

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

MAIELE BRUM POLASSO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE TRATAMENTO NA
PRESERVAÇÃO DE MOIRÕES DE *HOVENIA DULCIS* THUNB. PELO
MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA**

TCC II – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2014

MAIELE BRUM POLASSO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE TRATAMENTO NA
PRESERVAÇÃO DE MOIRÕES DE *HOVENIA DULCIS* THUNB. PELO
MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Ms Cilene Cristina Borges

DOIS VIZINHOS

2014

P772a Polasso, Maiele Brum.
Avaliação da influência do tempo de tratamento na preservação de moirões de *Hovenia dulcis* Thunb. pelo método de substituição de seiva – Dois Vizinhos: [s.n], 2014. 67 f.;il.

Orientadora: Cilene Cristina Borges
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2014.
Inclui bibliografia

1.Moirões-preservação 2.Espécies florestais I.Borges, Cilene Cristina, orient.II.Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III.Título.

CDD: 634.9



TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE TRATAMENTO NA PRESERVAÇÃO DE MOIRÕES DE *HOVENIA DULCIS* THUNB. PELO MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.

por

MAIELE BRUM POLASSO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em **dez de março de 2014** como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a M.Sc. Cilene Cristina Borges
Orientador (a)

Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias de Souza
Membro titular (UTFPR)

Prof.^a Dr.^a Flavia Alves Pereira
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho a minha família, pelo amor e apoio incondicional, pois confiaram em mim e me deram esta oportunidade de concretizar e encerrar mais uma caminhada da minha vida. Ao meu namorado Renan, por toda paciência, compreensão e carinho, e por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam não aparecer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre ter guiado meus passos para que chegassem a este momento.

Ao meu pai Amarildo Polasso (in memoriam), meu porto seguro, que infelizmente não pode estar presente neste momento tão feliz da minha vida, mas que não posso deixar de agradecer-lo, pois se hoje estou aqui, devo muito aos seus ensinamentos, valores, apoio, por todas as palavras de incentivo, segurança e principalmente por todo o amor. Obrigada por tudo, saudades eternas!

A minha mãe Jovelina Loreci Brum Polasso e minha irmã Dalvânia Brum Polasso, por confiarem em mim, e pela oportunidade de concretizar e encerrar mais uma etapa da minha vida. Sei que não mediram esforços para que isso acontecesse, sem a compreensão, paciência, carinho, amor, apoio e confiança delas nada disso seria possível hoje.

Aos meus colegas de faculdade, que durante a graduação se tornaram grandes amigos. Em especial os amigos Renan Zunta Raia, Márcia Soares da Silva, Barbara de Oliveira Puretz e Gean Felipe de Oliveira, por todo companheirismo e amizade durante esses anos de faculdade, por sempre estarem ao meu lado desde o início deste trabalho e também pelo apoio na realização de minhas tarefas para a conclusão do mesmo.

Aos professores do curso de Engenharia Florestal, em especial a minha orientadora Cilene Cristina Borges, por ter me orientado e dedicado um pouco do seu tempo ao longo deste trabalho, pelos ensinamentos e dedicação.

Ao proprietário da empresa de Tratamento da Madeira – Grupo Martinelli, que cedeu gentilmente e gratuitamente o produto Cromoazurol para a realização das análises necessárias no decorrer deste trabalho.

Ao colaborados na coleta do material, senhor Nelson e Renan.

E a todos aqueles que de certa forma contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

POLASSO, Maiele Brum. **Avaliação da influência do tempo de tratamento na preservação de moirões de *Hovenia dulcis* Thunb. pelo método de substituição de seiva.** 2014. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

A *Hovenia dulcis* Thunb., é uma espécie de excelentes características físico-mecânicas e de fácil trabalhabilidade, possibilitando sua utilização para diversos fins, como por exemplo moirões. Quando em contato direto com o solo, no entanto, a madeira apresenta pouca durabilidade, sofrendo a deterioração causada por agentes biológicos, o que torna necessário o uso de tratamentos preservativos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tempo de tratamento na impregnação do produto preservativo em moirões de *Hovenia dulcis* Thunb., pelo método de substituição de seiva. O método empregado foi escolhido, em função do seu baixo custo, fácil operacionalidade, e possibilidade de ser realizado em locais de fácil acesso. Foram avaliados 18 moirões de 2,0 metros de altura e uma média de 12,5 cm de diâmetro, os quais foram expostos à solução preservativa, durante 5; 10 e 15 dias. Para avaliação da distribuição e penetração dos elementos foram definidas 3 posições no moirão: base, meio e topo. Por meio da análise da penetrabilidade do produto preservativo pelos tecidos da madeira, este trabalho determinou o melhor tempo de tratamento para os moirões, o qual foi de 15 dias, obtendo assim uma melhor absorção do produto possibilitando aos mesmos uma maior durabilidade.

Palavras-chave: Espécie. Moirões. Produto preservativo. Método. Penetração.

ABSTRACT

POLASSO, Maiele Brum. **Evaluation of the influence of time treatment in fence posts preserving *Hovenia dulcis* Thunb. by the method of sap replacing.** 2014. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Federal Technology University - Parana. Dois Vizinhos, 2014.

The *Hovenia dulcis* Thunb., is a kind of excellent physical and mechanical properties and easy workability, allowing its use for various purposes, such as fence posts. When in direct contact with the soil, however, the wood has little long-suffering deterioration caused by biological agents, which necessitates the use of preservative treatments. This study has the objective evaluated the influence of treatment time for preservative impregnation product for fence posts of *Hovenia dulcis* Thunb., by the substitution method of sap The method was chosen, because of their low cost, easy operation, and the possibility of being held in easily accessible locations. Were evaluated 18 fence post with 2,0 meters and an average diameter of 12,5 cm, which were exposed to the preservative solution for 5, 10 and 15 days. To evaluated the distribution and penetration of the elements in positions 3 fence posts are set Base, middle and top. Through the analysis of the penetration of the product by preservative wood tissues, this study determined the best treatment time for fence posts, which was 15 days, thereby getting a better product absorption enabling them greater durability.

Keywords: Specie. Fencepost. Preservative Product. Method. Penetration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Município de Dois Vizinhos - PR	37
Figura 2 – UNEP – Trilha Ecológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	38
Figura 3 – Exemplos coletados de <i>Hovenia dulcis</i> Thunb.....	39
Figura 4 – Moirões submetidos ao tratamento preservativo.....	41
Figura 5 – Porção do moirão, a qual ficou imersa na solução preservativa	41
Figura 6 – Secagem – Moirões empilhados em forma de tesoura	42
Figura 7 – Posições onde serão retirados os discos para análises colorimétricas....	43
Figura 8 – Discos retirados nas três posições dos moirões (A – topo, B – meio e C – base)	43
Figura 9 – Área tratada e área não tratada nas quais foram demarcados diâmetros perpendiculares entre si	44
Figura 10 – Posições onde foram retirados os discos para análises de teor de umidade e densidade básica.....	45
Figura 11 – Distribuição do cobre nos moirões de acordo com o tempo de tratamento (A, B e C – 5 dias; D, E e F – 10 dias; G, H e I – 15 dias).....	54

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Diâmetro dos moirões (cm) para cada tempo de tratamento	48
Tabela 2 – Densidade Básica (g/cm^3) dos discos da madeira verde (topo e base)...	49
Tabela 3 – Teor de Umidade (%) dos discos da madeira verde (topo e base).....	50
Tabela 4 – Teor de Umidade da madeira submetida ao Tratamento Preservativo ...	52
Tabela 5 – Porcentagem de rachaduras nos moirões em cada tempo de tratamento	53
Tabela 6 – Penetração de cobre (área tratada em cm^2) nos moirões em cada tempo de tratamento	56
Tabela 7 – Relações entre as médias de penetração – área tratada (cm^2) nas posições e o tempo de tratamento	56
Tabela 8 – Relações entre os moirões obtidos da primeira tora e os moirões obtidos da segunda tora	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 ESPÉCIE EM ESTUDO.....	16
2.2 BIODEGRADAÇÃO DA MADEIRA.....	19
2.2.1 Danos Causados à Madeira por Fungos.....	19
2.2.1.1 Fungos apodrecedores.....	20
2.2.1.2 Fungos manchadores.....	21
2.2.1.3 Fungos emboloradores.....	21
2.2.2 Danos Causados à Madeira por Insetos	22
2.2.2.1 Ordem coleoptera.....	22
2.2.2.2 Ordem isoptera.....	23
2.2.2.3 Ordem hymenoptera.....	24
2.3 PRESERVAÇÃO DA MADEIRA	25
2.3.1 Métodos de Preservação da Madeira sem Pressão.....	28
2.4 MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.....	30
2.5 FATORES EXTERNOS QUE AFETAM O TEMPO DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS NO MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.....	32
2.5.1 Temperatura.....	32
2.5.2 Umidade Relativa	33
2.5.3 Velocidade dos ventos	33
2.6 PROPRIEDADES DA MADEIRA.....	33
2.6.1 Permeabilidade da Madeira.....	34
2.6.2 Densidade Básica.....	35
2.6.3 Teor de Umidade.....	35
2.7 BORATO DE COBRE CROMATADO (CCB)	36
3 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	37
3.2 ÁREA DE COLETA DA MADEIRA	38

3.3 COLETA DA MADEIRA.....	39
3.4 PREPARO DOS MOIRÕES	39
3.5 PREPARO DA SOLUÇÃO PRESERVATIVA.....	40
3.6 TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS MOIRÕES	41
3.7 SECAGEM E CORTE DO DISCOS PARA ANÁLISE DE PENETRAÇÃO DOS MOIRÕES TRATADOS	42
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DE PENETRAÇÃO.....	45
3.9 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE E DA DENSIDADE BÁSICA.....	45
3.10 AVALIAÇÃO DAS RACHADURAS EM MOIRÕES DE <i>HOVENIA DULCIS</i> THUNB.	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DA MADEIRA DE <i>HOVENIA DULCIS</i> THUNB. SUBMETIDA AO TRATAMENTO	48
4.2 DENSIDADE BÁSICA E TEOR DE UMIDADE.....	49
4.2.1 Densidade Básica e Teor de Umidade da Madeira Verde.....	49
4.2.2 Teor de Umidade e Porcentagem de rachaduras da Madeira submetida ao Tratamento Preservativo	51
4.3 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE TRATAMENTO	53
4.3.1 Distribuição do Preservativo na Madeira	53
4.3.2 Penetração do Produto Preservativo na Madeira	55
4.3.3 Influência do Teor de Umidade, Densidade Básica, e Posição da Árvore sobre o Processo de Tratamento	58
4.4 POTENCIALIDADES DE USO DE <i>HOVENIA DULCIS</i> THUNB.....	59
5 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

De todos os materiais de origem biológica, a madeira é o mais empregado, devido a sua gama de possibilidades de utilização. Trata-se de um material orgânico, poroso, higroscópico, anisotrópico e heterogêneo, cujas características físicas e mecânicas variam consideravelmente entre as espécies florestais, permitindo sua utilização desde a construção civil pesada até objetos de arte.

Entre as utilizações possíveis do material madeira estão os moirões, que são peças fixadas no solo que se destinam a sustentar e a manter suficientemente imóveis sobre elas arames, telas, placas de madeira, entre outros, para criar cercas que podem ser fixadas em alturas determinadas.

Por ser um material orgânico, a madeira estará sempre sujeita a degradação biológica, a qual prejudica o uso e a qualidade da madeira. Podendo afetar não somente a sua estética, mas também a sua resistência mecânica, inviabilizando o seu uso para os mais diversos fins.

No passado, havia grande disponibilidade de espécies nativas de boa durabilidade natural, as quais eram utilizadas como moirões e outras peças em benfeitorias nas propriedades rurais. Com a exploração excessiva, tais materiais foram se tornando escassos e o homem foi obrigado a utilizar as espécies agora disponíveis, advindas de plantios e em alguns casos, com menor durabilidade, necessitando de tratamento preservativo para uma adequada vida útil.

Entre as espécies exóticas de baixa resistência natural, podemos citar a espécie arbórea *Hovenia dulcis* Thunb., popularmente conhecida como Uva-do-japão. Tal espécie é originária do leste da Ásia, sendo que fora da sua área de ocorrência desenvolve-se em regiões do sudeste da Ásia, na Argentina e no Paraguai. E no sul do Brasil o seu cultivo é amplamente difundido em pequenos talhões ou de forma isolada (CARVALHO, 1994, p.10).

De acordo com o mesmo autor, esta espécie apresenta excelentes características físico-mecânicas e de fácil trabalhabilidade, possibilitando a sua utilização para diversos fins, como na construção civil, obras de marcenaria, forros, vigas, tábuas, assoalhos, moirões, sendo usada na fabricação de móveis e laminados. E também podendo ser aproveitada na indústria de celulose e papel e como fonte energética.

Em sua aplicação como moirões de cerca, entretanto, a madeira fica em contato direto com o solo, tornando-se amplamente sujeita à ação dos agentes deterioradores da madeira os quais causam prejuízos à qualidade do produto em questão. Em vista disso, quando a madeira não possui resistência natural, torna-se quase que imprescindível o uso de tratamentos preservativos para aumentar a sua vida útil.

Dentre os diversos métodos de tratamento preservativo da madeira, destaca-se o de substituição de seiva, o qual é de fácil execução, apresenta baixo custo e pode ser executado pelos próprios produtores rurais, em suas propriedades.

Na execução de tratamentos, no entanto, uma das dúvidas constantes é o tempo exato para otimizar o tratamento, haja vista que o mesmo é influenciado pelo tipo de solução, espécie de madeira e outras variáveis relacionadas à profundidade do tratamento pretendido.

Visando oferecer resultados práticos que possam ser utilizados para extensão da vida útil de moirões, melhoria da qualidade da madeira tratada por substituição de seiva e ainda informações práticas que possam ser aproveitadas por pequenos produtores rurais, o presente trabalho propõe-se a gerar dados relativos ao tempo de tratamento necessário para otimizar a impregnação da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. por substituição de seiva.

