

QUALIDADE DO TRATAMENTO PRESERVATIVO E ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE BAMBU (*Dendrocalamus giganteus*)

Victor Fassina Brocco, Murilo Bortoline Wanderley, Rogy Frigeri Tiburtino, Juarez Benigno Paes

Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Engenharia Florestal, Av. Gov. Carlos Lindemberg, 316; Jerônimo Monteiro-ES; 29550-000; vfbrocco@hotmail.com; mbortoline@hotmail.com; rogyfrigeri@hotmail.com; jbp2@uol.com.br

Resumo- A pesquisa teve como objetivos avaliar as características físicas e a qualidade do tratamento preservativo de bambu (*Dendrocalamus giganteus*). Para tanto, foram abatidas quatro hastes em idade madura de touceiras do Sul do Espírito Santo. As hastes foram transformadas em peças de 2,20 metros de comprimento e as características físicas foram avaliadas em amostras retiradas na base e topo das peças. As peças foram tratadas por transpiração radial em dois métodos (em um deles os diafragmas internos dos colmos foram rompidos e no outro os diafragmas permaneceram íntegros), ao serem submetidos em soluções de 1 e 3% de ingredientes ativos de produto “MOQ OX 50”, a base de cobre, cromo e boro (CCB), por um período de 5; 10 e 15 dias. Foram avaliadas a qualidade do tratamento por meio penetração do CCB em três posições (base, meio e topo) das peças tratadas. Houve diferença entre os tratamentos para a penetração de cobre, tendo o tratamento com os diafragmas rompidos apresentado uma melhor média de penetração. O tempo de tratamento de 10 e 15 dias proporcionaram uma melhor qualidade. Uma maior penetração foi obtida para a concentração de 3% e na base das peças tratada.

Palavras-chave: Bambu, características físicas, tratamento preservativo.

Área do Conhecimento: Recursos Florestais e Engenharia Florestal.

Introdução

O esgotamento das reservas naturais de várias essências madeireiras de uso tradicional, aliado ao aumento do emprego da madeira, vem exigindo a busca de materiais alternativos que respondam de forma eficiente ao atendimento da demanda e que sejam de fontes renováveis, com característica estrutural e durabilidade semelhante a dos materiais em uso. Assim, o bambu vem sendo utilizado para diversos fins, necessitando de alguns estudos para melhorar seu aproveitamento.

O bambu é uma gramínea cujo tecido resistente é um composto natural lignocelulósico de baixo peso, alta resistência mecânica, fácil manuseio, rápido crescimento e grande disponibilidade, o que torna fácil a sua obtenção, podendo ser utilizado no paisagismo rural e como elemento estrutural a partir do terceiro ano de idade. O bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) é uma espécie que apresenta altura das hastes atingindo até 30m, espessura da parede do colmo entre 1,0 a 2,5 cm diâmetro do colmo variando de 20 a 25 cm e comprimento dos internós de 40 a 50 cm (RIVERO, 2003). O bambu gigante possui consideráveis propriedades físico-mecânicas e parede do colmo espessa, sendo recomendados para a fabricação do bambu laminado colado (BLC) (RIVERO, 2003; BERALDO e AZZINI, 2004).

No entanto, os bambus são muito susceptíveis ao ataque de fungos e insetos, principalmente do *Dinoderus minutus* (DA SILVA, 2007), necessitando, para o seu emprego em construções diversas de tratamentos preservativos, a fim de, incrementar sua vida útil em serviço. De acordo com Azzini e Beraldo (2001), após os devidos cuidados durante a colheita, os colmos devem ser submetidos a tratamentos preservativos.

O tratamento do pode ser por imersão prolongada ou substituição de seiva. Para o tratamento químico, Santos e Lopes (1998) e Azzini e Beraldo (2001) recomendam o uso de uma solução de 1% de concentração, preparada com sulfato de cobre, dicromato de sódio e ácido bórico (CCB). Este trabalho teve como objetivo analisar as características físicas da espécie de bambu utilizada (espessura da parede do colmo, teor de umidade, densidade básica e retratibilidade); avaliar o método de tratamento transpiração radial, por meio da penetração de borato de cobre cromatado (CCB) nos bambus; e verificar se o tratamento com a quebra dos diafragmas internos do bambu melhora a qualidade do tratamento.

