



AValiação DA PENETRAÇÃO DE BORO EM MADEIRAS DE EUCALIPTO PELO MÉTODO DE DIFUSÃO POR BASTONETES

¹Jaciara Dias Macedo (jaciariadiasmacedo@hotmail.com); ¹Edy Eime Pereira Baraúna (ebarauna@ica.ufmg.br); ¹Marcony Neres (marconyneres@yahoo.com.br); ²Thiago Campos Monteiro (tcmforest@yahoo.com); ²Thiago Magalhães do Nascimento (thiagom.n@outlook.com); ³Thawane Rodrigues Brito (thawrodrigues@hotmail.com);

¹Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

Tecnologia da madeira/Avenida Universitária, 1000, bairro universitário. Montes Claros- MG. CEP: 39.404-547

²Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

Tecnologia da madeira/Avenida Universitária, 1000, bairro universitário. Montes Claros- MG. CEP: 39.404-547

³Universidade Federal de Lavras

Departamento de Ciências Florestais- Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira/
Avenida Doutor Sylvio Menicucci, 1001, bairro Kennedy. Lavras- MG. CEP: 37.200-000

RESUMO: A madeira é um material orgânico estando sujeito a deterioração quando se encontra em uso, por isso há uma preocupação para manter a preservação da mesma. E tratar a madeira é necessário buscar preservativos menos agressivos ao meio ambiente, os quais podemos citar as soluções de boro, que apresenta um amplo espectro de toxicidade para diversos organismos, sendo, no entanto para mamíferos e meio ambiente não tóxicos. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a difusão do boro na madeira de *Eucalyptus cloeziana*. Para isso utilizou-se discos de madeira com 5 cm de espessura, os quais foram perfurados e inseridos bastonetes de boro compostos de ácido bórico e boráx. Após isso, os discos foram acondicionados em sacos plásticos por 20 dias. Transcorrido este período os discos foram submetidos ao teste colorimétrico para classificação da penetração do produto na madeira. Notou-se que a difusão foi satisfatória, sendo maior no topo que na base. Pode-se concluir que o método de preservação por meio de bastonete é previamente eficiente, porém torna-se necessário a realização da quantificação para confirmação da sua eficiência.

Palavras Chaves: preservação, *Eucalyptus cloeziana*, teste colorimétrico, deterioração.

STUDY OF BORON PENETRATION ON EUCALYPTUS WOOD USING THE DIFFUSION METHOD BY RODS

ABSTRACT: Wood is an organic material which is subject to deterioration when in use. Therefore, there is a concern to maintain it preserved. Finding less aggressive preservatives to the environment is needed when it comes to wood treating. Boron solutions are an example, which shows a broad toxicity range for a variety of organisms, except for mammals and for the environment. This research aims to evaluate boron diffusion on *Eucalyptus cloeziana* wood. Thereunto, 5cm wood discs were used, which were perforated and boron rods composed by boric acid and borax were inserted. Afterward, the discs were packed for 20 days in plastic bags. Thereafter, the discs were submitted to a colorimetric test in order to rate the product penetration on wood. The diffusion was satisfactory, also being higher at the top when compared with the base. It has been concluded that the preservation method by rods is apparently efficient. However, it is needed to quantify in order to confirm its efficiency.

Key words: preservation, *Eucalyptus cloeziana*, colorimetric test, deterioration

1. INTRODUÇÃO

A madeira por ser um material orgânico e de importância para o homem, existe uma preocupação em aumentar a sua longevidade bem como manter a sua preservação (SANTOS *et al.*, 2010).

A madeira, em seu estado natural, apresenta resistência, que pode ser classificada em alta, média e baixa, a diversos fatores bióticos e abióticos. Quando se encontra em uso está exposta aos organismos xilófagos e intempéries, o que causa danos econômicos. Podemos ressaltar que o cerne, região geralmente mais escura do tronco, apresenta maior durabilidade quando comparada ao alburno, que representa a parte nutritiva e mais susceptível (GOMES; FERREIRA, 2002; NUNES, 2014; GONÇALVES *et al.*, 2013).

A baixa resistência da madeira é o principal fator que limita o uso de diversas espécies florestais. Para o aumento da sua durabilidade é extremamente importante à realização do tratamento da mesma, devendo este ser previamente definido e controlado, além do conhecimento da espécie e da composição da solução do tratamento que proporcionará maior resistência contra o ataque de agentes deterioradores (VIDAL, 2011).

