

JUAREZ BENIGNO PAES

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.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de "Mestre em Ciências Florestais" no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA
1991

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentado pelo candidato **JUAREZ BENIGNO PAES**, sob o título "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." para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS**, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

Observação:

O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 28 de junho de 1991



Jose Gabriel Lellis
Prof. M.Sc. Jose Gabriel Lellis
Primeiro Examinador

Ivan Tomeselli
Prof. Dr. Ivan Tomeselli
Segundo Examinador

João Carlos Moreschi
Prof. Dr. João Carlos Moreschi
Presidente da Banca

BIOGRAFIA

Natural de Bom Jardim - RJ, Juarez Benigno Paes, filho de Arnaldo Paes e Izaura da Conceição Emmerich Paes. Casado com Vilma de Fátima Tibúrcio Paes, tem três filhos: Thalita, Brahmani e Thamires.

Em 1969, concluiu a primeira fase do 1º grau no Grupo Escolar Ramiro Braga, ingressando no Colégio Santo Agostinho, finalizando o 1º grau em 1973.

Em 1976, concluiu o Curso Técnico em Contabilidade na Escola Técnica de Comércio Friburguense. Em 1978, concluiu o Curso de Técnico em Análises Químicas, no Colégio Cefel.

Em 1984, graduou-se em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa.

Em 1985, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Em agosto de 1986, foi contratado como professor

através de Concurso Público, pela Universidade Federal da Paraíba, no Departamento de Engenharia Florestal, Campus VII - Patos - PB, onde vem exercendo suas atividades profissionais.

Ao meu pai, Arnaldo.

À minha mãe, Izaura (in memoriam).

Aos meus irmãos, José Alfredo e Sebastião Celso,
e ao "irmão" Carlos Roberto.

À minha esposa, Vilma.

Aos meus filhos, Thalita, Brahmani e Thamires.

Afetuosamente dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade em realizar o curso, a nível de mestrado, na Área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Ao Professor Dr. João Carlos Moreschi, por sua valiosa orientação, sugestões, compreensão e amizade.

Aos co-orientadores, Professor Dr. Amauri Simioni, por suas sugestões e críticas e ao Professor M.Sc. José Gabriel de Lelles pela amizade, por ter me incentivado em Preservação de Madeiras, por suas sugestões e críticas.

Ao Professor Dr. Carlos Bruno Reissmann, da UFPR pelo seu empenho nas leituras no espectrofotômetro.

Ao Departamento de Engenharia Florestal da UFPB, em especial a Professora M.Sc. Ghislaine Miranda, por me substituir em minhas atividades, em parte do período em que me ausentei. Ao Professor M.Sc. Carlos Roberto de Lima por

suas sugestões.

A CAPES e CAPES/PICD, pelo apoio financeiro proporcionado.

A Montana Química S.A., pelas sugestões e doação do produto preservativo utilizado nesta pesquisa.

A Trombini Florestal S.A., pela doação das madeiras e apoio, durante o decurso do trabalho de campo.

Ao Dr. Moacyr Litmann, Alba Química Indústria e Comércio Ltda., pela doação do reagente álcool polivinílico.

Ao Professor Dr. Carlos Cardoso Machado, pela amizade e valiosa ajuda no processamento dos dados.

Ao engenheiro Virgílio Miguel S. Tibúrcio e a Cristina Pacheco pelo auxílio na confecção dos desenhos, e ao Sr. Valtecir Germano S. Tibúrcio e Sra. Leda pelo auxílio na emissão dos textos.

Ao Dr. Geraldo G. dos Reis, da UFV pela ajuda na tradução do resumo.

A minha esposa e filhos pela paciência nas horas difíceis.

As funcionárias da biblioteca do Setor de Ciências Agrárias, pela atenção e auxílio.

Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação, dos Laboratórios de Tecnologia da Madeira e da marcenaria, pela atenção e amizade.

Aos colegas Wilson A. Barroso, Gumerindo S. Lima e Gláucia A. Prates, pela amizade e colaboração nas coletas dos dados de laboratório. Finalmente, a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xiv
LISTA DE CÓDIGOS E SIGLAS	xvi
RESUMO	xvii
SUMMARY	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. FATORES QUE AFETAM A PENETRAÇÃO E ABSORÇÃO DE PRESERVATIVOS NA MADEIRA	4
2.1.1. Influência dos Elementos Vasculares (Vasos/ Poros)	4
2.1.2. Influência do Tecido Radial	5
2.1.3. Influência da Relação Alburno/Cerne	7
2.1.4. Influência da Permeabilidade da Madeira	8
2.2. MÉTODOS PRÁTICOS PARA TRATAMENTO PRESERVATIVO DA MADEIRA VERDE	9
2.2.1. Processo de Difusão Simples por Imersão	9

2.2.2. Processo de Substituição da Seiva por Transpiração Radial	13
2.3. ALGUMAS EXPERIÊNCIAS SOBRE TRATAMENTO DE MOIRÕES DE EUCALIPTO, COM O PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO DA SEIVA	17
2.4. ANÁLISES PARA A AVALIAÇÃO DA TRATABILIDADE DA MADEIRA	18
2.4.1. Penetração da Solução Preservativa na Madeira ..	19
2.4.2. Absorção e Retenção do Preservativo pela Madeira	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1. ESPÉCIES DE MADEIRA UTILIZADAS	23
3.2. PROCEDÊNCIA E COLETA DA MADEIRA	23
3.3. PREPARO DOS MOIRÕES	24
3.4. PRODUTO PRESERVATIVO UTILIZADO	25
3.5. PREPARO DAS SOLUÇÕES PRESERVATIVAS	26
3.6. TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS MOIRÕES	26
3.6.1. Processo de Substituição da Seiva ou Transpiração radial (Capilaridade)	27
3.6.2. Processo de Difusão por Imersão Prolongada	28
3.7. ANÁLISES E DETERMINAÇÕES DE LABORATÓRIO	30
3.7.1. Determinação do Volume de Madeira Tratável dos Moirões	30
3.7.2. Determinação do Teor de Umidade e da Massa Específica dos Moirões	31
3.7.3. Secagem dos Moirões Tratados	32
3.7.4. Amostragem dos Moirões Tratados	33
3.8. ANÁLISES QUÍMICAS DAS AMOSTRAS	36
3.8.1. Análises Químicas Colorimétricas	36
3.8.2. Análises Químicas Quantitativas	37
3.8.2.1. Determinação do volume das amostras	38

3.8.2.2. Determinação do teor de umidade médio das amostras	38
3.8.2.3. Leituras das concentrações das soluções	39
3.8.2.4. Cálculo da retenção do produto preservativo na madeira	41
3.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DAS ESPÉCIES SUBMETIDAS AOS TRATAMENTOS PRESERVATIVOS	44
4.2. TEOR DE UMIDADE E MASSA ESPECÍFICA APARENTE BÁSICA DA MADEIRA	48
4.3. VARIACIONES NO pH, VOLUME E DENSIDADE DAS SOLUÇÕES PRESERVATIVAS DURANTE OS TRATAMENTOS PRESERVATIVOS	51
4.4. DISTRIBUIÇÃO DO PRESERVATIVO NA MADEIRA	56
4.5. PENETRAÇÃO DO PRODUTO PRESERVATIVO NA MADEIRA	67
4.5.1. Penetração dos Elementos Cobre e Boro pelo Processo de Substituição da Seiva	67
4.5.1.1. Efeito do tempo de tratamento na penetração do produto preservativo	71
4.5.1.2. Efeito da concentração das soluções na penetração do produto preservativo	72
4.5.1.3. Penetração dos elementos cobre e boro em relação às posições ao longo das peças	72
4.5.1.4. Interações entre as variáveis do tratamento pelo processo de substituição da seiva	74
4.5.2. Penetração dos Elementos Cobre e Boro pelo Processo de Difusão por Imersão Prolongada	78
4.5.2.1. Efeito do tempo de tratamento na penetração do produto preservativo	81
4.5.2.2. Efeito da concentração das soluções na penetração do produto preservativo	81
4.5.2.3. Penetração dos elementos cobre e boro em relação às posições ao longo das peças	82

4.5.2.4. Interações entre as variáveis do tratamento pelo processo de difusão por imersão prolongada	83
4.5.3. Comparações dos Valores Médios de Penetração, entre os Processos Preservativos e Espécies de Madeira	87
4.6. RETENÇÃO DO PRODUTO PRESERVATIVO NA MADEIRA	88
4.6.1. Efeito do Tempo de Tratamento na Retenção do Produto Preservativo	92
4.6.2. Efeito da Concentração das Soluções na Retenção do Produto Preservativo	93
4.6.3. Retenção do Produto Preservativo em Relação às Posições nos Discos	93
4.6.4. Interações entre as Variáveis dos Tratamentos, na Retenção do Produto Preservativo	94
4.6.5. Comparações dos Valores Médios para as Retenções, entre os Processos Preservativos e Espécies de Madeira	97
4.7. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS LOCAIS, DURANTE O TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS MOIRÕES	98
5. CONCLUSÕES	100
6. RECOMENDAÇÕES	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
APÊNDICES	111
APÊNDICE 1 - Análises Estatísticas dos Resultados de Penetração, em Milímetros, dos Elementos Cobre e Boro nos Moirões de Eucalipto e de Bracatinga, Submetidos aos Processos de Tratamento	112
APÊNDICE 2 - Análises Estatísticas dos Resultados de Retenção de CCB, em Kg/m ³ , nas Madeiras de Eucalipto e de Bracatinga, Submetidas aos Processos de Tratamentos ..	129
APÊNDICE 3 - Teor de Umidade Médio dos Discos Retirados na Posição 2 dos Moirões Tratados e Secos ao Ar	138

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Condições de operação dos espectrofotômetros de absorção atômica para os elementos constituintes do preservativo utilizado	40
2. Relação entre os volumes totais, percentagem de volumes de madeira tratável e espessura média da madeira do alburno dos moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva	45
3. Relação entre os volumes totais, percentagem de volumes de madeira tratável e espessura média da madeira do alburno dos moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	46
4. Valores médios, desvios padrões e coeficientes de variação, para o teor de umidade e para a massa específica das madeiras de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva	49

5. Valores médios, desvios padrões e coeficientes de variação, para o teor de umidade e para a massa específica das madeiras de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	50
6. Quantidade de produto adicionado para manter a densidade das soluções de tratamento, no processo de difusão por imersão prolongada	53
7. Absorção (kg/m^3) e retenção (kg de CCB/ m^3) para as peças submetidas ao processo de substituição da seiva	55
8. Penetração média em milímetros para o elemento cobre, por tratamento, para as espécies eucalipto e bracatinga - processo de substituição da seiva	68
9. Penetração média em milímetros para o elemento boro, por tratamento, para as espécies eucalipto e bracatinga - processo de substituição da seiva	69
10. Interações entre as variáveis do tratamento preservativo sobre a penetração dos elementos cobre e boro, em moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva	74
11. Penetração média em milímetros para o elemento cobre, por tratamento, para as espécies eucalipto e bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	79
12. Penetração média em milímetros para o elemento boro, por tratamento, para as espécies eucalipto e	

bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	80
13. Interações entre as variáveis do tratamento preservativo sobre a penetração dos elementos cobre e boro, em moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	84
14. Retenção média em kg de CCB/m ³ de madeira de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva	89
15. Retenção média em kg de CCB/m ³ de madeira de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	91
16. Interações entre as variáveis do tratamento preservativo sobre a retenção do CCB, em moirões de eucalipto e de bracatinga - processos de substituição da seiva e de difusão por imersão prolongada	95
17. Temperaturas e umidades relativas médias locais, durante o tratamento preservativo dos moirões	99

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
1. Disposição dos moirões submetidos ao processo de substituição da seiva por transpiração radial	28
2. Disposição dos moirões submetidos ao processo de difusão por imersão prolongada	29
3. Equipamento utilizado para determinação do volume dos discos de madeira	31
4. Posições onde foram coletados os discos para as análises químicas colorimétricas	33
5. Posição onde foi retirado o disco nos moirões para as análises químicas quantitativas	34
6. Posições no disco de onde se retiraram as amostras para análises químicas quantitativas	35
7. Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de substituição da seiva	58

8.	Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de substituição da seiva	59
9.	Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de substituição da seiva	60
10.	Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de substituição da seiva	61
11.	Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de difusão por imersão prolongada	63
12.	Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de difusão por imersão prolongada	64
13.	Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	65
14.	Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada	66

LISTA DE CÓDIGOS E SIGLAS

PO - Posições em que foram retirados os discos nas peças.

1 - A 10 cm da base

2 - A 40 cm da base (linha de afloramento dos moirões)

3 - A 60 cm da base

4 - Meio do moirão

5 - A 55 cm do topo

6 - A 10 cm do topo

PO - Posições em que foram retiradas as amostras nos discos.

1 - Externa (a 1 cm da periferia do disco)

2 - Intermediária (a 2 cm da periferia do disco)

3 - Interna (a 3 cm da periferia do disco)

T - Tempo de tratamento dos moirões.

C - Concentração das soluções preservativas.

PR - Processos de tratamento.

1 - Substituição da seiva

2 - Difusão por imersão prolongada

SP - Espécies utilizadas.

1 - Eucalipto

2 - Bracatinga

RESUMO

Este trabalho teve como principal objetivo a avaliação da tratabilidade de moirões de bracatinga (Mimosa scabrella Benth.), e sua comparação com moirões de Eucalyptus viminalis Lab., por meio dos processos de substituição da seiva por transpiração radial e de difusão por imersão prolongada. Os moirões, com comprimento de 2,0 metros e diâmetro no meio das peças, variando de 7,0 a 12,0 cm, foram submetidos às concentrações de 2, 3,5 e 5% de i.a. do produto preservativo CCB, durante 2, 5 e 8 dias.

Foram analisadas a distribuição e a penetração dos elementos cobre e boro em discos retirados em 6 posições no moirão, bem como a retenção em 3 posições do disco retirado na linha de afloramento dos moirões.

O aumento da concentração e do tempo de tratamento proporcionou ganhos significativos na distribuição, penetração e retenção do produto preservativo nos moirões de eucalipto e de bracatinga.

O processo de substituição da seiva proporcionou melhores distribuição, penetração e retenção dos elementos químicos na parte inferior dos moirões, quando comparado ao de difusão por imersão prolongada.

Nas condições em que o trabalho foi realizado, o eucalipto apresentou melhor comportamento que a bracatinga.

SUMMARY

This study aimed to evaluate the effectiveness of the wood preservative chromated copper borate (CCB) on the treatability of bracinga (Mimosa scabrella Benth.) and Eucalyptus viminalis Lab. round fence posts. These posts having 2.0 m length and 7.0 to 12.0 cm diameter were exposed to 2.0, 3.5 and 5.0% CCB solutions for two, five and eight days. The sap displacement and solution diffusion methods were used to infiltrate the preservative in the wood.

Boron and copper were analysed to demonstrate the penetration and distribution of CCB in the disks taken from six positions in the post. For retention analyse samples also were taken from the post at the soil level in three positions: the external, median and internal position of the disk.

Significant gains in treatability for both wood species were attained by increasing the time of exposure and the solution concentrations, although the Eucalyptus performance was superior.

The solution applied through the sap displacement was uniformly distributed, penetrated and retained in the wood and should be chosen as the most feasible method to preserve wood round fence posts.

1. INTRODUÇÃO

As espécies nativas de boa durabilidade natural foram muito utilizadas como moirões e outras peças em benfeitorias nas propriedades rurais. Devido a exploração intensiva de tais espécies, elas ficaram cada vez mais distantes das regiões de consumo, tornando-se até mesmo inexistentes em vários locais.

Com a escassez dessas espécies, o homem foi obrigado a utilizar outras de menor durabilidade, principalmente aquelas que apresentam rápido crescimento, que passaram a ocupar grandes áreas devido aos reflorestamentos.

Como quase todos os reflorestamentos têm sido feitos com espécies dos gêneros Pinus e Eucalyptus, a sua utilização na forma de moirões e outros usos, tornou-se uma prática comum para os proprietários rurais. Devido a baixa resistência apresentada por estas espécies aos organismos xilófagos, há a necessidade de preservá-las, visando

aumentar sua vida útil.

Com o aumento da vida, reduz-se o consumo de material e assim, o impacto sobre as florestas remanescentes e ainda, os custos com reposições frequentes de peças em cercas confeccionadas com material não tratado.

Segundo ROTTA & OLIVEIRA⁴³, a bracatinga é uma espécie nativa que se apresenta dispersa nos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Estendendo-se desde a latitude de 23°50's até 29°40's e longitude de 48°30'w até 53°50'w, numa altitude variando de 500 a 1.500 metros. A espécie é pioneira e forma maciços florestais puros, de fácil manejo, rápido crescimento, apresentando-se com uma opção potencial para o uso em moirões de cerca. Devido a pouca durabilidade de sua madeira, como relatado por STILLNER⁵⁰, o seu tratamento preservativo é necessário para o uso em contato com o solo.

Para se verificar a possibilidade, e fornecer subsídios a pequenos e médios produtores rurais para a utilização de madeira de bracatinga como moirão e outros usos, realizou-se o presente estudo, empregando-se o preservativo CCB (à base de cobre, cromo e boro) através de dois processos: o de difusão por imersão prolongada e o de substituição da seiva por transpiração radial (capilaridade). Para fins de comparações, utilizou-se a madeira de Eucalyptus viminalis.

Este estudo tem como objetivos:

- Avaliação da tratabilidade de moirões de bracatinga (Mimosa scabrella Benth.) por métodos de tratamento preservativos simples e sua comparação com moirões de Eucalyptus viminalis Lab.;
- Avaliação da influência do tempo de tratamento e da concentração da solução preservativa sobre o tratamento das espécies estudadas;
- Identificação do processo mais eficiente quanto à penetração, retenção e distribuição do preservativo CCB nos moirões;
- Avaliação do efeito da percentagem de madeira de alburno e do teor de umidade da madeira na tratabilidade dos moirões de ambas espécies; e
- Verificação da ocorrência de desbalanceamento das soluções preservativas, com o tempo de tratamento dos moirões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FATORES QUE AFETAM A PENETRAÇÃO E ABSORÇÃO DE PRESERVATIVOS NA MADEIRA

Vários fatores podem influenciar a penetração e a distribuição de soluções preservativas aquosas na madeira. Destacam-se, dentre eles, a concentração da solução, o processo e o tempo de tratamento empregados, bem como as características inerentes à própria madeira. A maioria desses fatores são de fácil controle, exceção feita aos que se referem às características da madeira a ser preservada.

2.1.1. Influência dos Elementos Vasculares (Vasos/Poros)

Os vasos são os constituintes anatômicos que exercem maior influência na penetração e distribuição da solução

preservativa no lenho das folhosas (HUNT & GARRATT²², NICHOLAS & SIAU³⁴, SANTINI⁴⁴ e TAMBLYN⁵¹).

HUNT & GARRATT²² afirmam que os vasos são passagens naturais para a condução de preservativos no sentido longitudinal da madeira; SIAU⁴⁵ acrescenta que tais elementos se comportam como tubos capilares abertos e compridos. As extremidades desses elementos são perfuradas e, se esses elementos não estiverem obstruídos por tiloses, promovem fluxos contínuos de líquidos no seu interior (HUNT & GARRATT²², NICHOLAS & SIAU³⁴, REIMÃO⁴⁰ e SANTINI⁴⁴). Além das tiloses e de outros elementos, o número, tamanho e distribuição dos vasos no lenho afetam a eficiência do fluxo de preservativos na madeira (HUNT & GARRATT²² e REIMÃO⁴⁰). Dessa forma, a distribuição do fluxo tende a ser mais homogênea nas madeiras de porosidade difusa (HUNT & GARRATT²²).

2.1.2. Influência do Tecido Radial

Segundo WARDROP & DAVIES*, citados por NICHOLAS & SIAU³⁴, após a penetração da solução nos vasos, o fluxo pode ocorrer no sentido transversal, através das pontuações dos elementos adjacentes, principalmente pelo tecido parenquimático constituído pelas células dos raios. Esses autores afirmam que a eficiência dos raios, como elementos

* WARDROP, A.B. & DAVIES, G.W. Morphological factors relating to the penetration of liquids into wood. Holzforschung, 15(5): 129-141, 1961.

condutores de soluções preservativas no lenho das folhosas é variável, sendo muito importante em algumas espécies.

HUNT & GARRATT²² citam que não há provas de que os raios facilitem a penetração de preservativos nas folhosas.

REIMÃO⁴⁰ e SANTINI⁴⁴ afirmam que, nas folhosas, os raios não são tão importantes na penetração e difusão de preservativos. Eles acreditam que as células radiais estejam frequentemente obstruídas por substâncias como: gomas, amido, taninos, dentre outras, dificultando, assim, o fluxo de preservativos no sentido transversal da madeira.

O tecido radial das folhosas é constituído por células parenquimáticas. Quando fisiologicamente ativas, exercem a função de condução e armazenamento de substâncias nutritivas. Entretanto, durante as transformações do alburno em cerne, estas células vão perdendo suas funções, devido ao acúmulo de substâncias estranhas, ocasionando a perda de suas atividades fisiológicas e de condução de líquidos.

No processo de tratamento por substituição da seiva por transpiração radial, as células que compõem os raios têm importância essencial. Os raios conduzem, inicialmente, a umidade para a superfície lateral da peça e, depois, atuam na difusão da solução preservativa no lenho (PEREIRA & RUSSO³⁷). A solução caminha preferencialmente no sentido longitudinal, devido o fluxo ser mais rápido ao longo da grã, para depois difundir-se gradualmente na substância lenhosa, através dos raios (LEPAGE²⁶ e SIAU⁴⁵).