1.1 JUSTIFICATIVA

Estudos sobre a espécie *Hovenia dulcis* Thunb. são escassos em relação aos seus usos e destinos, tanto de madeira serrada ou roliça. Trata-se de uma espécie exótica com um grande potencial produtivo, isto é, apresenta rápido crescimento e com isso a sua adaptação ao ambiente se torna mais fácil gerando competição entre as espécies nativas, ou mesmo tomando o espaço que as espécies ocupam dentro de matas nativas.

Por seu rápido crescimento, a espécie demonstra um grande potencial de adaptação às nossas condições climáticas, sendo os estudos relativos à sua utilização de grande importância para propiciar um correto aproveitamento da

madeira, seja de plantios ou provenientes de um manejo adequado em área nativa, já que a espécie também é conhecida pelo seu potencial invasor.

Dentre os usos possíveis do material madeira, encontra-se sua utilização como moirões. Para a produção de moirões, devem-se usar preferencialmente espécies que possuam uma resistência natural aos agentes biológicos, ou madeira adequadamente tratada. Como a espécie a ser estudada não apresenta resistência natural, seu uso requer tratamento preservativo para a manutenção da integridade da madeira.

Neste contexto, a presente pesquisa busca um aprofundamento a respeito de um uso da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. para a fabricação de moirões e também determinar o melhor tempo de tratamento para que os moirões tenham a melhor absorção do produto e conseqüentemente a melhor proteção da mesma, possibilitando uma maior durabilidade.

Com isso, objetiva-se levantar dados para uma avaliação das propriedades tecnológicas da madeira *Hovenia dulcis* Thunb., além de gerar informações para trabalhos futuros relativos a utilização da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. na indústria de base florestal de áreas nativas, bem como para estudos sobre o controle de disseminação e/ou germinação das sementes da espécie.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência do tempo de tratamento na preservação de moirões da espécie *Hovenia dulcis* Thunb., pelo método de substituição de seiva.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a densidade básica e o teor de umidade da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb..
- Avaliar a área de madeira tratável em moirões de *Hovenia dulcis* Thunb..
- Determinar o tempo de maior eficiência quanto à penetração do produto preservativo na madeira da espécie em estudo.
- Avaliar a potencialidade de uso de *Hovenia dulcis* Thunb., como moirões de madeira tratada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESPÉCIE EM ESTUDO

A *Hovenia dulcis* Thunb., pertence a família Rhamnaceae, e é conhecida como Uva-do-japão, ocorre naturalmente entre as coordenadas de 25° a 41° N e de 100° a 142° L, principalmente na China, Japão e Coréias. Fora da sua área de ocorrência desenvolve-se em regiões do sudeste da Ásia, na Argentina e no Paraguai (CARVALHO, 1994, p.10).

É uma planta caducifólia, alcança alturas de aproximadamente 10 a 15 m, e pode chegar até a 25 m. Seu diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) varia entre 20 e 40 cm, podendo chegar a 50 cm. O tronco, comumente retilíneo e cilíndrico, pode alcançar até 8 m de comprimento, e uma copa globosa e ampla (RIGATTO, 2001, p. 1).

Possui regeneração natural hostil por sementes, encontrando-se em muitas matas do Brasil, como nas Florestas com Araucária, sendo possível também, encontrá-la em clareiras de florestas exploradas, nas proximidades de habitação e em algumas áreas públicas como praças e parques, onde se desenvolve independente do terreno (NOERNBERG, 2009, p. 30).

Na América do Sul, vem sendo cultivada no Paraguai, na Argentina e no Sul do Brasil, especialmente em regiões de climas Cfa, Cfb e Cwa, em pequenos povoamentos ou mesmo de forma isolada. No Brasil, estende-se pela bacia do Rio Uruguai, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na região sudoeste do Paraná, sendo possível encontrar pequenos plantios de uva-do-japão implantados por mudas ou eventualmente por semeadura a lanço no terreno em propriedades rurais (RIGATTO et al., 2001, p. 1).

Por ser uma espécie exótica e bem adaptada às condições climáticas e de solos na região sul do Brasil. É considerada apropriada para cultivos com potencial para extração de madeira, porém, não se comporta bem como uma espécie para arborização urbana, pois se tornou uma espécie invasora, a qual prejudica a flora de espécies nativas (MAIEVES et al., 2013, p. 24).

A espécie em questão mostra-se com um potencial para diversas utilizações, entre elas madeira serrada e roliça, como na construção civil, obras de marcenaria, vigas, caibros, tábuas, moirões, sendo utilizada também na fabricação de móveis e laminados. Além do seu aproveitamento na indústria de celulose e papel, pois a espécie é adequada para a produção industrial de pasta para papel (CARVALHO, 1994, p. 17).

É uma espécie rústica a qual não possui problemas com pragas ou doenças que sejam limitantes ao seu desenvolvimento, é resistente ao ataque de formigas e, tolera geadas moderadas. Sua madeira no meio rural é utilizada para moirões e energia, além disso, a folhagem e os frutos podem ser aproveitados como alimentação bovina e, a floração com fins apícola, sendo seus frutos detentores também de propriedades medicinais (¹SELLE et al, 1993 apud SELLE et al, 2010, p. 249).

As características silviculturais mais importantes da espécie são o rápido crescimento, a capacidade de regenerar-se com facilidade, e a boa forma do fuste, com boa desrama natural. No Brasil, o seu crescimento é bastante variável, atingindo até 30 m³/ha.ano (CARVALHO, 1994, p. 11).

¹ SELLE, G.L.; OLIVEIRA, O.S.; CAMPANHOL, E.L.R.; ZIMMERMANN, A. Influência de diferentes tipos de cobertura na germinação e sobrevivência de mudas de uva-do-japão. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.6, n.4, p.20-22, 1993. In: SELLE, Gerson Luiz; VUADEN, Elisabete; BRAZ, Evaldo Muñoz; CUNHA, Thiago Augusto. Uso do dendrograma de manejo de densidade: uma aplicação prática com *Hovenia dulcis* Thunberg. *Scientia Forestalis*, Piracicaba (SP), v. 38, n. 86, p. 247-254, jun. 2010.

A massa específica aparente da madeira da uva Japão é classificada como média, entre 0,50 a 0,72 g/cm³, a 15% de umidade. Apresenta alborno amarelo e cerne amarelo a castanho-escuro ou vermelho. A sua madeira é resistente, medianamente tenaz e elástica, é de fácil trabalhabilidade produzindo superfícies lisas e brilhantes (RIGATTO et al., 2001, p. 1).

Por meio de estudos realizados para determinação de características importantes desta espécie, obteve-se quanto à composição química da madeira, o teor de extrativos totais 7,0%, teor de lignina 24,1 %, teor de holocelulose 68,9 %. Sendo o comprimento de fibra 1,2 mm, a retratibilidade longitudinal 0,3 %, radial 4,2 %, tangencial 6,5 % e volumétrica 11,9 % e a anisotropia de contração de 1,5 (RIGATTO et al, 2001, p. 3).

A *Hovenia dulcis* Thunb., apresenta madeira de ótima qualidade, com características mecânicas semelhantes às do louro pardo (*Cordia trichotoma* Vell.), devido a isso, a indústria madeireira e moveleira da região de Caxias do Sul-RS, já vem executando plantios em pequena escala desta espécie, alcançando bons resultados (VIVIAN et al., 2011, p. 17).

Por produzir madeira moderadamente pesada, com baixos coeficientes de retratibilidade e alta estabilidade, mostra-se adequada para o processamento mecânico e para movelaria. Os seus valores de densidade, e seu poder calorífico superior de 4534 kcal/kg, permitem indica-la para a produção de energia, a qual é considerada de boa qualidade, queimando mesmo verde (RIGATTO et al., 2001, p. 3).

A *Hovenia dulcis* Thunb., na área de Engenharia Florestal, vem sendo considerada uma espécie promissora, chegando no sul do Brasil a atingir 25 m de altura e 50 cm de DAP, porém apresenta pouca durabilidade quando colocada em contato direto com o solo (RIGATTO et al., 2001, p.1), e pode sofrer deterioração causada por agentes biológicos, tornando-se necessário o uso de tratamento preservativo.

2.2 BIODEGRADAÇÃO DA MADEIRA

De acordo com Lepage et al., citado por BORGES (2008, p. 21), a degradação da madeira pode ser de procedência biológica, física ou química. Os agentes biológicos podem ser divididos em grupos de: microorganismos, insetos e brocas marinhas, enquanto que os físicos e químicos se referem à decorrência da atuação do homem sobre o meio.

Os principais agentes de deterioração da madeira são os fungos e os insetos, sendo que os fungos são os agentes biológicos que atacam a madeira em maiores proporções.

2.2.1 Danos Causados à Madeira por Fungos

Os fungos podem ser encontrados em praticamente todos os nichos ecológicos onde a madeira é utilizada, sendo responsável por grande parte dos ataques e danos causados a madeira. Para que ocorra o desenvolvimento de fungos na madeira e este possa se estabelecer são necessárias certas condições como fonte de alimento, teor de umidade da madeira, temperatura, teor de oxigênio e pH (MORESCHI, 2013, p. 4).

Alguns tipos de fungos são menos exigentes quanto ao tipo de material lenhoso ao qual consomem, se alimentando de todo material que compõe a madeira. Outros são mais seletivos, se alimentando de parte do material apenas, são estes os fungos que causam a podridão parda, que deterioram apenas as celuloses e hemiceluloses, e os manchadores e emboloradores, que atacam o material de reserva presente no lúmen das células, nos vasos e nos canais resiníferos (MORESCHI, 2011, p. 6).

2.2.1.1 Fungos apodrecedores

Estes fungos são responsáveis pela perda de resistência mecânica da madeira, são divididos em três diferentes categorias conforme os danos que causam à madeira, os quais são a podridão parda, a podridão branca e a podridão mole.

Na podridão parda os principais fungos causadores são os Basidiomicetos, provocam uma contínua deterioração da celulose e da hemicelulose, alterando assim a coloração da madeira (MORESCHI, 2013, p.10). A madeira atacada apresenta aparência levemente queimada, estes fungos ocorrem em profundidade na madeira e, por destruir os elementos estruturais que se encontram nas paredes celulares, geram perda da resistência mecânica da madeira (ROCHA, 2001, p.8).

Os principais agentes causadores da podridão branca como da podridão parda são os fungos Basidiomicetos, os quais agem na superfície da parede celular, ação esta restrita do sistema enzimático e faz com que ocorra a formação de orifícios, possibilitando que os fungos se assentem provocando uma lenta erosão da parede celular, partindo do lúmen em direção à lamela média (ROCHA, 2001, p. 9). A principal característica que indica a presença do ataque na madeira é a perda do aspecto lustroso e da sua cor natural, deixando-a esbranquiçada, sendo possível observar algumas linhas, as quais demarcam o limite entre as regiões onde a madeira foi ou não atacada (MORESCHI, 2013, p. 11).

Já a podridão mole, os principais fungos causadores são os Ascomicetos e Schizomicetos, eles não penetram profundamente na madeira, sendo o ataque restrito à superfície da madeira até aproximadamente 2 cm e, utilizam substâncias de reserva da madeira como fonte de alimento (MORESCHI, 2013, p. 12). São denominados fungos imperfeitos, por possuírem capacidade de desenvolverem-se em condições inibitórias para outros fungos, por exemplo, em umidade elevada (ROCHA, 2001, p. 10).

2.2.1.2 Fungos manchadores

São fungos providos de hifas pigmentadas, que habitam as células parenquimáticas principalmente as de parênquima radial e alimentam-se dos nutrientes existentes nas células da madeira, como amido e açúcares. Mas, quando em fase avançada podem afetar a parede celular. Propagam-se através do lúmen, onde as hifas passam de uma célula para outra pelas pontuações, podendo atravessar as células horizontalmente, resultando em pequenos orifícios nas paredes celulares (ROCHA, 2001, p. 11).

Conforme o mesmo autor, por utilizarem substâncias de reserva, o seu ataque é restrito ao alburno. Há varias espécies de fungos machadores que causam diferentes tipos de colorações na madeira, sendo os fungos causadores da mancha azul os de maior importância econômica.

2.2.1.3 Fungos emboloradores

O desenvolvimento dos fungos emboloradores é na superfície da madeira, e sua fonte de alimento são das substâncias existentes nas células recém cortadas ou resíduos nutritivos depositados na superfície como açúcares, amido, entre outros. O seu ataque é comum em toras recém cortadas, peças de madeira serrada durante o período de secagem, madeiras conservadas com alto teor de umidade e madeiras secas, expostas em ambientes com umidade acima de 90% (ROCHA, 2001, p. 13).

Segundo o mesmo autor, o seu ataque não chega afetar as paredes das células, não comprometendo assim a resistência mecânica da madeira. Geralmente, toleram a maioria dos componentes existentes em formulações de preservantes, tornando difícil o seu controle.

2.2.2 Danos Causados à Madeira por Insetos

Para a preservação de madeira, dentre todas as ordens de insetos, pode-se dizer que existem 3 de grande relevância, sendo a Isoptera (cupins ou térmitas), Hymenoptera (vespas, abelhas e formigas) e a Coleoptera (carunchos e brocas). E também alguns Diptera (moscas e mosquitos) e Lepidoptera (mariposas) que causam danos à madeira. O principal dano provocado por insetos é por meio da construção de galerias, que tem como objetivo fornecer abrigo ou alimento.

2.2.2.1 Ordem coleoptera

A família Lyctidae é pequena. Contudo, o gênero *Lyctus* contém a espécie deterioradora de madeira de maior importância econômica no País. Sendo os *Lyctus bruneus* responsáveis por graves danos apresentados em madeiras secas, e são capazes de reinfesta-las várias vezes, deixando-as chegar ao estado de pó (MORESCHI, 2011, p. 12).

