

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

DERCILIO JUNIOR VERLY LOPES

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO NA ASCENSÃO DE
SOLUÇÕES PRESERVATIVAS PREPARADAS COM CCB EM
MOIRÕES DE *Eucalyptus*

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2011

DERCILIO JUNIOR VERLY LOPES

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO NA ASCENSÃO DE
SOLUÇÕES PRESERVATIVAS PREPARADAS COM CCB EM
MOIRÕES DE *Eucalyptus*

Monografia apresentada ao
Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade Federal do
Espírito Santo, como requisito parcial
para obtenção de título de
Engenheiro Industrial Madeireiro.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2011

DERCILIO JUNIOR VERLY LOPES

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO NA ASCENSÃO DE SOLUÇÕES
PRESERVATIVAS PREPARADAS COM CCB EM MOIRÕES DE
Eucalyptus

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovada em 02 de dezembro de 2011

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Juarez Benigno Paes
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. M. Sc. Fabrício Gomes Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador



Lucas Recla Lombardi
Mestrando em Ciência Florestal
Examinador



Flávia Maria Silva Brito
Mestranda em Ciências Florestais
Examinadora

A minha mãe, Sra. Ulda da Rocha Verly, pelo apoio, conselhos, incentivo, amor, carinho, consideração, por principalmente ter acreditado em mim e sempre me instigar a continuar a estudar, incondicionalmente.

A minha prima Mayne Corradi Thomazini Verly (in memoriam). Saudade inimaginável, perda indescritível e falta insubstituível.

DEDICO

"A alegria e o amor são as duas grandes asas para os grandes feitos".

Johan Wolfgang Von Goethe

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor dos Exércitos, Deus de Abraão, Isaac e Jacó, pelo dom da vida.

Ao meu pai, Sr. Dercilio Lopes, que mesmo longe esteve sempre em meu coração.

As minhas irmãs, Aline Nalu Verly Lopes e Ariane Verly Lopes Pereira, pelo amor, carinho, incentivo, conselhos e por sempre estarem ao meu lado, não importando a situação, a minha extrema gratidão.

A minha família paterna e materna: Meus avós e avôs, tios e tias, primos e primas.

Ao professor Onofre Dardengo por ter cedido à madeira em estudo.

Ao professor, orientador, e, sobretudo amigo Dr. Juarez Benigno Paes, pela amizade e forma que conduziu este trabalho.

A Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de estudo, disponibilidade de recursos, bem como todos os professores pelos ensinamentos, admoestações e principalmente pelo conhecimento transmitido nas disciplinas em todos esses anos.

Aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias e do Departamento de Engenharia Florestal, entre eles, Elecyr Palácio Constantino, José Geraldo de Oliveira, Alexandre José de Almeida (UFES) e Antônio Carlos Pinto (UFV), pelo suporte fundamental na preparação e condução dos testes laboratoriais.

Ao laboratório de Espectrometria Atômica, Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) da Universidade Federal do Espírito Santo, pela realização das leituras de cobre (LAFARSOL), cromo e boro (Laboratório de Espectrometria Atômica).

Aos mestrandos, Rogy Frigeri, Flávia Maria Silva Brito e Rafael Rosa, pelo acompanhamento e conselhos fundamentais para fortificar a pesquisa.

Aos meus amigos de hoje e sempre, Rafael Andrade Souza, Jhulian Pablo Rocha Faria, Neil Anderson Ribeiro, Paulo Jr, Netão, Enéias Uhl, Maxwell Patrick de Moura Marinho e Leandro Minete do Rosário.

A todos os companheiros da república DIM TERIM BEBIM, em especial: Lucas Bayer Fávaro, Cássio Fanchiotti Del Caro, Dominique de Paula Machado, Diego Fanchiotti Del Caro, Samuel Thierry Corradi Thomazini Verly, Flávio Cipriano de Assis do Carmo e Rafael Bridi Corteletti, por todo esse tempo de convívio.

A todos os companheiros de curso, que sem dúvida contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal.

A todos os quais eu esqueci, e que de qualquer forma contribuíram para a execução deste trabalho.

À Engenharia Industrial Madeireira.

RESUMO

Neste trabalho foi feita a análise da influência da concentração no tempo de ascensão de soluções preservativas preparadas com quatro diferentes concentrações de ingredientes ativos de CCB (0,5; 1; 2; e 3%). A madeira foi proveniente da propriedade rural, situada em Providência, Zona Rural de Jerônimo Monteiro, sul do Estado do Espírito Santo, coordenadas geográficas 20° 47' 21" S e 41° 23' 42" W, a 780 metros de altitude. O talhão possui aproximadamente 4,5 hectares, localizado em relevo acidentado e possuindo espaçamento de plantio variável. O método de tratamento empregado foi o de substituição de seiva, ou transpiração radial, em função da sua fácil operacionalidade, baixo custo, além de poder ser realizado em propriedades rurais. O tempo de ascensão nos moirões para as respectivas concentrações foram 8, 7, 5 e 3 dias. A penetração foi analisada em quatro posições nas peças, e a retenção em uma posição (zona de afloramento). A distribuição foi analisada por meio de reações colorimétricas e a retenção por espectrofotometria de absorção atômica. As penetrações de cobre foram satisfatórias apenas para os moirões tratados com 3% de solução preservante, tendo os moirões de 2% atingindo valores próximos aos recomendados pela legislação brasileira. Quanto à retenção do produto preservante nas amostras externas do disco, todos os moirões atingiram os valores recomendados, exceto os moirões tratados com 0,5%. O incremento da concentração da solução preservativa causou a diminuição do tempo de tratamento.

Palavras-chave: Madeira tratada. Preservação. Moirão. Substituição de Seiva.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O Problema e sua importância.....	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos gerais sobre o setor florestal	3
2.2 O gênero <i>Eucalyptus</i>	4
2.3 Deterioração da madeira.....	4
2.4 Preservação da madeira	5
2.5 Tipos de preservativos da madeira	6
2.6 Métodos de preservação da madeira.....	7
2.7 Qualidade do tratamento de madeiras	8
3 METODOLOGIA.....	10
3.1 Coleta e preparo do material.....	10
3.2 Preparo das soluções preservativas	10
3.3 Amostragem dos moirões tratados	11
3.4 Análises químicas da madeira tratada	13
3.5 Cálculo da retenção	14
3.6 Análise estatística dos resultados	15
4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	16
4.1 Características do local de realização do tratamento.....	16
4.2 Características dendrométricas da madeira submetida ao tratamento ...	17

4.3 Influência do tempo na ascensão do produto preservativo	17
4.4 Distribuição e penetração do boro nos moirões tratados	18
4.5 Distribuição e penetração do cobre nos moirões tratados	21
4.6 Retenção do produto preservativo nos moirões tratados.....	24
5 CONCLUSÕES	26
6 REFERÊNCIAS.....	27
APÊNDICES.....	30
Apêndice A – Análise estatística da penetração (mm) e distribuição do boro nas peças analisadas.....	31
Apêndice B - Análise estatística da penetração (mm) e distribuição do cobre nas peças analisadas.....	31
Apêndice C - Análise estatística da retenção kg (i.a.).m ⁻³ do CCB nas peças analisadas.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de sais utilizada no tratamento de acordo com a concentração empregada.....	11
Tabela 2 - Condições climatológicas no local de tratamento.....	16
Tabela 3 - Diâmetro dos moirões (cm) para cada tratamento.....	17
Tabela 4 - Penetração (mm) de boro nos moirões nas diferentes concentrações.....	19
Tabela 5 - Relação entre as médias de penetração nas posições e concentração.....	20
Tabela 6 - Penetração (mm) de cobre nos moirões nas diferentes concentrações.....	22
Tabela 7 - Valores médios da penetração (mm) de cobre das posições e concentrações empregadas.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posições na peça tratada onde foram retirados os discos para as análises de penetração, retenção e distribuição de CCB.....	12
Figura 2 - Posições nos discos onde foram retiradas as amostras para análises de retenção do CCB.....	13
Figura 3 - Tempo de ascensão do preservativo até o topo do moirão.....	18
Figura 4 - Distribuição do boro nos moirões de acordo com a concentração.....	19
Figura 5 - Distribuição do cobre nos moirões de acordo com a concentração.....	21
Figura 6 - Retenção CCB kg (i.a.).m ⁻³ - Amostras externas.....	24
Figura 7 - Retenção CCB kg (i.a.).m ⁻³ - Amostras internas.....	25

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material amplamente utilizado pelo homem ao longo de sua vida, e continuará sendo ainda por longo período por causa da sua quantidade praticamente insubstituível por outros materiais.

