, 1998).

A coloração vermelha apresentou-se em todos os tratamentos envolvendo uma condição inicial dos corpos-de-prova (0, 3, 7 dias). Para uma

comparação mais precisa na diferença da penetração do boro entre os tratamentos, há a necessidade da realização dos testes químicos quantitativos.

Análise química quantitativa (retenção)

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos para a retenção do boro, na forma de – Equivalente de ácido bórico - EAB (% do ácido bórico/madeira seca) para a madeira do Angelim pedra, termicamente tratada em condições de saturação total e seca ao ar livre por três e sete dias.

Tabela 2. Resumo dos dados de retenção para a madeira do Angelim pedra termicamente tratada em condições de saturação total, e seca ao ar livre em ambiente coberto por três e sete dias.

Tempo de Imersão – Banho Quente Frio	Retenção Média por Zona (1,0 cm de incremento)	
	Primeira	Segunda
(min.-min.)	EAB – Equivalente de Ácido Bórico %	
0 dia/		
1-1	1,63	0,84
1-5	1,99	1,39
1-10	2,32	1,23
5-1	1,95	2,15
5-5	2,07	2,24
5-10	1,86	2,22
10-1	3,94	2,45
10-5	3,18	2,45
10-10	2,22	1,19
3 dias/		
1-1	5,57	5,83
1-5	8,58	8,41
1-10	3,27	0,47
5-1	5,25	5,56
5-5	5,71	5,64
5-10	4,39	3,44
10-1	3,20	1,03
10-5	6,13	5,32
10-10	4,18	3,49
7 dias/		
1-1	2,55	4,32
1-5	2,41	1,31
1-10	1,88	1,56
5-1	2,77	1,24
5-5	2,32	1,92
5-10	1,89	2,09
10-1	2,92	1,08
10-5	2,34	1,64
10-10	3,11	1,97

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentadas graficamente as retenções médias do boro por zona para os diversos tratamentos utilizados.

Estes resultados confirmam os resultados dos testes qualitativos e que acusaram a presença do boro em todas as amostras testadas.

Praticamente todos os tratamentos utilizados, exceção 3.1.10., apresentaram retenções em níveis satisfatórios para proteção contra os organismos xilófagos.

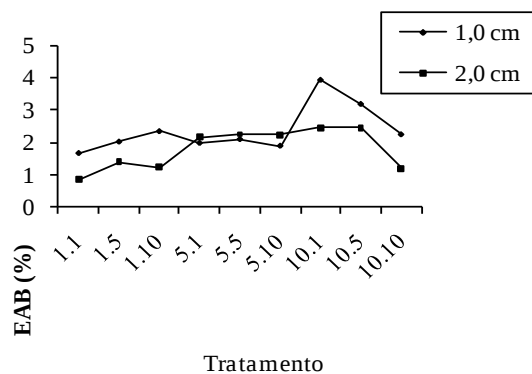


Figura 1- Retenção média do boro por zona de obtida nas diversas variações de tempo (minutos) no banho quente frio na madeira de Angelim pedra em condição saturada.

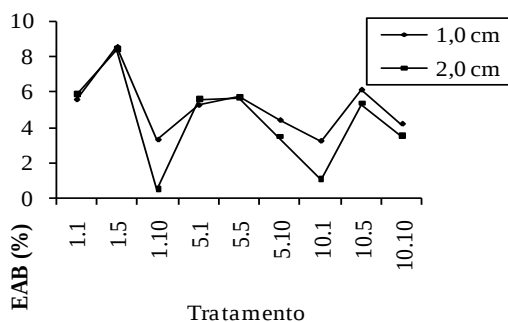


Figura 2- Retenção média do boro por zona obtida nas diversas variações de tempo (minutos) no banho quente frio na madeira de Angelim pedra em condição três dias de secagem ao ar livre.

Apesar de uma variação nos valores da retenção para os diversos tratamentos, pode ser claramente observado na Tabela 2 e nas Figuras 1, 2 e 3 que o tempo de secagem dos corpos-de-prova teve influência na retenção do boro.

Desta forma, três dias de secagem em ambiente coberto ao ar livre, proporcionou maiores retenções do boro, superando as retenções da madeira na condição inicial saturada e exposta a sete dias de secagem ao ar livre (Figura 03).

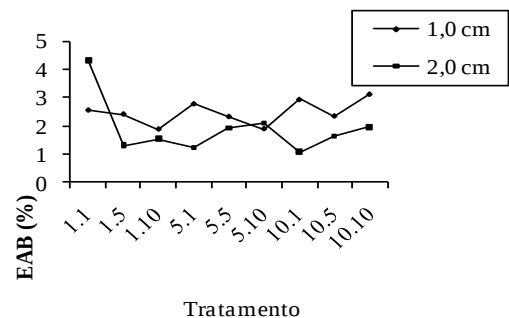


Figura 3- Retenção média do boro por zona obtida nas diversas variações de tempo (minutos) no banho quente frio na madeira de Angelim pedra em condição de sete dias de secagem ao ar livre.

O material utilizado na pesquisa foi proveniente de madeira de cerne, ou seja, uma região da madeira de difícil secagem ao ar livre, fazendo com que nestas peças após o período de secagem ainda permanecesse água livre, facilitando assim a difusão do boro.

Por outro lado, durante o tratamento dos corpos-de-prova anteriormente expostos a secagem ao ar livre, uma grande parte de boro deve ter penetrado na madeira através da absorção direta da solução pela madeira, o que não é possível quando os poros estão todos saturados de água.

Nos corpos-de-provas que permaneceram expostos sete dias ao ar livre antes do tratamento, pode ter havido apenas a absorção inicial do boro durante a imersão dos corpos-de-prova no banho quente frio, havendo posteriormente dificuldade para a difusão do boro, que necessitaria de umidade interligando as células da madeira para acelerar a difusão.