Em madeiras de folhosas o ataque é restrito ao alburno, geralmente com inúmeras galerias de aproximadamente 1,5 a 2,0 mm de diâmetro, o que corresponde ao diâmetro do inseto adulto. Essas galerias são escavadas predominantemente na direção da grã da madeira, preferencialmente na madeira de lenho inicial (ibid).

Os besouros da família Bostrechidae variam de tamanho e coloração entre as espécies, sendo mais ou menos cilíndrico e com cabeça coberta pelo pronoto. Os adultos e larvas escavam a madeira, depositando os seus ovos nas galerias escavadas pelos insetos adultos (MORESCHI, 2011, p. 15).

Em regiões quentes são numerosos e podem ser de alta importância em várias localizações geográficas. Atacam principalmente madeiras de árvores caducas, mas também atacam em alguns casos outras folhosas e algumas coníferas (ibid).

Quanto a Família Anobiidae, os anóbídeos são amplamente distribuídos em todo o mundo e tem capacidade de atacar tanto madeiras recém cortadas como

secas por um longo período. O principal dano ocasionado é em madeiras de coníferas, embora as de folhosas também sejam suscetíveis (MORESCHI, 2011, p. 16).

Peças atacadas contendo ambos os tipos de madeira (alburno e cerne), normalmente o ataque é mais acentuado na região do alburno, seguido de leve ataque na região do cerne, principalmente na zona adjacente ao alburno (ibid).

Os besouros Ambrósia possuem as Famílias Scolytidae e Platypodidae nas quais existem muitas espécies de besouros, sendo que alguns se alimentam de árvores vivas, mas a maior parte deles de árvores debilitadas ou madeira recentemente cortada.

A Família Platypodidae, possui o gênero *Platypus* que atacam a maioria das espécies de coníferas e folhosas, tanto madeira de alburno quanto a de cerne. O ataque ocorre em toras verdes e madeira serrada e seus danos podem resultar em considerável degradação e diminuição da resistência. Os adultos e larvas não se alimentam da madeira, mas sim dos fungos que os adultos levam e cultivam dentro das galerias escavadas, que se propagam para interior da madeira pelas suas paredes, ocasionando a sua descoloração (MORESCHI, 2011, p. 17).

A Família Scolytidae contem besouros xilófagos ou “besouros de casca” que são denominados assim, por utilizarem a madeira como fonte de alimento. No entanto, são chamados “besouros ambrosia” àqueles que cultivam e alimentam-se de fungos, principalmente dos fungos Ambrósia e *Raphaella*.

Os “besouros ambrósia” do gênero *Scolytidae*, como o do gênero *Platypus*, se utilizam de pouca ou nenhuma madeira para sua alimentação, mas atacam a madeira no estado úmido com a intenção de cultivar fungos e de procriar nas galerias escavadas. A madeira atacada possui características, quanto as suas galerias que são usualmente escavadas perpendicularmente à grã da madeira e mantidas limpas de resíduos (MORESCHI, 2011, p. 20)

2.2.2.2 Ordem isoptera

Na deterioração da madeira, os cupins tem grande importância na deterioração da madeira, pois, alimenta-se de celulose atacando a madeira pelo

caminho mais fácil, indo do lenho mais mole e quando este se torna escasso, deterioram também o mais duro. No entanto, não causam graves prejuízos por auxiliarem na degradação de madeira e compostos celulósicos em geral, possibilitando a reciclagem de nutrientes. São insetos sociais que, em termos práticos, podem ser divididos em 3 grupos: cupins de madeira seca, cupins de madeira úmida e cupins subterrâneos (ROCHA, 2001, p. 27).

A proliferação dos cupins subterrâneos se dá através de condições ambientais específicas, e por certos vetores que os levam para fora de seu meio natural, onde tenha fonte de alimento celulósico, adequada umidade (possibilita a deterioração), adequada temperatura (sobrevivem em climas frios, sob construções) e as características do solo, sendo que preferem os solos arenosos (MORESCHI, 2011, p. 23).

Já os cupins de madeira seca podem se transportar sozinhos, por maiores distâncias, e seu controle é mais difícil que os cupins subterrâneos. Pois se instalam e permanecem diretamente na madeira, não são dependentes umidade do solo, e quando causam a deterioração a sua localização no início do ataque é extremamente difícil, bem como o seu controle. (MORESCHI, 2011, p. 25)

Os cupins de madeira úmida tem seu ataque restrito em madeira com elevado teor de umidade, ocorrendo diretamente pelo ar durante o enxame. Sendo que, madeiras em condições abafadas já apodrecidas, favorecem o seu desenvolvimento. Contudo, podem ampliar o ataque em madeiras sadias quando dispostas todas juntas (ROCHA, 2001, p. 30).

2.2.2.3 Ordem hymenoptera

Entre as famílias de hymenopteras poucas causam danos a madeira, atacando preferencialmente as folhas. Sendo de importância à degradação da madeira as formigas carpinteiras da família Formicidae.

O dano causado na madeira por estas formigas é a formação de galerias planas e de paredes lisas (sem resíduos de fibras), nunca existindo perfurações ligando as galerias com o exterior da peça atacada, exceto a que serve como ponto de entrada no material. As formigas utilizam as galerias apenas como abrigo e,

como não usam a madeira como alimento, até mesmo as madeiras tratadas com alguns tipos de produtos podem ser atacadas (MORESCHI, 2011, p. 22).

2.3 PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

A preservação de madeiras pode ser definida, como o conjunto de produtos, métodos, técnicas e pesquisas, as quais se propõem a alterar, medir ou estudar a durabilidade da madeira. Porém, é comumente entendida como a aplicação de produtos químicos, que se destinam a impedir a degradação física, química e a deterioração biológica do material madeira, que entre elas é a principal (REMADE, 2002, p. 1).

Para a preservação, recomenda-se o tratamento da madeira quando a mesma estiver sujeita a situações de agressividade biológica ou situações de comprometimento de sua estrutura, por exemplo, quando em contato com o solo, a qual se torna sujeita a fontes de umidade ou condições de fortes intempéries.

O bom desempenho nos diversos usos da madeira implica na execução de tratamentos químicos com produtos preservativos que incrementem sua durabilidade natural, proporcionando uma vida útil superior a outros materiais em condições com alto grau de agressividade de exposição (BRAZOLIN, 2003, p. 3). A durabilidade natural da madeira é influenciada principalmente pela sua composição química, a resistência à degradação biológica a qual esteve submetida ao tratamento preservativo dependerá da interação entre a qualidade do produto e a eficiência do método de tratamento (JANKOWSKY et al., 1993, p. 1).

Através de tratamentos simples, essa durabilidade pode ser melhorada, quando estes bem aplicados, possibilitam maior proteção, protegendo, assim, os recursos florestais, que são de grande importância ecológica e econômica, uma vez que aliviando a pressão sobre as florestas remanescentes proporcionam a formação de madeiras com maior dimensão, podendo ser utilizadas para fins mais nobres (FARIAS SOBRINHO, 2005, p. 225).

Com isso, a indústria de preservação de madeiras atua como um colaborador de grande importância na melhoria do ambiente. As madeiras tratadas, sendo elas nativas ou de reflorestamento podem adquirir durabilidade maior e,

portanto, diminuir a pressão sobre as reservas florestais nativas brasileiras. No entanto, em relação ao meio ambiente, devido ao uso de produtos químicos para o tratamento das madeiras, tem sido considerado com aspecto negativo (PRESTON², 2000 apud BRAZOLIN, 2003, p. 3).

É importante ressaltar a Lei nº 4.797 de 20 de outubro de 1965, a qual tem grande importância, pois dispõe sobre a obrigatoriedade do tratamento preservativo de madeiras, menciona que peças ou estruturas de madeira devem ser tratadas quimicamente. A qual deve ser observada exclusivamente com relação às essências florestais passíveis de tratamento. São passíveis de 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, p. 1).

Outro fato de relevância é que, ao contrario de outros países, no Brasil a indústria de preservação de madeiras praticamente não diversificou sua produção. A sua origem foi em 1904 com o tratamento de dormentes, já em 1935 a indústria de preservação passou a tratar postes, sendo que atualmente estes são os principais produtos ofertados ao mercado (FREITAS, 2002, p. 10). O volume de madeira no Brasil que passa pelo tratamento químico não é superior a 1% de toda a madeira produzida (GERALDO, 1994, p. 1).

Em 2002, o volume de madeira tratada era em média 560.000 m³/ano de madeira, sendo, 24% postes, 68% moirões, 5% dormentes e 3% madeira serrada. Quando comparado à produção anual americana de aproximadamente 16,6 milhões de m³, ou a da Inglaterra, de 2 milhões de m³, este volume mostra-se muito pequeno (GERALDO³, 2001 apud FREITAS, 2002, p. 10).

As técnicas de tratamento químico da madeira consistem em introduzir, por meio de processos adequados, produtos químicos dentro da estrutura da madeira, buscando torná-la tóxica aos organismos que a utilizam como fonte de alimentos, e protegendo-a contra a ação destes agentes deterioradores por um longo período. A

² PRESTON, A. F. Wood Preservation – trends of today that will influence the industry tomorrow. *Forest Products Journal*, 2000, p. 12-19. In: BRAZOLIN, Sérgio; DI ROMAGNANO, Ligia Ferrari Torella; SILVA, Gisleine Aparecida da. Madeira preservada no ambiente construído: cenário atual e tendências. *III ENECS - Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, São Carlos, 2003.

³ GERALDO, Flavio Carlos (Montana Quimica. S/A.). Informação pessoal, 2001. In: FREITAS, Viviane de Paula. *Variações na retenção de CCA-A em estacas de Pinus após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento / Viviane de Paula Freitas*. Piracicaba, 2002.

seleção do processo e do produto preservativo dependerá, sobretudo, do tipo de madeira e das condições de utilização das mesmas (BRAZOLIN, 2004, p.8).

Na preservação, a impregnação do produto na madeira pode ser realizada através de processos industriais ou com pressão, em autoclaves ou cilindros de tratamento, com a utilização de vácuo e pressão. Ou, através de processos simples, sem a necessidade de equipamentos específicos, denominados processos caseiros ou sem pressão. Sendo, os processos com pressão mais eficientes, pois permitem controlar a retenção, abrangem uma penetração adequada e uma distribuição mais homogênea do produto na madeira. Os processos caseiros, no entanto, são indicados para o tratamento de pequenos volumes de madeira, comumente executados pelo próprio usuário (JANKOWSKY et al., 1993, p.1).

A avaliação da resistência da madeira, a eficiência de produtos preservativos, e os diferentes processos de impregnação, têm sido frequentemente realizados em ensaios de campo. Os quais consistem basicamente na alocação parcial de amostras de madeira em contato com o solo, com posteriores inspeções periódicas, que buscam avaliar o seu estado de sanidade, visto que após um determinado período de tempo, geralmente anos, a vida útil da madeira em serviço é determinada (COSTA, 2005, p.8).

O tempo de vida útil da madeira dependerá basicamente da interação entre as características da própria madeira e das condições locais onde a madeira será utilizada. As propriedades da madeira, a natureza do produto utilizado e o método de aplicação, são três elementos de grande importância na preservação. Portanto, preservar a madeira é assegurar que ela tenha resistência, a qual ela não teria naturalmente, tornando-a o mais duradoura possível (SILVA, 2007, p. 1).

A distribuição do produto na madeira tratada deve ser homogênea, pois é uma necessidade para obter um material tratado uniformemente, sem regiões pouco tratadas ou com tratamento excessivo que, em ambos os casos acarretam em tratamento inadequado (MORESCHI, 2013, p. 79).

A penetração é atribuída com relação à profundidade que o preservativo penetra na madeira, tanto no sentido axial como transversal. Comumente medida

em mm, contudo é considerada satisfatória em madeiras de folhosas quando ocorre a impregnação total do alburno (SANTINI⁴. 1988 apud AMARAL, 2012, p. 28).

A avaliação da penetração é por meio da utilização de seções transversais ou discos recém-cortados das peças que foram submetidas ao tratamento preservativo, ou ainda cilindros lenhosos retirados perpendicularmente à direção das fibras com auxílio de um trado especial. Sendo a penetração do preservativo na madeira indicada através da distribuição pela qual ele encontra-se na peça tratada (ibid).

Os métodos de tratamento podem ser classificados sem pressão ou com pressão, o qual utiliza de equipamentos específicos que podem ser processos de célula cheia e processos de célula vazia. Dentre os métodos sem pressão, estão a fumigação, pincelamento, imersão (simples e a longo prazo), difusão simples, difusão dupla, substituição de seiva e o banho quente-frio.

2.3.1 Métodos de Preservação da Madeira sem Pressão

O método de fumigação é usado na maioria das vezes para tratamentos curativos, pois o produto preservante é utilizado na fase gasosa, o qual não gera efeito residual. Tem por finalidade eliminar insetos de madeiras que não podem ser tratadas por outros métodos como peças ornamentais, móveis raros e outros, sem causar danos ao revestimento e aparência (ROCHA, 2001, p. 70).

O tratamento por pincelamento é considerado um procedimento simples, pois aparentemente não possui necessidade de maiores preocupações, apenas a de aplicar na superfície da peça a ser tratada, um produto preservativo líquido ou dissolvido em algum tipo de solvente. Porém, para obter a qualidade desejada, alguns detalhes no tratamento que são de grande importância, devem ser considerados, sendo eles o de conseguir adequadas penetração e retenção, e distribuição homogênea do produto na madeira (MORESCHI, 2013, p. 81).