Com o passar do tempo à legislação sobre os recursos naturais, principalmente os florestais, tornou-se cada vez mais rigorosa, sendo assim a exploração das florestas nativas, de forma não manejada sofre uma fiscalização cada vez mais rígida. Deste modo, com o intuito de diminuir a pressão sobre tais florestas, fez-se com que os reflorestamentos tivessem, nas últimas décadas, um crescimento no setor agrário nacional, portanto, para aumentar a eficácia dos produtos de madeiras de florestas plantadas o mercado tem adotado tecnologias de preservação de madeiras.

No Brasil a implantação de florestas de produção se iniciou com a introdução do eucalipto no início do século passado. Até 1960 existiam aproximadamente 500 mil ha de plantios no País. Houve um elevado incremento dos plantios com a introdução da lei dos incentivos fiscais no Brasil alcançando valores próximos a 6 milhões de hectares no século XX. Com o fim dos incentivos houve uma queda inicial na área plantada por um período de 20 anos, voltando a se expandir com melhoria da qualidade do sistema de melhoramento genético, análise real dos custos e maior adequação às exigências ambientais e de controle da finalidade (CARMO, 2010).

Em função da sua constituição química, a madeira é fonte de alimentos para organismos degradantes, denominados organismos xilófagos, constituídos principalmente por fungos e insetos.

A existência de várias espécies de madeiras com baixa durabilidade natural e sujeitas ao ataque de agentes degradantes da madeira tais como agentes físicos, químicos ou biológicos, faz com o que o uso de produtos preservativos seja necessário para melhor durabilidade do material. O efeito desses agentes representa perdas econômicas relevantes para o setor madeireiro, provocado pela má utilização dos produtos preservativos ou inadequada metodologia de aplicação.

1.1 O Problema e sua importância

Sobre área de preservação de madeiras, atualmente muitas pesquisas tem se desenvolvido e um dos métodos mais utilizados é o de substituição de seiva ou transpiração radial, pelo seu baixo custo e fácil operacionalidade, podendo ser utilizado em propriedades rurais, contudo poucas investigações científicas têm sido realizadas quando se trata do tempo de ascensão do produto preservativo ao longo da peça em tratamento. Portanto, uma análise da influência da concentração no tempo de tratamento de madeiras de *Eucalyptus* pelo método de substituição de seiva, é de fundamental importância, proporcionando um padrão na utilização de tal método, de acordo com a concentração utilizada.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Efetuar o tratamento preservativo de madeiras de *Eucalyptus* com soluções preservativas de CCB pelo método de substituição de seiva, buscando avaliar a influência da concentração no tempo de ascensão do preservativo CCB até o topo do moirão.

1.2.2 Objetivos específicos

- Quantificar a presença dos ingredientes ativos do produto preservante no interior da madeira.
- Verificar se os moirões de eucalipto preservados se enquadram nas especificações técnicas.
- Mensurar o tempo de necessário para a solução preservativa atingir o topo dos moirões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais sobre o setor florestal

O setor florestal pode ser conceituado como parte da sociedade relacionada ao uso dos recursos silvestres ou florestal. Ele se relaciona especialmente com o uso da fauna e dos recursos da flora, em particular, das florestas naturais e plantadas.

Nos últimos anos, o setor florestal tem obtido crescente reconhecimento perante a sociedade pela sua contribuição ao desenvolvimento econômico, social e ambiental do País. As plantações florestais são fontes de matéria-prima importantes para diversos segmentos industriais da cadeia produtiva da madeira, industrialização e comercialização, como celulose e papel, siderurgia, energia, painéis, móveis, madeira sólida, tendo participação expressiva e estratégica na economia nacional e na geração de empregos (SCHUCHOVSKI, 2003).

Segundo Valverde (2003), a economia florestal brasileira tem sido responsável, anualmente, na formação econômica do País, por aproximadamente 4% do Produto Interno Bruto (PIB), 600 mil empregos diretos, US\$ 450 milhões em arrecadação de impostos e US\$ 4,1 bilhões em divisas de exportações, no entanto, participação brasileira no comércio internacional de produtos florestais tem sido pouco significativa, com menos de 1,0%.

Cabe ressaltar que o setor florestal não é caracterizado apenas pelos produtos madeireiros, mas também por produtos não madeireiros os quais são representados por produtos para o consumo humano (alimentos, bebidas, plantas medicinais e extratos, como por exemplo, frutas, bagas, nozes, mel, fungos); farelos e forragem (campos para pastagem); e outros produtos não madeireiros (tais como cortiça, resinas, taninos, extratos industriais, plantas ornamentais, musgos, samambaias e óleos essenciais.), segundo informação da “Food and Agriculture Organization” – FAO (2008).

2.2 O gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus*, da família Mirtaceae, engloba mais de 720 espécies, que ocorrem na Austrália, Tasmânia e nas ilhas ao norte da Oceania (Java, Filipinas, Papua, Timor, entre outras) (OLIVEIRA, 2006). Segundo Viana (2005), a difusão desse gênero pelo mundo começou pelo Chile em 1823 e na Espanha e Portugal por volta de 1854. De acordo com Torres; Paes; Lira Filho; Nascimento (2011) o eucalipto foi introduzido no Brasil no final da década de 1870 com plantios de caráter cênico de pouquíssimos indivíduos. Apenas em 1903, iniciou-se o plantio em escala considerável visando ao fornecimento de madeira para produção de dormentes de linhas ferroviárias.

Conforme Santos (2002), o gênero *Eucalyptus* foi introduzido no Brasil, no século XIX, com mudas oriundas de Portugal e plantadas no Estado do Rio Grande do Sul, em 1868, sendo os primeiros estudos conduzidos por Edmundo Navarro de Andrade, com a finalidade de reflorestamento.

De acordo com Scanavaca Junior e Garcia (2003), no Brasil, o gênero de *Eucalyptus* destinava-se principalmente a empresas de celulose e papel ou siderúrgicas, porém, o baixo preço de carvão coque e a oscilação do preço da celulose e papel, além das pressões ecológicas do uso de madeiras nativas fizeram com que este gênero assumisse um papel cada vez mais importante nos produtos sólidos de madeira.

2.3 Deterioração da madeira

A deterioração da madeira está relacionada aos organismos que se alimentam ou não dela. A degradação biológica é causada por organismos xilófagos, em que os mais importantes são fungos, insetos, brocas marinhas e bactérias. Dentre os agentes biológicos mais importantes, os fungos e insetos são responsáveis por grande parte dos danos causados à madeira (ROCHA, 2001).

Segundo Moreschi (2008), os fungos atacam a madeira em maiores proporções por ocorrerem em praticamente todos os nichos ecológicos onde a madeira é utilizada. O mesmo não acontece com outros tipos de agentes xilófagos, por necessitarem de condições mais específicas para a utilização da

madeira ou de constituintes da madeira como fonte de alimento. As principais condições para desenvolvimento de fungos na madeira são a fonte de alimento, teor de oxigênio livre, teor de umidade da madeira e o pH.

