



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS – PB**



MARLLUS ADIEL CARNEIRO PIMENTA

**TRATAMENTO PRESERVATIVO DE NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) EM
DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE POR SUBSTITUIÇÃO DA SEIVA**

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL
2016**

MARLLUS ADIEL CARNEIRO PIMENTA

**TRATAMENTO PRESERVATIVO DE NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) EM
DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE POR SUBSTITUIÇÃO DA SEIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Calegari

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

P644t Pimenta, Marllus Adiel Carneiro
Tratamento preservativo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em diferentes níveis de umidade por substituição da seiva / Marllus Adiel Carneiro Pimenta. – Patos, 2016.
38f.: il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

“Orientação: Prof. Dr. Leandro Calegari”

Referências.

1. Tratamento de moirões. 2. Teor de umidade. 3. Xilófagos. I. Título.

CDU 630*8

MARLLUS ADIEL CARNEIRO PIMENTA

**TRATAMENTO PRESERVATIVO DE NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) EM
DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE POR SUBSTITUIÇÃO DA SEIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos-PB, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Aprovada em: 02/12/2016



Prof. Dr. Leandro Calegari
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CSTR/UAEF)
(Orientador)



Prof. Dr. Alexandre Santos Pimenta
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/UECIA)
(1º Examinador)



Prof. Dr. Elisabeth de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CSTR/UAEF)
(2º Examinador)

A minha avó Anita Alves Carneiro

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por todas as bênçãos e pelas vitórias, pois, sem Ele, nada somos e nada podemos fazer;

Aos meus pais, Sonia Suely e Abderman, por todo amor, carinho e apoio em todas as decisões, por toda ajuda sempre, pois mesmo distantes, nunca faltaram conselhos, incentivos e orações;

A minha esposa, pelo companheirismo, carinho e cumplicidade, por todo o encorajamento e compreensão e pela disposição em ajudar em todos os momentos;

A meus irmãos, Giulliano e Mikhail, bem como a toda a minha família, pelas palavras de incentivo e apoio, pelo entusiasmo, orgulho e admiração a mim demonstrados;

Ao Professor Leandro Calegari, pela orientação na pesquisa, por toda paciência, pela disponibilidade, dedicação, pelas conversas, pela grande ajuda e por todos os ensinamentos durante todo o trabalho;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela contribuição acadêmica e convívio harmonioso;

Ao marceneiro Neurismar, por toda ajuda na confecção do material para o trabalho e conselhos nos momentos de conversa;

A Wagner Alex, José Antônio, Yara, por todo o auxílio durante o curto período de tempo em que trabalhei no laboratório de tecnologia da madeira;

Aos que direta e indiretamente ajudaram e participaram deste trabalho,

Muito obrigado!

"Assim diz o Senhor: Não se glorie o sábio na sua sabedoria, nem se glorie o forte na sua força; não se glorie o rico nas suas riquezas".

Jeremias 9:23

PIMENTA, Marllus Adiel Carneiro. **Tratamento preservativo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em diferentes níveis de umidade por substituição da seiva.** 2016. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2016.

RESUMO

Neste estudo avaliou-se a penetração, distribuição e retenção do preservativo borato de cobre cromatado (CCB) em peças de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), submetidas ao método de substituição da seiva. Foram selecionados aleatoriamente oito troncos, os quais foram subdivididos em dois grupos de diâmetros semelhantes, a fim de serem submetidos ao processo de imunização sob duas situações. Na primeira situação, denominada Imersa, as peças foram mantidas imersas em água durante 15 dias antes de serem dispostas à solução preservante. Já na segunda situação, denominada Imediata, as peças foram submetidas à solução preservante imediatamente após o abate. Após o término do processo de imunização, foram retirados discos ao longo das peças, tomando como referência a base, o meio e o topo. Em cada uma dessas posições, foram retirados três discos para a avaliação dos parâmetros de penetração, distribuição, retenção e para o teste biológico a cupins. Para análise da penetração e distribuição, foram determinadas por reações colorimétricas, sendo avaliados os elementos boro e cobre. As análises de retenção para o elemento boro foram realizadas por espectrofotometria. Para o teste biológico, quatro cupinzeiros foram pré-selecionados, sendo os corpos de prova avaliados duas vezes durante o período do teste de campo. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste de F), com transformação dos dados e uso de teste não paramétrico quando necessário (Kruskal-Wallis). Em todos os casos, foram considerados 5% de probabilidade de erro. Observou-se penetração média de 14,1 mm na situação imediato, 15,6 mm na situação imerso e, para a retenção do boro, 0,51 kg ia/m³ na situação imediato e 0,61 kg ia/m³ na situação imerso. Portanto, os troncos mantidos submersos antes de serem submetidos à imunização apresentaram significativa melhoria de sua tratabilidade, assim como de repelência a cupins xilófagos.