Metodologia

Para a realização do trabalho, foram utilizados bambus da espécie *Dendrocalamus giganteus*, por apresentarem paredes do colmo espessa e boas propriedades físico-mecânicas. Estas características são essenciais para o uso do bambu como elementos estruturais (cercas, cercados e outros usos da madeira tratada nos meios rural e urbano).

Os bambus foram coletados em touceiras que ocorrem no município de Alegre, Espírito Santo. No local de coleta, foram retirados colmos (hastes) na idade madura nas touceiras. Para o abate dos colmos foram utilizadas motosserras e ferramentas manuais.

O corte do bambu foi realizado a 20 cm do solo e logo acima de um dos nós, como o indicado por Santos e Lopes (1998), para não permitir a entrada de água das chuvas, o que poderá causar a morte dos rizomas e assim, não emitir mais brotos. Para atender a necessidade do experimento foram cortadas quatro hastes maduras para cada tratamento (com ou sem a retirada do diafragma).

Depois de abatidos, os bambus foram medidos e seccionados em hastes de 2,20 m de comprimento, sendo obtidas 24 peças para cada tratamento. Antes do tratamento preservativo, foram retiradas da base e topo das hastes duas amostras de 5,0 cm de espessura (a amostra mais externa de cada posição foi descartada) e a segunda (mais interna) empregada para as caracterizações físicas dos bambus.

As análises físicas e o tratamento das peças foram realizadas no Laboratório de Ciência da Madeira (LCM), Departamento de Engenharia Florestal (DEF), Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Jerônimo Monteiro, ES. Para tanto, as seções de 5,0 cm retiradas nas extremidades das hastes foram subdivididos em duas seções e destinados às análises física do bambu (espessura da parede do colmo, teor de umidade, densidade básica e retratibilidade).

A densidade básica foi determinada de acordo com o método de imersão em água, descrito por Vital (1984), o teor de umidade e a retratibilidade foram determinados segundo a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1997) e para a medição da espessura da parede do colmo foi utilizado um paquímetro digital de 0,01 mm de precisão.

Para o tratamento das peças foi utilizado o produto "MOQ OX 50", a base de borato de cobre cromatado (CCB), que é indicado para o tratamento de madeira verde. Foram utilizadas soluções de 1 e 3% de ingredientes ativos de

CCB. As peças foram tratadas por transpiração radial em dois métodos diferentes (em um deles os diafragmas internos dos colmos foram rompidos e no outro os diafragmas permaneceram íntegros), por um período de 5; 10 e 15 dias, conforme metodologia descrita por Paes (1991), Santos e Lopez (1998), Farias Sobrinho et al. (2005) e Paes et al. (2005), tendo 50 cm da base das peças permanecido submersa na solução. Para o sucesso dos tratamentos as peças de bambu foram colocadas na solução com menos de 24 horas após o abate, uma vez que, conforme Azzini e Beraldo (2001) e Beraldo (2001), os colmos devem estar úmidos.

Após os tratamentos preservativos utilizados, as peças foram empilhadas, em local sombreado e ventilado, por 30 dias. Depois de secas, foram retirados discos de $\pm 2,5$ cm de espessura, em três posições nas peças (50 cm da base, meio do comprimento e 10 cm do topo) (Figura 1).

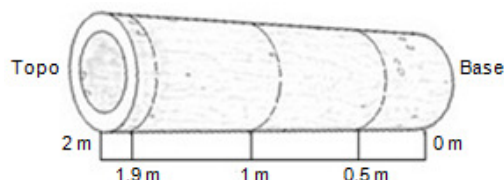


Figura 1- Posições onde foram retirados os discos para as análises.

Nos discos obtidos foram realizadas análises químicas para a determinação da penetração do CCB nas peças tratadas, conforme metodologia descrita por Paes (1991), Farias Sobrinho et al. (2005) e Paes et al. (2005).