2.4 Preservação da madeira

A escassez de madeiras nativas de alta resistência natural obrigou o homem a utilizar espécie de menor durabilidade, sobretudo aquelas de rápido crescimento, provenientes de reflorestamentos. Como a maioria dos reflorestamentos foi com *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., a utilização dessas espécies para moirões e outros usos tornou-se prática comum nas propriedades rurais. Mas em função à baixa resistência apresentada por essas espécies a organismos xilófagos, constatou-se a necessidade de preservá-las, para aumentar sua vida útil, reduzir o consumo de madeira e o impacto nas florestas remanescentes (PAES; MORESCHI; LELLES, 2005).

Segundo Francischinelli (2006), a utilização do gênero *Eucalyptus* para postes, sem tratamento foram repetidas de 1920 a 1930, como decorrência da disponibilidade dessa espécie exótica, escassez existente já naquela época, de espécies nativas e ainda da demanda crescente de postes, em função da expansão da energia elétrica, que começou a ser gerada hidraulicamente no final do século XIX.

O autor anteriormente citado, afirma que somente em 1945 surgiu a primeira usina operando sob pressão para o tratamento de madeira. As vastas dimensões territoriais e condições de clima e de solo favoráveis à implantação de florestas fizeram com que o Brasil se notabilizasse como um país de elevada vocação florestal.

Assim espécies exóticas, como o eucalipto e o pinus apresentaram extraordinário crescimento, com ciclos silviculturais mais curtos, contrastando com aqueles exibidos por países de clima frio e temperado, onde esses valores ficam na faixa de 60 a 80 anos. Entretanto, foi somente no século XX, que o setor madeireiro, e em particular o de preservação de madeiras ganhou um grande impulso em função do aperfeiçoamento tecnológico das indústrias e do surgimento de grandes maciços florestais, principalmente de eucalipto, como resultado da política governamental de incentivos fiscais para o

reflorestamento, o que deu origem a uma tecnologia silvicultural de florestas plantadas, hoje reconhecida em todo o mundo.

Cabe ressaltar a relevância da Lei nº 4.797 de 20 de outubro de 1965, que dispõe sobre a obrigatoriedade do tratamento preservativo de madeiras, cita que peças ou estruturas de madeira devem ser tratadas quimicamente. Esta obrigatoriedade deve ser observada exclusivamente com relação às essências florestais passíveis de tratamento. São susceptíveis ao tratamento preservativo peças de madeira portadoras de alburno ou as que, sendo de puro cerne, apresentem alguma permeabilidade à penetração dos produtos preservativos em seus tecidos lenhosos (BRASIL, 1965).

A durabilidade da madeira pode ser melhorada por meio de tratamentos simples que, quando bem aplicados, proporcionam-lhes maior proteção, protegendo, desta forma, os recursos florestais, o que é de fundamental importância ecológica e econômica, pois o alívio da pressão sobre as florestas remanescentes permite a formação de madeiras com maior dimensão, que podem ser utilizadas para fins mais nobres (FARIAS SOBRINHO; PAES; FILGUEIRA, 2008).

Tratar uma madeira é proporcionar o aumento de sua resistência contra organismos deteriorantes (FERNANDES, 2001). As técnicas de tratamento químico da madeira consistem em introduzir, por meio de processos adequados, produtos químicos dentro da estrutura da madeira, visando torná-la tóxica aos organismos que a utilizam como fonte de alimentos. A escolha do processo e do produto preservativo dependerá, principalmente, do tipo de madeira e das condições de utilização das mesmas (BRAZOLIN, 2007).

2.5 Tipos de preservativos da madeira

Os preservativos industriais existentes no mercado são classificados em hidrossolúveis e oleossolúveis. Fernandes (2001) descreve as classes de preservativos oleossolúveis como produtos contendo misturas complexas de agentes fungicidas e inseticidas, a base de compostos de natureza orgânica ou organometálica e hidrossolúveis como produtos contendo misturas mais ou menos complexas de sais orgânicos metálicos e não metálicos.

Na classe de preservativos oleossolúveis, Oliveira (1997), destacou o creosoto, óxido de estanho tributílico, naftaleno de cobre, naftenato de zinco e quinolinolato de cobre 8, como os principais preservativos utilizados. Para os preservativos hidrossolúveis, Freitas (2002) destacou o arseniato de cobre cromatado (CCA) e o borato de cobre cromatado (CCB).

Um bom preservativo deve ser tóxico aos organismos xilófagos, possuir propriedades químicas e físicas satisfatórias que governem a sua permanência sob condições para as quais ele é recomendado, livre de características indesejáveis para uso e manuseio, ser submetido a controles em laboratórios e usinas, deve estar disposto no mercado sob o fornecimento de patentes correntes, e deve estar em uso comercial atual (MORESCHI, 2008).

O desenvolvimento de pesquisas sobre preservativos de madeira está em uma fase crucial, sendo necessário o seu direcionamento para a análise de produtos com menor potencial de danos ambientais e à saúde. Porém, apesar da eficiência comprovada de algumas alternativas ambientalmente corretas para o tratamento da madeira, as informações sobre sua viabilidade econômica ainda são difíceis de serem encontradas, ou ainda nem começaram a ser avaliadas (BRAND; ANZALDO; MORESCHI, 2006).

Moreschi (2008) complementou que um dos problemas importantes existentes na área de preservação de madeiras é a corrida para o desenvolvimento de novos produtos. O desenvolvimento de produtos alternativos para o tratamento de madeiras é de vital importância para o setor madeireiro, mas, ao contrário do que a prática tem mostrado, os benefícios pretendidos normalmente não são obtidos em sua plenitude. Para que isto aconteça, será necessário que, além da proteção dada à madeira, a nocividade ao homem seja minimizada ou, se possível, desenvolver um produto que sem risco a saúde humana.

2.6 Métodos de preservação da madeira

Para o tratamento da madeira, existem os métodos não industriais (pincelamento, aspersão, imersão, substituição de seiva e o banho quente-frio), sendo o de substituição da seiva de fácil operacionalidade e baixo custo. O método consiste em colocar a madeira, recém-abatida, disposta verticalmente,

com a base submersa em um recipiente contendo preservativo hidrossolúvel (HUNT; GARRATT, 1967).

Esse processo de tratamento confere maior proteção na porção inferior dos moirões, o que é vantajoso, pois é esta a região que ficará em contato com o solo (zona de afloramento em moirões instalados), que é a zona mais vulnerável a ataques de organismos xilófagos (FARIAS SOBRINHO, 2003; PAES; MORESCHI; LELLES, 2005).

Dentre os processos industriais destacam-se os de célula cheia e célula vazia como os mais utilizados no Brasil. A diferença entre os métodos é a aplicação do vácuo inicial no método de célula vazia, em que o preservativo é injetado na madeira sem a retirada do ar de seu interior. Como consequência, ocorre uma compressão do ar dentro da madeira durante o período de impregnação e, quando a pressão é interrompida, esse ar expande e expulsa parte do preservativo, tendo um consumo menor de preservativo (BARREIROS, 2008).

2.7 Qualidade do tratamento da madeira

Galvão et al., (1967, citado por FREITAS, 2002), citam que a eficiência do tratamento pode ser aferida pela determinação da retenção, da penetração e da distribuição do preservante na madeira, as quais são influenciados pelo tipo de tratamento efetuado.