Juntamente com os questionamentos ambientais, vieram mudanças nas formas de tratamento da madeira, buscando biocidas menos agressivos e com maior eficiência, bem como uso de tecnologias que reduzam o impacto ambiental (RAMOS, 2003).

Segundo Rocha (2001), um bom preservativo deve ter uma baixa toxidez aos organismos não xilófagos, ter uma boa fixação, não causar alteração das características madeireira, não apresentar características inflamáveis, ser economicamente viável e com facilidade de compra.

Mediante aos diversos preservantes químicos, os compostos de boro destacam na ação contra os organismos que degradam a madeira (NUNES, 2014), apresentando vantagens como não volatilização e invisibilidade na peça (RAMOS, 2003).

Preservativos contendo o boro como princípio ativo, atuam através de um processo químico que ira interromper o ataque de agentes deterioradores na parte externa e interna da madeira (SANTOS *et al.*, 2010).

O uso de compostos de boro traz consigo vantagens como a alta toxicidade para organismos deterioradores e baixa toxicidade a mamíferos e ao meio ambiente. Seus resíduos podem ser tratados como insignificantes devido a sua ocorrência em elevados níveis na natureza, sendo o boro um micronutriente do solo além de sua ocorrência em águas não poluídas (RAMOS, 2003). Uma limitação do seu uso está na fácil lixiviação, exigindo que madeiras tratadas com boratos estejam acima do solo e da água (GALVÃO *et al.*, 2004).

De acordo com Galvão *et al.* (2004), os preservantes a base de boro são amplamente utilizados nos processos de difusão devido as suas características de fácil solubilidade e penetração na madeira. O processo ocorre por diferença de concentração, havendo migração do meio mais concentrado para o menos concentrado. Para que a difusão ocorra sem interrupção a madeira deve estar com elevado teor de umidade, pois em estado seco pode ocorrer o bloqueio do movimento capilar do preservante (MENDES; ALVES, 1988).

Os bastonetes de boro que agem pelo princípio da difusão, são usados para tratamento e retratamento da madeira, liberando os biocidas na região de aplicação dos bastões, podendo ser usados externamente através de bandagens ou na parte interna da madeira por meio de perfurações na tora de modo a acoplar o bastonete (PIRES *et al.*, [201-?]). A identificação da penetração do produto é feita por meio de teste colorimétrico, realçando com coloração o campo de penetração do produto (VIDOR, 2011).

O tratamento de madeira no país é recente, começando a ser difundido em 1909, logo após o início do investimento em eucaliptos para uso em postes, iniciando então pesquisas e desenvolvimento de métodos de preservação chegando ao que temos atualmente (GALVÃO *et al.*, 2004).

O uso do gênero *Eucalyptus* no decorrer dos anos vem sendo intensificado em razão das suas características que permite o uso para diversos fins, como serraria, mourões e

recuperação de áreas degradadas (MORA; GARCIA, 2000). Com a diversificação do uso madeireiro revela-se a importância dos estudos e ensaios envolvendo o tratamento das mesmas.

O eucalipto compõe a espécie florestal mais cultivada no Brasil, plantadas normalmente em solos com baixa fertilidade e baixa pluviosidade. Acredita-se que essa seja uma característica evolutiva, sendo o eucalipto originário da Austrália, onde grande parte dos solos é pobre principalmente em fósforo, nutriente essencial para o desenvolvimento de plantas (MORA; GARCIA, 2000; RODRIGUES *et al.*, 2005).

Por se tratar de um gênero que apresenta rápido crescimento, boa produtividade e grande quantidade de espécies, as madeiras advindas de reflorestamentos são consideradas importantes para redução da pressão sobre as matas nativas, tendo o eucalipto como uma madeira alternativa para diversas madeiras nacionais (MORA; GARCIA, 2000).

Oliveira e Hellmeister (1998) relatam que o início das florestas plantadas do Brasil foram incentivadas com foco na produção de fibras para a indústria de papel e celulose e como carvão para indústria siderúrgica, no entanto, é perceptível atualmente o uso da madeira vinda do eucalipto em diversos fins, como produção de chapas de fibras, postes, mourões e dormentes.

2. OBJETIVO

Objetivou-se com esse trabalho realizar o tratamento de 10 discos de clones de *Eucalyptus cloeziana* com bastões de boro, avaliando a sua penetração por meio da difusão e a viabilidade do método de preservação.