2.1.3. Influência da Relação Alburno/Cerne

Segundo TORRES JUAN⁵⁵, a proporção de alburno e cerne é, depois do teor de umidade, o fator de maior influência na penetração e absorção de soluções preservativas pela madeira. Em função da espécie, do gradiente de umidade e de outros fatores ainda não definidos, podem haver variações da difusão no alburno e cerne. De modo geral, madeiras que não apresentam diferenças distintas entre cerne e alburno são impregnadas com mais facilidade (TAMBLYN⁵²). Isso se deve ao fato do acúmulo de substâncias nas células não ser tão expressivo, a ponto de torná-las impermeáveis à passagem de substâncias preservativas.

BLEW⁶, NICHOLAS & SIAU³⁴, SANTINI⁴⁴ e TAMBLYN⁵² afirmaram que, de modo geral, o alburno é fácil de ser impregnado. No entanto, no cerne isto não pode ser conseguido com facilidade, devido às transformações fisiológicas que o tornam impermeável. REIMÃO⁴⁰ cita que esta é a causa mais importante das diferenças de penetração pelos preservativos no lenho.

Além das alterações fisiológicas, HUNT & GARRATT²² afirmam que a maior permeabilidade do alburno se explica pelas alterações anatômicas, físicas ou químicas ocorridas durante as transformações do alburno em cerne. Segundo PANSHIN & DE ZEEUW³⁶, REIMÃO⁴⁰ e SANTINI⁴⁴, essas transformações são acompanhadas da morte das células, acúmulo de substâncias e, em alguns casos, do

desenvolvimento de tilos nos vasos. Assim, a quantidade e tipo dos extrativos depositados durante as transformações do alburno em cerne é de suma importância, pois estes podem obstruir os vasos, impedindo o fluxo de soluções preservativas (LEPAGE²⁴ e NICHOLAS & SIAU³⁴).

2.1.4. Influência da Permeabilidade da Madeira

A permeabilidade é uma medida da facilidade com que fluidos atravessam um material poroso, sob a influência de um gradiente de pressão (NICHOLAS & SIAU³⁴, SIAU^{45,46} e STAMM⁴⁹). Ou seja, é uma característica básica da madeira, que permite o fluxo de preservativos durante o processo de impregnação (NICHOLAS & SIAU³⁴).

Segundo NICHOLAS & SIAU³⁴ e SIAU⁴⁵, a permeabilidade é expressa pela lei de Darcy, sendo igual a razão do fluxo para um fluido específico (cm^3/seg), através de uma amostra com dimensões de $1 \times 1 \times 1$ cm, havendo um gradiente de pressão entre as suas superfícies, através da qual o fluxo ocorre (1 atm/cm ou dyna/cm^2).

A permeabilidade no sentido longitudinal da madeira pode ser 1.000 vezes maior do que no sentido transversal (NICHOLAS & SIAU³⁴, SIAU⁴⁶ e STAMM⁴⁹). Sendo que, para aplicações práticas, a relação para a penetração de soluções preservativas é de 100:1 (STAMM⁴⁹). Isto ocorre devido as características da solução preservativa como: presença de partículas em suspensão e ocorrência de reações químicas com

a madeira, dentre outros fatores. Alterando assim, a relação entre a permeabilidade longitudinal e transversal (SIAU⁴⁵). Entre os sentidos transversais da madeira, tem-se maior permeabilidade no sentido radial.

NICHOLAS & SIAU³⁴ citam que vários estudos têm mostrado que há boa relação entre a permeabilidade da madeira e sua tratabilidade. Sendo a permeabilidade um importante fator para determinar se uma dada madeira poderá ou não ser adequadamente tratada com uma solução preservativa.

2.2. MÉTODOS PRÁTICOS PARA TRATAMENTO PRESERVATIVO DA MADEIRA VERDE

Dentre os métodos de tratamento de madeira conhecidos, os métodos de difusão por imersão prolongada e o de substituição da seiva por transpiração radial destacam-se dos demais pela simplicidade operacional, baixo custo das instalações e pela possibilidade de serem executados até em pequenas propriedades rurais.

2.2.1. Processo de Difusão Simples por Imersão

A difusão é o fenômeno que envolve o deslocamento espontâneo de uma substância, de uma região de maior concentração para outra de menor concentração (GALVÃO¹⁶, LEPAGE²⁶, LEPAGE et alii²⁹, SANTINI⁴⁴ e STAMM⁴⁹). O fenômeno é, em síntese, um trabalho de deslocamento de íons ou

moléculas, para igualar as concentrações de duas regiões (SANTINI⁴⁴ e STAMM⁴⁹). O deslocamento espontâneo ocorre devido à existência de um gradiente de concentração entre a solução preservativa e a seiva da madeira (LEPAGE et alii²⁹ e RODRIGUEZ HERRERA⁴²), obedecendo as leis de difusão de FICK (SIAU⁴⁶ e STAMM⁴⁹).

HUNT & GARRATT²² afirmam que a penetração de soluções preservativas aquosas na madeira é dependente de sua difusão gradual. Assim, quando a madeira saturada de umidade é submersa numa solução contendo preservativos hidrossolúveis, haverá o estabelecimento de um equilíbrio dentro e fora da peça sob tratamento (LEPAGE et alii²⁹, SANTINI⁴⁴ e TORRES JUAN⁵⁵).

O processo de difusão ocorre quando soluções preservativas concentradas, em contato com a madeira verde (contendo toda sua umidade natural), tendem a diluir-se na água das células do tecido vegetal, espalhando-se gradativamente para o seu interior. Para tanto, o preservativo deve apresentar alta solubilidade em água (WILKINSON⁶⁰).

BECKER⁵ conclui que a velocidade de difusão é maior para elementos com baixos pesos moleculares e de boa mobilidade na madeira, como os compostos de boro ou flúor.

Em madeira com teor de umidade ligeiramente superior ao ponto de saturação das fibras, em que os caminhos de circulação da umidade nos lúmens se tornam descontínuos, devido a presença de ar, o processo de difusão cessa

efetivamente (HENRY²⁰ e VINDEN⁵⁶). A secagem, mesmo que parcial, poderá causar bloqueio do fluxo da solução preservativa nos capilares, devido a formação de bolhas de ar. Essas bolhas impedem a difusão de maneira homogênea, por toda a peça submetida ao tratamento (GALVÃO¹⁶, LEPAGE²⁶, LEPAGE et alii²⁹ e MENDES & ALVES³¹).

Assim, no processo de difusão deve-se empregar madeira recém-abatida, apresentando elevados teores de umidade, a fim de se obter difusão e distribuição do preservativo no lenho mais adequadas (CAVALCANTE⁹, LELLES & REZENDE²³ e RICHARDSON⁵⁰). Por outro lado, FINDLAY¹² é mais enfático e afirma que a madeira deve estar totalmente úmida (verde) para que a difusão possa ocorrer.

VINDEN⁵⁶ cita que o processo de difusão é indicado para espécies de baixa densidade, contendo elevados teores de umidade, uma vez que os caminhos efetivos para a difusão na madeira são limitados pelos volumes de lúmens que não estão saturados de água.

Pelas considerações feitas por TAMBLYN⁵², não é possível fixar uma percentagem mínima de umidade para tratamento por difusão, que seja aplicável a todas as espécies de madeira. Na prática, tais tratamentos são aplicados, geralmente em madeiras, contendo toda sua umidade natural.

Pelas razões expostas acima, FREITAS¹³ recomenda que, no preparo de moirões para tratamento por difusão, as árvores sejam abatidas no máximo 24 ou 48 horas antes do tratamento. O autor acrescenta que a eficiência do método

irá depender, ainda, das condições atmosféricas reinantes, sendo melhor nos dias quentes e secos.

TAMBLYN⁵² cita que madeiras verdes podem ser tratadas a uma retenção desejada, através de imersão prolongada em preservativos hidrossolúveis. Segundo o autor, o período de imersão das peças depende da temperatura e da concentração da solução preservativa empregada.

Segundo GALVÃO¹⁷, a concentração das soluções deve ser de 5 a 10% de sal seco, e um período de tratamento de no mínimo 5 dias. CARVALHO⁷, MENDES & ALVES³¹ e VITAL⁵⁸ afirmam que, em função da espécie e das dimensões das peças a serem submetidas ao tratamento, o período de imersão deve ser de uma semana a 10 dias para que ocorra uma boa difusão.

De acordo com CARVALHO⁷ e MENDES & ALVES³¹ a absorção da solução será mais rápida durante os primeiros 2 ou 3 dias.

PURSLOW*, citado por LEPAGE et alii²⁹, afirma que a absorção diminui a partir de 2 ou 3 dias, de acordo com a raiz quadrada do tempo de imersão.

GALVÃO et alii¹⁸ e LEPAGE et alii²⁹ afirmam que a cobertura das peças com material impermeável, como tratamento complementar, é dispensável quando elas são mantidas submersas na solução preservativa por vários dias, o que promove uma difusão adequada.

* PURSLOW, D.F. Methods of applying wood preservatives. Buckinghamshire, Building Establishment, Princes Risborough Laboratory, 1974. 26 p. (BRE Report, 3).

Devido à lentidão do processo, não é recomendável o emprego de preservativos de rápida fixação na madeira, tal como o CCA (LEPAGE²⁷ e SONTI & CHATTERJEE⁴⁸). Pois neste caso, a penetração seria deficitária, devido a rápida reação e precipitação dos elementos químicos na madeira

2.2.2. Processo de Substituição da Seiva por Transpiração Radial

Em relação a este processo, HUNT & GARRATT²² afirmam que o método de substituição da seiva por transpiração radial consiste em colocar madeira recém-abatida, disposta verticalmente, com a base submersa em um recipiente contendo preservativo hidrossolúvel.

Os moirões devem ser arranjados no recipiente de forma a permitir uma boa ventilação entre eles, acelerando assim o processo (GALVÃO¹⁷, LELLES & REZENDE²³ e SANTINI⁴⁴).

Para que haja melhor absorção da solução preservativa pelos moirões, LEPAGE et alii²⁹, MENDES & ALVES³¹, PEREIRA & RUSSO³⁷, PIMENTEL³⁸ e VITAL⁵⁸ afirmam que a base dos mesmos deve ser cortada em bisel. Assim procedendo, pode-se obter tratamento satisfatório em menos de uma semana, para moirões de eucalipto (TAMBLYN⁵¹). Com a finalidade de possibilitar uma distribuição mais homogênea do produto ao longo das peças, LEVY³⁰ aconselha que, periodicamente, as mesmas sejam giradas num ângulo de 90° em relação ao seu próprio eixo.

Dentre outros autores, PEREIRA & RUSSO³⁷ afirmam que o nível da solução deve ser mantido constante durante o tratamento.

A fim de evitar que a água da solução preservativa se evapore dos recipientes empregados para o tratamento, alterando a sua concentração durante o processo, recomenda-se colocar uma fina camada de óleo queimado sobre a solução. Desta forma, a água evaporada da seiva será substituída por um volume de solução preservativa correspondente, ao que penetrará nos moirões através dos seus elementos celulares da região imersa (GALVÃO¹⁷, LEPAGE et alii²⁹, PEREIRA & RUSSO³⁷ e PIMENTEL³⁸). Este método de tratamento confere maior proteção na terça parte inferior dos moirões que, coincidentemente, é a região mais propícia ao ataque de organismos xilófagos quando da instalação dos moirões no solo (PEREIRA & RUSSO³⁷ e REIMÃO³⁹).

Segundo REIMÃO³⁹, o processo de deslocamento da seiva, por efeito da transpiração radial, destaca-se dos demais pela facilidade de se preservar madeiras roliças. O método permite a substituição da água da seiva por solução preservativa hidrossolúvel. PEREIRA & RUSSO³⁷ afirmam que isto se dá pela substituição progressiva da umidade das células do lenho pela solução preservativa, devido à evaporação da umidade original, promovendo o movimento vertical dos preservativos através dos dutos vasculares e sua distribuição lateral, através das células dos raios. Esses movimentos ocorrem, à medida que a água da seiva se evapora pelas partes superiores dos moirões (GALVÃO¹⁷,

LEPAGE et alii²⁹ e REIMÃO³⁹). LELLES & REZENDE²³ citaram que o fenômeno de capilaridade é o responsável pela movimentação da solução preservativa no sentido longitudinal. Por outro lado, o movimento no sentido horizontal ocorre por difusão através das células dos raios.

A capilaridade é o fenômeno responsável pela subida de um líquido num tubo capilar, quando este molha as suas paredes, devido a uma forte força de adesão entre o líquido e a parede do capilar (LEPAGE et alii²⁹).

Para PEREIRA & RUSSO³⁷, além da capilaridade, o processo de substituição da seiva é um resultado do fenômeno da transpiração radial, que permite, através da imersão parcial dos moirões, a penetração da solução preservativa e sua difusão quase completa em todo alburno.

LEPAGE et alii²⁹, SANTINI⁴⁴ e VITAL⁵⁸ afirmam que o processo de substituição da seiva deve ser empregado para madeiras roliças verdes, descascadas e contendo elevado teor de umidade. HAN¹⁹ e LEVY³⁰ afirmam que ao se processar o descascamento das peças, deve-se ter o cuidado de não cortar as fibras do alburno. Com isto, evita-se a interrupção do fluxo do preservativo. No entanto, HUNT & GARRATT²² e MENDES & ALVES³¹ afirmam que não se faz necessário o descascamento dos moirões, mas afirmam que peças descascadas, às vezes absorvem uma quantidade maior de preservativos. Entretanto, REIMÃO³⁹, ao tratar moirões de Eucalyptus saligna e Eucalyptus camaldulensis, total ou parcialmente descascados,

pelo processo de substituição da seiva, observou melhor distribuição do preservativo nas peças onde se processou o descascamento apenas na parte superior.

No que se refere ao teor de umidade das peças a serem tratadas pelo processo de transpiração radial, FREITAS¹³ recomenda que o intervalo entre as operações de abate das árvores e de tratamento dos moirões não deve exceder a um período de 48 horas. No entanto, GALVÃO¹⁶ e TEIXEIRA et alii⁵³ afirmam que o intervalo de tempo entre essas operações não deve ultrapassar 24 horas.

PIMENTEL³⁸ & REIMÃO³⁹ afirmam que a madeira poderá ficar estocada até uma semana, devendo ser tratada imediatamente após o descascamento. Neste caso, as peças devem ser cortadas com um comprimento suplementar de 15 a 20 centímetros e, no momento do tratamento, devem ser ajustadas à dimensão desejada. Com o corte recente da superfície, evita-se a obstrução do fluxo por bolhas de ar e permite-se uma impregnação satisfatória da peça (REIMÃO³⁹).

O tempo necessário para o tratamento das peças é influenciado pelas condições atmosféricas, sendo abreviado nos dias quentes e secos (LELLES & REZENDE²³, ORBE VELALCÁZAR³⁵ e PIMENTEL³⁸).

LEPAGE et alii²⁹ e WEHR⁵⁹ afirmam que o emprego de preservativos de fixação rápida, como o CCA, não deve ser recomendado para o método de substituição da seiva.

2.3. ALGUMAS EXPERIÊNCIAS SOBRE TRATAMENTOS DE MOIRÕES DE EUCALIPTO, COM O PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO DA SEIVA

GALVÃO¹⁴ utilizou moirões de Eucalyptus alba e os processos de absorção por transpiração radial, imersão a frio e pincelamento. Nesse trabalho o autor verificou que o tratamento por transpiração radial apresentou uma vida média de 8 anos, muito próxima à observada por CHUDNOFF et alii* em Porto Rico, utilizando-se de vários métodos e peças de Eucalyptus robusta.

CHIANI¹¹ tratou moirões de Eucalyptus viminalis por este processo, utilizando soluções do preservativo CCB em várias concentrações. O autor obteve melhores resultados nas concentrações de 2 a 3% e recomenda que se faça a inversão dos topos dos moirões nas soluções preservativas, quando do término da impregnação ou após terem sido absorvidos 50% da solução empregada para seu tratamento.

GALVÃO¹⁵ estudou as características de distribuição de vários preservativos hidrossolúveis, inclusive o CCB, em moirões de Eucalyptus alba, utilizando-se de soluções com 1, 3 e 5% de concentração e concluiu que, com o aumento da concentração da solução, reduz-se o tempo de tratamento das peças.

* CHUDNOFF, M. et alii. Preservative treatment and service life of fence post in Puerto Rico. Madison, U.S. Dept. Agric., Forest Service, 1967. 31 p. (Research Paper ITF, 4).

LEPAGE & MONTAGNA²⁸ utilizaram o mesmo método de tratamento, empregando soluções do preservativo CCB a 3.5% de concentração para Eucalyptus saligna. Estes autores obtiveram uma média de 95,5% dos moirões livres de ataque de organismos xilófagos, após 2 anos da instalação do experimento, em todos os campos de apodrecimento utilizados. Após decorridos 8 anos, MILANO et alii³², em outra observação sobre estes campos, constataram que 65% das peças tratadas estavam isentas de ataque de organismos xilófagos. Com base nos resultados, os autores estimaram uma vida útil de 13 anos para os moirões tratados, enquanto a vida média das peças sem tratamento foi de 2 anos.

2.4. ANÁLISES PARA A AVALIAÇÃO DA TRATABILIDADE DA MADEIRA

Segundo HUNT & GARRATT²², SANTINI⁴⁴ e SIRIBAN⁴⁷, a eficiência do tratamento preservativo é determinada pela profundidade de penetração, distribuição, quantidade do preservativo absorvido e retido pela madeira. HUNT & GARRATT²² e ORBE VELALCÁZAR³⁵ citam ainda que a distribuição do preservativo na zona tratada é, dentre os resultados do tratamento, o de menor importância do ponto de vista do desempenho do material tratado, quando posto em contato com o solo.

A eficiência do tratamento preservativo depende da toxidez a organismos xilófagos, da quantidade e da penetração dos produtos preservativos na madeira (CARVALHO⁷, LEPAGE²⁵ e TORRES JUAN⁵⁴). Estes autores afirmam que a

retenção e a penetração dos produtos na madeira são os parâmetros que fornecem o verdadeiro grau de proteção à madeira, sendo considerados como de máxima importância no controle de qualidade do tratamento efetuado.

2.4.1. Penetração da Solução Preservativa na Madeira

A penetração, segundo RODRIGUEZ HERRERA⁴², é definida como a distância alcançada pelo preservativo da superfície para o interior da madeira. TORRES JUAN⁵⁵ afirma que a penetração é dada pela profundidade da camada tóxica com que se protege a madeira do ataque de xilófagos e é em função do sistema de impregnação e da natureza do produto químico empregado.

Vários autores fazem referências quanto à profundidade de penetração que fornece adequada proteção à madeira. RODRIGUEZ HERRERA⁴² qualifica como boa penetração aquela em que o produto atinge de 1,0 a 1,5 centímetros; qualifica, ainda, como excelente e deficiente aquelas em que as profundidades atingem valores superiores e inferiores, respectivamente. GALVÃO¹⁵ classificou como deficitárias as penetrações inferiores a 0,3 cm, regulares, entre 0,3 e 1,0 cm e satisfatórias quando superiores a 1,0 cm. Referindo-se à penetração do elemento cobre, ALSTON¹ cita que, para o caso específico de madeira para moirões de cerca, a penetração mínima deve ser de 2,5 cm, ou 75% da profundidade da madeira de alburno.

Segundo BLEW*, citado por RODRIGUEZ HERRERA⁴² e TORRES JUAN⁵⁵, quando a espessura do alburno for menor que 2,0 cm, o mesmo deverá ser totalmente impregnado. Os autores acrescentam ainda que, em moirões onde o alburno tenha espessura superior a 2,0 cm, a penetração deverá ser no mínimo 85% de sua espessura. De acordo com ABNT³, Norma P-EB-474, para o caso específico de madeira de folhosas, a profundidade de penetração é considerada suficiente quando ocorrer impregnação total do alburno.

ARSENAULT² e HUNT & GARRATT²² fazem referência a um trabalho realizado por COLLEY & AMANDON** sobre a penetração de creosoto em postes de Pinus sp: os autores observaram que 95% dos postes apresentaram sinais de podridão quando o preservativo atingiu uma profundidade de 3,7 cm, correspondendo a menos de 65% da espessura do alburno. Isto não foi observado onde o preservativo penetrou mais de 5,2 cm (75% da espessura do alburno).

Devido ao fato que algumas madeiras tratadas apresentam a mesma quantidade de produto preservativo a diferentes profundidades, a penetração constitui o melhor indicativo da eficiência do tratamento (HUNT & GARRATT²² e ORBE VELALCAZAR³⁵). Madeiras que não apresentam boa

* BLEW, J.O. Wood preservatives. Madison, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1949. 10 p. (Report, R 142)

** COLLEY, R.H. & ANANDON, C. The relation between penetration and decay in creosoted southern pine poles. Bell System Tech. J., 15: 363-379, 1976.

penetração podem ser susceptíveis ao ataque de organismos xilófagos devido ao desenvolvimento de rachaduras na fase de secagem ou após a instalação das peças (HICKIN²¹, HUNT & GARRATT²² e ORDE VELALCAZAR³⁵).

RODRIGUEZ HERRERA⁴² afirma que a penetração é um bom indicativo do tratamento preservativo, mas não se relaciona ao verdadeiro grau de proteção proporcionado à madeira. Assim, é necessário que se defina a retenção, ou seja, a quantidade de produto na região tratada.

2.4.2. Absorção e Retenção do Preservativo pela Madeira

TORRES JUAN⁵⁵ afirma que, para madeiras de uma mesma espécie, as retenções de preservativos durante a imersão são aproximadamente proporcionais às concentrações das soluções, às raízes quadradas dos tempos de tratamento, e inversamente proporcionais às espessuras das peças impregnadas.