A penetração do CCB foi avaliada para o elemento cobre e boro. Para tanto, foram aplicados nos discos uma solução de cromo-azuroil S (determinação do elemento cobre) e uma solução de álcool polivinílico e outra de iodeto de potássio (determinação do elemento boro), preparadas conforme metodologia descrita por Paes (1991), Farias Sobrinho et al. (2005) e Paes et al. (2005). Para aplicação das soluções foram utilizados pincéis. A penetração do CCB na peça foi por meio de notas, sendo considerada a média da nota atribuída por cinco pessoas, de acordo com os padrões de penetração apresentado por Sales-Campos (2003), sendo a penetração nula (nota = 0), penetração vascular (1), penetração parcial irregular (2), penetração parcial periférica (3) e penetração total (4) (Figura 2).

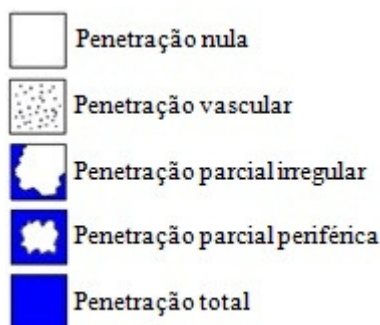


Figura 2- Padrões de penetração. Fonte: Sales-Campos, (2003).

Para a avaliação dos resultados das características físicas, foram empregadas médias e desvios padrão. Na avaliação do tratamento preservativo foram empregadas quatro repetições por idade e método de tratamento. Neste caso, foi empregado um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, em que foram analisados os métodos de tratamento (dois níveis); concentração (dois níveis) e tempo de tratamento (três níveis); e posições nas peças (três níveis).

A análise estatística dos dados foi processada por meio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), sendo os dados médios das notas de penetração transformados em raiz quadrada (nota + 0,5). Esta transformação dos dados, sugerida por Steel e Torrie (1980) foi necessária quando da necessidade de homogeneizar as variâncias. Foi empregado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para os fatores e interação detectados como significativos pelo teste de F.

Resultados

As peças submetidas aos tratamentos apresentam dimensões semelhantes, tendo o diâmetro variando de 10,83 a 11,61 cm e a espessura média da parede dos colmos variado de 9,99 a 12,47 mm (Tabela 1).

Tabela 1- Diâmetro das peças (cm) e espessura da parede dos bambus (mm) submetidos aos tratamentos conforme tempo de tratamento (dias)

Tempo Tratamento (Dias)	Diâmetro Peças (cm)	Espessura Parede Peças (mm)		
		Base	Topo	Média
5	11,00	10,06	10,40	10,23
10	10,83	9,97	10,01	9,99
15	11,61	12,42	12,52	12,47

Na Tabela 2 constam as características físicas dos colmos, nota-se o teor de umidade, densidade básica e a retratibilidade foram homogêneos entre os tratamentos.

Tabela 2- Características físicas dos colmos/peças empregadas no tratamento

Tempo Tratamento (Dias)	Teor Umidade (%)	Densidade Básica (g.cm ⁻³)	Retratibilidade Volumétrica (%)
5	64,67±7,71	0,71±0,11	18,65±9,80
10	54,46±6,95	0,76±0,11	14,01±5,72
15	79,93±8,07	0,68±0,10	17,93±4,50

Na Tabela 3 constam as médias da penetração de cobre para os tratamentos testados. Observa-se que há diferença na penetração entre tratamentos, concentração da solução preservativa, tempo de tratamento e posições nas peças onde foram retirados os discos para as análises.

Na Tabela 4 constam as médias da penetração de boro para os tratamentos testados. Observa-se que houve variação menor, quando comparado a Tabela 3, na penetração em função do método de tratamento empregado, concentração da solução preservativa, tempo de tratamento e posições nos discos.

Tabela 3- Penetração de cobre por método de tratamento, concentração, tempo e posição nas peças tratadas