Oliveira (1997), definiu retenção e penetração como os parâmetros básicos para avaliação de eficiência do tratamento preservativo. A penetração é determinada pela profundidade da camada tóxica que protege a madeira. A retenção é um parâmetro quantitativo e refere-se a quantidade de produto preservativo retido num determinado volume de madeira. Conforme mencionado anteriormente, a qualidade das madeiras tratadas está diretamente ligada à retenção, penetração e distribuição, fatores estes que dependem basicamente da espécie da madeira, do preservativo e do processo de tratamento utilizado. A Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 9480 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2009), estabelece que, em função da exposição a qual os moirões de eucalipto tratados com preservativos hidrossolúveis estão sujeitos, a retenção mínima de ingredientes ativos de 6,5

kg.m⁻³ de madeira e que a penetração ocorra em todo o alburno e na porção penetrável do cerne.

3 METODOLOGIA

3.1 Coleta e preparo do material

As árvores de *Eucalyptus* foram coletadas na propriedade rural Providência, situada na Zona Rural de Jerônimo Monteiro, sul do Estado do Espírito Santo, coordenadas geográficas 20° 47' 21" S e 41° 23' 42" W, a 780 metros de altitude. O talhão possui aproximadamente 4,5 hectares, localizado em relevo acidentado e espaçamento de plantio variável. As árvores eram jovens, com cerca de sete anos de idade.

Foram abatidas três árvores, com 18 metros de altura em média, sendo estas sadias e com fuste sem defeitos (tortuosidade e bifurcações), com diâmetro entre 9 a 14 cm, seccionadas em peças de 2,2 m de comprimento, atingindo sete peças por árvore.

Após o abate, as peças foram transportadas para o local de tratamento, situado no Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Espírito Santo, em seguida foram descascadas, com remoção do câmbio e identificadas de acordo com o tratamento. O tempo entre o abate e tratamento foi de 24 horas. Cada tratamento foi composto de quatro moirões, e concentração atendendo a quatro níveis, 0,5; 1; 2; 3% de ingredientes ativos (i.a.).

3.2 Preparo das soluções preservativas

Para o preparo das soluções preservativas foi utilizado o CCB (Borato de Cobre Cromatado, Tabela 1), com a finalidade de atender a Norma Brasileira Regulamentadora NBR 9480 (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2009). Sua composição química é especificada como:

- a) Cromo hexavalente, calculado como CrO_363,5%
- b) Boro, calculado como B (elemento).....10,5%
- c) Cobre, calculado como CuO26,0%

Tabela 1 - Quantidade de sais utilizada no tratamento de acordo com a concentração empregada

Sal	Massa (g) de Sal por Concentração (%)			
	0,5	1,0	2,0	3,0
Dicromato de Potássio	400,23	800,41	1.600,80	2.401,20
Ácido Bórico	252,03	504,07	1.008,14	1.512,18
Sulfato de Cobre	347,75	695,51	1.351,00	2.081, 55

Após o preparo das soluções as mesmas foram armazenadas em tonéis de 200 litros. Assim, para cada tratamento foi empregada uma solução de mesma concentração. Antes das reposições, a solução foi homogeneizada. As soluções foram preparadas antes do abate das árvores, para evitar perdas de umidade das peças durante o preparo das mesmas.

As peças ainda verdes foram dispostas nos tambores de 200 litros, e ficaram parcialmente submersas (50 cm da base) na solução preservativa e mantidas suas porções áreas separadas, a fim de proporcionar boa aeração entre as peças. O tratamento foi realizado em local coberto e ventilado. Para se evitar a evaporação das soluções preservativas, derramou-se 350 mL de óleo em cada tambor, de modo a formar-se uma camada fina sobre as soluções. Diariamente, a quantidade de solução absorvida pelas peças era repostas, mantendo-se constante o nível inicial nos recipientes. Os moirões foram retirados dos respectivos tratamentos quando o preservativo atingiu o topo da peça.

Como as condições climáticas influenciam no processo de substituição de seiva, durante o tratamento da madeira foi efetuada a mensuração das condições climáticas do ambiente, uma vez que o tempo de tratamento é abreviado em dias quentes e secos e prolongado em dias frios e úmidos. Neste trabalho foi efetuada a mensuração do tempo de ascensão do produto preservante CCB até o topo do moirão.

3.3 Amostragem dos moirões tratados

Para assegurar uma boa fixação dos sais preservativos na madeira, as peças tratadas foram submetidas à secagem ao ar, durante 30 dias, em local coberto e ventilado.

Para a obtenção da representatividade das peças foram sorteados dois moirões de diâmetro médio de cada tratamento. Após a secagem da madeira tratada retiraram-se discos de 2 cm de espessura em quatro posições ao longo das peças (Figura 1). Na posição 1 foram retirados dois discos, um para a análise de retenção e outro para análise colorimétrica de penetração e distribuição. Desta forma, procurou-se representar a penetração e a distribuição do preservativo nas direções medula-casca e ao longo das peças tratadas.

Para as análises de retenção do preservativo, de cada disco, foram obtidas amostras de 1,0 x 1,0 x 2,5 cm, em sentidos opostos (Figura 2). Sendo a amostra retirada na posição 1 nas peças, aquela que coincide com a região de afloramento.

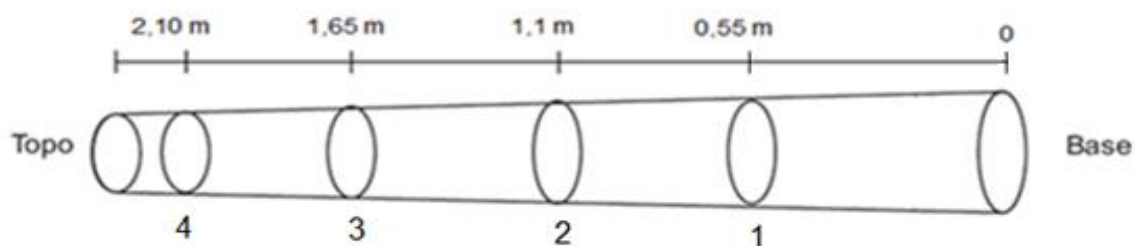


Figura 1 - Posições na peça tratada onde foram retirados os discos para as análises de penetração, retenção e distribuição de CCB.

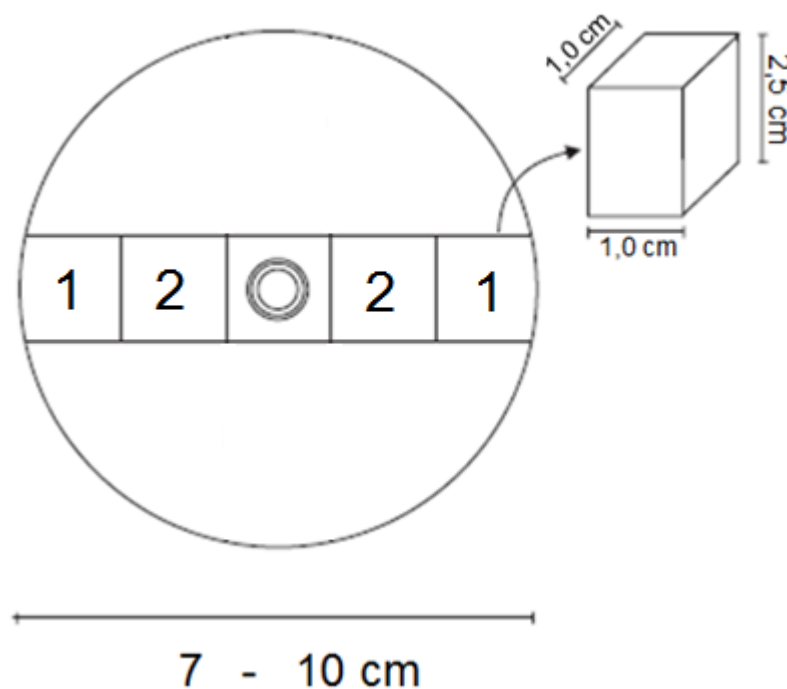


Figura 2 - Posições nos discos onde foram retiradas as amostras para análises de retenção do CCB.