Segundo HUNT & GARRATT²² e SANTINI⁴⁴, dentre outros autores, a retenção é a quantidade de preservativo que fica retida na madeira, após o tratamento. Para o caso de hidrossolúveis, as retenções são especificadas com base na massa seca do sal absorvido. Nesse caso, as concentrações das soluções precisam ser conhecidas para se definir, a partir da absorção, a retenção de sais secos/m³ de madeira tratada. TORRES JUAN^{54,55} afirma que as absorções expressam somente a quantidade de produto absorvido pela madeira, tornando-se um indicativo econômico do tratamento.

A retenção é o fator mais importante que influencia no desempenho do material tratado (ARSENAULT²).

A quantidade de produto para fornecer adequada proteção depende do uso a ser dado à madeira tratada (ARSENAULT², HUNT & GARRATT²² e ORBE VELALCÁZAR³⁵).

De modo geral, as retenções mínimas de preservativos hidrossolúveis devem ser de 5 a 16 kg/m³ (BLEW⁶, HUNT & GARRATT²², LELLES & REZENDE²³ e SANTINI⁴⁴). BLEW⁶ afirma que, com esta retenção, a madeira está apta a ser utilizada no meio rural, em contato com o solo.

Segundo TORRES JUAN⁵⁵, tratando-se de moirões para cerca, as retenções mínimas de sólidos devem ser de 5 kg/m³ de madeira tratada. Entretanto, GALVÃO¹⁵ e TEIXEIRA et alii⁵³ citam que a retenção desta classe de preservativo para o mesmo emprego, deve ser de, no mínimo, 5,5 kg/m³.

CAVALCANTE¹⁰ e SANTINI⁴⁴ citam que, para o caso específico do CCB, a retenção deve ser de 6,5 kg/m³ de madeira tratada, o que está em acordo com a ABNT³, Norma P-EB-474. WEHR⁵⁹ realizou tratamento de moirões de Pinus caribaea com esse preservativo e estimou uma vida útil de 20 anos para peças com retenção de 6,5 kg/m³. Todavia, FREITAS¹³ e LEPAGE²⁴ afirmam que as retenções do preservativo CCB, para peças em contato com o solo, devem ser, no mínimo, de 9,6 kg/m³ de madeira. LEPAGE²⁴ afirma que isto corresponde a 24 kg do sal seco/m³ de madeira, uma vez que este sal possui 40% de ingredientes ativos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ESPÉCIES DE MADEIRA UTILIZADAS

As espécies empregadas foram a bracatinga (Mimosa scabrella Benth.) e o Eucalyptus viminalis Lab. A bracatinga é uma espécie de rápido crescimento e de grande ocorrência natural na Região Sul do Brasil, principalmente nos Estados do Paraná e de Santa Catarina, e apresenta propriedades físico-mecânicas que possibilita seu uso como moirões de cerca, quando tratados. A escolha do Eucalyptus viminalis, deveu-se à existência de plantios desta espécie na Região Sul do país e por ter sido utilizado por pesquisadores em estudos de preservação de madeiras.

3.2. PROCEDÊNCIA E COLETA DA MADEIRA

Os moirões utilizados foram obtidos na Fazenda de

propriedade da empresa Trombini Florestal S.A., município de Rio Branco do Sul, Estado do Paraná, situado a uma latitude de 25^o11's, longitude de 49^o18'w e altitude de 1.053 metros.

A bracatinga foi abatida de povoamento nativo, na idade de aproximadamente 6 anos e o eucalipto, de um plantio com 5 anos de idade. Para o propósito do estudo, moirões de ambas as espécies foram cortados nas dimensões comumente utilizadas.

Foram abatidas árvores com DAP inferior a 12 cm, obtendo-se, em média, duas a três peças de 2,20 metros por árvore, de ambas as espécies. Após o abate, as peças foram transportadas para o local de tratamento.

3.3. PREPARO DOS MOIRÕES

Após o transporte, os moirões foram descascados, removendo-se inclusive a camada de células cambiais que recobrem a madeira. A seguir, procedeu-se a seleção das peças que apresentaram diâmetros entre 7,0 e 12,0 cm, no ponto intermediário entre suas extremidades. Os moirões selecionados foram então agrupados para tratamento isolados, possibilitando que cada tratamento tivesse o mesmo número de peças e aproximadamente o mesmo volume de madeira. Após este procedimento, as peças foram identificadas com referência às espécies e tratamentos.

Retiraram-se dois discos de aproximadamente 5 cm de espessura de cada extremidade dos moirões, ficando, cada

moirão, com 2,0 metros de comprimento. O disco externo de cada moirão foi descartado, tendo-se utilizado somente o interno, para avaliação mais precisa da umidade das peças no momento do tratamento. Esses discos foram então acondicionados em sacos plásticos, para posteriores determinações de volume de madeira tratável, teor de umidade e massa específica.

Os diâmetros do meio dos moirões foram medidos, para o cálculo do volume de madeira incluído em cada tratamento.

O período entre o abate das árvores e a colocação dos moirões nas soluções preservativas, sempre foi inferior a 18 horas.

3.4. PRODUTO PRESERVATIVO UTILIZADO

O produto preservativo empregado foi um sal hidrossolúvel conhecido por CCB. Optou-se por esse preservativo devido a sua boa mobilidade na madeira e eficiência comprovada para os métodos de tratamento preservativos empregados.

O produto comercial utilizado possuía 40% de ingredientes ativos que, segundo a ABNT³, Norma P-EB-474, é formulado com compostos que contém os elementos cobre, cromo e boro. Sua composição química é especificada como:

- Cromo hexavalente, calculado como CrO_3 63,5%
- Boro, calculado como B (elemento)10,5%
- Cobre, calculado como CuO 26,0%

3.5. PREPARO DAS SOLUÇÕES PRESERVATIVAS

As soluções preservativas foram preparadas com 3 níveis de concentração, ou seja, 2, 3,5 e 5% de ingredientes ativos. As soluções foram preparadas antes do abate das árvores e armazenadas em separado em 3 barris de 200 litros. Volumes adicionais de soluções foram preparados, em função do consumo das soluções armazenadas.

3.6. TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS MOIRÕES

Para o tratamento dos moirões foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, contendo 3 níveis de concentração para as soluções preservativas, 3 níveis de tempo de tratamento e 4 repetições. As seguintes variáveis foram testadas:

- Espécie florestal;
- Processo de tratamento;
- Tempo de permanência dos moirões nas soluções preservativas: (2, 5 e 8 dias);
- Níveis de concentração de ingredientes ativos nas soluções: (2, 3, 5 e 5%).

O número total de moirões incluído no experimento foi de 144, determinado através da multiplicação dos seguintes fatores:

- processo de tratamento 2
- espécie florestal 2

- tempo de tratamento	3
- concentração do preservativo	3
- repetição	4
- Total (2x2x3x3x4)	144

Cada tratamento estatístico foi constituído de 8 moirões, sendo 4 de cada espécie.

Como os processos de tratamento empregados são influenciados pelas condições atmosféricas, utilizou-se um termohigrógrafo para registrar tais variações.

3.6.1. Processo de Substituição da Seiva ou Transpiração Radial (Capilaridade)

Os moirões foram colocados em tambores de 200 litros seccionados no meio da altura, que foram distribuídos ao acaso no local do tratamento. Os moirões ficaram parcialmente submersos (40 cm da base) e dispostos verticalmente em ângulos inclinados, possibilitando, assim, boa separação da porção aérea dos mesmos. Conforme demonstrado pela Figura 1. Para se evitar a evaporação da água da solução preservativa, derramou-se meio litro de óleo queimado em cada meio tambor, de modo a formar uma fina camada na interface solução-ar. Diariamente, foi feita a reposição das soluções absorvidas pela madeira, mantendo-se constante o nível inicial nos recipientes. Tomou-se o cuidado de anotar o volume de solução adicionado, para o controle final de absorção.

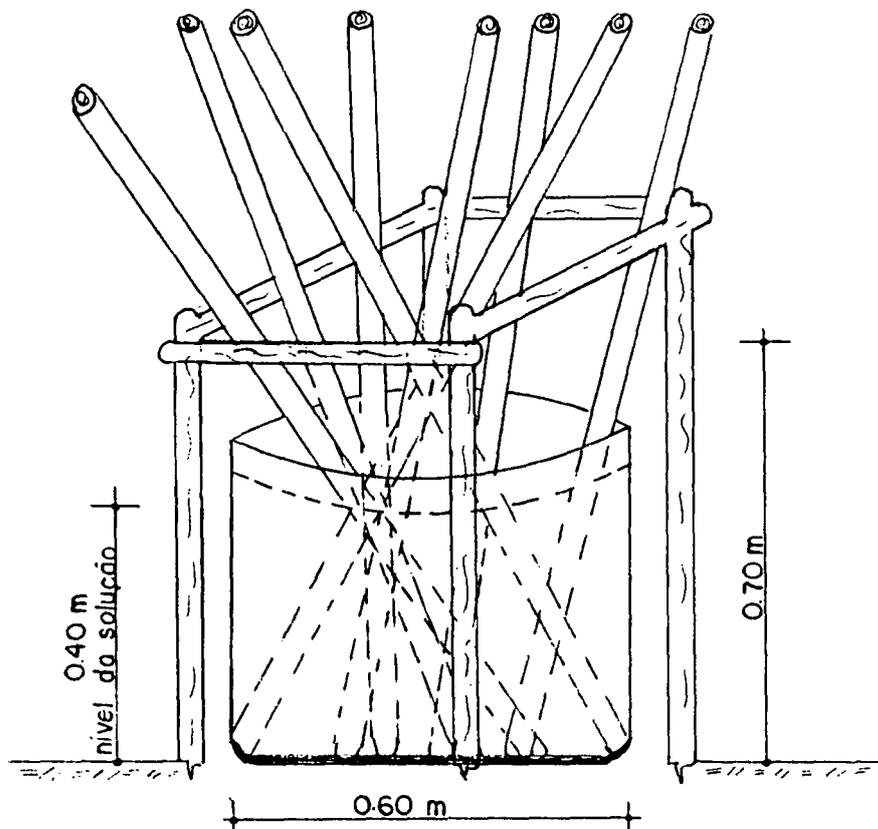


FIGURA 1. Disposição dos moirões submetidos ao processo de substituição da seiva por transpiração radial.

Antes da reposição do volume consumido das soluções preservativas, o pH da solução remanescente foi determinado com papel tornassol (0,5 de precisão). Esta prática visou detectar possíveis alterações no pH original de cada solução, com o tempo de tratamento das peças de madeira.

3.6.2. Processo de Difusão por Imersão Prolongada

Para este processo, os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 9 valetas feitas no solo, com as seguintes dimensões:

largura..... 0,50 m
profundidade..... 0,50 m
comprimento..... 2,20 m

As valetas foram forradas internamente com lona plástica para evitar perda da solução preservativa.

O tratamento foi procedido com os moirões dispostos horizontalmente, de modo a ficarem totalmente imersos na solução preservativa (Figura 2). Nesse caso, não houve separação entre os moirões pois, segundo HUNT & GARRATT²², isto não é necessário devido à pequena área de contato entre peças, quando se empilha madeira roliça e irregular como moirões. Isto possibilita a circulação da solução preservativa entre as peças.

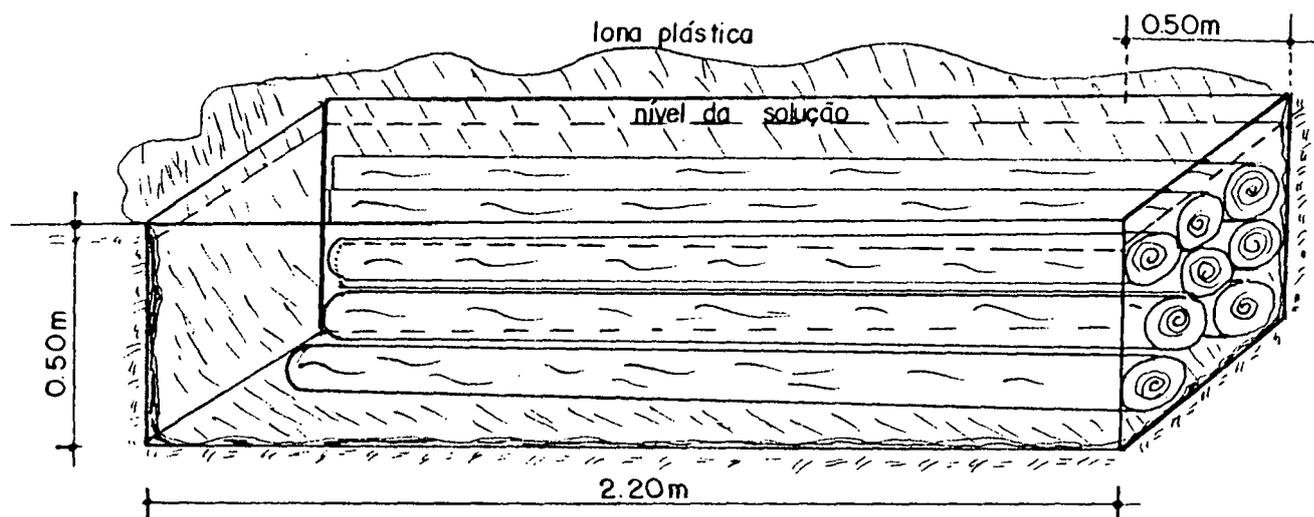


FIGURA 2. Disposição dos moirões submetidos ao processo de difusão por imersão prolongada.

Foi adotado o sistema de imersão prolongada, pois segundo CAVALCANTE⁸ e LEPAGE et alii²⁹ a difusão irá ocorrer sem a necessidade do posterior empilhamento e cobertura dos moirões com material impermeável.

Após a colocação dos moirões e das soluções preservativas no interior das valetas, adicionaram-se 2,0 litros de óleo queimado sobre a superfície das soluções.

Além das medições diárias do pH, efetuou-se a medição da densidade das soluções com um densímetro de 0,002 g/cm³ de precisão. Assim, as variações da densidade com o tempo de tratamento puderam ser registradas. Onde foi observada a diluição da solução, devido a transferência de íons da solução para a madeira, mais produto foi adicionado a fim de repor os constituintes da solução que migraram para o interior da madeira.

3.7. ANÁLISES E DETERMINAÇÕES DE LABORATÓRIO

3.7.1. Determinação do Volume de Madeira Tratável dos Moirões

Nos discos retirados da base e topo dos moirões, como citado no item 3.3, foram traçadas duas linhas, demarcando dois diâmetros perpendiculares entre si. Com o uso de uma régua graduada em milímetros, foram então feitas as medições, utilizando-se o valor médio dessas medições

para o cálculo da espessura do alburno e do volume de madeira tratável por tratamento.

3.7.2. Determinação do Teor de Umidade e Massa Específica dos Moirões

Efetuuou-se a determinação da massa úmida dos discos obtidos como descrito no item 3.3, utilizando-se de uma balança com precisão de 1,0 grama. Em seguida, procedeu-se a medição do volume dos discos através do método de deslocamento de água, como descrito por VITAL⁵⁷, com uma precisão de 1,0 cm³. A figura 3 apresenta os instrumentos utilizados para essa determinação.

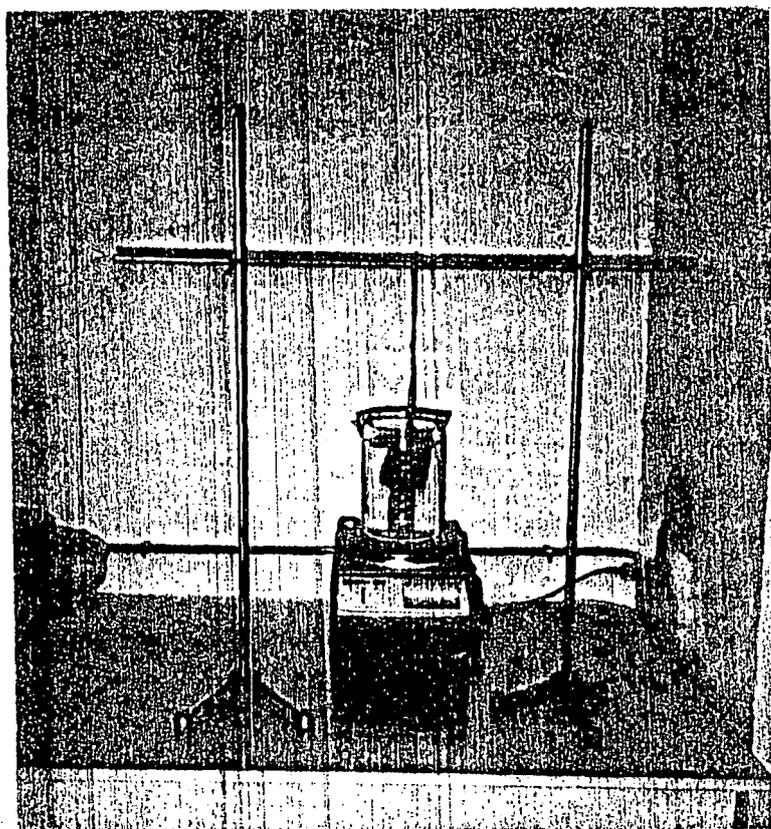


FIGURA 3. Equipamento utilizado para determinação do volume dos discos de madeira.

Após a determinação do volume, os discos foram levados à estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até atingirem massa constante, para a determinação da massa seca, com umidade próxima a 0%. Estas determinações também foram feitas em balança com precisão de 1,0 grama.

O teor de umidade e a massa específica aparente básica foram determinados conforme as fórmulas abaixo:

$$U = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100(\%) \qquad E = \frac{M_s}{V_u} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Onde:

U = Teor de umidade (%) E = Massa específica aparente
básica (g/cm³)

M_u = Massa úmida (g) V_u = Volume da madeira satu-
rada de umidade (cm³)

3.7.3. Secagem dos Moirões Tratados.

Para assegurar uma boa fixação dos sais preservativos na madeira, os moirões foram submetidos à secagem ao ar. Os moirões foram empilhados no sentido horizontal, em local sombreado, bem próximos uns dos outros, permanecendo assim por aproximadamente 60 dias.

3.7.4. Amostragem dos Moirões Tratados

Foram retirados discos para análises químicas dos moirões tratados. Com os discos foram realizadas análises colorimétricas para determinação da penetração e distribuição dos elementos constituintes do preservativo na madeira.

Os discos foram retirados com auxílio de serra fita, com aproximadamente 2,0 cm de espessura, em 6 posições nos moirões (figura 4). Procurou-se, desta forma, avaliar adequadamente a penetração e distribuição no sentido radial, em várias posições dos moirões.

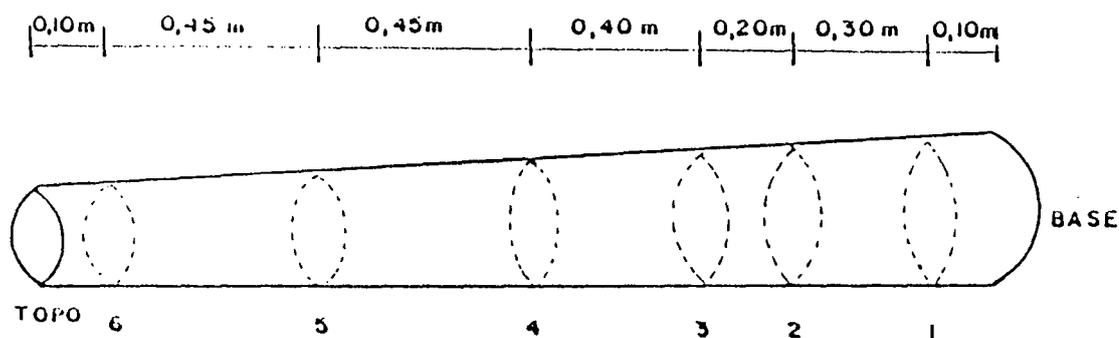


FIGURA 4. Posições onde foram coletados os discos para as análises químicas colorimétricas.

Para as análises químicas quantitativas, empregadas na determinação da retenção dos ingredientes do preservativo CCB, retirou-se um disco de cada moirão, na posição ilustrada pela figura 5.

A altura do moirão, onde se retirou o disco, coincide com a altura da solução nos recipientes utilizados para o tratamento por substituição da seiva. Essa altura é coincidente com a região de afloramento quando os moirões são instalados no solo.

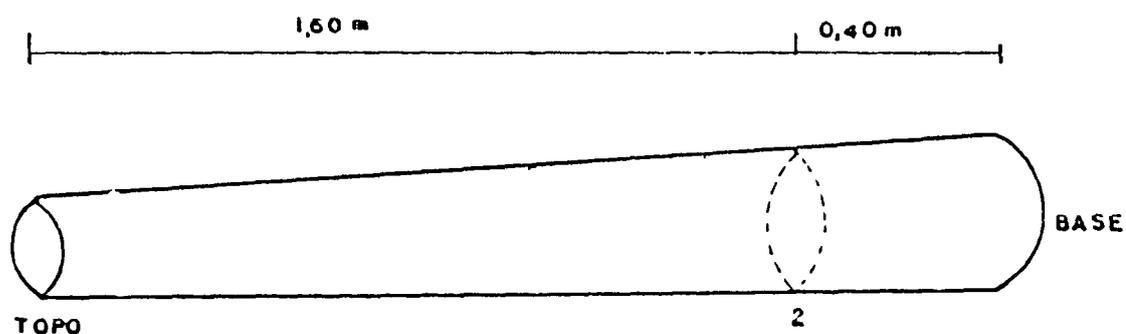


FIGURA 5. Posição onde foi retirado o disco nos moirões para as análises químicas quantitativas.

Conforme indica a figura 6, de cada disco foram obtidas 6 amostras de 1x1x2 cm que receberam codificações iguais de duas a duas, conforme distribuição simétrica no disco. O valor médio das amostras sob mesma codificação, representou uma posição específica na direção casca-medula do moirão.