Tratamento	Concentração (%)	Tempo Tratamento (dias)	Penetração na peça para cada posição (Média das notas)		
			Base	Meio	Topo
Diafragma Íntegro (1)	1	5	0,65 ± 0,19	0,35 ± 0,10	0,25 ± 0,19
		10	0,80 ± 0,16	0,40 ± 0,37	0,00 ± 0,00
		15	0,95 ± 0,19	0,20 ± 0,28	0,10 ± 0,12
	3	5	0,80 ± 0,28	0,50 ± 0,20	0,00 ± 0,00
		10	1,30 ± 0,42	0,60 ± 0,28	0,10 ± 0,12
		15	0,95 ± 0,25	0,50 ± 0,48	0,05 ± 0,10
Diafragma Rompido (2)	1	5	1,00 ± 0,16	0,80 ± 0,16	0,25 ± 0,25
		10	1,45 ± 0,77	1,00 ± 0,67	0,40 ± 0,28
		15	1,25 ± 0,19	0,90 ± 0,20	0,20 ± 0,16
	3	5	1,95 ± 1,37	0,90 ± 0,12	0,35 ± 0,34
		10	2,95 ± 1,28	1,05 ± 0,19	0,55 ± 0,19
		15	2,30 ± 0,38	1,30 ± 0,26	0,95 ± 0,41

Tabela 4- Penetração de boro por método de tratamento, concentração, tempo e posição nas peças tratadas

Tratamento	Concentração (%)	Tempo Tratamento (dias)	Penetração na peça para cada posição (Média das notas)		
			Base	Meio	Topo
Diafragma Íntegro (1)	1	5	2,65 ± 0,34	1,60 ± 0,59	1,50 ± 0,62
		10	2,95 ± 0,50	1,65 ± 0,62	0,75 ± 0,38
		15	2,95 ± 0,34	1,60 ± 0,33	0,85 ± 0,41
	3	5	2,45 ± 0,72	1,75 ± 0,53	0,55 ± 0,44
		10	3,35 ± 0,60	2,10 ± 0,12	1,55 ± 0,19
		15	3,5 ± 0,58	1,90 ± 0,66	0,40 ± 0,57
Diafragma Rompido (2)	1	5	2,70 ± 0,90	1,15 ± 0,68	0,80 ± 0,71
		10	2,10 ± 0,68	0,95 ± 0,19	0,70 ± 0,38
		15	3,05 ± 0,68	1,65 ± 0,91	0,85 ± 0,30
	3	5	3,40 ± 0,71	2,00 ± 0,71	0,70 ± 0,58
		10	2,75 ± 1,01	1,45 ± 1,58	0,85 ± 0,81
		15	2,25 ± 0,85	1,35 ± 0,98	0,75 ± 0,19

As médias dos parâmetros que foram significativos (tratamento 1 – posição na peça e a interação entre tempo e concentração e tratamento 2 – posição na peça) foram analisadas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabelas 5).

As médias dos parâmetros que foram significativos (tratamento 1 – posição na peça e tratamento 2 – tempo e interação entre posição e concentração) foram analisadas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabelas 6).

Tabela 5- Comparações entre penetrações (notas) do boro para concentração, tempo e posição nas peças para os tratamentos analisados

Tratamento 1 (Diafragma Íntegro)		
Posição nas peças	Penetração	
1 (Base)	1,85 a	
2 (Meio)	1,49 b	
3 (Topo)	1,16 c	
Tempo (dias)	Concentração (%)	
	1	3
5	1,53 Aa	1,40 Ab
10	1,47 Ba	1,67 Aa
15	1,48 Aa	1,48 Ab
Tratamento 2 (Diafragma Rompido)		
Posição nas peças	Penetração	
1 (Base)	1,77 a	
2 (Meio)	1,35 b	
3 (Topo)	1,11 c	

As médias seguidas por uma mesma letra não difere estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$).

Tabela 6- Comparações entre penetrações (notas) do cobre para concentração, tempo e posição nas peças para os tratamentos analisados

Tratamento 1 (Diafragma Íntegro)		
Posição nas peças	Penetração	
1 (Base)	1,18 a	
2 (Meio)	0,94 b	
3 (Topo)	0,75 c	
Tratamento 2 (Diafragma Rompido)		
Tempo Tratamento (Dias)	Penetração	
5	1,13 b	
10	1,26 a	
15	1,25 a b	
Posição nas peças	Concentração (%)	
	1	3
1 (Base)	1,30 Ba	1,67 Aa
2 (Meio)	1,17 Aa	1,25 Ab
3 (Topo)	0,87 Bb	1,04 Ac

As médias seguidas por uma mesma letra não difere estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$).

A análise de variância acusou diferença significava entre tratamentos apenas para o cobre. As médias de penetração para os tratamentos foram analisadas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 7).