3.4 Análises químicas da madeira tratada

Para determinar a penetração dos elementos cobre e boro na madeira tratada, foi feita análise colorimétrica, seguindo as recomendações da NBR 6232 (ABNT, 1973). Para a determinação do elemento cobre, os discos foram pincelados com solução de cromo-azurol S, que revela uma coloração azul escuro intensa na presença do cobre. Para o boro, os discos foram pincelados com uma solução de álcool polivinílico e iodo, revelando uma coloração azulada na presença do elemento.

Para estas determinações, demarcaram-se, aleatoriamente, dois diâmetros perpendiculares entre si, sobre os quais foram medidas as penetrações. O valor médio das medições foi utilizado para avaliar a penetração dos elementos cobre e boro, em cada posição nos moirões. A distribuição foi avaliada com base nas médias das medidas de penetração ao longo do comprimento de cada moirão.

Para a determinação da retenção do CCB, efetuou-se a digestão das amostras obtidas (Figura 2), seguindo a metodologia descrita por Wischer

(1976, citada por Moreschi, 1985). A metodologia consta da determinação do volume das amostras e incineração para obtenção das cinzas e sais metálicos, a 500 – 550 °C, e posteriormente foram adicionado 3 mL da mistura dos ácidos sulfúrico, perclórico e nítrico, todos concentrados, nas proporções de 7:2:1, às cinzas obtidas pela incineração. Logo após foi realizada a digestão acelerada pelo aquecimento da mistura dos ácidos e cinzas, em chapas aquecidas, até a mistura ficar límpida, e feita a diluição das soluções ácidas com água destilada a volumes fixos de 100 mL e armazenadas em frascos plásticos devidamente identificados.

A leitura das amostras diluídas foi constituída de duas etapas. A primeira foi a realização da leitura do elemento cobre no Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) da Universidade Federal do Espírito Santo e a segunda no Laboratório de Espectrometria Atômica, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, para os elementos cromo e boro.

3.5 Cálculo da retenção

Com os dados obtidos, foram efetuado os cálculos da retenção empregando a Equação 1 (PAES, 1991).

$$R = \frac{F \times L \times Fd \times 10^{-3}}{V} \quad (1)$$

em que:

R = retenção do elemento na madeira (kg (i.a.).m⁻³);

F = fator estequiométrico empregado para transformação dos elementos químicos para óxidos (Cu.1,2518 = CuO; Cr.1,9230 = CrO₃);

L = leitura obtida do espectrofotômetro (mg.L⁻¹);

Fd = fator de diluição necessário para as leituras no espectrofotômetro;

V = volume das amostras utilizadas nas análises (cm³).

3.6 Análise estatística dos resultados

Após a realização do experimento os resultados receberam tratamento estatístico. Com referência à determinação do comprimento e diâmetros médios realizaram-se cálculos estatísticos simples, em que os valores da média, desvio padrão foram determinados.

Para o tratamento das peças foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial, contendo quatro concentrações (0,5; 1; 2; 3%). A penetração foi avaliada para os elementos cobre e boro em quatro posições na peça. Para a análise de retenção foi avaliada o fator posição e concentração. Portanto, ao delineamento proposto, foi acrescentado o fator posição. Na avaliação do experimento foi empregado o teste de Tukey, em nível de 5% de significância, para as fontes de variação detectadas como significativas pelo teste de F.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Características do local de realização do tratamento

Como observado na Tabela 2 às temperaturas de bulbo seco mais elevadas, foram observadas às 16 horas (média de 28°C) e mais amenas às 20 horas (média de 21°C). O tratamento dos moirões foi abreviado no período que compreende entre as 12:00 e às 16:00, uma vez que obtiveram os menores valores de umidade relativa e prolongados no período da noite (20:00) e no período da manhã (8:00), quando nestes horários obtiveram os maiores valores de umidade relativa.

Tabela 2 – Condições climatológicas no local de tratamento

Dia	Temperatura Bulbo Seco (°C)				Temperatura Bulbo Úmido (°C)			
	Horário				Horário			
	8h	12h	16h	20h	8h	12h	16h	20h
1	-	-	24	21	-	-	18	23
2	17	23	25	22	18	21	18	24
3	18	25	29	21	19	20	19	24
4	23	28	29	21	18	20	20	25
5	22	27	27	20	17	20	21	26
6	24	28	28	20	19	19	20	26
7	23	27	29	21	18	21	20	26
8	24	-	-	-	18	-	-	-
Média	23	27	28	21	18	20	20	25

Dia	Umidade Relativa (%)			
	Horário			
	8 h	12 h	16 h	20 h
1	-	-	55	83
2	90	84	51	84
3	90	64	38	75
4	62	48	43	67
5	61	53	59	58
6	63	42	48	58
7	62	59	43	60
8	55	-	-	-
Média	69	58	48	69

Os moirões submetidos ao tratamento com 0,5% (i.a.) ficaram expostos a essas condições até o oitavo dia de tratamento, os moirões tratados com 1% até o sétimo dia, aqueles tratados com 2%, ficaram expostos a essas condições por cinco dias e os tratados com 3%, quatro dias.

4.2 Características dendrométricas da madeira submetida ao tratamento

Os moirões apresentaram dimensões semelhantes, com variações em seu comprimento de 2,19 m a 2,23 m e o diâmetro de 7,02 cm a 9,43 cm, com média de 8,05 cm (Tabela 3).

Tabela 3 – Diâmetro dos moirões (cm) para cada tratamento

Concentração (%)	Moirão	Comprimento (m)	Diâmetro dos Discos em cada Peça (cm)				
			1	2	3	4	Média
0,5	4	2,19	10,12	9,32	9,19	9,08	9,43
	17	2,20	7,69	7,27	7,17	6,88	7,24
1,0	13	2,19	8,22	8,21	7,83	7,55	7,95
	5	2,19	8,87	8,50	8,49	8,06	8,48
2,0	12	2,20	9,30	9,09	8,70	8,30	8,85
	6	2,23	7,53	7,36	7,29	7,03	7,30
3,0	16	2,20	7,88	8,07	8,13	8,30	8,09
	14	2,20	7,28	7,01	6,96	6,80	7,02
Média		2,20	8,48	8,14	7,99	7,81	8,05
Desvio Padrão		0,01	0,98	0,85	0,80	0,82	0,85

4.3 Influência do tempo na ascensão do produto preservativo

A influência da concentração no tempo de tratamento da madeira é um parâmetro importante para as usinas de tratamento, estabelecendo referências no controle da qualidade de moirões tratados. Em relação à sociedade, estes produtos se comportam de forma benéfica, uma vez que suprem necessidades específicas e apresenta um comportamento menos agressivo ao meio ambiente.

Ressalta-se a recomendação da NBR 9480 (ABNT, 2009), que estipula que a penetração do produto preservativo cobre e boro deve ser total no alburno (madeiras de folhosas) ou de acordo com Galvão (1968), podendo ser aceita como satisfatória quando superior a 10 mm. Este valor foi adotado, pois em se tratando de tratamento não industrial dificilmente se obtém a penetração total do alburno ao longo das peças (Galvão, 1968; Wehr, 1985; Paes, 1991).