3. METODOLOGIA

A madeira de *Eucalyptus cloeziana* utilizada nesse experimento foi obtida de um reflorestamento de seis anos, situado na Fazenda Caixão Grande no município de Novorizonte, Norte de Minas Gerais.

3.1 COLETA DAS AMOSTRAS

Foram obtidos dez discos provenientes de cinco árvores (DAP \geq 15 cm), sendo dois discos de cinco centímetros de espessura de cada árvore, nas alturas correspondentes a 2,1 e 3,2 metros.

3.2 CONFECÇÃO DOS BASTONETES DE BORO

Os bastonetes de boro (Figura 1) foram confeccionados com Bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) seco, na concentração 99,5, e umedecido com água destilada. Após a mistura adquirir consistência, utilizou-se um tubo de vidro para dar forma aos bastonetes. Por fim, estes foram colocados sobre papel toalha para secagem ao ar livre. Cada bastonete apresentava 0,6 cm de diâmetro, 3 cm de comprimento e peso total equivalente a 1,65 g.

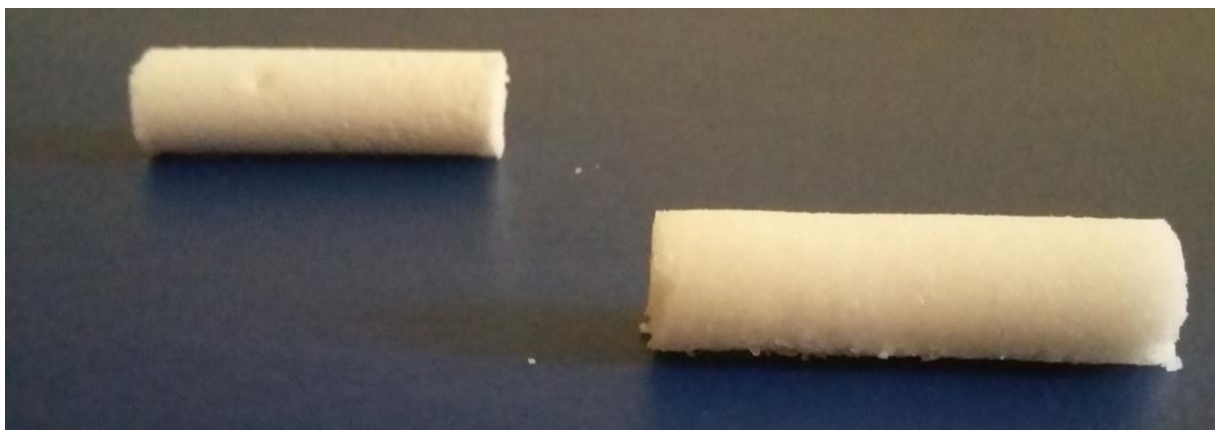


Figura1. Bastonetes de Boro.

3.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Para alocação dos bastões, os discos foram perfurados em quatro pontos perpendiculares (Figura 2), utilizando-se broca de 0,8 cm até a profundidade de 3,5 cm. Em seguida, os bastonetes foram inseridos e os furos fechados com serragem e cola.