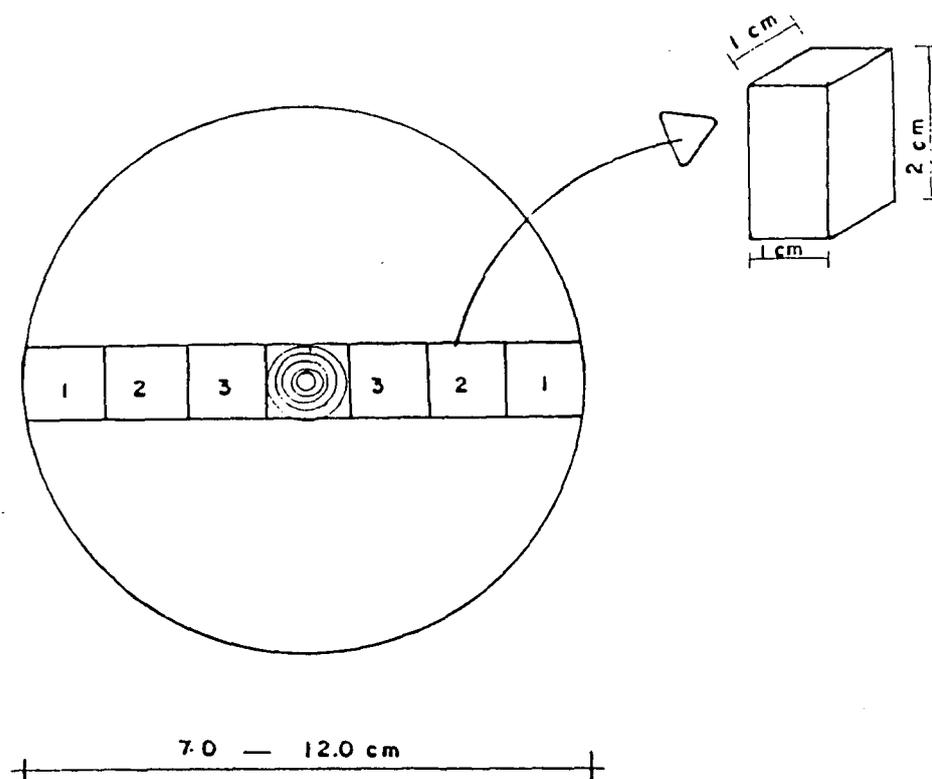


FIGURA 6. Posições no disco de onde se retiraram as amostras para análises químicas quantitativas.

3.8. ANÁLISES QUÍMICAS DAS AMOSTRAS.

3.8.1. Análises Químicas Colorimétricas.

Nos discos obtidos, conforme figura 4, foram demarcados ao acaso, dois diâmetros perpendiculares entre si. Esta demarcação foi efetuada em ambas as faces de cada disco, antes da aplicação das soluções reativas empregadas. Assim, os discos ficaram divididos em quatro quadrantes, e a penetração do preservativo foi, então, medida em quatro pontos no disco. O valor médio destas medições foi utilizado para a determinação da penetração dos elementos cobre e boro, em cada posição nos moirões.

Para as análises colorimétricas, seguiram-se as recomendações da ABNT⁴, Norma P-MB-790. Portanto, para a determinação do elemento cobre, os discos foram pulverizados com solução de Cromo-azurol S, que revela uma coloração azul-escuro intensa. Para o boro, os discos foram pulverizados com uma solução de álcool polivinílico e iodo, revelando uma coloração azulada.

As análises colorimétricas foram comparadas com um "teste em branco", ou seja, em madeira não tratada.

Devido ao fato que, em alguns casos, não foi possível distinguir com precisão as áreas tratada e não tratada pelo boro, a provável posição deste limite foi estimada. Para isto, determinou-se o ponto intermediário entre a porção colorida pela solução reveladora, e a porção parcialmente colorida, onde a presença do boro era duvidosa.

A distribuição de tais elementos nos moirões foi visualizada com auxílio de croquis, confeccionados dos discos analisados, utilizando-se um pantógrafo. Como os discos apresentavam formas e tamanhos variados, os croquis foram padronizados a fim de facilitar a apresentação dos resultados obtidos. Portanto, é conveniente citar que a escala dos croquis foi diferente para cada disco e, assim, a visualização da distribuição foi feita apenas, em termos de proporção para cada disco em particular.

A amostragem foi realizada em apenas 1 de cada 4 moirões incluídos por tratamento e espécie. Os moirões amostrados foram, sistematicamente, o 2^o de cada repetição.

Devido a falta de nitidez nas reações para o elemento boro, seguiu-se a mesma metodologia empregada na determinação da penetração deste elemento.

3.8.2. Análises Químicas Quantitativas

Para a determinação da retenção dos elementos cobre, cromo e boro, efetuou-se a digestão da madeira, segundo a metodologia descrita por WISCHER*, citada por MORESCHI³³. Essa metodologia consta das seguintes etapas:

- Determinação do volume das amostras e incineração para obtenção das cinzas e sais metálicos, a 500 - 550^o C, até transformação em cinzas brancas;

* WISCHER, B.V. Beitrag zur Verminderung einer möglichen Umweltbelastung bei der Salzimpregnierung von Kiefernmasten. Hamburg, 1976. 149 p. (Thesis).

- Adição de 3 ml da mistura dos ácidos sulfúrico, perclórico e nítrico, todos concentrados, nas proporções de 7:2:1, às cinzas e sais metálicos obtidos pela incineração;

- Digestão acelerada das cinzas através do aquecimento da mistura dos ácidos e cinza, em chapa aquecida, até a mistura adquirir coloração amarelada; e

- Diluição da solução ácida resultante com água destilada, a volumes fixos.

Após a obtenção destas soluções, as mesmas foram transferidas para frascos de polietileno, os quais foram devidamente identificados e armazenados em geladeira, onde permaneceram por aproximadamente 90 dias.

3.8.2.1. Determinação do volume das amostras

Como as amostras obtidas para as análises quantitativas não apresentaram superfícies bem paralelas, as medições dos seus volumes foram feitas por deslocamento de água, em uma balança com precisão de 0.001 grama. Para evitar absorção de água, as amostras foram previamente impermeabilizadas com parafina aquecida.

3.8.2.2. Determinação do teor de umidade médio das amostras

Com finalidade de se conhecer a umidade das amostras, utilizou-se uma das partes semicirculares, dos discos amostrados para as análises quantitativas (figura 6). Para o cálculo dessa variável, adotou-se a mesma metodologia descrita no item 3.7.2.

Nos itens A3.1 e A3.2 do apêndice 3, encontram-se os valores médios obtidos para o teor de umidade dos discos, representados pelas avaliações das partes semicirculares.

3.8.2.3. Leituras das concentrações das soluções

As leituras das soluções para determinação da retenção dos elementos cobre e cromo, foram executadas num espectrofotômetro de absorção atômica da marca "Perkin-Elmer", modelo 2380. As leituras executadas nas soluções para o elemento boro, foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica. Para tais leituras, utilizou-se um aparelho da marca "Varian" modelo AA - 1275.

Os espectrofotômetros de absorção atômica foram ajustados para cada elemento, conforme as condições descritas na tabela 1.

Previamente às leituras, os aparelhos foram calibrados com as soluções padrões dos elementos, nas seguintes concentrações:

- cobre: 1,0; 2,0; 3,0 e 5,0 ppm;
- cromo: 0,2; 0,6; 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0 ppm;
- boro: 20; 50; 100 e 500 ppm.

TABELA 1 - Condições de operação dos espectrofotômetros de absorção atômica para os elementos constituintes do preservativo utilizado.

Condições de operação	Elementos		
	cobre	chromo	boro
Tipo de lâmpada	catodo oco	catodo oco	catodo oco
Comprimento de onda (nm)	324,6	358,0	249,9
Abertura da fenda (nm)	0,7	0,7	0,2
Corrente da lâmpada (mv)	10,0	30,0	10,0
Tempo de leitura (seg)	0,8	0,8	1,0
Número de leituras	10,0	10,0	10,0
Altura do queimador (cm)	6,0	6,0	13,5
Mistura de gases (chama)	ar e acetileno	ar e acetileno	acetileno e óxido nitroso
Chama (vazão de gases):			
Acetileno (l/min)	25,0	40,0	40,0
Ar comprimido (l/min)	60,0	60,0	-
Óxido nitroso (l/min)	-	-	45,0

3.8.2.4. Cálculo da retenção do produto preservativo na madeira

De posse dos dados obtidos em concentrações, através das leituras nos espectrofotômetros, e dos resultados das determinações do volume em cm^3 de cada amostra, foram efetuados os cálculos de retenção, empregando-se a seguinte expressão:

$$R = \frac{F \times L \times FD \times 10^{-3}}{V}$$

onde:

R = retenção do elemento na madeira (kg/m^3);

F = fator estequiométrico empregado para transformação dos elementos químicos para óxido;

- cobre $\times 1,2518 = \text{CuO}$;

- cromo $\times 1,9230 = \text{CrO}_3$;

L = leitura obtida do espectrofotômetro de absorção atômica (ppm);

FD = fator de diluição;

V = volume das amostras de madeira utilizado nas análises químicas (cm^3).

Através da soma de cada valor obtido pela expressão acima, obteve-se o resultado da retenção dos elementos cobre, cromo e boro, para cada tratamento a que foram submetidas as madeiras analisadas; com a soma da retenção de cada elemento, chegou-se à retenção em kg/m^3 do produto

preservativo empregado, para os pontos da madeira amostrados.

3.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Após a obtenção dos dados previstos pelo delineamento estatístico, empregaram-se as seguintes análises para a interpretação dos resultados:

Os valores obtidos para as determinações da espessura do alburno, do teor de umidade e massa específica aparente básica das espécies submetidas aos tratamentos, foram analisados com relação à média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Para a penetração e retenção do preservativo, empregou-se a análise de variância com arranjo fatorial. A penetração do preservativo foi analisada em 6 posições nas peças, e a retenção do preservativo em kg/m^3 , foi avaliada em 3 posições nos discos amostrados. As médias de tais parâmetros foram comparadas empregando-se o teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

Numa primeira etapa de comparações estatísticas, os resultados de penetração e retenção foram analisados em função da posição nas peças ou posição nos discos, tempo de tratamento e concentração das soluções preservativas. Nestes casos, fixaram-se os fatores espécie, processo de tratamento e, para a penetração, também foi fixado o elemento químico. Na etapa subsequente fixou-se, individualmente, a espécie ou processo de tratamento, de modo a permitir

comparações entre os processos de tratamento e as espécies utilizadas.

As análises estatísticas foram processadas empregando-se o Sistema de Análises Estatística e Genéticas (SAEG) desenvolvido pela Central de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DAS ESPÉCIES SUBMETIDAS AOS TRATAMENTOS PRESERVATIVOS

Os dados referentes ao volume total, percentagem de volume de madeira tratável e espessura média da madeira do alburno das peças, de ambas as espécies, encontram-se nas tabelas 2 e 3.

Observa-se, na tabela 2, processo de substituição da seiva; que os volumes dos moirões de bracatinga submetidos aos tratamentos, possuem valores inferiores aos de eucalipto, apesar de terem sido usados os mesmos intervalos para as classes diamétricas de ambas as espécies. Isto ocorreu devido o eucalipto apresentar maior quantidade de moirões com diâmetros superiores, quando comparados aos de bracatinga.

TABELA 2. Relação entre os volumes totais, percentagem de volumes de madeira tratável e espessura média da madeira do alburno dos moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva.

Tratamentos		Eucalipto					Bracatinga				
Conc. X	Tempo dias	Volume Total dm ³	Volume Tratável X	Espessura do Alburno cm	Sxy cm	C.V. X	Volume Total dm ³	Volume Tratável X	Espessura do Alburno cm	Sxy cm	C.V. X
	2	62,20	91,94	4,13	0,74	17,92	42,33	100,00	4,11	0,47	11,44
2	5	66,64	91,62	3,84	0,85	22,14	49,72	100,00	4,44	0,35	7,88
	8	72,25	85,29	3,23	0,58	17,96	54,83	100,00	4,61	0,86	18,66
	2	62,02	96,22	4,02	0,31	7,71	43,38	100,00	4,29	0,43	10,02
3,5	5	58,45	86,54	3,66	1,10	30,05	45,58	100,00	4,27	0,50	11,71
	8	70,76	92,81	3,96	0,90	22,72	48,78	100,00	4,34	0,32	7,37
	2	63,17	88,07	3,56	0,40	11,24	41,02	100,00	3,84	0,46	11,98
5	5	62,48	79,34	3,04	0,89	29,28	49,88	100,00	4,32	0,66	15,28
	8	47,84	100,00	4,27	0,20	4,68	46,59	100,00	4,21	0,41	9,74

Sxy = Desvio padrão da espessura do alburno.

C.V. = Coeficiente de variação.

TABELA 3. Relação entre os volumes totais, percentagem de volumes de madeira tratável e espessura média da madeira do alburno dos moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

Tratamentos		Eucalipto					Bracatinga				
Conc. X	Tempo dias	Volume Total dm ³	Volume Tratável %	Espessura do Alburno cm	Sxy cm	C.V. %	Volume Total dm ³	Volume Tratável %	Espessura do Alburno cm	Sxy cm	C.V. %
	2	57,58	98,40	4,13	0,56	13,56	50,14	100,00	4,31	0,74	17,17
2	5	43,56	90,82	3,36	0,81	24,11	48,55	100,00	4,33	0,41	9,47
	8	43,41	97,41	3,84	0,21	5,47	43,90	100,00	4,15	0,11	2,65
	2	47,74	97,51	4,00	0,27	6,75	42,30	100,00	4,07	0,14	3,44
3,5	5	40,37	87,46	2,91	0,59	20,27	53,96	100,00	4,53	0,83	18,32
	8	43,77	98,95	3,86	0,48	12,44	43,32	100,00	4,14	0,43	10,39
	2	48,15	99,08	3,87	0,70	18,09	46,85	100,00	4,16	0,48	11,54
5	5	48,76	82,47	2,95	0,78	26,44	44,39	100,00	4,13	0,48	11,62
	8	52,43	96,17	3,93	0,22	5,60	44,94	100,00	4,10	0,61	14,88

Sxy = Desvio padrão da espessura do alburno.

C.V. = Coeficiente de variação.

Houve uma variação entre os volumes de madeira submetidos aos diferentes tratamentos, devido à impossibilidade de se conseguir maior homogeneidade entre peças. A impossibilidade de se efetuar uma seleção de peças mais homogêneas, é justificável em função do prazo máximo entre o abate das árvores e o tratamento dos moirões pelos métodos utilizados ser de 24 horas.

No processo de difusão por imersão prolongada (tabela 3), procurou-se maior rigor na seleção das árvores de eucalipto a serem abatidas, de modo a terem DAPs mais próximos aos das árvores de bracatinga. Menor diferença entre os volumes dos moirões de ambas as espécies foi alcançada quando comparada ao processo de substituição da seiva (tabela 2).

Na tabela 3, também se observam variações entre os volumes dos moirões, pelas mesmas razões citadas anteriormente.

Analisando as tabelas 2 e 3, observou-se que a quantidade de alburno nas peças foi elevada. Assim, julgou-se que os moirões utilizados apresentaram condições para receber um tratamento preservativo adequado, pois a penetração da solução preservativa não ficaria limitada a níveis indesejados, pela espessura do alburno, para ambas as espécies.

Com relação à bracatinga, os moirões não apresentaram madeira de cerne, mesmo em observações macroscópicas com aumentos de até 30 vezes. Por esta razão, considerou-se madeira de alburno todo o lenho dos moirões.

A alta proporção de alburno no eucalipto, segundo GALVÃO¹⁵ e REIMÃO³⁹, está associada à idade das árvores utilizadas no tratamento.

A ausência de cerne na madeira de bracatinga, possivelmente esteja, também associada à idade das árvores utilizadas no experimento.

4.2. TEOR DE UMIDADE E MASSA ESPECÍFICA APARENTE BÁSICA DA MADEIRA

Nas tabelas 4 e 5 estão apresentados os resultados da umidade média das madeiras, no momento em que foram submetidas aos diferentes tratamentos, bem como a massa específica aparente básica das mesmas.

Observa-se, na tabela 4, que a madeira dos moirões de eucalipto apresentou teores de umidade entre $116,19 \pm 5,29\%$ a $130,70 \pm 19,02\%$ que, segundo GALVÃO¹⁵, GALVÃO et alii¹⁸, PEREIRA & RUSSO³⁷, REIMÃO³⁹ e RODRIGUEZ HERRERA⁴², favorecem este tipo de tratamento preservativo. O mesmo ocorreu com a da bracatinga, onde sua umidade natural, em alguns casos, foi um tanto inferior à apresentada pela madeira de eucalipto ($90,28 \pm 6,75\%$ a $118,74 \pm 6,95\%$). Tais diferenças não foram significativas e provavelmente não afetaram o efeito do tratamento nos moirões de bracatinga.

Quanto à massa específica, não se observaram grandes diferenças entre as espécies. As diferenças apresentadas entre os tratamentos, foram provavelmente devido à

TABELA 4. Valores médios, desvios padrões e coeficientes de variação para o teor de umidade e para a massa específica das madeiras de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva.

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc.	Tempo	T.U.	Sxy	C.V.	M.E.	Sxy	C.V.	T.U.	Sxy	C.V.	M.E.	Sxy	C.V.
X dias	X	X	X	X	g/cm ³	g/cm ³	X	X	X	X	g/cm ³	g/cm ³	X
	2	120,74	4,01	3,32	0,486	0,012	2,47	99,05	11,92	12,03	0,547	0,030	5,48
2	5	125,77	7,48	5,95	0,478	0,018	3,77	108,12	4,64	4,29	0,467	0,021	4,50
	8	116,19	5,29	4,55	0,507	0,010	1,97	105,28	3,32	3,15	0,534	0,018	3,37
	2	122,09	10,69	8,76	0,491	0,023	4,68	90,28	6,75	7,48	0,566	0,008	1,41
3,5	5	127,99	24,12	18,85	0,494	0,023	4,67	108,18	5,65	5,22	0,517	0,027	5,22
	8	130,70	19,02	14,55	0,466	0,041	8,00	106,81	7,03	6,58	0,509	0,041	8,06
	2	126,33	15,25	12,07	0,476	0,037	7,77	91,43	5,95	6,51	0,545	0,051	9,36
5	5	124,41	17,89	14,38	0,487	0,038	7,00	118,74	6,95	5,85	0,487	0,024	4,93
	8	122,56	4,14	3,38	0,481	0,013	2,70	115,04	12,51	10,87	0,492	0,030	6,10

T.U. = Teor de umidade da madeira.

C.V. = Coeficiente de variação.

Sxy = Desvio padrão.

M.E. = Massa específica aparente básica da madeira.

TABELA 5. Valores médios, desvios padrões e coeficientes de variação para o teor de umidade e massa específica das madeiras de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc.	Tempo	T.U.	Sxy	C.V.	M.E.	Sxy	C.V.	T.U.	Sxy	C.V.	M.E.	Sxy	C.V.
X dias	X	X	X	X	g/cm ³	g/cm ³	X	X	X	X	g/cm ³	g/cm ³	X
2		122,97	13,60	11,06	0,503	0,042	8,35	91,84	2,48	2,70	0,570	0,020	3,51
2	5	106,80	1,92	1,80	0,533	0,004	0,75	102,45	15,51	15,14	0,513	0,020	3,90
	8	113,29	5,41	4,78	0,509	0,008	1,57	92,96	3,92	4,22	0,512	0,034	6,64
	2	111,01	12,35	11,13	0,534	0,040	7,49	93,97	8,36	8,95	0,546	0,044	8,06
3,5	5	109,60	2,46	2,24	0,523	0,010	1,91	102,45	17,53	17,11	0,505	0,025	4,95
	8	118,52	4,15	3,50	0,491	0,011	2,24	90,18	14,74	16,35	0,535	0,067	12,52
	2	117,20	16,43	14,02	0,521	0,051	9,79	95,14	8,62	9,06	0,524	0,022	4,20
5	5	113,43	11,97	10,55	0,514	0,022	4,28	102,58	9,35	9,11	0,499	0,013	2,61
	8	116,77	12,05	10,32	0,505	0,024	4,75	91,70	18,38	20,04	0,510	0,047	9,22

T.U. = Teor de umidade da madeira.

C.V. = Coeficiente de variação.

Sxy = Desvio padrão.

M.E. = Massa específica aparente básica da madeira.

variabilidade genética entre árvores, como observado por GALVÃO¹⁵ para madeira de Eucalyptus alba.

Através da análise da tabela 5, nota-se que o teor de umidade da madeira de eucalipto (de $106,80 \pm 1,92\%$ a $122,97 \pm 13,60\%$) foi superior ao da madeira de bracatinga (de $90,18 \pm 14,74\%$ a $102,58 \pm 9,35\%$), como já observado anteriormente nas peças submetidas ao método de substituição da seiva (tabela 4). Também, nesse caso, tais diferenças, provavelmente não causaram efeito no tratamento dos moirões.

Quanto à massa específica, praticamente não se observaram diferenças entre as espécies. As variações existentes entre tratamentos, provavelmente foram devido a variabilidade genética entre árvores.

Pela análise conjunta das tabelas 4 e 5, observou-se que ocorreram certas variações para o teor de umidade e massa específica aparente básica dentro das espécies de madeira, principalmente para a madeira de eucalipto, devido, provavelmente à mudança de local de coleta dos moirões.

4.3. VARIAÇÕES NO pH, VOLUME E DENSIDADE DAS SOLUÇÕES PRESERVATIVAS DURANTE OS TRATAMENTOS PRESERVATIVOS

Os valores de pH das soluções preservativas, obtidos através de medições diárias, não apresentaram variações no decorrer dos tratamentos. O pH permaneceu em 1,5 para todos

os casos. Isto indica que não houve precipitação de sais ou a formação de outros complexos químicos durante o período de tratamento, pela ocorrência de reações químicas das soluções de tratamento com as madeiras.