Palavras-chave: tratamento de moirões; teor de umidade; xilófagos.

PIMENTA, Marllus Adiel Carneiro. **Preservative treatment of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) at different moisture levels by replacement of sap.** 2016. Dissertation in Forest Science. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2016.

ABSTRACT

In this study, the penetration, distribution and retention of the preservative chromate copper borate (CCB) in neem pieces (*Azadirachta indica* A. Juss.), submitted to the sap replacement method, was evaluated. Eight logs were randomly selected, which were subdivided into two groups of similar diameters in order to be submitted to the immunization process under two situations. In the first situation, called "Immerse", the pieces were kept immersed in water for 15 days before being placed in the preservative solution. In the second situation, called "Immediate", the pieces were submitted to the preservative solution immediately after slaughter. After the end of the immunization process discs were removed along the parts, taking as reference the base, the medium and the top. In each of these positions, three discs were taken for the evaluation of the parameters of penetration, distribution, retention and for the biological test to termites. For analysis of penetration and distribution were determined by colorimetric reactions, being evaluated the elements boron and copper. Retention analyzes for the boron element were performed by spectrophotometry. For the biological test, four termite mounds were pre-selected, and the test specimens were evaluated twice during the field test period. Data were submitted to analysis of variance (F test), with data transformation and non-parametric test use when necessary (Kruskal-Wallis). In all cases, a 5% probability of error was considered. With the mean penetration values of 14.14 mm in the immediate situation and 15.56 mm in the immersed situation and for the retention with the mean values of 0.51 kg ai/m³ in the immediate situation and 0.61 kg ai/m³ In the immersed situation, it was possible to conclude that the trunks kept submerged before being submitted to the preservative treatment showed a significant improvement in their treatability, as well as repellency to xylophagous termites.

Keywords: Treatment of logs; moisture content; xylophages.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Padrões de distribuição do teste de tratabilidade de madeira.....25
- Figura 2.** Retirada de corpos-de-prova (CP) a partir dos discos para seleção ao acaso, destinados aos ensaios de retenção (A) e biológico a cupins xilófagos (B).....27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Comparações de médias das características relacionadas aos troncos de nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss). Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses. ...	29
TABELA 2. Comparação de médias para os níveis dos fatores Situação e Elemento em troncos de nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss). Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.....	31
TABELA 3. Comparação de médias para as variáveis distribuição e retenção dos elementos cobre e,ou boro em troncos de nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss). Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.....	33
TABELA 4. Comparação de médias da massa residual remanescente de corpos de prova obtidos de troncos de nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss). Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 Métodos de tratamento imunizante da madeira	5
2.2 Produtos imunizantes da madeira	6
2.3 Avaliação da tratabilidade em laboratório	9
2.3.1 Fatores que influenciam na tratabilidade pelo método de substituição de seiva	9
2.3.2 Avaliações de tratabilidade com espécies exóticas	11
2.6 O nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss)	13
REFERÊNCIAS	14
TRATAMENTO PRESERVATIVO DE <i>Azadirachta indica</i> POR SUBSTITUIÇÃO DA SEIVA	18
1 INTRODUÇÃO	20
2 MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 Seleção das árvores	21
2.2 Preparo dos troncos	22
2.3 Determinação da umidade, massa específica básica e volume de madeira tratável ..	22
2.4 Preparo da solução imunizante	23
2.5 Processo de imunização	24
2.6 Secagem e amostragem dos moirões tratados	24
2.7 Análise da penetração e distribuição (boro e cobre)	24
2.8 Análises da retenção (boro)	25
2.9 Quantificação do elemento boro na solução	26
2.10 Cálculo da retenção	26
2.11 Teste biológico para avaliação da resistência a cupim xilófago	27
2.12 Análise dos dados	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.1 Caracterização dos troncos submetidos à imunização	29
3.2 Penetração dos elementos cobre e boro	31
3.3 Distribuição e retenção dos elementos cobre e,ou boro	32
3.4 Teste biológico a cupim xilófago	34
4 CONCLUSÃO	35
REFÊRENCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A grande utilização das espécies nativas da Caatinga ocasionou a sua degradação, despertando uma maior preocupação com a proteção destas espécies, levando o homem a utilizar as espécies exóticas como alternativa. Mas, como estas espécies apresentam baixa resistência aos organismos xilófagos, para o seu uso, há necessidade de aumentar sua durabilidade (PAES; MORESCHI; LELLES, 2005).