⁴SANTINI, Elio José. Biodeterioração e preservação da madeira. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1988. 125 p. In: AMARAL, Lucas Soares. *Penetração e retenção do preservante em Eucalyptus com diferentes diâmetros*. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

A imersão simples é um método que se aplica em madeiras estruturais, o qual consiste na imersão curta da madeira, por alguns minutos ou segundos, na solução preservativa. Quando comparado ao método de pincelamento e o de pulverização, é considerado um tratamento de custo mais elevado, contudo, a sua vantagem é de que o produto preservativo penetra melhor nas rachaduras ou outras aberturas (ROCHA, 2001, p. 72).

Já a imersão a longo prazo, é um método que baseia-se na imersão da madeira por alguns dias ou semanas, o que varia conforme a espécie e suas dimensões. Sendo absorção mais rápida do produto nos dois ou três primeiros dias, é recomendável para este procedimento um período de uma semana a dez dias (ibid).

A difusão simples é empregado para madeiras com elevado teor de umidade, onde ocorre o deslocamento de íons de solução preservativo para o interior da madeira até que haja um equilíbrio das concentrações dentro e fora da mesma. Após o tratamento é indicado o armazenamento das peças, por um período de três a quatro semanas a sombra com pouca ventilação. E quanto a difusão dupla, é a imersão da madeira ainda verde em duas soluções diferentes, com o intuito de formar uma terceira no interior da madeira com elevada resistência a lixiviação (COSTA, 2011, p. 1).

O banho quente-frio é um método de tratamento que consiste em mergulhar a madeira descascada no estado seco em produto preservativo aquecido, ou também à temperatura ambiente com futuro aquecimento, e posteriormente substituí-lo rapidamente por produto à temperatura ambiente, ou resfriá-lo. É frequentemente utilizado para preservar madeira de pequenas dimensões no estado seco, com o uso produtos preservativos de natureza oleosa. Mas, também podem ser utilizados em peças de maiores dimensões, assim como o uso de produtos oleossolúveis, ou hidrossolúveis que permaneçam estáveis em soluções aquecidas (MORESCHI, 2013, p. 103).

A substituição de seiva é muito utilizado para moirões e postes recém abatidos, a seiva é deslocada através de uma solução hidrossolúvel com baixa massa molecular, existem dois tipos, sendo eles transpiração radial e boucherie. O de transpiração radial é empregado em madeiras roliças com elevado teor de umidade, e o boucherie é indicado para postes, os quais são dispostos no chão com uma extremidade levemente mais alta (COSTA, 2011, p. 1).

2.4 MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA

A substituição de seiva é um método sem pressão, de fácil operacionalidade e baixo custo, o qual consiste em colocar a madeira, recém-abatida, disposta verticalmente, tendo a base submersa em um recipiente contendo preservativo hidrossolúvel (HUNT; GARRATT⁵, 1967 apud LOPES, 2011, p. 7).

Os métodos sem pressão, visam submeter a madeira à impregnação com soluções preservativas, havendo penetração nas camadas superficiais permeáveis da madeira, protegendo-a contra a ação de agentes biológicos degradadores da madeira, no entanto, por um período de tempo inferior ao obtido por tratamentos industriais.

A Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 9480, menciona que a retenção deve ser de, pelo menos, 6,5 kg de ingredientes ativos/m³ de madeira para peças a serem utilizadas em contato com o solo (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2009, s.p.). Sendo que, a retenção é o fator mais importante para se avaliar a qualidade de um tratamento preservativo, geralmente, as retenções mínimas de preservativos hidrossolúveis devem ser de 5 a 16 kg/m³ de madeira tratada (HUNT; GARRATT⁶, 1967 apud TORRES, 2011, p. 276).

Para o método de substituição de seiva, as peças de madeira devem ser tratadas no máximo até 24 horas após o corte da árvore. A obtenção da penetração da solução preservativa é em função dos fenômenos da capilaridade, onde a secagem da madeira, mesmo que parcial prejudica a eficiência do processo (JANKOWSKY, 1990, p. 5).

O método de substituição de seiva por capilaridade ou transpiração radial, é feito com o uso de madeira roliça de menor diâmetro, recém abatida e descascada. O número de peças colocados nos recipientes varia em função das dimensões das peças, contanto que suas porções aéreas tenham espaçamento adequado entre si, o suficiente para que não ocorra o comprometimento da circulação de ar entre elas,

⁵ HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. Wood preservation. 3. Ed. New York: McGraw-Hill, 1967. 433 p. In: LOPES, Dercilio Junior Verly. *Influência da concentração na ascensão de soluções preservativas preparadas com CCB em moirões de Eucalyptus*. Jêronimo Monteiro (ES), 2011.

⁶ HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. Wood preservation. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1967. 433 p. In: TORRES, Pablo Marcel de Arruda; PAES, Juarez Benigno; LIRA FILHO, José Augusto de; NASCIMENTO, José Wallace Barbosa do. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 275-282, abr./jun. 2011.

e que as mesmas fiquem em local protegido contra a chuva, para que não haja influência na qualidade do tratamento (MORESCHI, 2013, p. 88).

A madeira, devidamente preparada, é parcialmente imersa na solução preservativa, normalmente até a altura em que será alocada, para proporcionar maior proteção da porção da peça que ficará sujeita à condição mais crítica de deterioração, no caso a de contato direto com o solo úmido e aerado (ibid).

Em peças de até 2,5 metros, o tratamento pode ser realizado em quaisquer vasilhas, desde que estas tenham no mínimo 40 cm de altura. Estes recipientes podem ser obtidos pela divisão ao meio de tambores de óleo vazios, que proporcionam um bom desempenho a esse processo. Nas soluções preparadas nessas vasilhas, o seu nível não deve ultrapassar 2/3 da altura a fim de evitar o derramamento, quando colocada à madeira para o tratamento (GALVÃO et al., 2004, p. 31).

A disposição das peças é na posição vertical, com a base submersa na solução, fazendo com que a água presente no interior da madeira evapore pela extremidade livre, absorvendo o produto para o interior das peças. Este método de substituição de seiva, apesar de possuir características que fazem dele o tratamento mais utilizado para moirões e escoras empregados no meio rural, compreende-se que a base da peça fica permanentemente dentro da solução, sendo nesta extremidade mais eficiente, onde as partes superiores ficam pouco protegidas, tornando-as mais suscetíveis a degradação biológica (MODES et al., 2011, p. 580).

O método de substituição de seiva depende ainda de fatores climáticos, entre eles, a temperatura, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, variáveis estas que acarretam a uma maior ou menor evaporação da seiva existente na madeira pelo topo das peças e, portanto, a absorção do preservativo pela base (MAGALHÃES et al., 2003, p. 2).

Com o intuito de evitar que a água da solução preservativa evapore dos recipientes empregados para o tratamento, a qual pode alterar a sua concentração durante o processo, sugere-se colocar uma fina camada de óleo sobre a solução (PAES, 1991, p. 14).

2.5 FATORES EXTERNOS QUE AFETAM O TEMPO DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS NO MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA

Para o tratamento por substituição de seiva indica-se que os moirões fiquem submersos por sete dias com as pontas imersas na solução preservativa. Contudo, esse tempo pode não ser suficiente devido à influência dos fatores climáticos. No início do tratamento ocorre uma alteração na coloração da parte externa do moirão, onde a penetração não tenha sido superior a 1 cm dos ingredientes ativos. Porém, a mudança de cor não indica eficiência do tratamento e dependendo da região e dos fatores climáticos, o tempo de imersão dos moirões para um tratamento adequado e eficiente pode ser superior a 40 dias (MAGALHÃES et al., 2011, p. 1).

Dentre os diversos fatores que afetam o tempo de preservação da madeira, os mais importantes e pertinentes são: Umidade Relativa do ar (UR), temperatura e velocidade dos ventos, tais fatores estão descritos a seguir.

2.5.1 Temperatura

Quanto maior a temperatura do ar, maior será a taxa de saída de umidade do interior da madeira para a superfície, pois fisicamente o calor é a fonte de energia da qual as moléculas de água contidas na madeira adquirem energia cinética necessária para sua evaporação. Portanto, a temperatura é um fator de aceleração da evaporação já que, quanto mais elevada à temperatura do ambiente que cerca a madeira, mais intensa será a evaporação e o ar poderá absorver mais umidade, com isso o preservativo impregnará mais rápido na madeira, visto que a água presente no interior da madeira sairá com altas temperaturas (KLITZKE, s.a., p. 34).

2.5.2 Umidade Relativa

O tempo de preservação é interferido pela umidade relativa, pois quando a umidade relativa do ar é alta, a temperatura é baixa e não haverá muita evaporação da água presente no interior da madeira, com isso o tempo de tratamento será maior. Já quando a umidade relativa do ar é baixa, a temperatura aumenta e com isso o tempo diminui, pois a evaporação da água será maior no interior da madeira (KLITZKE, s.a., p. 37).

2.5.3 Velocidade dos ventos

A velocidade do vento controla também a evaporação da água, com isso a circulação do ar causa a expulsão da umidade presente na madeira, diminuindo o tempo de exposição para o tratamento preservativo (KLITZKE, s.a., p. 40).

As principais funções do controle da velocidade do vento são:

- Transmitir energia necessária para aquecer a água contida na madeira facilitando a sua evaporação.
- Transportar a umidade retirada da madeira.

2.6 PROPRIEDADES DA MADEIRA

Sendo a madeira um material heterogêneo, sua diversidade anatômica e química reflete-se em várias propriedades físicas, tais como: permeabilidade; comportamento quanto à capilaridade; condutividade térmica; e difusão da água de impregnação (SIAU, 1984, p. 183).

2.6.1 Permeabilidade da Madeira

A madeira é um material altamente permeável, isto é, um material que possui capacidade para que haja o escoamento de qualquer fluido por sua estrutura. Esta permeabilidade está diretamente relacionada com a densidade da madeira, onde Vital (2006, p. 639) diz que quanto menos densidade a madeira possui, maior será a permeabilidade da estrutura da mesma.

A permeabilidade da madeira varia tanto em espécies, quanto dentro da madeira também, com isso pode-se dizer que a permeabilidade da madeira é diferente no cerne e no alburno. A permeabilidade do alburno é maior que do cerne, isto ocorre pela maior quantidade de pontuações aspiradas e obstruções dessas pela presença de extrativos, sendo esses, resina nas coníferas e tiloses no caso das folhosas (KLITZKE, s.a., p. 20).

As pontuações são canais que realizam o movimento transversal do preservativo. De acordo com SANTINI (1988) a sua importância está diretamente relacionada com a condição do torus que quando fixado na abertura da pontuação obstrui o fluxo de líquidos e recebe a denominação de pontuações aspiradas.

A presença de tiloses na madeira faz com que a permeabilidade a líquido seja baixa, a qual está associada com a presença de extrativos na madeira. Com isso os vasos são obstruídos por tiloses e perdem sua atividade fisiológica nos tecidos próximos ao cerne. Logo, grande quantidade de extrativos é gerada e penetram ao longo do cerne (MORI et al., 2003, p. 6).

A entrada da água na madeira, causada pela permeabilidade, pode ser de diferentes formas, dentre elas por capilaridade e por difusão. A primeira água a ser retirada da madeira é a água de capilaridade, ou seja, a água que está contida nos espaços vazios presentes na madeira. A retirada desta água de capilaridade acarreta em perda de peso da madeira e ocorre normalmente quando os teores de umidade estão acima do Ponto de Saturação das Fibras (PSF) (MELLADO, 1993, p. 20).

Quando a madeira encontra-se com teores de umidade abaixo do PSF, e ocorre movimentação dessa água, tem-se o fenômeno da difusão, que pode ser simplificado pelo movimento da água de uma zona de maior pressão para um de menor pressão, até que o equilíbrio seja atingido (MELLADO, 1993, p. 24).

2.6.2 Densidade Básica

A densidade é considerada um fator de grande relevância na determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira, que possibilitam caracterizar diferentes espécies de madeiras, diferentes árvores de uma dada espécie e diferentes regiões de uma mesma árvore. Em meio às diversas formas de obter a densidade da madeira, é a densidade básica, a qual é considerada uma das mais práticas, relaciona o peso absolutamente seco da madeira, em gramas ou toneladas, e seu volume, respectivamente em centímetros cúbicos ou metros cúbicos, quando em estado de completa saturação de água (FOELKEL, 1971, p. 65).

Para a caracterização da madeira, é de fundamental importância à determinação de sua densidade e principalmente de sua variação dentro da árvore, tanto da medula-casca (direção radial), quanto no sentido base-topo, pois estes são subsídios para o entendimento de sua qualidade (OLIVEIRA, 2005, p. 1).

2.6.3 Teor de Umidade

A determinação do teor de umidade da madeira e de sua variação no tronco das árvores ou das peças é de grande importância no seu desempenho e utilização. Podendo ser notados que os elevados gradientes de umidade da madeira, são considerados uma das causas de defeitos de secagem, especialmente os caracterizados por empenamentos e fendilamentos (OLIVEIRA, 2005, p.1).

No método de substituição de seiva, a madeira com elevado teor de umidade é colocada em contato com soluções salinas concentradas, e por difusão, os íons da solução migram para a madeira. Visto que, para ser tratada por difusão e capilaridade, a madeira deve ser preferencialmente de árvore recém-cortada e apresentar umidade acima de 50% (MAGALHÃES, 2011, p. 1).

A difusão é um fenômeno que ocorre quando existe uma diferença de potencial químico entre a solução preservativa e a que existe no interior da madeira. E a capilaridade ocorre quando um líquido sobe num tubo capilar, molhando as

paredes do tubo, isto ocorre devido a uma forte pressão de adesão entre o líquido e a parede (LAZIA, 2012, p. 1)

O método gravimétrico é o mais simples e preciso para a determinação do teor de umidade, no entanto, apresenta certa desvantagem quanto ao fato de ser destrutivo, pois exige muito tempo para obter-se a resposta e sua inviabilidade para espécies com componentes voláteis (CALONEGO, 2006, p. 72).