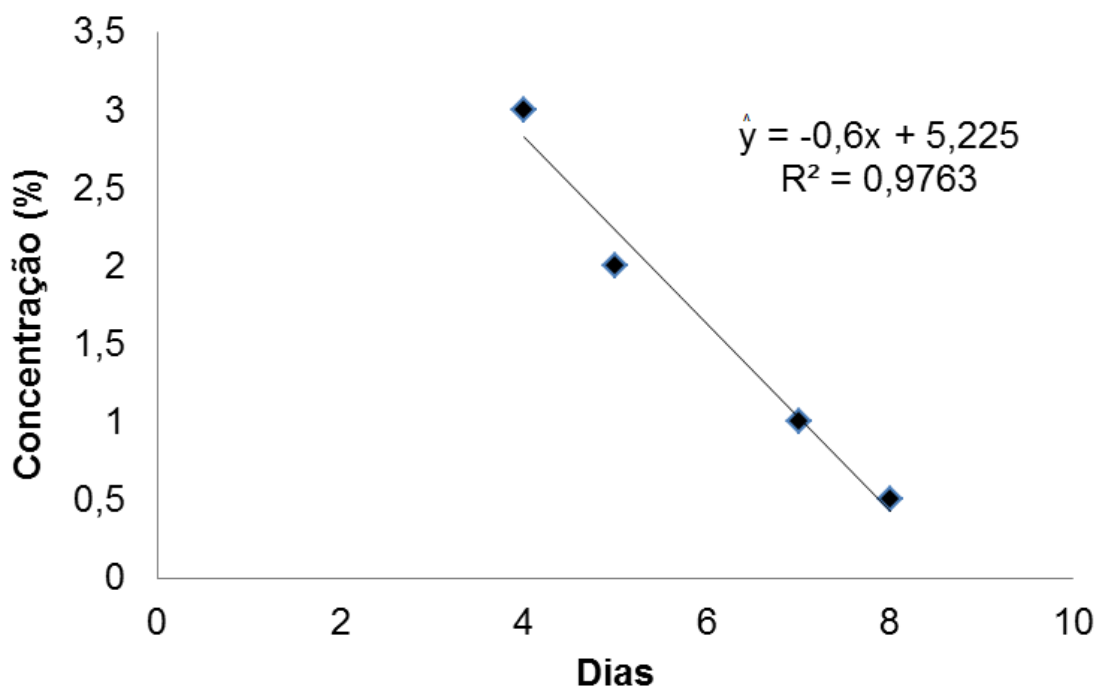


Figura 3 - Tempo de ascensão do preservativo nos moirões.

Verifica-se pela Figura 3, que ocorreu a diminuição dos dias de tratamento da madeira, na medida em que aumentou a concentração de ingredientes ativos. Isto pode ser explicado, pois as soluções mais concentradas se difundem mais rapidamente no lenho, que as soluções menos concentradas (processo osmótico) (WEHR, 1985; PAES, 1991), as características inerentes da madeira tais como, elementos vasculares, obstruções causadas por tiloses, porosidade e nós.

Na Figura 3 pode ser notada uma redução do período de tratamento (em dias) para o tratamento da madeira na medida em que a solução se torna mais concentração em porcentagem de ingredientes ativos.

4.4 Distribuição e penetração do boro nos moirões tratados

A distribuição do boro nos moirões é apresentada na Figura 4. Verifica-se que o boro penetrou em todas as peças, contudo de forma distinta entre elas. Os resultados da penetração do boro são apresentados na Tabela 4. A maior penetração observada foi de 12,41 mm no moirão 16, de concentração

3%, seguida pelo moirão 14, de mesma concentração. A menor penetração foi de 6,77 mm no moirão 17, de concentração 0,5%.

































Posição	Concentrações Utilizadas nos Moirões (%)							
	0,5		1,0		2,0		3,0	
	4	17	5	13	6	12	14	16
1								
2								
3								
4								

Figura 4 - Distribuição do boro nos moirões de acordo com a concentração utilizada.

Para as concentrações de 0,5 e 1% o tempo de tratamento não foi suficiente para assegurar a utilização destes moirões em contato com o solo, uma vez que a penetração do elemento boro foi satisfatória apenas para três moirões (moirão 12; 2% de concentração e nos moirões, 14 e 16; 3% de solução preservante) (Tabela 3). As menores penetrações foram atingidas nos moirões em que a concentração utilizada foi de 0,5%, tendo valores médios de 7,65 mm e 6,77 mm nos moirões, 4 e 17, respectivamente.

Tabela 4 - Penetração (mm) de boro nos moirões nas diferentes concentrações

Concentração (%)	Tempo (Dias)	Moirão	Penetração do Boro (mm) por Moirão				
			1	2	3	4	Média
0,5	8	4	8,84	7,98	7,31	6,68	7,65
		17	9,40	7,48	6,06	5,62	6,77
1,0	6	13	9,91	8,31	8,82	10,12	9,36
		5	9,24	8,28	9,79	10,19	9,52
2,0	5	6	9,95	9,16	10,21	9,18	9,57
		12	9,92	9,80	11,71	11,88	10,81
3,0	4	16	14,40	11,82	11,45	9,87	11,63
		14	15,85	13,95	10,88	9,56	12,41

A análise estatística aplicada aos dados (Apêndice A) indicou que houve diferença significativa para posições nas peças, concentrações das soluções e interação entre posição e concentração a 1% pelo teste de F. Desta forma foi elaborado o desdobramento da interação, em seguida analisada pelo Teste de Tukey a 5% de significância, cujos resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Relação entre as médias de penetração nas posições e concentração

Concentração (%)	Posições nas Peças			
	1	2	3	4
0,5	9,12 Ab	7,73 ABb	6,62 Bb	6,15 Bb
1,0	9,58 Ab	8,30 Ab	9,31 Aa	10,16 Aa
2,0	9,93 Ab	9,48 Ab	10,96 Aa	10,53 Aa
3,0	15,13 Aa	12,89 ABa	11,17 BCa	9,74 Ca

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal, e minúscula na vertical não diferem entre si (Tukey; $p \geq 0,05$).

Como pode ser observado na Tabela 5 as posições 1 (zona de afloramento) e 2 tiveram as melhores médias, tendo estes não diferido entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Também pode-se verificar que a concentração de CCB a 3% teve as melhores médias para todas as posições.

Porém, quando comparada as concentrações com as posições a posição 4 obteve as piores penetrações.

A existência de interação para o boro, não observada para o cobre, deve-se, provavelmente, ao maior poder de difusão das moléculas de boro (PAES, 1991).

4.5 Distribuição e penetração do cobre nos moirões tratados

Nota-se que o preservativo penetrou em todos os discos (Figura 5), mas de forma diferente em cada tratamento e posição, tendo a penetração decrescido da base para o topo, não atingindo, nesta posição, em nenhuma das peças, a penetração de 1,0 cm, considerada por Farias Sobrinho; Paes; Furtado, (2005), Paes; Moreschi; Lelles, (2005) e Wehr (1985), como a mínima necessária para proteger a madeira.

Posição	Concentrações Utilizadas nos Moirões (%)							
	0,5		1,0		2,0		3,0	
	4	17	5	13	6	12	14	16
1								
2								
3								
4								

Figura 5 - Distribuição do cobre nos moirões de acordo com a concentração.

Quanto ao cobre, observa-se, na Tabela 6, que a penetração foi maior na posição 1 (zona de afloramento), com redução ao longo do moirão, para todas as concentrações testadas. A maior penetração foi de 11,68 mm, no

moirão 16 (3% concentração de i.a.), e a menor penetração média foi de 5,10 mm no moirão 4, na solução de 0,5%.

Os resultados corroboram a necessidade de maior tempo de tratamento dos moirões na solução preservativa de 0,5, 1 e 2% e a sua posterior inversão, para homogeneizar a penetração de cobre ao longo do moirão, como descreve Torres et al. (2011). A maior penetração ocorreu na posição 1 (zona de afloramento), fato que pode ter ocorrido em virtude da parte inferior ter permanecido submersa na solução preservativa, enquanto a superior se manteve fora da solução. Este comportamento foi observado por Torres et al. (2011), em peças de *Eucalyptus camaldulensis* e por Paes; Moreschi; Lelles (2005), em peças de *Eucalyptus viminalis* submetidos ao processo de substituição de seiva por transpiração radial. Observa-se um crescimento da penetração deste elemento, na medida em que há o aumento da concentração da solução.