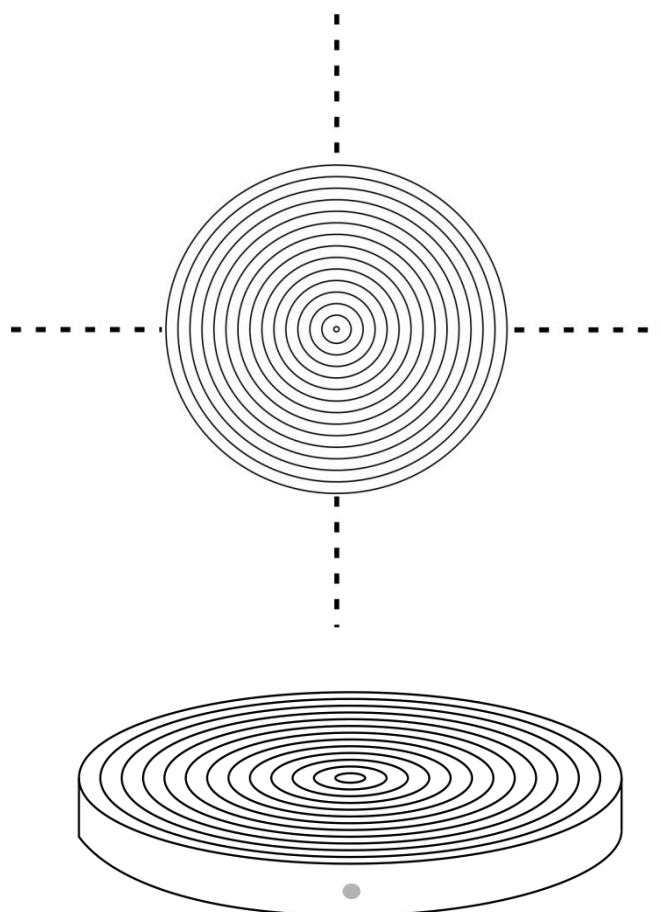


Figura 2. Esquema da confecção dos furos.

Após a colocação dos bastonetes, os discos foram embalados em sacos plásticos para atenuar a perda de umidade. Transcorrido o período de 20 dias, os discos foram secos em estufa a 40, 60, 80 e 100°, aumentando gradativamente à medida que as amostras adquiriam massa constante. Posterior a secagem, a secção transversal dos discos foram lixados para proporcionar melhor visualização dos resultados.

Para avaliação da penetração do boro na madeira, foi empregado o método qualitativo descrito por Williams (1969) que preconiza o uso de duas soluções:

- A) Solução de curcumina:
 - 0,12 g de curcumina;
 - 100 ml de etanol.
- B) Solução de ácido salicílico:
 - 6 g de ácido salicílico;
 - 20 ml de ácido clorídrico concentrado;
 - 180 ml de etanol.

O procedimento foi realizado segundo a metodologia proposta por Williams (1969), sendo inicialmente pulverizada a solução de curcumina em toda área transversal dos discos. Após 20 minutos, pulverizou-se a solução de ácido salicílico (FIGURA 3). Decorrido um tempo de 10 minutos, examinou as amostras para a verificação da formação da cor avermelhada que indica a presença de boro.

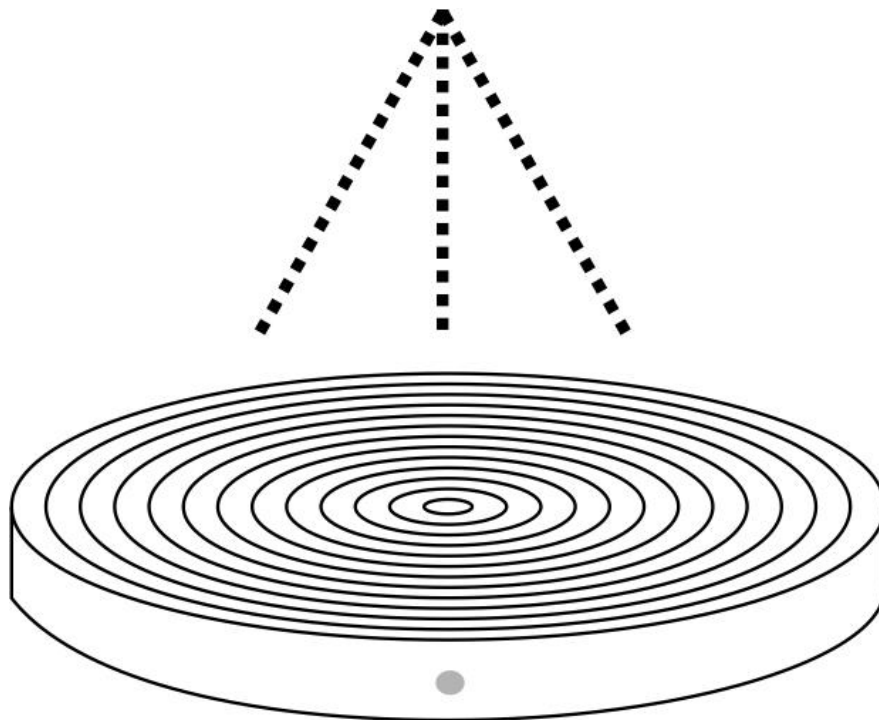


Figura 3: Pulverização das soluções sob as amostras.