Tabela 7 - Comparações entre penetrações para o elemento cobre (mm) para os tratamentos.

Tratamento	Penetração
1 (Diafragma Íntegro)	1,18 B
2 (Diafragma Rompido)	1,49 A

As médias seguidas por uma mesma letra não difere estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$).

Discussão

Para as características físicas analisadas notou-se que a umidade das peças empregadas variou de 54,46 a 79,93%, a densidade de 0,68 a 0,76 g.cm⁻³ e a retratibilidade de 14,01 a 18,65%. A variação observada pode estar relacionada a diferença de idade das hastes empregadas, em que hastes mais novas tendem a terem menos umidade, densidade e, conseqüentemente maior retratibilidade. Dentre as características avaliadas, a umidade pode ser um fator preponderante no tratamento das peças (AZZINI e BERBALDO, 2001).

A tratabilidade das hastes foi influenciada pelo método de tratamento empregado. As hastes que tiveram os diafragmas rompidos apresentaram uma melhor penetração do cobre para a posição analisada.

Para todos os tratamentos empregados, o tempo de cinco dias apresentou uma menor penetração e os tempos de 10 e 15 dias apresentaram resultados semelhantes. Diante disto, pode-se afirmar que a diferença de umidade das peças não influenciou significativamente a penetração da solução, uma vez que a menor umidade foi encontrada para as peças submetidas a 10 dias no tratamento.

A concentração de 3% proporcionou uma melhor distribuição e penetração dos elementos cobre e boro nas peças tratadas. Esta confirmação não colabora com o recomendado por Santos e Lopes (1998) e Beraldo e Azzini (2001), que afirmam que uma concentração de 1%, preparada com sulfato de cobre, dicromato de sodio e ácido bórico (CCB) é uma concentração recomendável para o tratamento de peças de bambu submetidas ao método de substituição de seiva.

Para os tratamentos avaliados, a penetração alcançada pelas amostras retiradas na posição 1 (base das peças, nível da solução de tratamento) apresentou uma maior penetração.

Conclusão

O prolongamento do tempo de tratamento superior a 10 dias não causou melhorias na penetração da solução preservativa nas peças.

O aumento da concentração da solução proporcionou uma melhor penetração do CCB nas peças tratadas.

A hastes que tiveram seus diafragmas rompidos apresentaram um melhor penetração de cobre na base das mesmas.

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que os métodos de tratamento testados proporcionaram uma penetração pouco satisfatória nas peças.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**. Projeto de estruturas de madeira. Anexo B - Ensaio de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107p.
- AZZINI, A.; BERVALDO, A.L. **Métodos práticos para utilização do bambu**. Campinas: UNICAMP, 2001. 14p.
- BERVALDO, A.L. **Relatório FAPESP**. Campinas: FAPESP, 2001. 45p.
- BERVALDO, A.L.; AZZINI, A. **Bambu: características e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 128 p.
- DA SILVA, O.F. **Estudo sobre a substituição do aço liso pelo *Bambusa vulgaris*, como reforço de vigas de concreto, para o uso em construções rurais**. 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.
- FARIAS SOBRINHO, D.W.; PAES, J.B.; FURTADO, D.A. Tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.), pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 225-236, 2005.
- PAES, J.B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab.** 1991. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.
- PAES, J.B.; MORESCHI, J.C.; LELLES, J.G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) pelo método de substituição da seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 75-86, 2005.
- RIVERO, L. A. **Laminado colado e contraplacado de bambu**. 2003. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade de Campinas, Campinas, 2003.
- SALES-CAMPOS, C.; VIANEZ, B.F.; MENDONÇA, M.S. Estudo da variabilidade da retenção do preservante CCA tipo A na madeira de *Brosimum rubescens* Taub. Moraceae – (pau-rainha) uma espécie madeireira da região Amazônica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.6, p.845-853, 2003.
- SANTOS, R. L.; LOPES, J.D.S. **Construções com bambu: opção de baixo custo**. Viçosa: Centro de Produções Técnica, 1998. 40p. (Série Construções Rurais, 160).
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2. ed. New York: Mc-Graw Hill, 1980. 633 p.
- VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 1).