Tabela 6 - Penetração (mm) de cobre nos moirões nas diferentes concentrações

Concentração (%)	Tempo (Dias)	Moirão	Penetração Cobre (mm) por Posição				
			1	2	3	4	Média
0,5	8	4	7,77	7,01	3,39	2,57	5,18
		17	7,22	6,16	5,08	1,95	5,10
1,0	6	13	8,57	8,14	6,79	3,84	7,04
		5	8,73	8,01	7,95	3,47	6,83
2,0	5	6	9,34	8,26	7,96	4,34	7,47
		12	9,47	8,29	7,85	3,71	7,33
3,0	4	14	12,92	9,19	6,86	6,66	8,91
		16	14,95	14,94	12,43	5,17	11,68

O tempo de ascensão na solução de 3% foi suficiente para suprir a demanda de cobre (fungicida) na zona de afloramento (posição 1), recomendando seu uso em contado direto com o solo, pois este elemento possui eficiência contra fungos apodrecedores, condições estas que expõem as madeiras ao ataque de fungos xilófagos.

O teste de F (Apêndice B) indicou que existe diferença significativa entre as variáveis posição e concentração. Assim, o teste de médias de Tukey foi aplicado a tais fatores a 5% de significância. Os resultados do teste de média aplicado e suas comparações encontram-se na Tabela 7.

A análise da média mostrou que a posição 1 e 2 foram superiores as demais e a posição 4 obteve-se as menores médias, este fato pode ser explicado pela baixa umidade no topo dos moirões e pela posição 1 estar imersa na solução, enquanto as demais posições estarem fora deste contato (FARIAS SOBRINHO; PAES; FURTADO, 2005; PAES; MORESCHI; LELLES, 2005).

Tabela 7 - Valores médios da penetração (mm) de cobre das posições e concentrações empregadas

Posição	Penetração Média (mm)
1	10,00 A
2	8,55 AB
3	7,45 B
4	3,96 C
Concentração (%)	Penetração Média (mm)
0,5	10,30 A
1,0	7,40 B
2,0	7,06 BC
3,0	5,14 C

Médias seguidas pela mesma letra, em cada parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Foi notado que as maiores penetrações superiores foram obtidas em concentrações de 3%, e que as menores foram obtidas na concentração de 0,5%. Conforme citado por Santini (1988), as características do processo de tratamento e da espécie de madeira utilizada influenciam na qualidade do tratamento.

4.6 Retenção do produto preservativo nos moirões tratados

Observou-se que a posição influenciou na retenção do preservativo, tendo as amostras mais externas maiores retenções, e as amostras mais internas, menores retenções (Figuras 6 e 7, respectivamente).

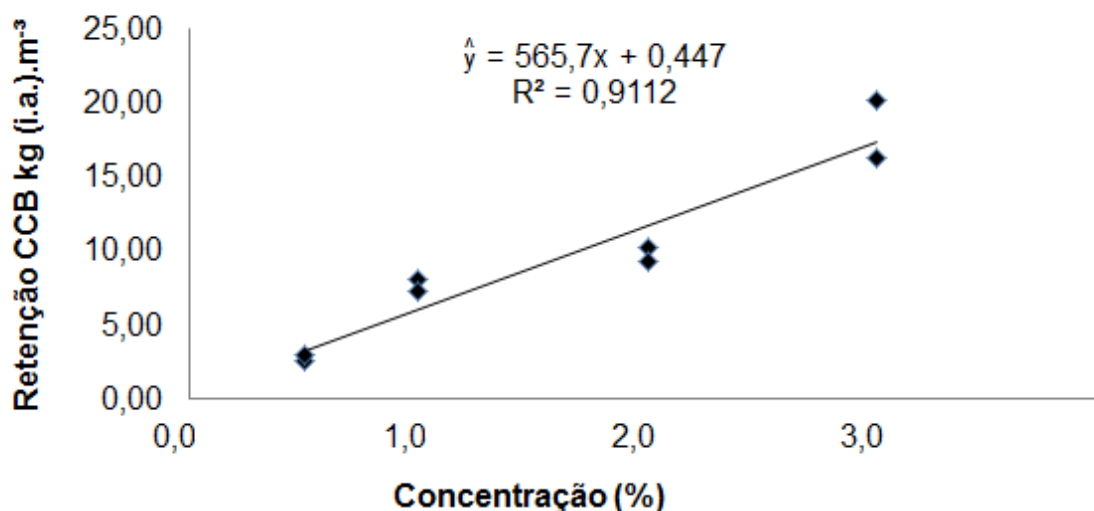


Figura 6 - Retenção CCB kg (i.a.).m⁻³ para as amostras externas.

Nota-se que o tempo de tratamento (Figura 3; p 17) de 8 dias para a solução preservante de 0,5% não foi suficiente para atender o mínimo recomendado pela NBR 9480 (ABNT, 2009), que é de 6,5 kg de (i.a.).m⁻³. De acordo com Farias Sobrinho; Paes; Furtado (2005), madeiras com retenção de 4,0 a 6,5 kg de (i.a.).m⁻³ pode ser utilizada em estruturas fora do contato direto com o solo, desde que seja aplicado um reforço no topo das mesmas, contudo este fato não foi atendido pelos moirões nesta concentração utilizada.

Foi notado que os dias de tratamento (Figura 3) para os demais moirões foram suficientes para que atingissem a retenção mínima recomendada pela normatização. Com isso as peças podem ser empregadas em contato direto com o solo.

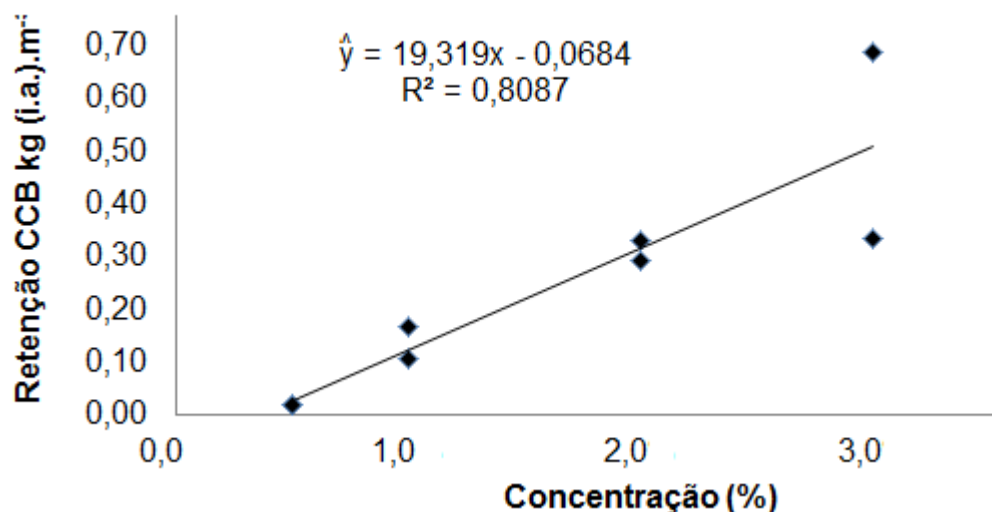


Figura 7 - Retenção CCB kg (i.a.).m³ para as amostras internas

Na Figura 7 pode observar que em nenhuma das concentrações as amostras internas atingiram o mínimo recomendado pela NBR 9480 (ABNT, 2009). Isto pode ser explicado pela dificuldade na difusividade do produto preservante, pelo teor de cerne e alburno nas peças. Pode ser observado que os valores de retenção cresceram na medida em que houve o aumento da concentração dos ingredientes ativos e do tempo de tratamento. Desta forma, para se obter melhores retenções nas camadas mais internas da peças, o tempo de tratamento terá que ser maior do que o proposto neste trabalho.