3.4 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

A difusão do Boro na amostra foi mensurada utilizando o software CorelCAD, no qual foi determinada a área e a porcentagem da difusão na secção transversal. Em seguida, utilizou-se a software R para realizar a análise estatística comparando a difusão nos discos da base e topo da árvore.

4. RESULTADOS

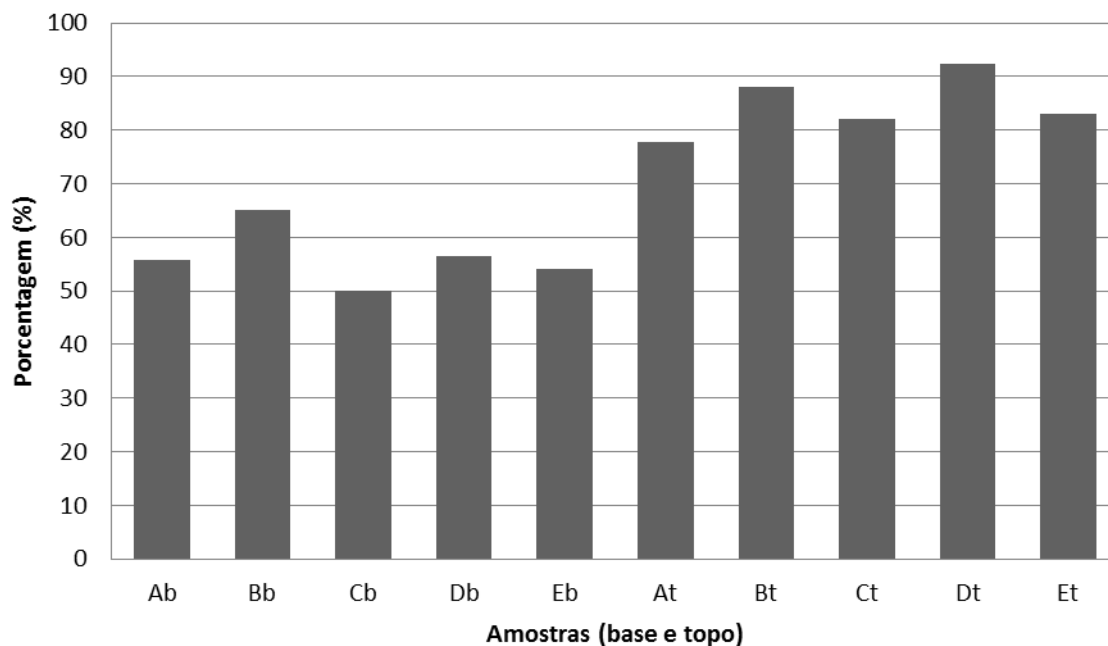
Após a análise das amostras, foi possível a obtenção da área penetrada, a qual pode ser visualizada na tabela 1 e gráfico 1, bem como a análise estatística (TABELA 2), permitindo a comparação entre as árvores identificando se houve ou não diferença estatística entre elas.

Tabela 1 Dados das amostras

	Área total	Área de penetração (cm ²)	Área tratada (%)
Base			
A	2.827,34	1.575,36	55,72
B	2.531,13	1.650,07	65,19
C	2.098,30	1.050,14	50,05
D	2.296,61	1.296,33	56,45
E	2.076,83	1.122,93	54,07
Topo			
A	2.162,89	1.684,00	77,86
B	1.645,59	1.449,70	88,10
C	1.370,36	1.125,89	82,16
D	1.678,64	1.552,29	92,47
E	1.666,35	1.382,56	82,97

As letras A, B, C, D, E, indica as árvores, sendo um total de 5 árvores amostradas.

Gráfico 1 Área penetrada nos discos da base e do topo



Ab: Árvore A base; At: Árvore A topo; Bb: Árvore B base; Bt: Árvore B topo; Cb: Árvore C base; Ct: Árvore C topo; Db: Árvore D base; Dt: Árvore D topo; Eb: Árvore E base; Et: Árvore E topo; cores cinza indicam o topo e cor preta indica base.

A difusão do Boro nas amostras obtidas na base e no topo são diferentes estatisticamente para $\alpha= 5\%$, tendo o topo apresentado maior média, demonstrando que o tratamento teve maior eficiência nesta posição (TABELA 2). Esta diferença ocorre devido a relação cerne/alburno, uma vez que, o alburno é a parcela em que o produto é penetrado através dos métodos convencionais de preservação, sendo o cerne impermeável devido, principalmente, as taxas de extrativos presentes na madeira (LEPAGE *et al.*, 1986).