No processo de difusão por imersão prolongada houve redução nas densidades das soluções de tratamento, devido à migração de elementos do produto utilizado para o interior da madeira.

Tanto a quantidade do produto CCB adicionado, a fim de corrigir a concentração das soluções no método de difusão por imersão prolongada, como a quantidade de solução adicionada para manter constante o nível nos barris utilizados para o tratamento das peças submetidas ao método de substituição da seiva, encontram-se respectivamente, nas tabelas 6 e 7. Na tabela 7 são incluídos os valores obtidos para a absorção e a retenção nominal dos tratamentos do método de substituição da seiva.

Na tabela 6, observa-se que, em alguns casos, não se constatarem variações na densidade das soluções devido a oscilações muito pequenas, não detectáveis com o equipamento empregado.

TABELA 6. Quantidade de produto adicionado para manter a densidade das soluções de tratamento, no processo de difusão por imersão prolongada.

Tratamentos	Volume	Densidade	Varição	Quantidade de		
Conc. (%)	Inicial (litros)	Inicial da Solu- ção (g/cm ³)	da Densi- dade da Solução (g/cm ³)	Produto Adicio- nado às Soluções		
Tempo (dias)				(kg)	(litros)	
	2	220	1,026	0,004	0,88	3,52
2	5	220	1,026	0,000	0,00	0,00
	8	220	1,026	0,000	0,00	0,00
	2	220	1,046	0,002	0,44	1,76
3,5	5	220	1,046	0,000	0,00	0,00
	8	220	1,046	0,006	1,32	5,28
	2	220	1,068	0,004	0,88	3,52
5	5	220	1,068	0,006	1,32	5,28
	8	220	1,068	0,004	0,88	3,52

Com relação à tabela 7, especificamente para os tempos de 5 e 8 dias de tratamento nas concentrações de 3,5 e 5% de i.a., notou-se que a retenção nominal foi superior a $6,5 \text{ kg/m}^3$ de madeira, considerada como mínima para dar proteção a moirões tratados com preservativos hidrossolúveis, como preconizado pela ABNT⁴, Norma P-MB-790. No entanto, tais resultados não se referem a uma das espécies de madeira em particular, e sim ao valor médio entre o eucalipto e a bracatinga.

Durante o tratamento das peças submetidas ao processo de substituição da seiva, observou-se o desenvolvimento de fungos emboloradores na porção aérea dos moirões. Isto também foi observado por outros autores, dentre eles, GALVÃO¹⁵, PEREIRA & RUSSO³⁷, PIMENTEL³⁸ e WEHR⁵⁹. Estes autores afirmaram que o desenvolvimento de fungos nas peças está relacionado ao afloramento de substâncias amiláceas contidas na seiva e, portanto, não afetam a qualidade da madeira tratada.

TABELA 7. Absorção (kg/m^3) e retenção (kg de CCB/ m^3) para as peças submetidas ao processo de substituição da seiva.

Tratamentos	Conc. (%)	Tempo (dias)	Volume Inicial das Soluções (litros)	Absorção da Solução de CCB (litros)	Absorção da Solução de CCB (kg/m^3)	Retenção Nominal em kg de CCB/ m^3 de Madeira
		2	68,00	8,15	80,00	1,60
2		5	68,00	18,35	161,80	3,24
		8	68,00	35,70	288,20	5,76
		2	68,00	7,40	67,90	2,38
3,5		5	68,00	17,60	177,00	6,20
		8	68,00	31,30	273,90	9,59
		2	68,00	6,64	68,10	3,41
5		5	68,00	15,65	148,80	7,44
		8	68,00	28,05	317,20	15,86

4.4: DISTRIBUIÇÃO DO PRESERVATIVO NA MADEIRA

A análise da distribuição dos elementos cobre e boro, que compõem o preservativo "osmose CCB", foi feita por colorimetria, como descrito em 3.8.1. As figuras 7 a 14 representam a distribuição destes elementos químicos nos discos retirados nas 6 posições do moirão (figura 4), para cada tratamento a que foram submetidos os moirões.

As figuras 7 e 8 representam a distribuição dos elementos cobre e boro, para as peças de eucalipto tratadas pelo método de substituição da seiva. Nota-se, visualmente, que ocorreu uma distribuição mais homogênea destes componentes químicos, para o tempo de tratamento de 8 dias, tanto no sentido longitudinal como no sentido radial. Isto foi observado para todas as concentrações em que o produto foi utilizado. Uma boa distribuição também foi obtida para o tempo de 5 dias nas concentrações de 3,5 e 5% de i.a. O tempo de tratamento de 2 dias, no entanto, não proporcionou uma distribuição eficiente para todas as concentrações do produto preservativo, não atingindo a posição 5, tomada a 55 centímetros do topo dos moirões.

A distribuição dos elementos cobre e boro, para a madeira de bracatinga tratada pelo método de substituição da seiva, é representada pelas figuras 9 e 10. Observou-se que o tempo de tratamento de 8 dias, proporcionou uma distribuição mais homogênea ao longo das peças.

As peças submetidas a tratamentos com concentração de 3,5%, atingiram uma distribuição satisfatória dos

elementos a partir do tempo de tratamento de 5 dias. Para a concentração de 5%, todos os tempos de tratamento proporcionaram boa distribuição dos elementos nas peças. Observou-se que a distribuição do elemento boro foi deficiente no topo das peças, não atingindo a posição 6 (tomada a 10 cm do topo dos moirões), para todos os tratamentos preservativos testados.

Comparando-se as duas espécies, notou-se que a distribuição do cobre ocorreu de forma mais homogênea ao longo das peças de bracatinga. Porém, no eucalipto, a distribuição foi mais satisfatória no sentido casca-medula, principalmente para as posições 2 e 3, situadas a 40 e 60 centímetros da base, respectivamente. Com essa porção mais tratada, sem dúvida, confere-se ao eucalipto maior resistência à deterioração por ser a região mais propícia ao ataque de organismos xilófagos. Por outro lado, a madeira de bracatinga fica menos protegida, quando da ocorrência de eventuais rachaduras desenvolvidas.

Para o elemento boro, tanto a bracatinga como o eucalipto apresentaram uma distribuição satisfatória na região de afloramento do moirão, embora a do eucalipto tenha sido mais homogênea que a da bracatinga, e com aspecto mais homogêneo que a do elemento cobre. Assim, observaram-se nos moirões duas áreas: uma mais próxima à periferia das peças, em que foi observada a presença de cobre e boro e, outra, mais interna, em que foi notada a presença, apenas do elemento boro.

TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	3						
	5	11						
	8	19						
3,5	2	27						
	5	35						
	8	43						
5	2	51						
	5	59						
	8	67						

FIGURA 7. Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de substituição da seiva.

TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	3						
	5	11						
	8	19						
3,5	2	27						
	5	35						
	8	43						
5	2	51						
	5	59						
	8	67						

FIGURA 8. Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de substituição da seiva.

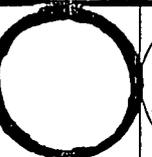
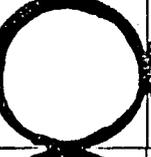
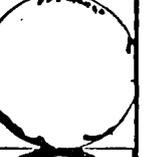
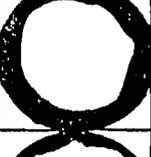
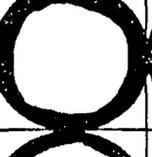
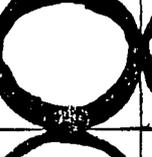
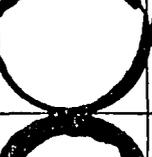
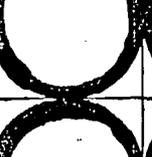
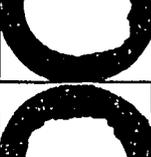
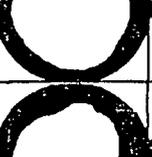
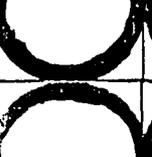
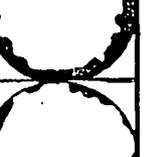
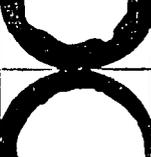
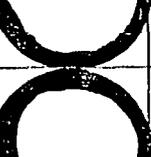
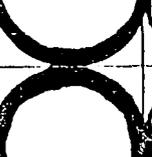
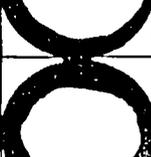
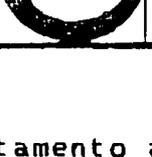
TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	4						
	5	12						
	8	20						
3,5	2	28						
	5	36						
	8	44						
5	2	52						
	5	60						
	8	68						

FIGURA 9. Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de substituição da seiva.

TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	4						
	5	12						
	8	20						
3,5	2	28						
	5	36						
	8	44						
5	2	52						
	5	60						
	8	68						

FIGURA 10. Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de substituição da seiva.

A distribuição dos ingredientes do preservativo CCB para as espécies, submetidas ao processo de difusão por imersão prolongada, é apresentada pelas figuras enumeradas de 11 a 14. Entre as espécies, notou-se para o eucalipto uma distribuição mais homogênea de ambos elementos ao longo das peças (figuras 11 e 12).

Para todos os tratamentos, houve melhor distribuição radial nas extremidades dos moirões, ficando a região de afloramento com distribuição menos completa.

As distribuições mais homogêneas no sentido radial, para este método de tratamento foram obtidas para as concentrações de 3,5 e 5% de i.a., quando submetidas ao tratamento de 8 dias.

As figuras 13 e 14 representam a distribuição obtida para o método de tratamento, por difusão por imersão prolongada, para a madeira de bracatinga. Observou-se que este processo proporcionou distribuição deficiente para os moirões submetidos a um período de 2 dias de tratamento, para todas as concentrações do produto. Estes resultados também demonstram que a distribuição não foi homogênea e eficiente, para todas as peças tratadas na concentração de 2% de i.a.

Dos resultados obtidos, conclui-se ser necessário o emprego de soluções mais concentradas e maior tempo de tratamento para obtenção de boa distribuição do preservativo em madeiras verdes, tratadas pelo processo de imersão. Para este processo, a distribuição do produto preservativo no eucalipto foi melhor que na bracatinga.

TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	75						
	5	83						
	8	91						
3,5	2	99						
	5	107						
	8	115						
5	2	123						
	5	131						
	8	139						

FIGURA 11. Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de difusão por imersão prolongada.

TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	75						
	5	83						
	8	91						
3,5	2	99						
	5	107						
	8	115						
5	2	123						
	5	131						
	8	139						

FIGURA 12. Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de eucalipto - processo de difusão por imersão prolongada.

TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	76						
	5	84						
	8	92						
3,5	2	100						
	5	108						
	8	116						
5	2	124						
	5	132						
	8	140						

FIGURA 13. Distribuição do elemento cobre, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

TRATAMENTO		MOIRÃO Nº	POSIÇÕES					
CONC. %	TEMPO DIAS		1	2	3	4	5	6
2	2	76						
	5	84						
	8	92						
3,5	2	100						
	5	108						
	8	116						
5	2	124						
	5	132						
	8	140						

FIGURA 14. Distribuição do elemento boro, por tratamento a que foram submetidos os moirões de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

O método de substituição da seiva foi superior ao de difusão para ambas as espécies, principalmente por conferir às peças uma maior proteção nas posições 2 e 3, consideradas como região de afloramento e zona crítica em moirões instalados.

4.5. PENETRAÇÃO DO PRODUTO PRESERVATIVO NA MADEIRA

Os resultados obtidos nas análises de variância e comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 99% de probabilidade, para os fatores envolvidos, são apresentados e discutidos a seguir, em cada processo de tratamento empregado.

4.5.1. Penetração dos Elementos Cobre e Boro pelo Processo de Substituição da Seiva

Nas tabelas 8 e 9, são apresentados os valores médios de penetração, avaliados para cada tratamento a que foram submetidos os moirões.

Na tabela 8, observa-se que o elemento cobre apresentou valores de penetração inferiores na base e na linha de afloramento para a madeira de bracatinga, mas sua distribuição ao longo das peças foi, percentualmente, mais homogênea que no eucalipto.

Segundo a literatura, os valores de penetração para o elemento cobre, encontrados para os tratamentos com

TABELA 8. Penetração média em milímetros para o elemento cobre, por tratamento, para as espécies eucalipto e bracatinga - processo de substituição da seiva.

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc. %	Tempo dias	Posições nos moirões						Posições nos moirões					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	2	14,81	4,81	1,06	0,06	0,00	0,00	8,75	4,69	3,56	2,56	2,06	0,50
2	5	21,50	9,88	5,56	2,63	0,25	0,00	7,63	5,00	3,44	2,44	2,00	0,94
	8	25,38	14,50	10,63	6,50	4,44	2,13	8,13	5,06	4,25	3,81	3,38	3,31
	2	23,00	7,88	2,94	0,31	0,00	0,00	8,75	4,38	4,38	3,31	3,00	1,38
3,5	5	25,63	14,88	11,25	4,69	1,56	0,19	11,75	7,25	5,38	4,75	3,81	3,75
	8	34,38	22,00	16,06	9,00	6,44	4,13	11,38	8,13	6,94	5,13	4,56	4,38
	2	20,50	7,38	4,56	1,06	0,06	0,00	15,88	7,06	5,63	4,63	3,69	2,31
5	5	26,00	12,94	10,56	6,50	3,69	2,44	14,81	8,19	6,13	5,19	4,63	4,06
	8	39,25	18,69	13,50	10,13	6,94	5,44	17,38	8,50	7,19	6,06	4,81	4,06

TABELA 9. Penetração média em milímetros para o elemento boro, por tratamento, para as espécies eucalipto e bracatinga - processo de substituição da seiva.

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc. %	Tempo dias	Posições nos moirões						Posições nos moirões					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	2	31,25	14,06	9,13	4,31	0,81	0,00	10,56	7,44	5,38	3,75	2,56	0,00
2	5	25,63	15,75	10,56	7,88	4,69	0,81	10,75	7,50	6,38	4,94	3,44	0,00
	8	25,63	17,94	15,63	12,63	8,38	5,75	16,06	10,63	10,81	10,25	12,69	0,00
	2	25,06	12,50	9,94	4,94	1,38	0,63	14,19	8,97	7,19	5,75	3,19	0,00
3,5	5	25,88	15,56	11,69	8,50	6,31	1,88	34,69	14,56	11,88	10,25	10,13	0,00
	8	39,19	26,00	19,31	15,69	12,19	17,03	27,94	22,38	21,94	15,13	9,19	0,00
	2	22,06	13,00	9,38	4,56	0,94	0,13	16,13	12,63	11,75	9,81	3,69	0,00
5	5	27,13	17,00	13,38	11,56	7,88	6,94	36,19	16,75	15,43	12,19	8,19	0,00
	8	44,94	21,00	18,06	14,25	12,06	33,94	32,94	23,00	22,44	14,38	7,81	0,00

soluções ao nível de 5% de concentração, por 5 dias, foram suficientes para dar à madeira de eucalipto uma boa tratabilidade. O mesmo ocorreu para o nível de concentração de 3,5%, em 5 dias mas, a 2%, penetração aceitável só foi alcançada com o tempo de 8 dias.

Como o tempo de tratamento foi uma variável importante, provavelmente maior penetração de cobre na madeira de bracatinga possa ser obtida, no sentido radial, estendendo-se o tempo de tratamento para 15 ou 20 dias.

A menor penetração no sentido radial para a bracatinga, talvez seja devido ao menor teor de umidade, quando comparada à madeira de eucalipto.

Para a madeira do eucalipto, observa-se que os valores obtidos para o cobre (tabela 8) e para o boro (tabela 9) apresentaram o mesmo comportamento. Contudo, uma vez que o boro se difunde com maior facilidade, a profundidade de penetração deste elemento foi mais elevada que a observada o cobre. Nos casos onde se empregaram níveis de concentração mais elevados, e maior tempo de tratamento, o boro além de atingir o topo superior das peças, difundiu-se radialmente no sentido casca-medula, dando maior proteção a esta parte dos moirões.

Devido ao maior poder de difusão das moléculas do boro, quando comparadas às do cobre, notou-se que a penetração desse elemento na bracatinga apresentou um comportamento semelhante ao observado no eucalipto, na região de afloramento, para o tempo de tratamento de 8 dias na concentração de 2% de i.a., bem como, para os tempos de

tratamento de 5 e 8 dias na concentração de 3,5% de i.a. O mesmo foi observado para todos os tempos testados na concentração de 5% de i.a.

A aparente ausência de boro no topo das peças de bracatinga, que pode ser observada na tabela 9, provavelmente seja explicada devido a baixa concentração desse elemento no topo dos moirões e a pouca nitidez obtida com as reações reveladoras utilizadas, para esse elemento.

4.5.1.1. Efeito do tempo de tratamento na penetração do produto preservativo

Com relação ao tempo de tratamento, observou-se um aumento da penetração do preservativo, à medida que se aumentou o tempo de permanência dos moirões nas soluções preservativas. Em alguns casos, o produto chegou a atingir o topo das peças e as camadas mais internas do lenho (Vide tabelas 8 e 9).

Pelas comparações das médias através do teste de Tukey, que consta dos itens A1.1 a A1.4 do apêndice 1, observou-se que o tempo de tratamento de 8 dias foi o que apresentou melhores valores médios de penetração, para ambas as espécies e elementos químicos empregados. Uma exceção foi observada para a madeira de bracatinga, na qual a penetração do elemento cobre não diferiu entre 5 e 8 dias.

4.5.1.2. Efeito da concentração das soluções na penetração do produto preservativo

Quanto à concentração das soluções preservativas, observa-se nos itens A1.1 a A1.4 do apêndice 1 que, em quase todos os casos, os níveis de 3,5 e 5% de i.a. apresentaram resultados que não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 99% de probabilidade, pelo teste de comparações entre médias. No entanto, uma diferença entre as concentrações de 3,5 e 5% foi observada para a penetração do elemento cobre, na madeira de bracatinga.

4.5.1.3. Penetração dos elementos cobre e boro em relação às posições ao longo das peças

Os resultados das comparações sobre a penetração dos elementos químicos ao longo das peças, encontram-se no apêndice 1, itens A1.1 a A1.4.

Para o eucalipto, verificou-se haver uma maior penetração do elemento cobre na base dos moirões, posição 1 (tomada a 10 cm da base), seguida pela posição 2 (40 cm da base), considerada como região de afloramento. Na sequência, as penetrações do cobre foram observadas nas posições 3, 4, 5 e 6, respectivamente. Estas posições referem-se às distâncias de 60 cm da base, meio do moirão, 55 cm e 10 cm do topo.

Entre as posições 4 e 5, não foram observadas diferenças significativas para o elemento cobre. O mesmo

ocorreu entre as posições 5 e 6, sendo que a posição 6 diferiu estatisticamente da posição 4. Todas as demais diferiram entre si a 99% de probabilidade.

Para o elemento boro, notou-se que a posição 6 apresentou um valor médio superior ao da posição 5, mas sem diferença significativa entre os valores, ao nível de 99% de probabilidade. Ambos os valores foram iguais a posição 4, neste nível de probabilidade.

As posições 3 e 4 não diferiram entre si. Entre as posições 1 e 2, houve diferença significativa a 99% de probabilidade e, ambas, foram diferentes das demais posições no mesmo nível de significância.

Em alguns casos, a maior penetração observada na posição 6, quando comparada à posição 5, provavelmente tenha sido pelo fato do boro ter se difundido radialmente, após ter atingido o topo superior dos moirões, como apresentado na tabela 9.

Para a bracatinga, em relação ao elemento cobre, não se observaram diferenças significativas a 99% de probabilidade, entre as posições 2 e 3; 3, 4 e 5; e 4, 5 e 6. A posição 2 diferiu estatisticamente das posições 4, 5 e 6 e a posição 1 diferiu estatisticamente das demais, a esse mesmo nível de significância.

Para o boro, não houve diferenças significativas, a 99% de probabilidade entre as posições 2, 3 e 4; e 4 e 5, sendo que a posição 3 diferiu da posição 5, e esta da posição 6, na qual não foi detectada a presença do elemento

em nenhum dos tratamentos. A posição 1 dos moirões, tomada a 10 cm da base, apresentou-se diferente das demais a 99% de probabilidade.

4.5.1.4. Interações entre as variáveis do tratamento pelo processo de substituição da seiva

As interações observadas pelas análises de variância contidas nos itens A1.1 a A1.4 do apêndice 1, são apresentadas na tabela 10.

TABELA 10. Interações entre as variáveis do tratamento preservativo sobre a penetração dos elementos cobre e boro, em moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva.

Fontes de Variação	Cobre		Boro	
	Eucalipto	Bracatinga	Eucalipto	Bracatinga
POxT	**	NS	**	**
POxC	**	**	**	**
TxC	NS	NS	**	*
POxTxC	NS	NS	**	NS

* - Existe interação significativa ao nível de 95% de probabilidade.

** - Existe interação significativa ao nível de 99% de probabilidade.

NS - Não existe interação significativa ao nível de 95% de probabilidade.

As interações sobre a penetração dos elementos cobre e boro, para os moirões de eucalipto e de bracatinga, são discutidas a seguir:

A. Posição nas peças (PO) x tempo de tratamento (T):

As análises de variância efetuadas para este método de tratamento acusaram interações entre as variáveis PO e T, ao nível de 99% de probabilidade. A interação foi observada na madeira de eucalipto, para os elementos cobre e boro, e na madeira de bracatinga para o elemento boro.

Para o elemento cobre, na madeira de bracatinga, não se observou interação entre tais variáveis, mesmo ao nível de 95% de probabilidade.