2.7 BORATO DE COBRE CROMATADO (CCB)

O produto preservativo CCB, é um preservativo hidrossolúvel, de ação fungicida e inseticida, o qual é classificado quimicamente como Borato de Cobre Cromatado (CCB ÓXIDO), com 50% de ingredientes ativos. Tem como princípio ativo o cobre, o cromo e o boro, tais elementos químicos distribuem-se nas paredes das células da madeira (fibras), encontrando-se na forma de óxidos puros (MONTANA QUÍMICA, 2013, p. 1).

O cobre age como fungicida, o boro possui caráter inseticida e o cromo é o agente que promove um processo de ancoragem entre os outros componentes com os elementos celulósicos da madeira. Com isso, a madeira torna-se imunizada contra a ação de fungos que causam o apodrecimento, insetos (cupins) e as brocas marinhas (MONTANA QUÍMICA, 2013, p. 2).

Conforme a NBR 9480: 2009, os ingredientes ativos do CCB, seguem a seguinte composição química:

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

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR câmpus Dois Vizinhos.

O município de Dois Vizinhos localiza-se no Sudoeste do Paraná (Figura 1), na região compreendida como terceiro planalto paranaense, microrregião de Francisco Beltrão, sobre as coordenadas geográficas entre 25° 44' 03" de Latitude Sul e 53° 03' 01" de Longitude Oeste, com altitude de 509 metros.

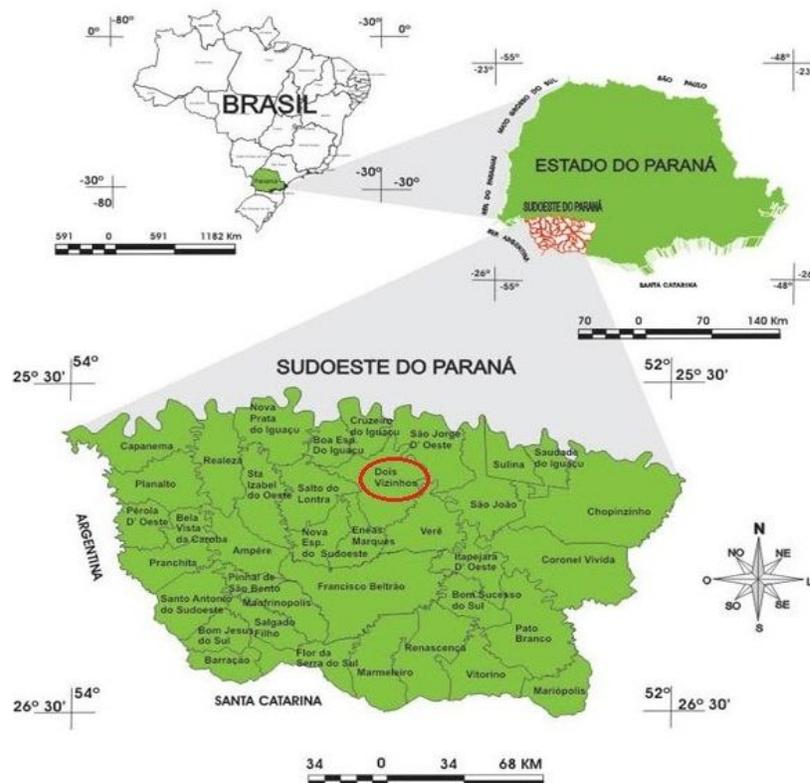


Figura 1 – Localização do Município de Dois Vizinhos – PR.
Fonte: Base Cartográfica: IBGE, 2000 – Elaboração: Marcos Leandro Mondardo (2006).

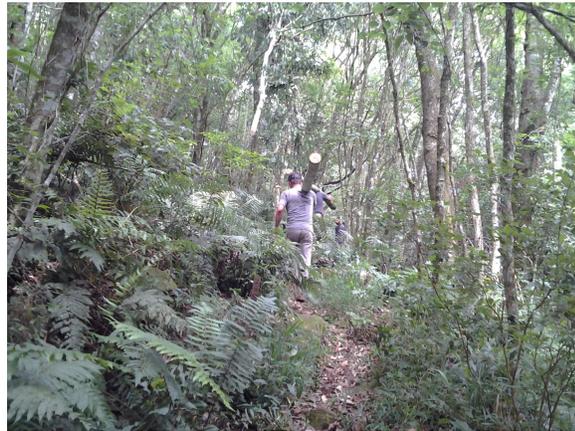
Segundo a classificação de Köppen, o clima local se caracteriza como do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico com verão quente, sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais frio e inferior a 18° C e o mês mais

quente e acima de 22° C. Umidade relativa do ar variando em media de 70 a 75% e precipitação pluviométrica entre 1800 a 2000 mm/ano (CAVIGLIONE et al., 2000, p. 1).

A formação vegetal apresenta características ecotonais entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual.

3.2 ÁREA DE COLETA DA MADEIRA

Os exemplares utilizados de *Hovenia dulcis* Thunb., foram coletados no fragmento florestal pertencente a UNEP – Trilha Ecológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR (Figura 2), localizada no município de Dois Vizinhos – PR.



**Figura 2 – UNEP, Trilha Ecológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.
Fonte: POLASSO, M. B. (2013)**

O fragmento florestal, onde a Trilha Ecológica está localizada possui uma área de 3.500,37 m², de floresta secundária em estágio médio de regeneração, com manchas de estágio avançado. A qual está inserida em uma matriz composta principalmente por áreas de culturas anuais e pastagens (RAIA, 2009, p. 2).

3.3 COLETA DA MADEIRA

Para execução do trabalho, foram abatidas 9 árvores de *Hovenia dulcis* Thunb. (Figura 3). A seleção das árvores foi em função do diâmetro a 1,30 metros do solo (DAP), compreendendo um intervalo entre 10 a 15 centímetros de DAP, obtendo-se duas peças de 2,20 m de comprimento de cada árvore, alcançando um total de 18 moirões.



Figura 3 – Exemplos coletados de *Hovenia dulcis* Thunb. (A e B).
Fonte: POLASSO, M. B. (2013)

Posteriormente, o material foi transportado até a Marcenaria da Fazenda da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, tendo permanecido neste local até o dia seguinte, quando foi realizado o preparo dos moirões.

3.4 PREPARO DOS MOIRÕES

O preparo dos moirões foi realizado na Marcenaria, localizada na UNEP – Mecanização da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, onde foi realizado o descascamento das toras com o auxílio de ferramentas manuais apropriadas para este procedimento, o qual tem por finalidade propiciar uma maior evaporação de líquidos no sentido radial das peças, resultando assim numa

diminuição do tempo de tratamento. A identificação das mesmas foi com o auxílio de um lápis tipo cópia.

As peças também foram ajustadas, no tamanho desejado de 2 metros de comprimento, retirando-se dois discos de aproximadamente 10 centímetros das suas extremidades (base e topo). O topo dos corpos de prova foi cortado em bisel, possibilitando um aumento da área de evaporação e diminuição do tempo de tratamento, bem como a impossibilidade de acúmulo de água no topo dos moirões quando em uso, o que acarreta em menor vida útil dos mesmos.

Os discos externos foram acondicionados em sacos plásticos, para posteriores determinações teor de umidade e densidade básica.

Os moirões, cortados e descascados, foram então encaminhados para o local de tratamento. Conforme previsto em metodologia o material foi conduzido ao tratamento no dia seguinte, em período inferior ao limite previsto de 24 horas.

3.5 PREPARO DA SOLUÇÃO PRESERVATIVA

Devido às restrições legais de uso do CCB, o qual é de uso exclusivo em autoclave, foi realizado o preparo de uma solução caseira cuja composição foi calculada visando atender as mesmas quantidades de princípio ativo do preservativo comercial, de acordo com as seguintes especificações (BORGES, 2012, p. 4):

- Dicromato de potássio..... 1850,00 g
- Ácido bórico..... 1200,00 g
- Sulfato de cobre 1050,00 g
- Ácido acético30ml

O preparo da solução foi em galões de 200 L contendo 100 L de água, atendendo o nível de concentração de 2,5 %, considerando uma retenção de 6,5 kg/m³ e foram utilizados 18 moirões com 12,5 centímetros de diâmetro médio e 2,00 metros de altura. No preparo, evitou-se ainda o contato direto das mãos e olhos com o produto, utilizando uma pá de madeira para agitar a solução.

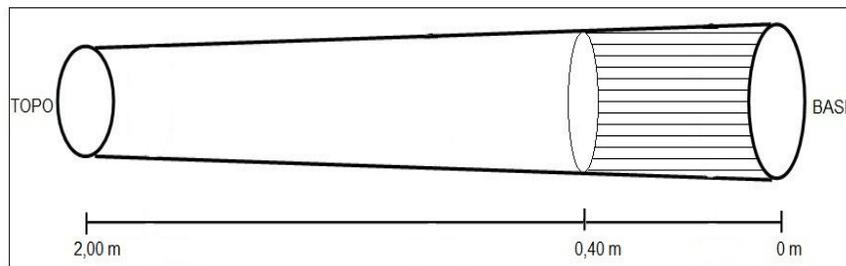
3.6 TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS MOIRÕES

Preparada a solução, o experimento foi instalado em área coberta e protegida de intempéries ao lado da Marcenaria na UNEP – Mecanização da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. As peças foram colocadas em dois galões, distribuídos ao acaso, conforme figura 4.



**Figura 4 – Moirões submetidos ao tratamento preservativo.
Fonte: POLASSO, M. B. (2013)**

Todos os moirões foram dispostos verticalmente em ângulos inclinados, de forma separada a fim de permitir boa ventilação de todas as peças e imersos a 40 centímetros da base, equivalendo ou superando a dimensão em que são enterrados no solo (Figura 5).



**Figura 5. Porção do moirão, a qual ficou imersa na solução preservativa.
Fonte: POLASSO, M. B. (2013)**

Tendo em vista evitar a evaporação das soluções preservativas foi aplicado uma película de óleo queimado sobre a solução preservativa, formando uma fina

camada sobre a superfície da solução, evitando assim, a evaporação não desejada de água da solução.

Como o experimento foi composto de três tratamentos, os moirões permaneceram imersos em solução por 5, 10 e 15 dias, sendo conduzidos em seguida para a secagem.

3.7 SECAGEM E CORTE DO DISCOS PARA ANÁLISE DE PENETRAÇÃO DOS MOIRÕES TRATADOS

A secagem dos moirões foi realizada no mesmo local de tratamento com os mesmos dispostos em forma de tesoura sobre uma superfície coberta por lona para evitar a contaminação do solo (Figura 6).



Figura 6 - Secagem - moirões empilhados em forma de tesoura.
Fonte: POLASSO, M. B. (2014)

A secagem foi conduzida ao ar livre, em local coberto e ventilado, sem contato com a chuva e com o solo, por um período mínimo de 30 dias para todos os tratamentos. Permitiu-se assim que o processo de fixação dos produtos

preservativos se completasse dentro da madeira, e também minimizar as rachaduras.

Após, realizada a secagem da madeira tratada, foram retirados discos em três posições dos moirões, respectivamente a 10 cm, 1,0 m e, 1,90 m (Figura 7 e 8), com o objetivo de averiguar se o tratamento foi igualmente recebido em todo o comprimento dos moirões, bem como avaliar a área de penetração do produto preservativo.

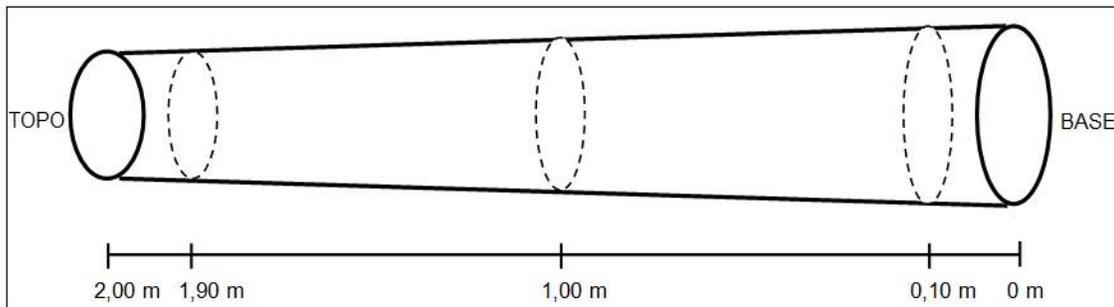


Figura 7 – Posições onde foram retirados os discos para análises colorimétricas.
Fonte: POLASSO, M. B. (2013)

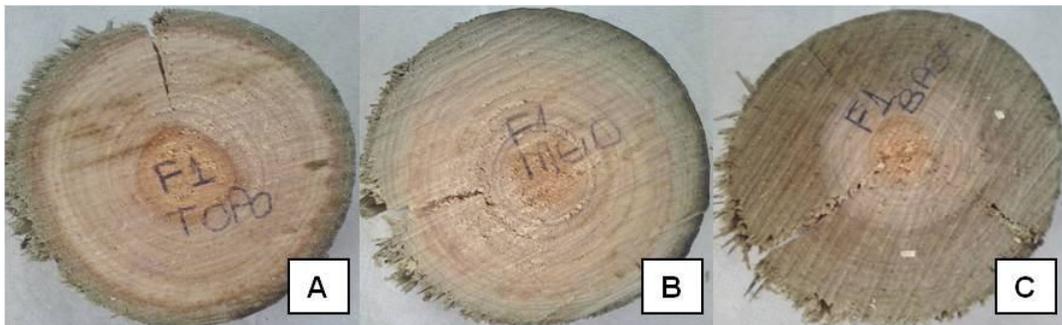


Figura 8. Discos retirados nas três posições dos moirões (A - topo, B - meio e C - base).
Fonte: POLASSO, M. B. (2014)

Os discos foram utilizados para as análises colorimétricas, as quais determinaram a penetração e a distribuição do preservativo nas direções medula-casca e no sentido base-topo, com o auxílio do identificador de metais Cromoazurol-S (indicador da presença de cobre), o qual é um produto que reage com o cobre e mostra, de forma rápida, a diferença entre a parte tratada (cor azul intensa) e a não-tratada (cor vermelha). Para as análises, seguiram-se as recomendações da Norma P-MB-790 da ABNT (1973).