Tabela 2 Resultado da estatística

Posição	Média	Quadrado médio	Valor de F	CV(%)
<i>Topo</i>	85,712	2.018,7	64,19 **	6,67
<i>Base</i>	56,296	31,4		9,87

É observado que as árvores B e D apresentaram maior porcentagem de penetração tanto no topo (FIGURA 1) quanto na base (FIGURA 2).

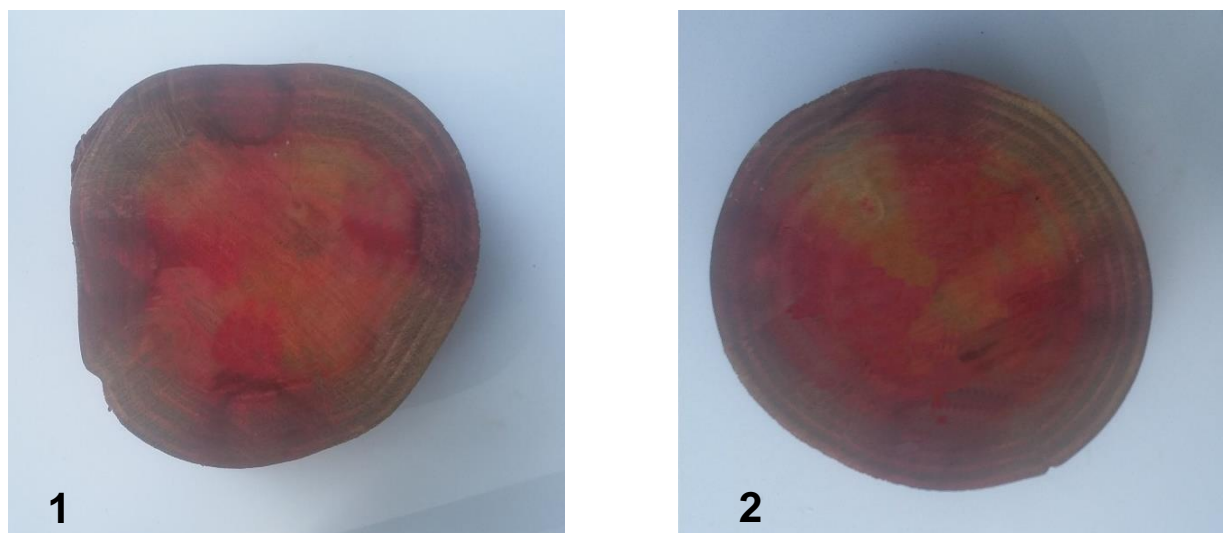


Figura 2 Imagens dos discos do topo

1: topo da árvore B (88,10%); 2: topo da árvore D (92,47%)