A tabela 8 apresenta os valores médios para o elemento cobre. Quando se aumentou o tempo de tratamento e a posição na peça aproximou-se da base do moirão, houve um acréscimo na penetração do elemento na madeira de eucalipto. Para a bracatinga, estes resultados foram similares aos da madeira de eucalipto, mesmo que a interação entre estas variáveis não tenha sido significativa ao nível de 95% de probabilidade

Para as madeiras de eucalipto e de bracatinga ocorreu interação a nível de 99% de probabilidade entre as variáveis PO e T, quando a penetração do elemento boro foi observada. Observa-se na tabela 9, a mesma tendência apresentada pelo elemento cobre (tabela 8).

B. Posição nas peças (PD) x concentração das soluções (C):

As análises de variância acusaram a existência de interações significativas ao nível de 99% de probabilidade entre essas variáveis, nas madeiras de eucalipto e de bracatinga, para ambos elementos químicos analisados.

As tabelas 8 e 9 apresentam os valores médios para os elementos cobre e boro respectivamente, demonstrando que, quando se aumentou a concentração da solução preservativa e a posição nas peças se aproximou da base do moirão, houve um acréscimo na penetração dos elementos cobre e boro nas madeiras analisadas.

C. Tempo de tratamento (T) x concentração das soluções (C):

Para o elemento boro, observaram-se interações entre estas variáveis, nas madeiras de eucalipto e de bracatinga. Os níveis de significância foram de 99 e 95% de probabilidade, respectivamente.

Para o elemento cobre, não se observou interação entre as variáveis T e C, ao nível de 95% de probabilidade para as duas espécies de madeira. Com isso, há uma indicativa de que as variáveis agiram independentemente.

Na tabela 8 estão apresentados os valores médios de penetração do elemento cobre; mesmo que as interações entre estas variáveis não tenham sido observadas a 95% de probabilidade. À medida que se aumentam o tempo e a concentração, há acréscimo nos valores de penetração.

Dos valores médios de penetração obtidos para o elemento boro, contidos na tabela 9, observou-se que o

aumento do tempo de tratamento e da concentração das soluções preservativas, corresponderam a um acréscimo nos valores de penetração para a madeira de eucalipto a 99% de probabilidade. Com relação à madeira de bracatinga, os resultados foram similares aos obtidos para o eucalipto, com uma interação significativa a 95% de probabilidade.

Comparando-se aos resultados obtidos para a madeira de eucalipto, a menor significância para a interação $T \times C$ observada para a madeira de bracatinga, provavelmente foi devido à pequena diferença da penetração deste elemento entre as concentrações adotadas, bem como entre os tempos de tratamento empregados.

A existência da interação para o boro, mas não observada para o cobre, deve-se, provavelmente, ao maior poder de difusão das moléculas de boro.

D. Posição nas peças (PO) x tempo de tratamento (T) x concentração das soluções (C):

A interação entre os fatores posição, tempo de tratamento e concentração, foi observada a nível de 99% de probabilidade, unicamente para a madeira de eucalipto, para o elemento boro. Para os demais casos, não houve interação entre estes fatores, mesmo quando analisados ao nível de 95% de probabilidade. Excetuando-se o caso do eucalipto/boro, a inexistência de interação entre estas variáveis ocorreu, provavelmente, devido aos resultados apresentados pelas interações entre tempos de tratamento e as concentrações das soluções, terem apresentado efeitos individuais inversos.

Com isto, houve um mascaramento das interações existentes, quando as variáveis foram analisadas duas a duas.

4.5.2. Penetração dos Elementos Cobre e Boro pelo Processo de Difusão por Imersão Prolongada

As médias dos resultados para a penetração dos elementos cobre e boro, para os tratamentos efetuados com os moirões por este método, são apresentados nas tabelas 11 e 12. A exemplo dos resultados obtidos para o método de substituição da seiva, também se observou que o aumento do tempo de tratamento causou acréscimo na penetração do produto; o mesmo ocorreu quando se aumentaram os níveis de concentração das soluções preservativas.

Para ambas as espécies, notou-se que a penetração do elemento cobre foi insuficiente em todos os tratamentos. O mesmo não foi observado para o elemento boro (tabela 12), que apresentou penetração satisfatória na linha de afloramento, para o tempo de tratamento de 8 dias ao nível de 3,5% de concentração. Os resultados também se mostraram satisfatórios nos tempos de 5 e 8 dias, na concentração de 5% de i.a. para a madeira de eucalipto, e em 8 dias de tratamento na concentração de 5% de i.a. para a madeira de bracatinga.

Estes resultados mostraram que, para o tratamento de difusão, foi necessário o emprego de tempos e concentrações maiores que os comparados, aos exigidos para o método de substituição da seiva.

TABELA 11. Penetração média em milímetros para o elemento cobre, por tratamento, para as espécies eucalipto e bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc. %	Tempo dias	Posições nos moirões						Posições nos moirões					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	2	3,00	1,44	1,31	1,19	1,44	4,00	3,75	0,13	0,00	0,00	0,13	0,75
2	5	7,00	2,00	1,81	1,69	1,81	5,44	4,88	0,38	0,13	0,06	0,13	2,94
	8	15,19	3,31	2,94	2,75	2,69	14,31	8,50	1,56	1,31	0,50	0,13	2,25
	2	7,00	2,69	2,31	1,63	2,50	7,25	3,31	0,31	0,13	0,00	0,38	10,38
3,5	5	13,38	3,31	2,81	2,63	2,88	10,81	9,00	1,63	1,69	1,13	0,94	1,75
	8	18,37	7,21	5,12	4,45	5,48	21,42	10,19	6,31	3,50	2,00	1,19	4,44
	2	7,38	3,44	3,00	2,75	2,94	8,25	9,19	1,38	1,13	0,81	1,94	11,88
5	5	14,25	4,13	3,63	3,25	3,63	15,81	11,19	2,38	1,81	0,81	1,13	5,69
	8	18,44	7,25	5,19	4,50	5,50	21,50	14,50	6,38	5,06	3,25	2,75	6,50

TABELA 12. Penetração média em milímetros para o elemento boro, por tratamento, para as espécies eucalipto e bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc. %	Tempo dias	Posições nos moirões						Posições nos moirões					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	2	8,06	3,13	2,75	2,56	3,69	21,25	1,75	0,00	0,00	0,00	0,75	1,50
2	5	21,38	6,81	6,25	5,88	6,25	18,81	6,00	2,06	1,69	0,81	1,19	6,88
	8	36,56	6,88	6,69	6,63	6,88	36,94	9,44	4,69	3,56	2,63	3,56	12,81
	2	11,94	5,75	4,81	4,50	5,38	28,94	3,00	0,63	0,81	0,50	6,25	30,31
3,5	5	17,63	7,94	7,56	7,13	7,25	19,81	14,00	7,38	7,31	6,56	6,56	16,56
	8	38,06	15,13	11,75	11,00	13,13	36,88	14,56	8,38	6,88	6,38	6,25	20,69
	2	19,31	6,69	6,25	6,06	7,38	29,88	7,50	4,19	5,06	4,50	9,25	25,19
5	5	26,56	18,44	14,38	13,69	14,94	31,50	25,13	9,19	7,56	7,63	10,88	38,00
	8	28,63	15,00	13,31	12,44	18,44	38,88	35,56	26,88	24,94	24,06	22,20	38,63

Os resultados das tabelas 11 e 12 são considerados como penetração satisfatória, quando os elementos químicos apresentam valores de penetração superiores a 10 milímetros.

4.5.2.1. Efeito do tempo de tratamento na penetração do produto preservativo

Através das comparações entre médias pelo teste de Tukey, ao nível de 99% de probabilidade, observou-se que o tempo de tratamento de 8 dias apresentou valores médios de penetração superiores aos tempos de 2 e 5 dias, para ambas as espécies e elementos químicos analisados. Tais comparações são apresentadas nos itens A1.5 a A1.8 do apêndice 1.

4.5.2.2. Efeito da concentração das soluções na penetração do produto preservativo

Quanto às médias de concentração, apresentadas nos itens A1.5 a A1.8 do apêndice 1, observou-se que para a concentração de 5% de i.a., os valores médios de penetração foram superiores aos obtidos para as concentrações de 3,5 e 2%, para ambas as espécies e elementos químicos analisados. Exceção é observada para a madeira de eucalipto, em relação ao elemento cobre, onde os valores médios para as concentrações de 3,5 e 5% não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey, a 99% de probabilidade.

4.5.2.3. Penetração dos elementos cobre e boro em relação às posições ao longo das peças

Para a madeira de eucalipto, obteve-se maior penetração do elemento cobre na posição 6, a qual, na ordem decrescente, foram seguidas pelas posições 1, 2, 5, 3 e 4. Para este elemento químico, as posições 6 e 1, tomadas respectivamente a 10 centímetros do topo e a 10 centímetros da base dos moirões, não diferiram estatisticamente entre si. As demais posições, não diferiram entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

Para o elemento boro, observou-se comportamento semelhante ao do cobre, sendo que as penetrações nas posições 6 e 1 diferiram estatisticamente a 99% de probabilidade.

Para a madeira de bracatinga, obteve-se maior penetração do elemento cobre na posição 1. Na ordem decrescente, observaram-se então as posições 6, 2, 3, 5 e 4, sendo que as posições 2, 3, 5 e 4, não diferiram entre si.

Para o elemento boro, a bracatinga apresentou resultados semelhantes aos obtidos para o eucalipto. No entanto, observou-se diferença significativa entre as posições 6 e 1. Para as demais médias, não houve diferenças significativas.

A maior penetração na posição 6, para os moirões de eucalipto, possivelmente seja explicada devido à existência de menos madeira de cerne no topo dos moirões, quando

comparados à base destes. Para a bracatinga, isto poderia ser explicado devido a presença de maior volume de lenho juvenil, com mais umidade no topo superior o que pode ter favorecido a difusão dos elementos para o interior das peças.

Com relação ao elemento cobre, observou-se que para a madeira de bracatinga, a maior penetração ocorreu na posição 1 (10 cm da base das peças). Isto pode ter ocorrido devido ao maior diâmetro da base das peças, apresentando maior área de contato com a solução preservativa, se comparada ao topo das mesmas.

Para ambas as espécies submetidas ao processo de difusão, notou-se que houve menor penetração na posição 4, no meio do comprimento do moirão. Esta observação também foi feita por vários autores, dentre eles os de REIMÃO⁴⁰ e WEHR⁵⁹. Segundo estes autores, isto provavelmente tenha ocorrido devido à maior permeabilidade da madeira no sentido longitudinal, do que nos sentidos transversais.

4.5.2.4. Interações entre as variáveis do tratamento pelo processo de difusão por imersão prolongada

Os resultados das análises de variância, incluídas nos itens A1.5 a A1.8 do apêndice 1, são apresentados na tabela 13.

TABELA 13. Interações entre as variáveis do tratamento preservativo sobre a penetração dos elementos cobre e boro em moirões de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

Fontes de Variação	Cobre		Boro	
	Eucalipto	Bracatinga	Eucalipto	Bracatinga
POxT	**	**	**	NS
POxC	NS	NS	NS	**
TxC	NS	NS	**	**
POxTxC	NS	NS	NS	NS

** - Existe interação significativa ao nível de 99% de probabilidade.

NS - Não existe interação significativa ao nível de 95% de probabilidade.

As interações sobre a penetração dos elementos cobre e boro, nas peças de eucalipto e de bracatinga são discutidos a seguir:

A. Posição nas peças (PO) x tempo de tratamento (T):

As análises de variância acusaram interações entre estas variáveis para as madeiras de eucalipto e de bracatinga, para o elemento cobre, e na madeira de eucalipto para o elemento boro, ao nível de 99% de probabilidade.

Na madeira de bracatinga não foi observada interação entre tais variáveis para o elemento boro, mesmo ao nível de 95% de probabilidade.

Pela tabela 11 observa-se que, quando se aumentou o tempo de tratamento e a posição nas peças se aproximou das extremidades dos moirões, houve um acréscimo na penetração do elemento cobre nas madeiras de eucalipto e de bracatinga. Resultados similares são observados na tabela 12, em relação à penetração do elemento boro para a madeira de eucalipto. Para a bracatinga, mesmo não sendo observada interação entre as variáveis a 95% de probabilidade, notou-se similaridade entre os resultados apresentados por esta espécie e os obtidos para a madeira de eucalipto.

B. Posição nas peças (PO) x concentração das soluções (C):

Existe interação entre estas variáveis ao nível de 99% de probabilidade, apenas para a madeira de bracatinga, para o elemento boro. Para os demais casos, não se observou interação entre as variáveis PO e C, mesmo a 95% de probabilidade.

Analisando-se a tabela 12, observa-se que, para a madeira de bracatinga, a penetração do elemento boro aumentou com o acréscimo da concentração da solução e quando a posição na peça se tornou mais próxima das extremidades dos moirões. Resultados similares foram observados para o eucalipto, mesmo que a interação não tenha sido observada a 95% de probabilidade. O mesmo é verificado em relação aos valores apresentados na tabela 11, para o elemento cobre, para ambas as espécies estudadas.

C. Tempo de tratamento (T) x concentração das soluções (C):

Pelas análises de variância, observou-se uma interação ao nível de 99% de probabilidade, entre as variáveis T e C, nas madeiras de eucalipto e bracatinga para o elemento boro. Para o elemento cobre em ambas as madeiras, esta interação não ocorreu, mesmo ao nível de 95% de probabilidade.

A tabela 11 apresenta os valores de penetração do elemento cobre nas madeiras de eucalipto e de bracatinga. Observa-se que há um acréscimo dos valores de penetração com o aumento do tempo de tratamento e da concentração da solução preservativa. No entanto, não se observou a existência de interação entre estas variáveis, mesmo a nível de 95% de probabilidade. Isto indica que houve apenas o somatório dos efeitos causados pelas variáveis tempo de tratamento e concentração das soluções.

Valores similares aos encontrados na tabela 11 foram observados na tabela 12. Para este caso, as variáveis T e C interagiram entre si, ao nível de 99% de probabilidade.

D. Posição nas peças (PO) x tempo de tratamento (T) x concentração das soluções (C):

Esta interação não ocorreu em nenhum dos casos, mesmo quando analisada ao nível de 95% de probabilidade. Isto provavelmente tenha ocorrido devido à influência das outras variáveis sobre as interações observadas.

4.5.3. Comparações dos Valores Médios de Penetração, entre os Processos Preservativos e Espécies de Madeira

Para o elemento cobre, verificou-se que o processo de substituição da seiva foi superior ao de difusão por imersão prolongada, tanto para o eucalipto como para a bracatinga (ítems A1.9 e A1.11 do apêndice 1). Com relação ao elemento boro, não se observou diferenças significativas entre os processos de tratamento, pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade (ítems A1.10 e A1.12 do mesmo apêndice).

Por comparações realizadas entre as médias, em relação apenas ao elemento boro, pode-se dizer que tanto um método quanto outro pode ser indicado para o tratamento de moirões. Mas, comparando-se as médias entre as posições da peça, apresentadas nos ítems A1.1 a A1.8 do apêndice 1, observou-se que o método de substituição da seiva proporcionou maior proteção na região de afloramento dos moirões, quando comparado ao processo de difusão. Segundo GALVÃO¹⁵, PEREIRA & RUSSO³⁷, REIMÃO³⁹, dentre outros, isto é vantajoso, pois se trata da região mais propícia ao ataque de organismos xilófagos em moirões instalados.

Com relação às duas espécies em estudo, obteve-se maior penetração nos moirões de eucalipto (Apêndice 1, ítems A1.13 a A1.16). Esta maior penetração foi observada para ambos os métodos de tratamento preservativos, pelos resultados de análises colorimétricas.

4.6. RETENÇÃO DO PRODUTO PRESERVATIVO NA MADEIRA

Os resultados obtidos nas análises de variância e comparações entre médias pelo teste de Tukey, ao nível de 99% de probabilidade, são apresentados e discutidos em cada processo de tratamento.

Nas tabelas 14 e 15 são apresentados os valores médios de retenção para cada tratamento, a que foram submetidos os moirões de ambas as espécies.

Pelos dados da tabela 14, pode-se notar que para os moirões de eucalipto tratados pelo método de substituição da seiva, foi obtida uma retenção média satisfatória do produto, a partir do tratamento 2 (2% de concentração e 5 dias de tratamento). No entanto, entre 1 e 2 centímetros da superfície externa dos moirões (posição 2 dos discos analisados), a retenção mostrou-se insuficiente. Esta consideração e as seguintes, estão em acordo com as especificações da ABNT⁴, Norma P-MB-790, que estipula um valor mínimo de $6,5 \text{ kg/m}^3$ de madeira, para moirões tratados com sais hidrossolúveis.

Para o tratamento 3 (2% e 8 dias), observou-se haver também boa retenção na posição 2 (posição intermediária no disco). O mesmo pode ser observado para os tratamentos na concentração de 3,5% de i.a. Para a concentração de 5% de i.a., observou-se que, a partir do tempo de 5 dias de

TABELA 14. Retenção média em kg de CCB/m³ de madeira de eucalipto e de bracatinga - processo de substituição da seiva.

Tratamentos		Eucalipto			Bracatinga		
Conc. %	Tempo dias	Posições nos discos			Posições nos discos		
		1	2	3	1	2	3
	2	4,93	0,63	0,14	3,53	0,14	0,07
2	5	13,66	2,82	0,37	4,82	0,06	0,05
	8	21,26	7,67	1,51	8,10	0,34	0,04
	2	6,68	0,90	0,25	4,59	0,12	0,10
3,5	5	17,93	5,23	0,52	9,71	0,50	0,13
	8	37,27	18,54	5,02	14,76	1,15	0,09
	2	11,57	1,19	0,14	10,47	0,27	0,19
5	5	29,15	7,68	0,45	14,12	0,76	0,18
	8	46,07	15,66	1,65	17,75	1,73	0,19

tratamento, os resultados de retenção podem ser considerados satisfatórios para a posição 2 no disco. Do exposto, conclui-se que, apesar do teste de comparação entre médias ter acusado os tratamentos com concentrações de 2 e 3,5% como inferiores aos tratamentos com 5% de concentração, resultados satisfatórios foram obtidos para os níveis de concentração mais baixos, quando os tratamentos preservativos foram executados em 8 dias. Assim, o pouco tempo de tratamento foi o fator limitante para o tratamento do eucalipto, ficando as concentrações das soluções preservativas em segundo plano.

Pelos resultados obtidos, observou-se que um aumento no nível de concentração das soluções causou um decréscimo no tempo de tratamento. Resultados semelhantes foram obtidos por GALVÃO¹⁵, para o Eucalyptus alba, onde se observou que com concentrações mais altas do produto CCB, podia-se obter retenções satisfatórias, com menores tempos de tratamento, quando comparados aos das concentrações mais baixas.

Resultados similares aos obtidos para a madeira de eucalipto foram observados para a bracatinga. No entanto, para a bracatinga não foi obtida uma retenção satisfatória do produto para a posição 2 nos discos, em nenhum dos tratamentos empregados. Desta forma, o interior da madeira não foi devidamente protegido, ficando sujeito ao ataque de organismos xilófagos, no caso de desenvolvimento de fendas radiais, em decorrência da secagem.

A tabela 15 apresenta os resultados de retenção para ambas as espécies, tratadas pelo processo de difusão por

imersão prolongada. Pelos dados dessa tabela, pode ser observado que o acréscimo na retenção do produto preservativo foi proporcional ao tempo de tratamento.

TABELA 15. Retenção média em kg de CCB/m³ de madeira de eucalipto e de bracatinga - processo de difusão por imersão prolongada.

Tratamentos		Eucalipto			Bracatinga		
Conc. %	Tempo dias	Posições nos discos			Posições nos discos		
		1	2	3	1	2	3
	2	2,14	0,10	0,09	0,79	0,07	0,07
2	5	4,12	0,13	0,08	2,42	0,34	0,26
	8	5,67	0,35	0,17	3,51	0,17	0,26
	2	4,04	0,17	0,04	0,78	0,13	0,39
3,5	5	7,25	0,12	0,05	3,78	0,25	0,10
	8	7,72	0,92	1,38	5,19	0,35	0,13
	2	5,51	0,20	0,01	1,65	0,28	0,18
5	5	9,05	0,34	0,12	4,99	0,07	0,07
	8	12,08	1,06	1,82	6,85	0,10	0,14

Para a madeira de eucalipto, a partir do tempo de tratamento de 5 dias nas concentrações de 3,5 e 5%, foram obtidos resultados satisfatórios para a posição 1 (posição externa no disco). Por outro lado, nas posições 2 e 3 (posições intermediária e interna, respectivamente), os valores ficaram abaixo do mínimo recomendável pela ABNT⁴, Norma P-MP-790.

Com relação à madeira de bracatinga, foram obtidos resultados satisfatórios apenas na posição 1, quando tratada por um período de tempo de 8 dias na concentração de 5% de i.a. Dos valores obtidos, acredita-se que é necessário utilizar tempos de tratamento mais prolongados, para se conseguir resultados satisfatórios com este processo de tratamento para a madeira de eucalipto e, principalmente para a de bracatinga.

4.6.1. Efeito do Tempo de Tratamento na Retenção do Produto Preservativo

Por análise dos valores médios apresentado nos itens A2.1 a A2.4 do apêndice 2, observou-se que, para o tempo de tratamento de 8 dias, as madeiras apresentaram retenção média superior às tratadas com 2 ou 5 dias, pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

4.6.2. Efeito da Concentração das Soluções na Retenção do Produto Preservativo

Pela análise dos dados apresentados nos itens A2.1 a A2.4 do apêndice 2, observou-se que a concentração de 5% de i.a. apresentou valores médios de retenção superiores aos das concentrações de 2 e 3,5% de i.a., pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade. Esse resultado não foi observado para a madeira de bracatinga a 99% de probabilidade, tratada pelo método de difusão por imersão prolongada. Neste caso, os valores médios de retenção não diferiram entre si, onde as concentrações foram de 3,5 e 5%.