Para a determinação da penetração os corpos de prova foram conduzidos ao Laboratório de Tecnologia da Madeira – Departamento de Engenharia Florestal,

da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, para a realização das análises necessárias. Na determinação do elemento cobre, os discos foram pincelados com uma solução reativa (Cromoazurol-S) na superfície das amostras, posteriormente foram efetuadas avaliações das áreas onde o elemento Cobre apresentou reação colorimétrica evidenciada.

Para determinação da área de penetração do elemento cobre em cada uma das posições de retirada dos discos (base, meio e topo) nos discos, foram demarcados, de forma sistemática, dois diâmetros perpendiculares entre si, tanto na área tratada como na área não tratada, com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 9).

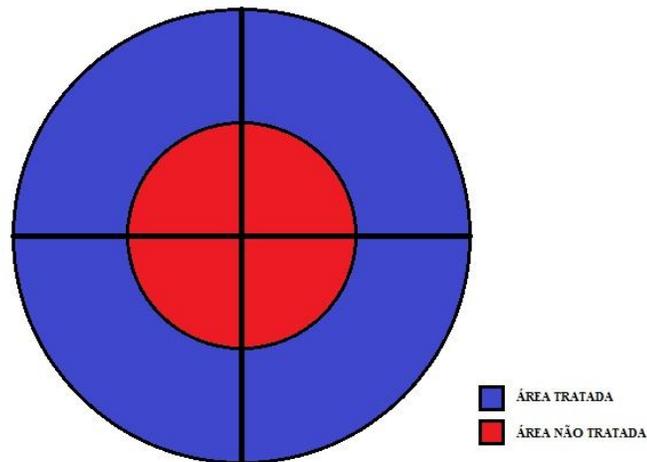


Figura 9 – Área tratada e área não tratada nas quais foram demarcados diâmetros perpendiculares entre si.

A partir da marcação dos diâmetros foram realizadas as medidas de profundidade de penetração, bem como os cálculos da área que recebeu tratamento, os quais foram feitos com base na profundidade média medida. Os valores de área de penetração obtidos também serviram para avaliação da distribuição do produto preservativo em cada posição dos moirões e ao longo do comprimento de cada moirão.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DE PENETRAÇÃO

Após a realização do experimento os resultados receberam tratamento estatístico. Com base na determinação da posição de retirada da amostra e diâmetros médios de área tratada e não tratada, 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 três tratamentos (5, 10 e 15 dias). A penetração foi avaliada para o elemento cobre em três posições na peça. 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, com o auxílio do programa estatístico Assistat[®], versão 7.7 beta.

3.9 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE E DA DENSIDADE BÁSICA

Os discos que foram retirados antes de submeter os moirões ao tratamento preservativo foram utilizados para as análises do teor de umidade e da densidade básica da madeira (Figura 10).

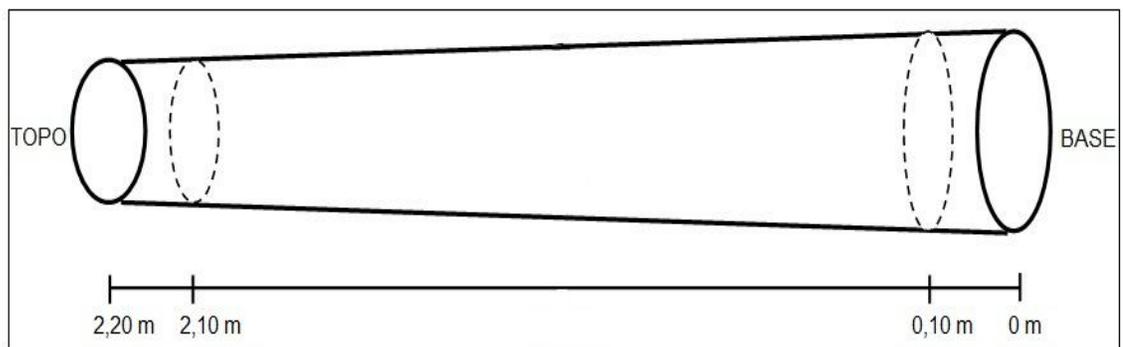


Figura 10 – Posições onde serão retirados os discos para análises de teor de umidade e densidade básica.

Fonte: POLASSO, M. B. (2013)

A determinação do teor de umidade foi realizada, de acordo com a ABNT – NBR 14660: 2004.

Primeiramente os corpos de prova, foram pesados para a obtenção da massa da amostra inicial. Posteriormente, a determinação do teor de umidade da madeira foi feita pelo método de secagem em estufa, mantendo-se as amostras a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até peso constante, tomando-se o cuidado de utilização de dissecador para retirada e resfriamento das amostras, evitando assim que as mesmas absorvam água antes da pesagem. Para pesagem utilizou-se balança analítica com precisão de 0,01g. Para efeitos de cálculo do teor de umidade foi utilizada a fórmula:

$$\text{TU}\% = \frac{P_u - P_s}{P_s} * 100 \quad [1]$$

Onde:

TU = teor de umidade, em porcentagem;

P_u = massa da amostra úmida;

P_s = massa da amostra após ser submetida a secagem em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$.

Os discos tratados, topo, meio e base de cada moirão, também foram submetidos à determinação do teor de umidade, para avaliação do teor de umidade da madeira após o período de secagem, conforme a mesma norma.

A densidade básica foi determinada conforme a ABNT – NBR 11941: 2003. Na obtenção da densidade básica, os corpos de prova foram submersos em água até atingirem a saturação total do material. Após atingir a saturação total do material, foi obtido o peso úmido dos discos pelo método da balança hidrostática, no qual cada disco foi preso a uma haste e posteriormente mergulhado no recipiente, para medida do deslocamento do volume de água.

Para determinação da massa seca, os mesmos corpos de prova utilizados para medição do volume foram secos em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até peso constante. Os cálculos para obter a densidade básica da madeira, foram conforme a fórmula:

$$\text{DB} = \frac{P_s}{V_u} \quad [2]$$

Onde:

DB = densidade básica, em gramas por centímetro cúbico;

Ps = massa da amostra após ser submetida a secagem em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, em gramas;

Vu = volume saturado, em cm^3 .

3.10 AVALIAÇÃO DAS RACHADURAS EM MOIRÕES DE *HOVENIA DULCIS* THUNB.

As peças preservadas foram analisadas quanto a rachaduras e as fendas que os moirões apresentaram durante o período de secagem. A seguir, uma definição de rachaduras e fendas.

De acordo com ABNT - NBR 9480 (2009, p.3-4).

“Fenda – Separação do tecido lenhoso, ao longo das fibras longitudinais da madeira nitidamente visível em uma face, a qual pode se estender de um lado a outro da peça roliça, sendo assim denominada fenda diametral.
Racha ou rachadura – Separação dos tecidos lenhosos ao longo das fibras, geralmente entre dois anéis de crescimento.”

Depois de finalizado o tratamento, com base nesta mesma norma foram medidas as rachaduras existentes nos moirões. Foram mensuradas as aberturas que apresentavam no menor sentido transversal ao comprimento. Sendo que, qualquer valor que ultrapasse 5% do valor do diâmetro da madeira é considerado inadmissível, conforme a equação a seguir (3).

$$\Delta r = \frac{r * 100}{D - r} \quad [3]$$

Onde:

Δr = Porcentagem de rachadura, em porcentagem.

r = Rachadura da secção, em centímetros.

D = Diâmetro da secção, em centímetros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DA MADEIRA DE *HOVENIA DULCIS* THUNB. SUBMETIDA AO TRATAMENTO

Os moirões confeccionados possuíam dimensões semelhantes, com comprimentos iguais de 2,00 m e o diâmetro variando de 8,85 cm a 14,14 cm, com média de 11,43 cm. Essa variação de diâmetro ocorreu devido à retirada da casca e afilamento natural das árvores, pois foram retiradas duas peças por indivíduo (Tabela 1).

Tabela 1 - Diâmetro dos moirões (cm) para cada tratamento

Tempo de tratamento (dias)	Amostra	Comprimento (m)	Diâmetro dos Discos em cada Peça (cm)			
			Topo	Meio	Base	Média
5	A1	2,00	10,33	10,94	11,07	10,78
	A2	2,00	10,75	11,05	13,29	11,69
	B1	2,00	11,70	12,55	12,81	12,35
	B2	2,00	13,28	13,32	15,14	13,91
	C1	2,00	11,90	12,21	12,47	12,19
	C2	2,00	13,10	13,17	14,12	13,46
10	D1	2,00	8,35	8,51	9,68	8,85
	D2	2,00	9,43	9,98	11,79	10,40
	E1	2,00	9,91	10,25	10,34	10,17
	E2	2,00	11,26	10,67	12,20	11,37
	F1	2,00	9,30	9,76	10,09	9,72
	F2	2,00	10,21	11,07	13,48	11,59
15	G1	2,00	12,06	12,06	13,01	12,38
	G2	2,00	13,76	13,71	14,95	14,14
	H1	2,00	9,66	10,16	10,91	10,24
	H2	2,00	9,42	9,08	9,24	9,25
	I1	2,00	10,97	11,22	10,95	11,05
	I2	2,00	11,34	11,68	13,32	12,12
Média		2,00	10,93	11,19	12,16	11,43
Desvio Padrão		0,00	1,51	1,46	1,76	1,53

4.2 DENSIDADE BÁSICA E TEOR DE UMIDADE

4.2.1 Densidade Básica e Teor de Umidade da Madeira Verde

Os valores médios de densidade básica (g/cm^3) obtidos para a madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. utilizada neste trabalho são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Densidade Básica (g/cm^3) dos discos da madeira verde (topo e base)

Amostra	Topo		Base	
	Densidade Básica	Média	Densidade Básica	Média
A1	0,439	0,425	0,462	0,486
A2	0,411		0,510	
B1	0,484	0,505	0,497	0,501
B2	0,525		0,506	
C1	0,402	0,418	0,415	0,452
C2	0,435		0,489	
D1	0,403	0,424	0,442	0,437
D2	0,446		0,433	
E1	0,416	0,417	0,428	0,454
E2	0,418		0,481	
F1	0,413	0,425	0,410	0,441
F2	0,436		0,471	
G1	0,499	0,510	0,524	0,532
G2	0,522		0,540	
H1	0,446	0,460	0,449	0,439
H2	0,474		0,430	
I1	0,488	0,486	0,496	0,525
I2	0,483		0,554	
Média		0,452		0,474
Desvio Padrão		0,001		0,001
Variância		0,039		0,038
Coefficiente de Variação		8,546		7,950

Observa-se na Tabela 2 que a madeira apresentou uma densidade básica homogênea, com uma variação de apenas $0,10 \text{ g/cm}^3$ entre a maior e a menor densidade. A densidade média obtida no topo foi de $0,452 \text{ g/cm}^3$ e na base de $0,474 \text{ g/cm}^3$, ambas mostraram-se próximas às relatadas em literatura. Rigatto et al.(2001,

p. 3), obteve resultados para densidade básica da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. de 0,549 g/cm³, o qual é ligeiramente superior aos valores obtidos.

Quando levado em consideração o local onde estas árvores se encontravam, pode-se inferir que a baixa densidade básica obtida pode ter sido causada pelo fato da região possuir alto índice de umidade e nutrientes, já que limitações de água e nutrientes provocam a redução do crescimento das árvores e podem elevar a densidade básica.

Os valores de teor de umidade em base seca médio da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. em estado saturado estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de Teor de Umidade dos discos da madeira verde (topo e base)

Amostra	Topo		Base	
	Teor de umidade	Média	Teor de umidade	Média
A1	127,72	135,44	116,30	106,23
A2	143,16		96,15	
B1	106,54	98,51	101,14	99,43
B2	90,48		97,72	
C1	148,55	139,31	141,13	122,75
C2	130,07		104,38	
D1	148,15	136,27	126,32	128,63
D2	124,39		130,95	
E1	140,51	139,82	133,66	120,78
E2	139,13		107,89	
F1	142,11	135,69	143,88	128,07
F2	129,27		112,26	
G1	100,58	96,08	90,68	88,01
G2	91,57		85,33	
H1	124,32	117,54	122,67	127,66
H2	110,75		132,65	
I1	104,72	105,87	101,53	91,06
I2	107,02		80,60	
Média		122,72		112,51
Desvio Padrão		336,00		271,98
Variância		18,33		16,49
Coefficiente de Variação		14,94		14,66

Encontrou-se, para o teor de umidade, o valor médio no topo de 122,72% e na base de 112,51%. Os valores encontrados demonstram e confirmam que o material possuía alto teor de umidade, estando apto para o tratamento recebido, já que os altos teores de umidade apresentados pela madeira no momento do corte

possibilitam penetração por capilaridade e facilitam a difusão do preservativo nas peças, sendo um requisito para o tratamento por substituição de seiva.

4.2.2 Teor de Umidade e Porcentagem de rachaduras da Madeira submetida ao Tratamento Preservativo

A tabela 4 apresenta os valores para o teor de umidade das peças após um período de secagem, no momento da retirada dos corpos de prova para a obtenção da penetração.