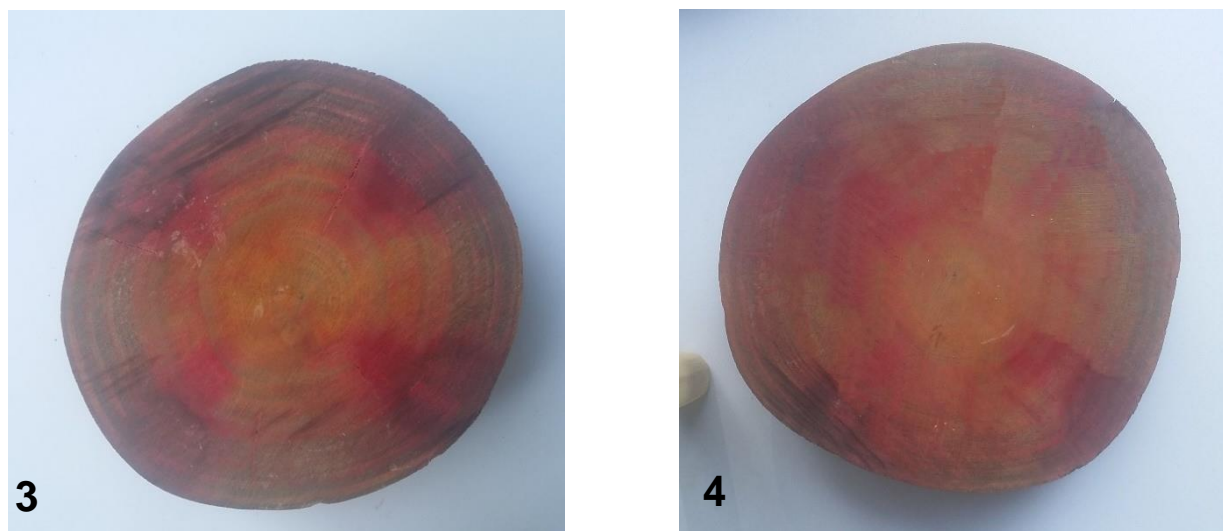


Figura 3 Imagens dos discos da base

3: base da árvore B (65,19); 4: base da árvore D (56,45).

5. CONCLUSÃO

Mediante aos dados obtidos, pode-se observar que existe algumas variações dentre as árvores quando observa apenas as taxas de penetração, entretanto, quando analisa a árvore no seu sentido base e topo, nota-se que há uma distribuição homogênea. O uso do bastonete para tratamento de madeira mostrou-se previamente um bom método, necessitando realizar uma análise de retenção e anatomia da amostra para a confirmação, proporcionando assim uma ampla visualização da eficiência do tratamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GALVÃO, A. P. M.; MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, P. P. Processos práticos para preservar a madeira. Embrapa. ISSN 1679- 2599. Colombo. Paraná. 2004.
- GOMES, J. I.; FERREIRA, G. C. Durabilidade natural de quatro madeiras amazônicas em contato com o solo. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Comunicado técnico. ISSN 1517-2244. Belém. 2002.
- GONÇALVES, F. G.; PINHEIRO, D. T. C.; PAES, J. B.; CARVALHO, A. G.; OLIVEIRA, G. L. Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. **Revista Floram**, v.20, n. 1, p. 110-116, jan/mar, 2013.
- LEPAGE, E. S. et al. **Manual de Preservação de Madeiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1986. 708 p.
- MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. 1. ed. Brasília: IBDF/DPq-LPF, 1998. 58p.
- MORA, A. L; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 50p.
- NUNES, A. M. **Influência de compostos de boro nas propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus* sp.** 2014. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, Gurupi, 2014.
- OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C. **Caracterização da madeira de eucalipto para construção civil**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. 1. ed. São Paulo: EPUSP, 1998. 52p.
- PIRES, M.; DEDAVID, B. A.; CRUZ, M.; VIDOR, F. L.; GABIATTI, A., MONTANI, P.; BARTHOLOMEU, A. Otimização de processos de inspeção e retratamento de postes de madeira em serviço em linhas de distribuição de energia elétrica. PUCRS. [201-?] Disponível em: < <http://www.mfap.com.br/pesquisa/arquivos/20110930093335-437.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2015.
- RAMOS, A. M. D. **Estudos para a fixação do boro na madeira com vista á sua preservação**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11244/2/Texto%20integral.pdf>> . Acesso em: 27 ago. 2015.
- ROCHA, M. P. **Biodegradação e preservação da madeira**. 5. ed. Curitiba: UFPR, 2001. 94p.

RODRIGUES, E. F. G.; BARROS, N. F.; RODRIGUES, A. C. G.; SANTOS, G. A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 893-901, 2015.

SANTOS, F. S.; SANTOS, H. S.; FERRARINI, S. F.; AZEVEDO, C. M. N.; PIRES, M. J. R. Determinação do teor de boro em preservantes e em madeiras tratadas. In: Salão de Iniciação Científica PUCRS, XI, 2010, Rio Grande do Sul. **Anais eletrônicos...** Rio Grande do Sul: PUCRS, 2010. Disponível em: < http://www.pucrs.br/edipucrs/XISalaolC/Ciencias_Exatas_e_da_Terra/Quimica/83709-FERNANDASANTOSDOSSANTOS.pdf>. Acesso em: 08 set. 2015.

VIDAL, J. M. **Aplicação de um quaternário amoniacal visando melhorar o desempenho da madeira tratada com octaborato de sódio**. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa: Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-22032012-082225/pt-br.php>>. Acesso em: 15 set. 2015.

VIDOR, F. L. R. **Avaliação da vida útil de postes de madeira de eucalipto em serviço de distribuição de energia elétrica**. 2011. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Tecnologia de materiais)- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3270/1/000431796-Texto%2bCompleto-0.pdf>>. Acesso em 18 nov. 2015.