4.6.3. Retenção do Produto Preservativo em Relação às Posições nos Discos

Os resultados apresentados nos itens A2.1 a A2.4 do apêndice 2, demonstraram que as melhores retenções foram obtidas para a posição 1 (posição externa no disco), quando comparadas às posições 2 e 3 (posições intermediária e interna no disco), respectivamente. Exceto para os moirões de eucalipto tratados pelo método de substituição da seiva, em que os valores médios de retenção nas posições 2 e 3 diferiram entre si, em todos os demais casos não foram observados diferenças entre essas posições, pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

Os maiores valores de retenção na posição 1 dos discos são assim explicados: A) no caso do processo de substituição da seiva, nas camadas mais externas do lenho, ocorrerem maiores forças capilares, causadas pela evaporação da umidade na superfície da madeira (GALVÃO¹⁵ e WEHR⁵⁹) e; B) para o processo de difusão, isto se explica como um resultado do contato direto das camadas externas da madeira com a solução preservativa (WEHR⁵⁹). Isto também poderia ser devido às características anatômicas do lenho, o que dificulta a difusão de substâncias preservativas no sentido transversal dos moirões.

4.6.4. Interações entre as Variáveis dos Tratamentos, na Retenção do Produto Preservativo

As interações obtidas das análises de variância, contidas nos itens A2.1 a A2.4 do apêndice 2 são apresentadas na tabela 16.

As interações observadas são discutidas a seguir:

A. Posição nos discos (PO) x tempo de tratamento (T):

As análises de variância acusaram haver interações entre estas variáveis, ao nível de 99% de probabilidade, para as madeiras de eucalipto e de bracatinga, tratadas pelos dois processos de tratamento adotados.

TABELA 16. Interações entre as variáveis do tratamento preservativo sobre a retenção do CCB, em moirões de eucalipto e de bracatinga - processos de substituição da seiva e de difusão por imersão prolongada.

Fontes de Variação	Substituição da seiva		Difusão por imersão	
	Eucalipto	Bracatinga	Eucalipto	Bracatinga
PQxT	**	**	**	**
PQxC	**	**	**	**
TxC	**	NS	*	NS
PQxTxC	*	NS	NS	**

* - Existe interação significativa ao nível de 95% de probabilidade.

** - Existe interação significativa ao nível de 99% de probabilidade.

NS - Não existe interação significativa ao nível de 95% de probabilidade.

Na tabela 14, página 89, encontram-se os valores médios de retenção em kg do preservativo CCB/m³ para o eucalipto e para a bracatinga, tratados pelo método de substituição da seiva. Neste caso, à medida que se aumentou o tempo de tratamento e as posições analisadas ficaram mais próximas da periferia do disco, observou-se um aumento nos valores de retenção do produto. Comportamento similar ao obtido na tabela 14 foi observado na tabela 15, para o processo de difusão por imersão prolongada.

B. Posição nos discos (PO) x concentração das soluções (C):

A análise efetuada entre as variáveis PO e C, para as duas espécies, apresentaram resultados similares aos obtidos pelas interações entre PO e T, todas ao nível de 99% de probabilidade. Este resultado indica que, à medida que se aumentou a concentração da solução preservativa empregada e a posição ficou mais próxima da periferia do disco, houve um aumento nos valores de retenção.

C. Tempo de tratamento (T) x concentração das soluções (C):

Para os moirões de eucalipto, tratados pelo processo de substituição da seiva, observou-se existir interação entre o tempo de tratamento e a concentração da solução, a 99% de probabilidade. A existência de interação também foi observada a 95% de probabilidade para os moirões dessa espécie, tratados pelo método de difusão prolongada. Para a madeira de bracatinga, no entanto, não foi observada nenhuma interação entre o tempo de tratamento e a concentração da solução preservativa em ambos métodos preservativos utilizados.

Pelos resultados da tabela 14, observou-se um acréscimo nos valores de retenção para a madeira de eucalipto, à medida que se aumentou o tempo de tratamento e a concentração das soluções preservativas. Resultados semelhantes foram apresentados para a madeira de bracatinga, pelos quais verifica-se um acréscimo nos valores de retenção pouco expressivo, e, conseqüentemente a interação entre

estes fatores, não é observada, mesmo quando a análise é efetuada ao nível de 95% de probabilidade.

Conforme os valores da tabela 15, processo de difusão por imersão prolongada. Para a madeira de eucalipto, observa-se que os acréscimos nos valores de retenção não foram tão expressivos. No entanto, a análise de variância acusou interação entre tempo de tratamento e concentração da solução a 95% de probabilidade.

Com relação à madeira de bracatinga, os resultados não acusaram qualquer interação, mesmo quando o teste foi efetuado a 95% de probabilidade.

D. Posição nos discos (PO) x tempo de tratamento (T) x concentração das soluções (C):

As análises de variância demonstraram que estes três fatores interagem ao nível de 95% de probabilidade, sobre a retenção do produto preservativo, pela madeira de eucalipto, quando tratada pelo método de substituição da seiva. O mesmo é observado a 99% de probabilidade para a madeira de bracatinga, quando tratada pelo método de difusão por imersão prolongada.

4.6.5. Comparações dos Valores Médios para as Retenções, entre os Processos Preservativos e Espécies de Madeira

Os melhores resultados para as retenções foram obtidos para o processo de substituição da seiva. Isto já

era esperado pois, no processo de difusão, obtiveram-se resultados de penetração radial na região de afloramento dos moirões (posição 2 nas peças), inferiores aos obtidos pelo processo de substituição da seiva, para ambas espécies estudadas.

Com referência à retenção, o eucalipto foi tratado de forma mais adequada que a bracatinga. Estes resultados também não surpreenderam devido à penetração e à difusão do produto preservativo terem ocorrido com mais dificuldade na madeira de bracatinga, para ambos processos preservativos.

4.7. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS LOCAIS, DURANTE O TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS MOIRÕES

Os valores médios diários de temperatura e de umidade relativa locais durante o período de tratamento dos moirões encontram-se na tabela 17.

Observa-se que os moirões foram tratados no inverno, período em que foram registradas baixas temperaturas e umidades relativas elevadas. Mesmo assim, obteve-se êxito com o tratamento dos moirões, principalmente quando submetidos ao processo de substituição da seiva por transpiração radial.

Como as condições climáticas afetam a tratabilidade da madeira submetida aos métodos utilizados, melhores resultados poderiam ser alcançados, caso os moirões fossem submetidos ao tratamento durante um período mais quente e seco do ano.

TABELA 17. Temperaturas e umidades relativas médias locais, durante o tratamento presevativo dos moirões.

Agosto/88 dias	Temperatura Média Diária °C	Umidade relativa Média Diária (%)
04	14.22	76.12
05	14.92	89.42
06	15.67	91.46
07	16.67	87.73
08	17.00	82.09
09	15.58	71.21
10	10.75	73.21
11	10.17	85.83
12	12.17	82.50
13	14.00	85.00
14	14.92	82.54
15	17.67	87.90
16	13.50	84.09
17	12.17	90.04
18	11.67	94.25
19	13.92	85.63
20	13.00	90.00

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

1. A alta percentagem de madeira de alburno nos moirões, das espécies florestais utilizadas no experimento, indicou a possibilidade que os moirões sejam tratados pelos processos empregados, sem problemas quanto a penetração e distribuição do produto preservativo no interior da madeira;
2. Os teores de umidade dos moirões, no momento dos tratamentos, foram bastante elevados. Isto possibilitou o emprego dos processos utilizados;
3. Não se observaram variações no pH das soluções de tratamento, evidenciando que não houve formação de complexos químicos, devido ao contato das soluções preservativas com as madeiras;

4. A distribuição dos elementos cobre e boro do preservativo CCB foi homogênea para o tempo de tratamento de 8 dias, em todos os níveis de concentração, processos e espécies estudados.
5. Entre as espécies de madeira, a de eucalipto foi tratada com maior homogeneidade que a de bracatinga;
6. O processo de substituição da seiva, por transpiração radial proporcionou distribuição, penetração e retenção mais satisfatórias na região de afloramento dos moirões, que o processo de difusão por imersão prolongada, para ambas as espécies;
7. Os melhores resultados de penetração nos moirões foram obtidos pelo processo de substituição da seiva com 8 dias de tratamento, em todos os níveis de concentração de soluções;
8. A madeira de eucalipto apresentou resultados de penetração e de retenção superiores aos da bracatinga, para ambos os processos empregados;
9. Pelos resultados de distribuição, penetração e retenção, observou-se que o tempo de tratamento foi a variável mais importante para o tratamento das espécies florestais, para o processo de substituição da seiva;
10. No processo de substituição da seiva, o tempo de tratamento pode ser reduzido com o aumento da concentração da solução preservativa;
11. Para o processo de difusão por imersão prolongada, o tempo de tratamento e a concentração das soluções preservativas foram importantes. Este processo exigiu

tempos e concentrações de produto preservativo mais elevados, quando comparado ao de substituição da seiva; e

12. A tratabilidade da madeira de bracatinga foi inferior a de eucalipto, porém o tratamento de peças roliças de bracatinga para serem utilizados como moirões, postes para telefonia e eletrificação rural é tecnicamente viável. Essa afirmativa pode ser feita, especialmente devido a tratabilidade da madeira de bracatinga e pela escassez de árvores de eucalipto na zona de ocorrência natural da bracatinga.

6. RECOMENDAÇÕES

Para o tratamento preservativo dos moirões das espécies utilizadas são feitas as seguintes recomendações:

1. Para se obter melhores benefícios com o tratamento preservativo pelos processos de substituição da seiva ou de difusão por imersão prolongada, é fundamental que a madeira seja submetida ao tratamento imediatamente após o abate, permitindo assim, mantê-la com elevado teor de umidade;
2. Para o processo de difusão por imersão prolongada, recomenda-se o uso de soluções contendo concentrações entre 3,5 e 5% de i.a. do preservativo CCB. Além disso o tempo de tratamento das peças deverá ser estendido até que se alcance uma penetração de 10 a 15 milímetros de profundidade, na região de afloramento dos moirões de ambas as espécies. Esses valores de penetração são considerados por GALVÃO¹⁵, RODRIGUEZ HERRERA⁴², dentre

- outros autores, como suficientes para moirões de eucalipto tratados com hidrossolúveis;
3. Para o tratamento do eucalipto pelo processo de substituição da seiva por transpiração radial, recomenda-se o emprego de solução com 2% de i.a. para o CCB, e o tempo de tratamento de 8 dias. Para a bracatinga é necessário um maior período de tempo para a obtenção de resultados similares a essa mesma concentração;
 4. Dentre os métodos de tratamento empregados, recomenda-se o de substituição da seiva, pois este permite o uso de soluções menos concentradas e menor período de tempo, no tratamento de moirões de ambas espécies; e
 5. Recomenda-se o uso do produto CCB, aplicado através do método de substituição da seiva, para o tratamento de moirões de bracatinga, e sua divulgação em boletins técnicos de extensão rural, a fim de atender as necessidades dos pequenos e médios proprietários rurais do sul do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALSTON, A.S. Preservative treatment specifications in fi
ii. Stockholm, The International Research Group
on Wood Preservation, 1982. 10p. (Document n^o
IRG/WP/3190).
2. ARSENAULT, R.D. Factors influencing the effectiveness of
preservative systems. In: NICHOLAS, D.D., ed. Wood
deterioration and preservation by preservative
treatments; preservatives and preservative systems.
Syracuse, Syracuse University Press. 1973. v.2, p.
121-278.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Moirões de
madeira preservados para cercas. Rio de Janeiro, ABNT,
1973. 15 p. (P-EB-474).
4. ----- Penetração e retenção de preservativos em
postes de madeira. Rio de Janeiro, ABNT, 1973 19 p.
(P-MB-790).
5. BECKER, G. Aspects, results and trends in wood
preservation, an interdisciplinary science. Wood
Science and Technology, 8: 163-183, 1974.
6. BLEW, J.O. Preservative treatment of wood for farm use.
Madison, U.S. Department of Agriculture, Forest
Service, Forest Products Laboratory, 1965. 12 p.
(Research Note FPL, 85).
7. CARVALHO, A. Impregnação de madeiras para construções
rurais. Lisboa, Direção Geral dos Serviços Florestais
e Agrícolas, 1966. 98 p. (Estudos e Informação, 227).

8. CALVALCANTE, M.S. Biodeterioração de madeiras. São Paulo, IPT, 1976. 170 p.
9. ----- Deterioração biológica e preservação de madeiras. São Paulo, IPT, 1982. 40 p. (Pesquisa & Desenvolvimento, 8).
10. ----- Retenção de preservativos para madeiras em diferentes usos. São Paulo, ABPM, 1984. 4 p. (Boletim ABPM, 19).
11. CHIANI, R.G. La relación del volumen de albura y otras variantes em la impregnación de postes cortos de eucalipto por el metodo de ascención. Revista Forestal Argentina, 10(4): 125-127, 1966.
12. FINDLAY, W.P.K. Preservative methods. In: FINDLAY, W.P.K. ed. Preservation of timber in the tropics. Dordrecht, Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, 1985. p. 43-57.
13. FREITAS, A.R. Com tratamento preservativo moirão dura mais de vinte anos. Dirigente Rural, 12(3/4): 24-28, 1973.
14. GALVÃO, A.P.M. A durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos através de ensaio de campo; primeira avaliação. Revista IPEF, 4: 15-22, 1972.
15. ----- Características da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões de Eucalyptus alba Reinw. tratados pelo processo de absorção por transpiração radial. Piracicaba, ESALQ/USP, 1968. 115 p. (Tese de Doutorado).
16. ----- Processos práticos para aumentar a duração da madeira. Piracicaba, ESALQ/USP, 1969. 27 p. (Boletim de Divulgação, 14).
17. ----- Processos práticos para preservar a madeira. 2 ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 29 p.
18. GALVÃO, A.P.M. et alii. Contribuição ao estudo da eficiência dos processos de difusão simples e dupla no tratamento de moirões de eucalipto, através de análise química. Silvicultura em São Paulo, 6(único): 301-324, 1967.
19. HAN, R.M. Preservación de postes de cerca por metodos sencillos. Santiago, Instituto Forestal, 1963. 20 p. (Informe Técnico, 4).

20. HENRY, W.T. Treating processes and equipment. In: NICHOLAS, D.D., ed. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments; preservatives and preservative systems. Syracuse, Syracuse University Press, 1973. v.2, p. 279-298.
21. HICKIN, N.E. The dry rot problem. 2 ed. London, The Rentokil Library, 1972. 115 p.
22. HUNT, G.M. & GARRATT, G.A. Wood preservation. 3 ed. New York, McGraw-Hill, 1967. 433 p.
23. LELLES, J.G. & REZENDE, J.L.P. Considerações gerais sobre tratamento preservativo da madeira de eucalipto. Informe Agropecuário, 12(141): 83-90, 1986.
24. LEPAGE, E.S. Fatores que afetam o tratamento e aspectos econômicos da preservação de madeiras. In: LEPAGE, E.S. et alii, coord. Manual de preservação de madeiras. São Paulo, IPT, 1986. v.2, p. 523-540.
25. ----- Métodos de análises químicas empregados em preservação de madeira. Preservação de Madeiras, 1(2): 49-65. 1970.
26. ----- Preservação de madeiras. Preservação de Madeiras. Boletim Técnico, 2(1): 37-83, 1974.
27. ----- Preservativos e sistemas preservativos. In: LEPAGE, E.S. et alii, coord. Manual de preservação de madeiras. São Paulo, IPT, 1986. v.1, p. 279-342.
28. ----- & MONTAGNA, R.G. Estudo de preservativos de madeira e processos de tratamento; nota prévia. São Paulo, Instituto Florestal, 1973. 14 p. (Boletim Técnico, 7).
29. LEPAGE, E.S. et alii. Métodos de tratamento. In: LEPAGE, E.S. et alii, coord. Manual de preservação de madeira. São Paulo, IPT, 1986. v.2, p. 343-419.
30. LEVY, C.R. Methods of treatment: Part 1. Preservation of round timbers in ground contact: Non pressure methods. In: TROPICAL WOOD PRESERVATION TRAINING SEMINAR, Prot Moresby, Department of Forest, 1975. Session 2, Topic (d). 9 p.
31. MENDES, A.S. & ALVES, M.V.S. Curso sobre a degradação da madeira e sua prevenção. Brasília, IBDF, 1986. 51 p.
32. MILANO, S. et alii. Estudo comparativo do comportamento de preservativos de madeira e processos de impregnação. Resultados da inspeção aos campos de apodrecimento após oito anos de implantação. Preservação de Madeiras, 8/9(1): 9-22. 1977/78.

33. MORESCHI, J.C. Ensaio biológico: uma nova alternativa para a determinação dos ingredientes ativos do preservativo CCA e estudos de interações. Curitiba, UFPR, 1985. 128 p. (Tese Professor Titular).
34. NICHOLAS, D.D. & SIAU, J.F. Factors influencing the treatability of wood. In: NICHOLAS, D.D., ed. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments; preservatives and preservative systems. Syracuse, Syracuse University Press, 1973. v.2, p. 299-343.
35. ORBE VELALCÁZAR, J. Preservación de la madera. Conocoto, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1984. 41 p. (IF, 34).
36. PANSHIN, A.J. & DE ZEEUW, C. Textbook of wood technology. 4 ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 722 p.
37. PEREIRA, J.A. & RUSSO, A. Exposição e demonstração sobre um processo simples e eficiente de preservar "madeiras brancas" para esteios, moirões e postes. São Paulo, IPT, 1954. 11 p. (Publicação IPT, 640).
38. PIMENTEL, L.R. Métodos caseiros de preservação de madeiras. Balde Branco, 18(239): 44-52, 1984.
39. REIMÃO, D.S.C. Impregnação de madeiras pelo processo de ascensão de soluções salinas. Nova Lisboa. Instituto de Investigação Agronômica de Angola, 1972. 18 p. (Série Técnica, 28).
40. ----- Preservação de madeiras em verde; a aplicação do método de imersão-difusão. Nova Lisboa, Instituto de Investigação Agronômica de Angola, 1970. 83 p. (Série Científica, 9).
41. RICHARDSON, B.A. Wood preservation. Lancaster, The Construction Press, 1978. 238 p.
42. RODRIGUEZ HERRERA, J.A. Preservación de maderas por métodos sencillos y de bajo costo. Ciência Forestal, 2(8): 25-49, 1977.
43. ROTTA, E. & OLIVEIRA, Y.M. Área de distribuição natural da bracatinga (Mimosa scabrella Benth.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, "BRACATINGA UMA ATERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO", 4., Curitiba, 1983 Anais. Curitiba, EMBRAPA, 1983. p. 1-23.
44. SANTINI, E.J. Biodeterioração e preservação da madeira. Santa Maria, CEPEF/FATEC, 1988. 125 p.

45. SIAU, J.F. Flow in wood. Syracuse, Syracuse University Press, 1971. 131 p.
46. ----- Transport process in wood. Berlin, Springer Verlag, 1984. 245 p.
47. SIRIBAN, R.F. Research and development in wood preservation: wood preservation research and development in less developed tropical countries. In: TROPICAL WOOD PRESERVATION TRAINING SEMINAR, Port Moresby, Department of Forest, 1975. Session 7, Topic (b). 6 p.
48. SONTI, V.R. & CHATTERJEE, B. Study on the treatment of construction timber by diffusion methods. Stockholm, The International Research Group on Wood Preservation, 1983. 4 p. (Document n° IRG/WP/3252).
49. STAMM, J.A. Wood and cellulose science. New York, The Ronald Press, 1964. 549 p.
50. STILLNER, F.J. Durabilidade de madeiras. Porto Alegre, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, 1969. 15 p. (Boletim, 48).
51. TAMBLYN, N.E. Preservation and preserved wood. In: HILLIS, W.W. & BRAUN, A.G., ed. Eucalytus for wood production. Adelaide, CSIRO, 1978. p. 343-352.
52. ----- Treatment of wood by diffusion. In: FINDLAY, W.P.K., ed. Preservation of timber in the tropics. Dordrecht, Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, 1985. p. 121-140.
53. TEIXEIRA, M.L. et alii. Preservação de moirões de madeira, processo substituição seiva. Lavras, ESAL, 1978. 13 p. (Boletim Técnico ESAL, 9).
54. TORRES JUAN, J. Absorción, penetración y retención en la conservación de maderas por inmersión. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiências, 1965. 13 p.
55. ----- Conservación de maderas em su aspecto práctico. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiências, 1966. 101 p.
56. VINDEN, P. Preservative treatment of green timber by diffusion. Stockholm, The International Research Group on Wood Preservation, 1984. 18 p. (Document n° IRG/WP/3291).
57. VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa, SIF, 1984. 21 p. (Boletim Técnico, 1).

58. ----- Preservativo e métodos de preservação de madeira sem pressão. Viçosa, SIF, 1986. 42 p. (Boletim Técnico, 2).
59. WEHR, J.P.P. Métodos práticos de tratamento preservativo de moirões roliços de Pinus caribaea Morelet Var. hondurensis Bar et Golf. Piracicaba, ESLQ/USP, 1985. 209 p. (Tese de Mestrado).
60. WILKINSON, J.G. Industrial timber preservation. London. Associated Business Press, 1979. 532 p.

A P Ê N D I C E S

APÊNDICE 1. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS RESULTADOS DE PENETRAÇÃO, EM MILÍMETROS, DOS ELEMENTOS COBRE E BORO NOS MOIRÕES DE EUCALIPTO E DE BRACATINGA, SUBMETIDOS AOS PROCESSOS DE TRATAMENTO.