Tabela 4 - Teor de Umidade da madeira submetida ao Tratamento Preservativo

Tempo de tratamento (dias)	Amostra	Topo		Meio		Base	
		Teor de umidade	Média	Teor de umidade	Média	Teor de umidade	Média
5	A1	13,11	14,13	14,93	17,61	15,87	19,00
	A2	15,15		20,29		22,12	
	B1	20,00	20,11	22,58	24,77	18,52	
	B2	20,22		26,97		28,79	
	C1	15,07	15,87	16,87	20,93	16,90	
	C2	16,67		25,00		29,00	
10	D1	12,12	13,56	16,22	16,98	17,02	22,61
	D2	15,00		17,74		28,21	
	E1	16,67	16,81	13,33	16,19	17,02	
	E2	16,95		19,05		23,96	
	F1	18,42	17,54	15,69	19,38	18,33	
	F2	16,67		23,08		27,47	
15	G1	18,57	19,58	23,86	26,69	21,71	24,97
	G2	20,59		29,52		28,24	
	H1	20,00	17,50	21,15	21,80	19,57	
	H2	15,00		22,45		23,19	
	I1	20,00	19,74	24,66	24,99	23,81	
	I2	19,48		25,32		33,33	
Média			17,21		21,04		22,95
Desvio Padrão			5,67		14,58		7,56
Variância			2,38		3,82		2,75
Coeficiente de Variação			13,84		18,15		11,98

As médias de teor de umidade variaram entre as posições (topo, meio e base). Sendo possível observar que o maior teor de umidade ocorreu na base dos moirões tratados. Isso ocorreu porque este material ficou imerso na solução preservativa.

A tabela 5 mostra a porcentagem de rachaduras para cada tempo de tratamento, a qual foi obtida pela fórmula anteriormente citada [3]. Notou-se nesta tabela que as maiores porcentagens de rachadura de topo foram para o tempo de tratamento de 5 dias, ou seja, aqueles que permaneceram mais tempo secando, o que pode indicar que o percentual de rachaduras tenha variado diretamente com o tempo de secagem.

Os moirões que permaneceram menos dias em tratamento, e por consequência mais dias secando, resultaram não só em maior quantidade de rachadura, como também rachaduras mais notáveis (diâmetro e comprimento maior), o que indica que as rachaduras podem ter sido causadas pelo processo de secagem e/ou por características intrínsecas a espécie.

Outro fator que pode ser considerado como causa das rachaduras seriam tensões de crescimento, por essas árvores estarem em situação de estresse. Tal fato poderia explicar variações desproporcionais, como é a situação do moirão H2, que se diferiu dos demais em relação às rachaduras, obtendo um valor de 11,68%, contra aproximadamente 5% dos demais.

Tabela 5. Porcentagem de rachaduras nos moirões em cada tempo de tratamento

Tempo de tratamento (dias)	Amostra	% de rachadura
5	A1	28,12
	A2	9,95
	B1	4,15
	B2	*
	C1	12,43
	C2	17,90
10	D1	6,24
	D2	8,12
	E1	4,06
	E2	4,40
	F1	*
	F2	4,73
15	G1	4,78
	G2	5,38
	H1	*
	H2	11,68
	I1	4,66
	I2	4,47

* Moirões que não apresentaram rachaduras

Com relação ao local e processo de secagem, o mesmo foi realizado em área coberta e temperatura ambiente, não havendo relação evidenciada de incidência solar direta ou altas temperaturas no início do processo de secagem como causa das rachaduras.

4.3 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE TRATAMENTO

4.3.1 Distribuição do Preservativo na Madeira

A análise de distribuição dos elementos foi realizada por colorimetria, de acordo com a Norma P-MB 790 da ABNT, tendo sido analisada a distribuição do

produto preservativo nas três posições (base, meio e topo) de cada moirão, para cada um dos tempos de tratamento a que os moirões foram submetidos (Figura 11).

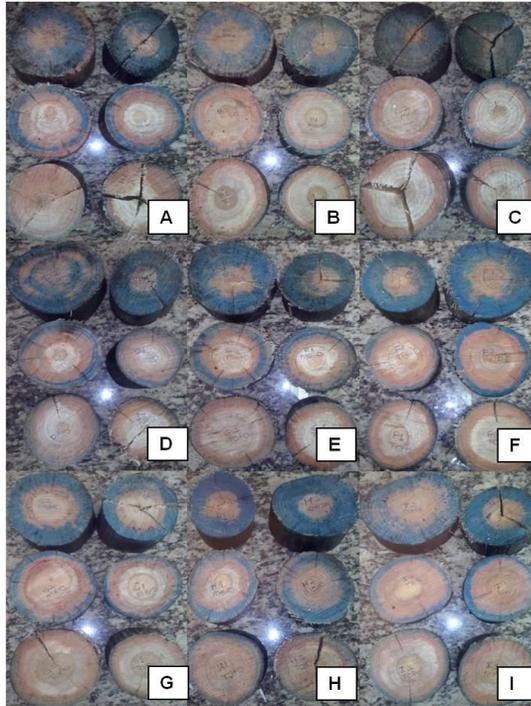


Figura 11 – Distribuição do cobre nos moirões de acordo com o tempo de tratamento (A, B e C – 5 dias; D, E e F – 10 dias; G, H e I - 15 dias).

Fonte: POLASSO, M. B. (2014)

Nota-se na figura 11 que a distribuição do elemento cobre ocorreu mais homogênea, para o tempo de 15 dias, tanto no sentido longitudinal como no sentido radial das peças. Os tempos de 5 e 10 dias, não proporcionaram uma distribuição eficiente, pois a mesma deu-se de forma irregular entre a base e o topo.

A base de todos os moirões foi à porção mais tratada, devido ao fato de esta parte dos mesmos estar imersa no produto preservativo desde o início do processo, o que conferiu a tais partes uma maior penetração.

Para todos os tratamentos (5, 10 e 15 dias), houve melhor distribuição nas extremidades dos discos retirados dos moirões, ficando a região central com distribuição menos completa, o que pode ser devida a presença de tecido de cerne, ou perda da capacidade de condução decorrente do processo de cernificação.

Considerando que todos os tempos de tratamento apresentaram maior penetração na base que no topo, pode ser necessário o emprego de um tempo

maior de tratamento para a obtenção de uma melhor distribuição do produto preservativo.

4.3.2 Penetração do Produto Preservativo na Madeira

A penetração do preservativo ocorreu em todos os discos. Observou-se, de modo geral, que a mesma apresentou comportamento distinto em cada tempo de tratamento e em cada posição do moirão, tendo essa penetração decrescido da base para o topo.

Em todos os tratamentos a posição do topo não atingiu a penetração mínima de 10 mm; sendo essa penetração de 10 mm considerada como a mínima necessária para proteger a madeira (GALVÃO, 1968; WEHR, 1985; PAES, 1991), tal fator é indício de necessidade de um tempo ainda maior de tratamento para que o topo também obtivesse uma absorção próxima a da base, causando assim o seu tratamento completo.

Conforme a Tabela 6 observa-se que a penetração do cobre foi maior na base, reduzindo ao longo do moirão em todos os tempos de tratamento avaliados. Tal efeito é observado possivelmente pela parte inferior ter permanecido submersa na solução preservativa e também pelo fato da base possuir a maior área de contato, ou seja, uma superfície maior para a absorção da solução e melhor penetração, enquanto, a parte superior se manteve fora da solução.

Paes (1991) relata que os primeiros dias de exposição são os que tem a maior penetração, sendo os outros uma manutenção dessa penetração, porém se os mesmo forem retirados nos primeiros 5 dias, não há um tratamento do moirão como um todo, o que se comprova na tabela 6.

Tabela 6 - Penetração de cobre (área tratada em cm²) nos moirões em cada tempo de tratamento

Tempo de tratamento (dias)	Amostra	Penetração Cobre por posição - área tratada (cm ²)			
		Topo	Meio	Base	Média
5	A1	5,27	24,72	74,24	34,74
	A2	5,34	31,82	100,68	45,95
	B1	9,84	31,87	106,62	49,45
	B2	*	*	133,28	133,28
	C1	17,93	35,26	99,73	50,97
	C2	19,59	31,40	138,88	63,29
10	D1	*	15,23	61,67	38,45
	D2	*	33,76	48,57	41,16
	E1	15,63	36,27	65,93	39,28
	E2	99,49	42,70	97,67	79,95
	F1	14,60	24,45	67,33	35,46
	F2	14,47	33,17	121,33	56,32
15	G1	14,16	28,38	79,19	40,58
	G2	*	49,32	108,91	79,11
	H1	10,44	43,27	79,69	44,47
	H2	12,24	25,48	50,74	29,49
	I1	25,03	31,53	64,23	40,26
	I2	17,55	32,17	96,32	48,68

* Penetração parcial irregular

A tabela 7 mostra a estatística para a penetração nas posições conforme o tempo de tratamento em que a madeira foi exposta.

Tabela 7 - Relações entre as médias de penetração - área tratada (cm²) nas posições e o tempo de tratamento

Tempo de tratamento (dias)	Posições dos discos nos moirões		
	Topo	Meio	Base
5	9,6622 bA	7,4515 cA	13,2365 bA
10	25,8450 bA	30,9295 bA	35,0238 bA
15	108,9037 aA	77,0810 aB	79,8480 aB

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

Observaram-se diferenças significativas na penetração de cobre entre as posições na peça e o tempo de permanência na solução preservativa, para médias analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As peças que permaneceram no tratamento durante 15 dias apresentaram maior penetração, quando comparada aos demais tempos de tratamento. Pode-se

também que para o topo e base o tratamento de 5 e 10 dias não possuíram diferença significativa para o teste realizado.

Os resultados indicam que a penetração de cobre aumentou com o tempo de tratamento das peças, o que está de acordo com Paes (1991) e Farias Sobrinho et al. (2005). Segundo Paes et al. (2007), essa penetração tende a estabilizar-se, após um determinado tempo de tratamento, o que não foi possível observar neste trabalho, indicando que se prolongarmos o tempo de tratamento essa penetração poderá ser maior e mais uniforme no decorrer do moirão.

O melhor tempo de tratamento para a penetração do preservativo, e consequente preservação da madeira foi o tratamento de 15 dias em solução, o qual obteve melhor resultado para base, meio e topo. Não houve diferenças estatísticas entre o meio e a base o que denota uma estabilização da penetração na base e meio e uma penetração ainda não completa no topo dos moirões.

Alguns autores afirmam que, penetrações inferiores a 10 mm são insuficientes para proteger a madeira (GALVÃO, 1968; WEHR, 1985; PAES, 1991). Neste trabalho, o tempo de tratamento de 15 dias apresentou valores bem próximos da demanda mínima de cobre (fungicida) na base do moirão. Segundo Lopes (2011), atingindo a demanda de 10 mm, pode-se recomendar o seu uso em contato direto com o solo, pois este elemento possui eficiência contra fungos apodrecedores, microorganismos que maiores danos causam a que a madeira, nestas condições de uso.

Observa-se ainda na tabela 7, que embora os valores de penetração para o topo nos tratamentos de 5 e 10 dias sejam estatisticamente iguais, os mesmos são consideravelmente diferentes quando comparados apenas entre si, não incluindo os dados das amostras de 15 dias. Tal fator indica uma influência da amostra de 15 dias, cujos valores são bem maiores, nos resultados da análise e não descarta que a penetração tenha aumentado de forma diretamente proporcional com o tempo. Resultados mais acurados poderiam ser obtidos diminuindo-se a diferença de tempo entre os tempos de tratamento.

4.3.3 Influência do Teor de Umidade, Densidade Básica, e Posição da Árvore sobre o Processo de Tratamento

A Tabela 8 mostra a influência do teor de umidade e da densidade básica sobre a penetração média do produto preservativo nas peças, para os moirões obtidos da primeira e segunda tora respectivamente.

Há uma tendência na relação entre os maiores valores de penetração média do produto preservativo e maior densidade básica da madeira.

É possível observar que pode haver alguma relação entre os valores maiores de teor de umidade e maior penetração média obtida, mas as amostras com maior densidade não condizem com este comportamento, pois, mesmo quando possuíram menor teor de umidade inicial, apresentaram maior penetração média.

Comparando-se os valores de penetração obtidos, podemos verificar menores valores de penetração média nos moirões obtidos a partir da primeira tora, o que pode ser explicado pela maior quantidade de cerne da primeira tora.

Tabela 8 - Relações entre os moirões obtidos da primeira tora e os moirões obtidos da segunda tora.

		Amostra	Teor de Umidade (%)	Densidade Básica (g/cm ³)	Penetração Média (cm ²)
moirão 1	5 dias	A1	122,01	0,45	34,74
		B1	103,84	0,49	49,45
		C1	144,84	0,41	50,97
	10 dias	D1	137,23	0,42	25,63
		E1	137,08	0,42	39,28
		F1	142,99	0,41	35,46
	15 dias	G1	95,63	0,51	40,58
		H1	123,50	0,45	44,47
		I1	103,13	0,49	40,26
moirão 2	5 dias	A2	119,66	0,46	45,95
		B2	94,10	0,52	90,86
		C2	117,22	0,46	63,29
	10 dias	D2	127,67	0,44	27,44
		E2	123,51	0,45	79,95
		F2	120,77	0,45	56,32
	15 dias	G2	88,45	0,53	52,74
		H2	121,70	0,45	29,49
		I2	93,81	0,52	48,68

Observam-se ainda que a partir dos valores de densidade básica, podemos ver claramente que os moirões obtidos a partir da segunda tora apresentavam maior densidade básica que os da primeira tora, o que reforça a afirmativa de influência da densidade básica na penetração (quanto maior a densidade básica, maior a penetração). Além disso, há indícios de que a influência da densidade seja maior que a do teor de umidade inicial, já que todos os moirões da segunda tora possuíram menor teor de umidade, mas apresentaram maior penetração média.

4.4 POTENCIALIDADES DE USO DE *HOVENIA DULCIS* THUNB.

A potencialidade de uso de *Hovenia dulcis* Thunb., como moirões de madeira tratada neste trabalho pode ser observada tanto nos resultados obtidos no tratamento preservativo quando na incidência de defeitos durante o processo de secagem.

O tempo de tratamento de 15 dias esteve próximo de atingir a demanda mínima de cobre na base do moirão, possibilitando o seu uso. As diferenças de penetração entre a base e o topo indicam que se prolongarmos o tempo de tratamento essa penetração poderá ser ainda melhor, bem como êxito no tratamento dos moirões e vida útil em serviço dos mesmos.