A análise estatística aplicada aos dados (Apêndice C) indicou que não houve diferença significativa a 5% de significância pelo teste de F, entre a posição da amostra retirada no disco e a concentração utilizada. Isto pode ser explicado pelo baixo valor do resíduo obtido na análise estatística (NESI; GUIDONI; BRINGHENTI, 2010).

5 CONCLUSÕES

O tempo de ascensão dos produtos preservativos influenciou na qualidade do tratamento de madeiras, nos aspectos de distribuição, penetração e retenção.

Os índices de penetração de cobre, para o tempo de tratamento na ascensão do produto preservante foram satisfatórios apenas para os moirões tratados com 3% de solução preservativa atingindo valores próximos em soluções de 2%.

A análise de retenção do produto preservativo mostrou que apenas os moirões tratados com 0,5% de concentração não atenderam as recomendações mínimas estabelecidas pela normatização de peças tratadas com produtos hidrossolúveis.

O tempo de tratamento dos moirões não foi suficiente para que as amostras internas na análise de retenção atendessem a legislação brasileira.

O tempo de tratamento para as soluções de 0,5, 1 e 2% (i.a.), respectivamente (8, 7 e 5 dias) não foram suficientes para que os moirões atingissem a recomendação da legislação brasileira, portanto recomenda-se maior tempo de tratamento para estas soluções.

Realizar pesquisas com madeira tratada é fundamental para o mercado madeireiro referente ao setor de preservação, em que se torna necessário um programa direcionado para qualidade da madeira preservada, frente à grande demanda por produtos oriundos de floresta plantada. A durabilidade da madeira está diretamente relacionada com penetração e retenção dos produtos químicos utilizados, as características da espécie, condições de uso e o método de tratamento.

Sugere-se a realização de testes com fungos e cupins em nível de laboratório e campo, nos moirões tratados de *Eucalyptus* com 3% de solução preservativa.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6232**: penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 1973. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9480**: peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais – Requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 15 p.

BARREIROS, R, M. **Preservação de madeiras**. Itapeva: Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Itapeva, 2008. 3 p. Disponível em: <www.itapeva.unesp.br/.../%5B101510091026%5D7cCelula%20cheia%20e%20vazia.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2011.

BRAND, M. A; ANZALDO, J; MORESCHI, J. C. Novos produtos para o tratamento preservante da madeira “perspectivas da pesquisa e utilização”. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n.1, p.129-139, 2006.

BRASIL. Lei nº 4.797 de 20 de outubro de 1965. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1, Brasília, DF, 3 nov. 1965.

BRAZOLIN, S. Biodeterioração e preservação de madeira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. (Eds.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Vitória: Suprema, 2007, p. 343 - 366.

CARVALHO, A. D. F. **Histórico do melhoramento genético de eucalipto no Brasil**. Piracicaba, 2006. 3 p. Disponível em: <<http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/ADFCarvalho-200602-Resumo.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2011.

CARMO, F. C. A. **Avaliação da desrama e seleção de árvores para produção de madeira de eucalipto para serraria**. 2010. 19 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

FARIAS SOBRINHO, D. W; PAES, J. B; FURTADO, D. A. Tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D. C.), pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 225-236, 2005.

FERNANDES, J. L. G. Adequação de produtos à preservação de madeiras. **Revista da Madeira**. 2001. 3 p. Disponível em: <http://www.remade.com.br/artigos_tecnicos.php>. Acesso em: 31 mar. 2011.

FRANCISCHINELLI, A. Postes de eucalipto tratado. **Revista da Madeira**. 2006. 2 p. Disponível em: <http://www.remade.com.br/artigos_tecnicos.php>. Acesso em: 30 mar. 2011.

FREITAS, V. P. **Variações na retenção de CCA-A em estacas de Pinus após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento**. 2002. 64 f.

Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, FAO. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 4 abr. 2011.

GALVÃO, A. P. M. **Característica da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões roliços de *Eucalyptus alba* Reinw., tratados pelo processo de absorção por transpiração radial.** 1968. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

HUNT, G. M; GARRATT, G. A. **Wood preservation.** 3. Ed. New York: McGraw-Hill, 1967. 433 p.

MORESCHI, J. C. **Ensaio biológico:** uma nova alternativa para a determinação dos ingredientes ativos do preservativo CCA e estudos de interações. 1985. 128 f. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

MORESCHI, J. C. **Produtos preservantes de madeiras.** Universidade Federal do Paraná: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2008. 30p. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/ceim>>. Acesso em: 6 abr. 2011.

NESI, C. N; GUIDONI, A. L; BRINGHENTI, C. O problema do baixo número de repetições em experimentos de competição de cultivares. Revista **Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.9, n.1, p. 74-81, 2010.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil.** 1997. 2 v. 429 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, J. T. S. Qualidade da madeira de eucalipto para produtos sólidos. In: JESUS JÚNIOR, W. C; et al. (Eds.). **Avanços tecnológicos em ciências agrárias.** Vitória: Suprema, 2006. p. 81-85.

PAES, J.B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab.** 1991. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

PAES, J. B; MORESCHI, J. C; LELLES, J. G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scarabella* Benth.) pelo método de substituição de seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15. p. 75-86, 2005.

ROCHA, M. P. **Biodegradação e preservação da madeira.** Curitiba: FUPEF, 2001. 94p. (Série Didática).

SANTOS, G. R. V. **Otimização da secagem da madeira de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden)**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Madeiras) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: Centro de Pesquisas Florestais, 1988. 125p.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 32-43, 2003.

SCHUCHOVSKI, M. S. **Diagnóstico e planejamento do consumo de madeira e da produção em plantações florestais no Estado do Paraná**. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

TORRES, P. M. A; PAES, J. B; LIRA FILHO, J. A; NASCIMENTO, J. W. B. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehuh. pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 275-282, 2011.

VALVERDE, S. R. **A contribuição do setor florestal para o desenvolvimento sócio-econômico: uma aplicação de modelos de equilíbrio multissetoriais**. 2000. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

VIANA, J. **História das florestas plantas, análise, demandas e potencial do setor florestal**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/documentos/100anos/Palestra-Jorge_Viana.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2011.

WHER, J. P. P. **Métodos práticos de tratamento preservativo de moirões roliços de *Pinus caribea* Morelet var. *hondurensis* Bar. et Golf**. 1985. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1985.

APÊNDICES

Apêndice A - Análise estatística da penetração (mm) e distribuição do boro nas peças analisadas.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	3	14,801	4,933	14,23**
Concentração	3	95,417	31,805	7,29**
Pos x Conc	9	34,184	3,790	47,00**
Resíduo	16	10,828	0,6767	

**Significativo a 1% de probabilidade.

Apêndice B - Análise estatística da penetração (mm) e distribuição do cobre nas peças analisadas.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	3	160,924	53,641	24,78**
Concentração	3	108,556	36,185	16,72**
Pos x Conc	9	9,214	1,023	0,47 ^{NS}
Resíduo	16	34,631	2,164	

**Significativo a 1% de probabilidade; ^{NS} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Apêndice C - Análise estatística da retenção kg (i.a.).m⁻³ do CCB nas peças analisadas.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	1	0,559	0,5592	0,01 ^{NS}
Concentração	3	130,819	43,606	0,74 ^{NS}
Pos x Conc	3	6,835	59,267	0,04 ^{NS}
Resíduo	8	474,136	59,267	

^{NS} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.