Em relação aos tempos de tratamento, observa-se nos resultados do tratamento com três dias, que a melhor retenção ocorreu para um tempo de

imersão no banho quente igual a um minuto e banho frio igual a cinco minutos, ou seja, 8,58 % e 8,41% respectivamente (Figura 2).

A literatura considera como tóxico a besouros, cupins e fungos da podridão parda e branca valores de EAB entre 0,2 % a 0,5 %, acima destes há uma garantia de proteção mais eficaz na madeira (Williams e Mauldin, 1986; Williams e Amburgey, 1987; Barnes e Williams, 1988; Willerding, 1998; Willerding e Vianez 2003).

Neste trabalho, em praticamente todos os tratamentos, exceção para tratamento 3.1.10, os resultados de retenção nas amostras indicaram concentração de boro superior a 0,84% na camada de 2,0 cm a partir da superfície.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se fazer as seguintes conclusões:

Apesar do teste qualitativo acusar a presença do boro nas amostras, visualmente ficou difícil verificar a diferença da penetração do boro entre os tratamentos;

Apesar dos diversos tratamentos apresentarem variação nos valores de retenção, ficou claro que o tempo de secagem dos corpos-de-prova teve influência na retenção do boro;

Desta forma, três dias de secagem do corpo de prova, em estado inicial saturado, em ambiente coberto ao ar livre proporcionou as maiores retenções do boro;

O melhor tratamento foi o de três dias de secagem, um minuto de imersão da amostra no banho quente e cinco minutos no banho frio, ou seja, valores de EAB de 8,58% e 8,41 % nas duas zonas amostradas;

Praticamente todos os tratamentos, exceção 3.1.10, resultaram em retenções nas amostras superiores aos limites tóxicos aos organismos xilófagos

Os resultados encontrados neste trabalho sugerem o uso do boro no banho quente frio para o tratamento de madeiras de Angelim pedra a serem usadas em interiores ou em ambiente coberto.

RESUMO

A madeira de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) quando utilizada apresenta-se suscetível ao ataque de coleópteros das famílias Lyctidae/Bostrichidae. Foi determinado, neste trabalho, se períodos curtos de difusão com soluções de boro através do processo banho quente frio podem tratar a madeira contra o ataque destes coleópteros. A árvore foi retirada de uma

floresta natural e serrada para a confecção dos corpos-de-prova com dimensões de 20 x 7,5 x 5,0 cm. A solução de tratamento constou de uma mistura seca de ácido bórico e bórax. Três corpos-de-prova por tratamento foram imersos nesta solução a uma temperatura de 50° C e depois imersos em solução idêntica, em temperatura ambiente. Transcorrida a difusão, amostras com 7,5 x 5,0 x 2,0 cm foram retiradas dos corpos-de-prova para as análises. As análises qualitativas indicaram a presença do boro enquanto a de retenção apresentou níveis satisfatórios de proteção contra os xilófagos. O tratamento de maior retenção de boro foi o de três dias de secagem ao ar livre, o de um minuto de imersão no banho quente e o de cinco minutos no banho frio. Estes resultados sugerem o uso do boro no banho quente frio para o tratamento de madeiras serradas de angelim.

Palavras chave: Angelim pedra, boro, imersão térmica

AGRADECIMENTOS

Ao meu saudoso professor, amigo e mentor PhD.Valmir Souza de Oliveira (*In memoriam*) pelos ensinamentos e orientação durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Barnes, H. M. and Williams, L. H. (1988), Integrated protection against lyctid beetle infestations. V. Selecting efficient schedules for pressure treatment of tropical hardwood lumber with polyborates. *Forest Product Journal*, **38**, 13-19.

BORAX CONSOLIDATED LIMITED RESEARCH LABORATORIES (1970), Determination of boron in timborised timber by the leaching method. United Kingdom. p.4.

Lepage, E. S. (1989), Manual de preservação de madeira. Instituto de Pesquisa Tecnológicas, São Paulo - SP, v. 1 e 2, 708p.

Mainieri, C. e Chimelo, J. P. (1989), Fichas de características das madeiras brasileiras, Instituto de Pesquisa Tecnológicas, 2. ed., São Paulo - SP, 35p.

Nock, H. P.; Richter, H. G.; Burger, L. M. (1972), Apostila de tecnologia da madeira. Universidade Federal do Paraná, Curso de Engenharia Florestal, 375p.

- Santini, E. J. (1988), Biodeterioração e preservação da madeira. Editora UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul – RS, 120p.
- Smith, D. N. R. and Williams, A. I. (1969), Wood preservation by the boron diffusion process-the effect of moisture content on diffusion time. Timberlab Paper 5. Building Research Establishment, Princes Risborough Laboratory, Department of the Environment, U.K. 11p.
- Willerding, A. L. Aplicação de bórax por difusão na preservação de lâminas de Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) para a confecção de compensados. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1998.
- Willerding, A. L. e Vianez, B. F. (2003), Utilização de bórax por difusão no tratamento de preservação de lâminas de Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.). *Revista Árvore*, **27**, 321-326.
- Williams, A. I. (1968), The extraction and determination of disodium octaborate in Sitka spruce. *Analyst*, **93**, 111-115.
- Williams, L. H. and Amburgey, T. L. (1987), Integrated protection against lyctid beetle infestations. IV. Resistance of boron-treated wood (*Virola* spp.) to insect and fungal attack. *Forest Products Journal*, **37**, 10-17.
- Williams, L. H. and Mauldin, J. K. (1986), Integrated protection against Lyctid Beetle infestations. III. Implementing boron treatment of *Virola* lumber in Brazil. *Forest Products Journal*, **36**, 24-28.