Não ocorreram defeitos como, deformações e empenamentos. Apenas algumas rachaduras ocorreram nos moirões tratados, não inviabilizando o uso efetivo do material, as quais podem perfeitamente ser controladas com a utilização de placas metálicas anti-rachadura.

Por ser uma espécie de rápido crescimento, com potencialidade de substituir espécies florestais nativas, pelas suas características tecnológicas similares a espécies já utilizadas, é de interesse científico realizar trabalhos que forneçam informações para a elaboração de técnicas silviculturais e de manejo adequadas ao comportamento desta espécie, principalmente no que se refere aos aspectos relacionados à ciclagem de nutrientes.

O aproveitamento da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. é uma alternativa inteligente, especialmente como destino de árvores invasoras que precisam ser controladas em florestas nativas.

Todos estes fatores reunidos são indícios da potencialidade de aproveitamento da espécie estudada para o fim que se propõe. Estudos com um tempo um pouco maior de tratamento, bem como de outras aplicações da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. podem melhorar ainda mais as perspectivas de utilização desta espécie florestal.

5 CONCLUSÃO

A partir do presente trabalho pode-se concluir que:

- A densidade básica média da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. variou de 0,417 a 0,510 g/cm³ no topo, e de 0,437 a 0,532 g/cm³ na base dos moirões; enquanto que para o teor de umidade o valor médio encontrado no topo foi de 122,72% e na base de 112,51%.
- A penetração do preservativo ocorreu em todas as posições, com comportamento distinto em cada tempo de tratamento e em cada posição do moirão, decrescendo da base para o topo e aumentando com o tempo de tratamento das peças.
- A posição base foi a que apresentou a maior penetração (em centímetros), resultado bastante favorável, pois a base é uma zona bastante suscetível, devendo ser preservada.
- Para todos os tratamentos (5, 10 e 15 dias), houve melhor distribuição nas extremidades dos discos retirados dos moirões.
- Após a aplicação do método de substituição de seiva em moirões de *Hovenia dulcis* Thunb., conclui-se que a penetração média do produto preservativo atingida pelas peças da base foi próxima à mínima recomendada de 10 mm, enquanto que na posição topo nenhum tratamento atingiu a penetração recomendada para proteger a madeira.

- Os tempos de 5 e 10 dias, não proporcionaram uma distribuição eficiente, pois a mesma deu-se de forma irregular entre a base e o topo. No entanto, a distribuição do elemento cobre ocorreu mais homogeneamente, para o tempo de 15 dias, tanto no sentido longitudinal como no sentido radial das peças.
- Todos os tratamentos apresentaram maior penetração na base que no topo.
- Observou-se para os tempos de tratamento que as melhores penetrações do produto preservativo foram obtidas com 15 dias, verificando a tendência de que o aumento de tempo de tratamento proporciona acréscimo da penetração do produto preservativo; já os tratamentos de 5, 10 dias não diferiram estatisticamente, sendo este um resultado não esperado, pois quanto mais tempo imersos em solução, esperava-se que os moirões absorvessem mais produto preservativo.

Recomendações:

Com base nos resultados obtidos concluiu-se que a madeira pode ser utilizada como moirão de madeira tratada de *Hovenia dulcis* Thunb, mas recomenda-se a realização de novos estudos para avaliar o tempo ótimo de tratamento, bem como novas aplicações para a madeira desta espécie.

O aproveitamento da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. é uma alternativa inteligente, especialmente como destino de árvores invasoras que precisam ser controladas em florestas nativas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Lucas Soares. **Penetração e retenção do preservante em *Eucalyptus* com diferentes diâmetros**. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: Madeira - Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14660**: Madeira - Amostragem e preparação para análise. Rio de Janeiro, 2004. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **P – MB – 790**. Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 1973. 19 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9480**: Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais: requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 12 p.

BORGES, Cilene Cristina. **Potencialidade do uso de cruzetas de madeira tratada**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

BORGES, Cilene Cristina. **Projeto de extensão: Tratamento de madeira de eucalipto em pequenas propriedades rurais**. Dois Vizinhos (PR), 2012.

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, Sérgio; DI ROMAGNANO, Ligia Ferrari Torella; SILVA, Gisleine Aparecida da. Madeira preservada no ambiente construído: cenário atual e tendências. **III ENECS - Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, São Carlos, 2003.

BRAZOLIN, Sérgio; LANA, Élcio Lacerda; MONTEIRO, Maria Beatriz Bacellar; LOPEZ, Gonzalo Antonio Carballeira; PLETZ, Everaldo. Preservação de madeiras: sistema de classes de risco. **Madeira: Arquitetura e Engenharia**, São Paulo (SP), v. 13, n. 13, mai./ago. 2004.

CALONEGO, Fred Willians; BATISTA, Wagner Roberto; SEVERO, Elias Taylor Durgante; SANTOS, João Eduardo Guarnetti dos; RIBAS, Clovis. Avaliação do teor de umidade da madeira de *Eucalyptus grandis* por medidores elétricos resistivos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo (SP), v. 18, n. único, p. 71-78, dez. 2006.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Ecologia, silvicultura e usos da Uva-do-japão**. Circular Técnica. n. 23. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 1994.

CAVIGLIONE, João Henrique ; KIIHL, Laura Regina Bernardes ; CARAMORI, Paulo Henrique ; OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 20 julho 2013.

COSTA, Alexandre Florian da. Preservação: Métodos de preservação da madeira. **Revista da madeira**. Curitiba (PR), ed. 129, nov, 2011.

COSTA, Alexandre Florian da; VALE, Ailton Teixeira do; GONZALEZ, Joaquim Carlos; SOUZA, Fernando Dorta Mendes de. Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento. **Floresta e ambiente (FLORAM)**, Brasília (DF), v.12, n.1, p. 07-14, 2005.

FARIAS SOBRINHO, Desmoulins Wanderley de; PAES, Juarez Benigno; FURTADO, Dermerval Araújo. 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, jul./set. 2005.

FOELKEL, Celso Edmundo Bochetti; BRASIL, Maria Aparecida Mourão; BARRICHELO, Luiz Ernesto George. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, n.2/3, p.65-74, 1971.

FREITAS, Viviane de Paula. **Variações na retenção de CCA-A em estacas de Pinus após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento / Viviane de Paula Freitas**. Piracicaba (SP), 2002.

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

GALVÃO, Paulo Mendes; MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves; MATTOS, Patricia Póvoa. **Processos práticos para preservar a madeira**. Documentos. n. 96. Colombo: Embrapa Florestas, 2004.

GERALDO, Flavio Carlos. Potencial inexplorado. **Revista da Madeira**, Curitiba (PR), n. 12, p. 4, jan./fev. 1994.

JANKOWSKI, Ivaldo Pontes. **Fundamentos da preservação de madeiras**. Documentos Florestais, Piracaba (SP), n. 11, p. 1-12, 1990.

JANKOWSKI, Ivaldo Pontes; FERNANDES, Plínio Souza; WEHR, Jan Peter Paul. Utilização de moirões de diferentes espécies de *Pinus*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 9, n. 27, p. 91 – 98, 1993.

KLITZKE, Ricardo Jorge. **Curso de secagem da madeira**. Apostila técnica, UFPR, Curitiba (PR).

LAZIA, Beatriz. Produtos florestais. **Portal Agropecuário**, Viçosa (MG), 2012.

LOPES, Dercilio Junior Verly. **Influência da concentração na ascensão de soluções preservativas preparadas com CCB em moirões de *Eucalyptus***. Jêronimo Monteiro (ES), 2011.

MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves; PEREIRA, José Carlos Duarte. **Método de Substituição de Seiva para Preservação de Mourões**. Comunicado Técnico. n. 97. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 2003.

MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves; PINTO JUNIOR, José Elidney. Preservantes. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC**. Brasília (DF), 2011.

MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves. **Cultivo de Pinus**. Sistemas de Produção. n. 5 – 2ª edição. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 2011.

MAIEVES, Helayne Aparecida; RIBANI, Rosemary Hoffmann. Reconhecimento de exemplares de *Hovenia dulcis* Thunberg, na arborização urbana de Curitiba-PR. **REVSBAU**, Piracicaba (SP), v. 8, n. 1, p. 17-26, 2013.

MODES, Karina Soares; BELTRAME, Rafael; VIVIAN, Magnos Alan; SANTINI, Elio José; HASELEIN, Clovis Roberto; SOUZA, Joel Telles de. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria (RS), v. 21, n. 3, p. 579-589, jul./set. 2011.

MONTANA QUÍMICA. **Perguntas frequentes: Madeira tratada: CCB – MPQ OX50**. São Paulo (SP), 2013. Disponível em: <http://www.montana.com.br/Perguntas-Freq/Madeira-Tratada/CCB-MOQ-OX50>. Acesso em: 16 de setembro, 2013.

MORESCHI, João Carlos. **Biodegradação e preservação da madeira**. 3. ed. Curitiba, 2011.

MORESCHI, João Carlos. **Biodegradação e preservação da madeira: Biodegradação da madeira**. 4. ed., vol. 1, Curitiba, 2013.

MORESCHI, João Carlos. **Biodegradação e preservação da madeira: Métodos de tratamento da madeira**. 4. ed. Curitiba, 2013.

MORI, Fábio Akira; MENDES, Lourival Marin; TRUGILHO, Paulo Fernando; CARDOSO, Maria das Graças. Utilização de eucaliptos e de madeiras nativas no armazenamento da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas (SP), v. 23, n. 3, set./dez. 2003.

NOERNBERG, Sailon. **Avaliação e quantificação da regeneração de *Hovenia dulcis* em um remanescente de floresta ombrófila mista**. Canoinhas (SC), 78 f., 2009.

OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; HELLMEISTER, João Cesar; FILHO, Mário Tomazello. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Rev. Árvore**, Viçosa (MG), v. 29, n. 1, jan./fev. 2005.

PAES, Juarez Benigno. **Viabilidade do tratamento preservativo de moldes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab.** 1991.140 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1991.

PAES, Juarez Benigno; GUEDES, Rozileudo da Silva; LIMA, Carlos Roberto de; CUNHA, Maria do Carmo Learth. Tratamento preservativo de peças roliças de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) pelo método de substituição da seiva. **Rev. Ciências Agrárias**, Belém, n. 47, p. 231-246, 2007.

RAIA, Renan Zunta; BECHARA, Fernando Campanhã, FABIANE, Keli Cristina; CORDEIRO, Alan de Barros; CASTRO JÚNIOR, José Dias de. **Atração de morcegos frugívoros através de óleo essencial de *Piper aduncum* visando à restauração ecológica.** In: XIV SICITE - Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR, 2009, Pato Branco, v. 2.

REMADE. A preservação de madeiras no Brasil. **Revista da madeira.** Curitiba (PR), ed. 67, out. 2002. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=242&subject=Preserva%C3%A7%C3%A3o&title=A%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20de%20madeiras%20no%20Brasil>. Acesso em: 14 julho 2013.

RIGATTO, Patrícia Aparecida; PEREIRA, José Carlos Duarte; MATTOS, Patrícia Póvoa de; SCHAITZA, Erich Gomes. **Características Físicas, Químicas e Anatômicas da Madeira de *Hovenia dulcis*.** Comunicado Técnico. n. 66. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 2001.

ROCHA, Márcio Pereira da. **Biodegradação e Preservação de madeiras.** Apostila didática- Universidade Federal do Paraná. Curitiba, FUPEF, 94 p., 2001.

SANTINI, Elio José. **Biodegração e preservação da madeira.** UFSM.125p. Santa Maria (RS), 1988.

SELLE, Gerson Luiz; VUADEN, Elisabete; BRAZ, Evaldo Muñoz; CUNHA, Thiago Augusto. Uso do dendrograma de manejo de densidade: uma aplicação prática com *Hovenia dulcis* Thunberg. **Scientia Forestalis**, Piracicaba (SP), v. 38, n. 86, p. 247-254, jun. 2010.

SIAU, J. F. **Transport processes in wood.** Berlin: Springer-Verlag, 1984. 245p.

SILVA, José de Castro. Madeira preservada e seus conceitos. **Revista da madeira,** Curitiba (PR), ed. 103, mar. 2007. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1061&subject=Preservantes&title=Madeira%20preservada%20e%20seus%20conceitos>. Acesso em: 14 julho 2013.

SILVA, Francisco de Assis Santos e. **Assistat versão 7.7 beta – DEAG – CTRN – UFCG.** Campina Grande (PB), 2013.

STILLNER, F.J.; AMARAL, H.R.B.; PEDROSO, O.; TREVISAN, R. **Estudo sobre a madeira da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.)**. Roessleria, Porto Alegre, v.5, n.2, p.361-370, 1983.

TORRES, Pablo Marcel de Arruda; PAES, Juarez Benigno; LIRA FILHO, José Augusto de; NASCIMENTO, José Wallace Barbosa do. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. **Cerne**, Lavras (MG), v. 17, n. 2, p. 275-282, abr./jun. 2011.

VITAL, Benedito Rocha; MACIEL, Antônio da Silva; LUCIA, Ricardo Marius Della. Qualidade de juntas coladas com lâminas de madeira oriundas de três regiões do tronco de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Viçosa (MG), v.30, n.4, p.637-644, 2006.

VIVIAN, Magnos Alan; MODES, Karina Soares; BELTRAME, Rafael; SOUZA, Joel Telles de; STANGERLIN, Diego Martins; MORAIS, Wesley Wilker Corrêa; SANTINI, Elio José. Influência do tratamento térmico nos defeitos de secagem da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb.. **Ciência da Madeira**, Pelotas (RS), v. 02, n. 01, mai. 2011.

WEHR, J.P.P. **Métodos práticos de tratamento preservativo de moirões roliços de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Bar et Golf**. 1985. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós Piracicaba.