A1.1. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre na madeira de eucalipto, submetida ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	20450.61			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	18949.03	357.5289	38.57	**
PO	5	14536.97	2907.393	313.67	**
T	2	2899.265	1449.632	156.40	**
PO*T	10	444.1077	44.41077	4.79	**
C	2	589.3743	294.6871	31.79	**
PO*C	10	267.7648	26.77648	2.89	**
T*C	4	63.29192	15.82298	1.71	NS
PO*T*C	20	148.2604	7.413022	0.80	NS
ERRO	162	1501.580	9.269011		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 9.2253
 COEF. DE VARIAÇÃO = 33.002

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES			
	5	72	10.5417	A	8	72	13.8681	A	1	36	25.6019	A		
	3,5	72	10.2385	A	5	72	8.8958	B	2	36	12.5486	B		
	2	72	6.8958	B	2	72	4.9121	C	3	36	8.4583	C		
									4	36	4.5417	D		
									5	36	2.6111	DE		
									6	36	1.5903	E		
									VALOR DE Q=4.12 DELTA=1.48			VALOR DE Q=4.76 DELTA=2.42		

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.2. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro na madeira de eucalipto, submetida ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	25376.10			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	21968.00	414.4905	19.70	**
PO	5	13725.84	2745.169	130.49	**
T	2	4519.110	2259.555	107.41	**
PO*T	10	761.5077	76.15077	3.62	**
C	2	516.9164	258.4582	12.29	**
PO*C	10	497.8507	49.78507	2.37	**
T*C	4	862.5966	215.6491	10.25	**
PO*T*C	20	1084.171	54.20855	2.58	**
ERRO	162	3408.107	21.03770		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 13.753
 COEF. DE VARIAÇÃO = 33.351

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES			
	5	72	15.4554	A	8	72	19.9771	A	1	36	29.6389	A		
	3,5	72	14.0917	A	5	72	12.1667	B	2	36	16.9803	B		
	2	72	11.7118	B	2	72	9.1151	C	3	36	13.0069	C		
									4	36	9.3681	CD		
									6	36	7.4542	D		
									5	36	6.0694	D		
									VALOR DE Q=4.12 DELTA=2.23			VALOR DE Q=4.76 DELTA=3.64		

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.3. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre na madeira de bracatinga, submetida ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	3671.117			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	2578.258	48.64638	7.21	**
PO	5	1845.560	369.1120	54.72	**
T	2	99.60127	49.80064	7.38	**
PO*T	10	11.49248	1.149248	0.17	NS
C	2	383.0388	191.5194	28.39	**
PO*C	10	181.5341	18.15342	2.69	**
T*C	4	28.16782	7.041956	1.04	NS
PO*T*C	20	28.86343	1.443171	0.21	NS
ERRO	162	1092.859	6.746045		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 5.6308
 COEF. DE VARIAÇÃO = 46.127

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	
	5	72	7.2326	A	8	72	6.4688	A	1	36	11.6042	A
	3,5	72	5.6875	B	5	72	5.6181	AB	2	36	6.4722	B
	2	72	3.9722	C	2	72	4.8056	B	3	36	5.2083	BC
									4	36	4.2083	CD
									5	36	3.5486	CD
									6	36	2.7431	D
									VALOR DE Q=4.12			DELTA=1.26
									VALOR DE Q=4.76			DELTA=2.06

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.4. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro na madeira de bracatinga, submetida ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	21755.46			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	16871.68	318.3336	10.56	**
PO	5	9905.003	1981.001	65.71	**
T	2	2036.406	1018.203	33.77	**
PO*T	10	1012.702	101.2702	3.36	**
C	2	1777.917	888.9584	29.49	**
PO*C	10	1218.102	121.8102	4.04	**
T*C	4	299.4020	74.85051	2.48	*
PO*T*C	20	622.1526	31.10763	1.03	NS
ERRO	162	4883.776	30.14677		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 10.811
 COEF. DE VARIAÇÃO = 50.785

* - Significativo ao nível de 95% de probabilidade
 ** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES				T DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES				PO DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES			
5	72	13.5174	A	8	72	14.3056	A	1	36	22.1528	A
3,5	72	12.0768	A	5	72	11.2972	B	2	36	13.7606	B
2	72	6.8403	B	2	72	6.8317	C	3	36	12.5764	B
-----								4	36	9.6153	BC
VALOR DE Q=4.12 DELTA=2.67								5	36	6.7639	C
-----								6	36	0.0000	D
-----								VALOR DE Q=4.76 DELTA=4.36			

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.5. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre na madeira de eucalipto, submetida ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	9923.374			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	6213.827	117.2420	5.12	**
PO	5	3454.366	690.8732	30.17	**
T	2	1180.660	590.3301	25.78	**
PO*T	10	792.5515	79.25514	3.46	**
C	2	491.9537	245.9769	10.74	**
PO*C	10	168.5498	16.85498	0.74	NS
T*C	4	27.64352	6.910880	0.30	NS
PO*T*C	20	98.10299	4.905149	0.21	NS
ERRO	162	3709.547	22.89844		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 6.1887
 COEF. DE VARIAÇÃO = 77.323

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	
	5	72	7.4896	A	8	72	9.2188	A	6	36	12.0972	A
	3,5	72	7.0035	A	5	72	5.8194	B	1	36	11.5625	A
	2	72	4.0729	B	2	72	3.5278	B	2	36	3.8681	B
									5	36	3.2083	B
									3	36	3.1319	B
									4	36	2.7639	B
									VALOR DE Q=4.76 DELTA=3.80			

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.6. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro na madeira de eucalipto, submetida ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	28618.42			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	23370.44	440.9517	13.61	**
PO	5	15420.60	3084.121	95.20	**
T	2	3434.391	1717.196	53.01	**
PO*T	10	1777.973	177.7973	5.49	**
C	2	1469.080	734.5402	22.67	**
PO*C	10	124.9404	12.49404	0.39	NS
T*C	4	473.9595	118.4899	3.66	**
PO*T*C	20	669.4883	33.47441	1.03	NS
ERRO	162	5247.982	32.39495		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 14.508
 COEF. DE VARIAÇÃO = 39.231

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES				T DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES				PO DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES			
5	72	17.8750	A	8	72	19.6215	A	6	36	29.2083	A
3,5	72	14.1285	B	5	72	14.0104	B	1	36	23.1250	B
2	72	11.5208	C	2	72	9.8924	C	2	36	9.5000	C
-----								5	36	9.2569	C
VALOR DE Q=4.12 DELTA=2.07								3	36	8.1944	C
-----								4	36	7.7639	C

								VALOR DE Q=4.76 DELTA=3.38			

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.7. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre na madeira de bracatinga, submetida ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	4102.203			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	2805.267	52.92956	6.61	**
PO	5	1549.030	309.8060	38.70	**
T	2	168.9103	84.45515	10.55	**
PO*T	10	328.0133	32.80133	4.10	**
C	2	403.3982	201.6991	25.19	**
PO*C	10	147.7755	14.77755	1.85	NS
T*C	4	17.94213	4.485532	0.55	NS
PO*T*C	20	190.1967	9.509833	1.19	NS
ERRO	162	1296.937	8.005781		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 3.2130
 COEF. DE VARIAÇÃO = 88.064

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
5	72	4.8750	A	8	72	4.4618	A	1	36	8.2778	A
3,5	72	3.2361	B	5	72	2.6458	B	6	36	5.1736	B
2	72	1.5278	C	2	72	2.5313	B	2	36	2.2708	C
-----								3	36	1.6389	C
ALOR DE Q=4.12 DELTA=1.37								5	36	0.9653	C
								4	36	0.9514	C

								VALOR DE Q=4.76 DELTA=2.24			

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.8. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro na madeira de bracatinga, submetida ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	30028.28			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	22833.43	430.8194	9.70	**
PO	5	6435.382	1287.076	28.98	**
T	2	3268.946	1634.473	36.80	**
PO*T	10	627.3629	62.73629	1.41	NS
C	2	8043.908	4021.954	90.56	**
PO*C	10	1361.038	136.1038	3.06	**
T*C	4	1909.437	477.3592	10.75	**
PO*T*C	20	1187.354	59.36768	1.34	NS
ERRO	162	7194.850	44.41265		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 10.157
 COEF. DE VARIAÇÃO = 65.612

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
5	72	18.1208	A	8	72	15.1153	A	6	36	21.1736	A
3,5	72	9.0556	B	5	72	9.7431	B	1	36	12.9931	B
2	72	3.2951	C	2	72	5.6132	C	5	36	7.4319	C
-----								2	36	7.0417	C
VALOR DE Q=4.12 DELTA=3.24								3	36	6.4069	C
								4	36	5.8958	C

								VALOR DE Q=4.76 DELTA=5.29			

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.9. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre, obtidos nos processos de tratamentos a que foram submetidos os moirões de eucalipto.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	31369.89			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	26158.76	244.4744	15.20	**
PR	1	995.9050	995.9050	61.92	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	25162.86	237.3854		
ERRO	324	5211.126	16.08372		

NÚMERO DE DADOS = 432
 MÉDIA GERAL = 7.7070
 COEF. DE VARIAÇÃO = 52.037

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

PR	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	216	9.2253	A
2	216	6.1887	B

 VALOR DE Q=3.64 DELTA=0.99

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.10. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro, obtidos nos processos de tratamentos a que foram submetidos os moirões de eucaliptio.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	54056.11			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	45400.03	424.2993	15.88	**
PR	1	61.58525	61.58525	2.31	NS
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	45338.45	427.7212		
ERRO	324	8656.087	26.71632		

NÚMERO DE DADOS = 432

MÉDIA GERAL = 14.131

COEF. DE VARIAÇÃO = 36.579

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

PR	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
2	216	14.5081	A
1	216	13.7530	A

VALOR DE Q=3.64		DELTA=1.28	

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.11. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre, obtidos nos processos de tratamentos a que foram submetidos os moirões de bracinga.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	8404.675			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	6014.878	56.21382	7.62	**
PR	1	631.3543	631.3543	85.60	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	5383.524	50.78796		
ERRO	324	2389.796	7.375915		

NÚMERO DE DADOS = 432
 MÉDIA GERAL = 4.4219
 COEF. DE VARIAÇÃO = 61.419

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

PR	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	216	5.6308	A
2	216	3.2130	B

VALOR DE Q=3.64 DELTA=0.67

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.12. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro, obtidos nos processos de tratamentos a que foram submetidos os moirões de bracinga.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	51829.97			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	39751.35	371.5079	9.97	**
PR	1	46.23655	46.23655	1.24	NS
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	39705.11	374.5765		
ERRO	324	12078.62	37.27971		

NÚMERO DE DADOS = 432
 MÉDIA GERAL = 10.484
 COEF. DE VARIAÇÃO = 58.237

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

PR	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	216	10.8115	A
2	216	10.1572	A

VALOR DE Q=3.64		DELTA=1.51	

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.13. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre nas espécies submetidas ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	25517.17			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	22922.72	214.2311	26.75	**
SP	1	1395.435	1395.435	174.26	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	21527.29	203.0876		
ERRO	324	2594.446	8.007548		

NÚMERO DE DADOS = 432
 MÉDIA GERAL = 7.4281
 COEF. DE VARIAÇÃO = 38.096

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

SP	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	216	9.2253	A
2	216	5.6308	B

VALOR DE Q=3.64 DELTA=0.70

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.14. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro nas espécies submetidas ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	48066.02			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	39774.13	371.7209	14.52	**
SP	1	934.4501	934.4501	36.51	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	38839.68	366.4121		
ERRO	324	8291.882	25.59223		

NÚMERO DE DADOS = 432
 MÉDIA GERAL = 12.282
 COEF. DE VARIAÇÃO = 41.189

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

SP	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	216	13.7530	A
2	216	10.8115	B

VALOR DE Q=3.64		DELTA=1.25	

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.15. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre nas espécies submetidas ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	14981.89			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	9975.406	93.22810	6.03	**
SP	1	956.3138	956.3138	61.89	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	9019.092	85.08578		
ERRO	324	5006.483	15.45211		

NÚMERO DE DADOS = 432
 MÉDIA GERAL = 4.7008
 COEF. DE VARIAÇÃO = 83.622

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

SP	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	216	6.1887	A
2	216	3.2130	B

VALOR DE Q=3.64		DELTA=0.97	

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A1.16. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro nas espécies submetidas ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	431	60691.19			
TOTAL DE REDUÇÃO	107	48248.37	450.9193	11.74	**
SP	1	2044.500	2044.500	53.24	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	106	46263.87	436.4516		
ERRO	324	12442.82	38.40377		

NÚMERO DE DADOS = 432
 MÉDIA GERAL = 12.333
 COEF. DE VARIAÇÃO = 50.249

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

SP	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	216	14.5081	A
2	216	10.1572	B

VALOR DE Q=3.64 DELTA=1.53

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

APÊNDICE 2. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS RESULTADOS DE RETENÇÃO
DE CCB EM kg/m^3 , NAS MADEIRAS DE EUCALIPTO E DE
BRACATINGA, SUBMETIDAS AOS PROCESSOS DE
TRATAMENTO.

A2.1. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção de CCB em kg/m³ de madeira de eucalipto, submetida ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	107	15978.95			
TOTAL DE REDUÇÃO	26	15268.08	587.2338	66.91	**
PO	2	7544.907	3772.454	429.85	**
T	2	3692.184	1846.092	210.35	**
PO*T	4	1825.821	456.4553	52.01	**
C	2	840.3470	420.1735	47.88	**
PO*C	4	804.0165	201.0041	22.90	**
T*C	4	379.4409	94.86023	10.81	**
PO*T*C	8	181.3633	22.67041	2.58	*
ERRO	81	710.8688	8.776157		

NÚMERO DE DADOS = 108
 MÉDIA GERAL = 9.5942
 COEF. DE VARIAÇÃO = 30.878

* - Significativo ao nível de 95% de probabilidade
 ** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES				T DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES				PO DADOS MÉDIAS COMPARAÇÕES			
5	36	12.6167	A	8	36	17.1828	A	1	36	20.9658	A
3,5	36	10.2783	B	5	36	8.6442	B	2	36	6.7019	B
2	36	5.8875	C	2	36	2.9556	C	3	36	1.1147	C

 VALOR DE Q=4.25 DELTA=2.10

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A2.2. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção de CCB em kg/m³ de madeira de eucalipto, submetida ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MEDIO	F	SIG.
TOTAL	107	1245.224			
TOTAL DE REDUÇÃO	26	1169.953	44.99819	48.42	**
PO	2	862.6266	431.3133	464.14	**
T	2	79.50268	39.75134	42.78	**
PO*T	4	62.14483	15.53621	16.72	**
C	2	67.10248	33.55124	36.10	**
PO*C	4	79.83495	19.95874	21.48	**
T*C	4	10.75789	2.689473	2.89	*
PO*T*C	8	7.983372	0.997921	1.07	NS
ERRO	81	75.27101	0.929271		

NÚMERO DE DADOS = 108

MÉDIA GERAL = 2.3988

COEF. DE VARIAÇÃO = 40.186

* - Significativo ao nível de 95% de probabilidade
 ** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
5	36	3.3556	A	8	36	3.4658	A	1	36	6.3956	A
3,5	36	2.4158	B	5	36	2.3656	B	2	36	0.4194	B
2	36	1.4250	C	2	36	1.3650	C	3	36	0.3814	B

 VALOR DE Q=4.25 DELTA=0.68

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A2.3. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção de CCB em kg/m³ de madeira de bracinga, submetida ao processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	107	3173.816			
TOTAL DE REDUÇÃO	26	2948.106	113.3887	40.69	**
PO	2	2134.875	1067.438	383.07	**
T	2	135.8954	67.94771	24.38	**
PO*T	4	192.8260	48.20649	17.30	**
C	2	180.2043	90.10213	32.33	**
PO*C	4	269.1952	67.29879	24.15	**
T*C	4	14.89533	3.723831	1.34	NS
PO*T*C	8	20.21434	2.526793	0.91	NS
ERRO	81	225.7104	2.786549		

NÚMERO DE DADOS = 108
 MÉDIA GERAL = 3.4794
 COEF. DE VARIAÇÃO = 47.977

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
5	36	5.0711	A	8	36	4.9047	A	1	36	9.7617	A
3,5	36	3.4597	B	5	36	3.3697	B	2	36	0.5628	B
2	36	1.9072	C	2	36	2.1636	C	3	36	0.1136	B

 VALOR DE Q=4.25 DELTA=1.18

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A2.4. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção de CCB em kg/m³ de madeira de bracinga, submetida ao processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	107	400.8608			
TOTAL DE REDUÇÃO	26	379.3257	14.58945	54.88	**
PO	2	236.9719	118.4859	445.66	**
T	2	34.95890	17.47945	65.75	**
PO*T	4	69.22266	17.30566	65.09	**
C	2	9.194913	4.597456	17.29	**
PO*C	4	21.50575	5.376437	20.22	**
T*C	4	1.375621	0.343905	1.29	NS
PO*T*C	8	6.096053	0.762006	2.87	**
ERRO	81	21.53505	0.265864		

NÚMERO DE DADOS = 108
 MÉDIA GERAL = 1.2330
 COEF. DE VARIAÇÃO = 11.820

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade
 NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

C	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	T	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	
	5	36	1.5906	A	8	36	1.8556	A	1	36	3.3278	A
	3,5	36	1.2325	A	5	36	1.3631	B	2	36	0.1950	B
	2	36	0.8758	B	2	36	0.4803	C	3	36	0.1761	B

VALOR DE Q=4.25 DELTA=0.37												

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A2.5. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção do CCB em kg/m^3 de madeira de eucalipto, obtidos para os processos de tratamento empregados.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	20019.94			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	19233.79	362.9018	74.78	**
PR	1	2795.761	2795.761	576.12	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	52	16438.03	316.1159		
ERRO	162	786.1409	4.852722		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 5.9965
 COEF. DE VARIAÇÃO = 36.736

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

PR	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	108	9.5942	A
2	108	2.3988	B

VALOR DE $Q=3.64$ $\Delta=0.77$

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A2.6... Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção do CCB em kg/m³ de madeira de bracatinga, obtidos para os processos de tratamento empregados.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	3847.176			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	3598.411	67.89455	44.21	**
PR	1	272.4983	272.4983	177.46	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	52	3325.913	63.95986		
ERRO	162	248.7644	1.535583		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 2.3562
 COEF. DE VARIAÇÃO = 52.594

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

PR	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	108	3.4794	A
2	108	1.2330	B

VALOR DE Q=3.64 DELTA=0.43

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A2.7. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção do CCB em kg/m^3 de madeira de bracatinga, obtidos para o processo de substituição da seiva.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	21171.88			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	20235.30	381.7981	66.04	**
SP	1	2019.112	2019.112	349.25	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	52	18216.19	350.3113		
ERRO	162	936.5803	5.781360		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 6.5368
 COEF. DE VARIAÇÃO = 36.783

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

SP	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	108	9.5942	A
2	108	3.4794	B

VALOR DE $Q=3.64$ $\Delta=0.84$

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

A2.8. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de retenção do CCB em kg/m³ de madeira de bracatinga, obtidos para o processo de difusão por imersão prolongada.

- Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG.
TOTAL	215	1719.480			
TOTAL DE REDUÇÃO	53	1621.155	30.58783	50.40	**
SP	1	73.39504	73.39504	120.93	**
OUTRAS FONTES DE VARIAÇÃO	52	1547.760	29.76462		
ERRO	162	98.32467	0.6069424		

NÚMERO DE DADOS = 216
 MÉDIA GERAL = 1.8159
 COEF. DE VARIAÇÃO = 42.903

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

SP	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	108	2.3988	A
2	108	1.2330	B

VALOR DE Q=3.64 DELTA=0.27

OBS: As médias seguidas na vertical, por uma mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

APÊNDICE 3. TEOR DE UMIDADE MÉDIO DOS DISCOS RETIRADOS NA
POSIÇÃO 2 DOS MOIRÕES TRATADOS E SECOS AO AR.

A3.1. Teor de umidade médio dos discos retirados de moirões submetidos ao processo de substituição da seiva.

Tratamentos		Eucalipto			Bracatinga		
Conc. %	Tempo dias	TU %	Sxy %	CV %	TU %	Sxy %	CV %
	2	26,35	3,32	12,61	25,61	5,68	22,16
2	5	29,80	6,28	21,08	24,63	5,21	21,17
	8	26,23	4,66	17,75	31,41	4,06	12,92
	2	25,07	3,62	14,45	24,08	3,33	13,81
3,5	5	24,96	4,49	17,99	23,69	4,91	20,72
	8	28,93	6,50	22,47	32,16	8,43	26,22
	2	27,53	3,50	12,73	23,43	1,56	6,67
5	5	30,06	12,16	40,48	35,39	9,68	27,34
	8	31,22	1,63	5,22	30,58	9,79	32,01

TU = Teor de Umidade

Sxy = Desvio Padrão

CV = Coeficiente de Variação

A3.2 Teor de umidade médio dos discos retirados de moirões submetidos ao processo de difusão por imersão prolongada.

Tratamentos		Eucalipto			Bracatinga		
Conc. %	Tempo dias	TU %	Sxy %	CV %	TU %	Sxy %	CV %
	2	31,88	6,03	18,90	26,04	2,92	11,22
2	5	24,38	2,92	11,96	22,77	3,08	13,52
	8	27,72	5,68	20,50	22,98	3,61	15,72
	2	25,88	2,99	11,56	26,18	2,87	10,96
3,5	5	24,31	3,17	13,05	25,73	6,61	25,68
	8	24,03	3,70	15,39	23,47	2,51	10,71
	2	29,19	6,26	21,45	24,28	2,39	9,84
5	5	27,23	6,41	23,56	26,91	6,87	25,54
	8	30,36	4,02	13,24	23,52	2,53	10,75

TU = Teor de Umidade

Sxy = Desvio Padrão

CV = Coeficiente de Variação