A resistência da madeira à deterioração pode ser aumentada por meio do tratamento imunizante, sendo uma forma de preservação dos recursos naturais, pois o alívio da pressão sobre as florestas permite a formação de uma maior quantidade de madeiras, que podem ser utilizadas para outros fins e até mesmo na recuperação da área (FARIAS SOBRINHO; PAES; FURTADO, 2005).

O tratamento preservativo da madeira tem como objetivo o aumento da resistência e da durabilidade deste material contra o ataque de insetos e fungos xilófagos com o uso de produtos químicos. Tais produtos são os preservativos da madeira, classificados em oleossolúveis e hidrossolúveis (APPEL et al., 2007), sendo o arseniato de cobre cromatado (CCA) e o borato de cobre cromatado (CCB) os hidrossolúveis mais utilizados (FREITAS, 2002).

Existem vários métodos de tratamento da madeira, denominados industriais e não industriais, sendo o método de substituição de seiva (não industrial) um dos mais simples de serem aplicados, de baixo custo e eficiente.

O tratamento da madeira deve ser avaliado pela penetração, retenção e distribuição dos ingredientes ativos fixados no seu interior, através de testes realizados após tratamento e a secagem da madeira, em que a quantidade dos sais fixados deve obedecer às normas vigentes.

Algumas espécies como a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) e a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) foram introduzidas no Brasil com o intuito de servirem como forragem para animais. Devido a sua grande propagação, ao rápido crescimento no clima semiárido e solos pobres e por produzirem madeira de boa qualidade, são bastante utilizadas para estacas, moirões, lenha e carvão (PAES et al., 2014). O nim foi introduzido no Brasil há pouco mais de vinte anos, devido à grande facilidade de crescimento, à produção de uma madeira de boa qualidade e aos variados usos como inseticidas. Nos dias atuais, é bastante empregado, principalmente, na arborização urbana (CARPANEZZI; NEVES, 2010).

O nim é uma espécie exótica, de crescimento rápido e possui madeira de boa qualidade. A espécie adaptou-se muito bem ao tipo clima e aos tipos de solos da Caatinga e, por essas características, pode ser aproveitada na utilização em postes e mourões. No entanto, a mesma apresenta baixa resistência à deterioração, fazendo-se necessário o uso de produtos imunizantes, a fim de aumentar sua vida útil.

O método de substituição de seiva ou transpiração radial é um método simples que pode ser utilizado para o tratamento da madeira, tanto para pequenas quantidades como para o seu uso rural, pois é de fácil operacionalidade e de baixo custo. Porém, para a execução desta técnica, deve-se atentar para o controle da umidade, pois é necessário utilizar a madeira contendo alto teor de umidade.

Apesar de existirem algumas pesquisas na Caatinga com espécies nativas e exóticas com tratamento imunizante pelo método de substituição de seiva, nenhuma delas tenta aumentar o teor de umidade das peças roliças para melhorar sua tratabilidade. Sugere-se que a madeira deve ser submetida ao tratamento preservativo imediatamente após seu abate, evitando, assim, a perda de umidade, de forma que não venha a prejudicar o processo de preservação, principalmente na região semiárida, onde as condições climáticas proporcionam a secagem mais rápida da madeira. Portanto, para melhorar a eficiência do tratamento preservativo, seria ideal o desenvolvimento de uma metodologia que aumente ou pelo menos que mantenha um alto teor de umidade da madeira.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade da imunização em peças roliças de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) tratadas com borato de cobre cromatado (CCB) pelo método de substituição de seiva. Verificou-se o efeito do aumento do teor de umidade das peças, obtido através da imersão em água, sobre a tratabilidade e conferiu-se a tratabilidade da espécie através dos parâmetros de penetração, distribuição e retenção do produto imunizante, além de teste biológico a cupins xilófagos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Métodos de tratamento imunizante da madeira

Existem várias espécies de árvores produtoras de madeiras resistentes a organismos xilófagos. Contudo, a constante exploração das florestas nativas quase que as tornou indisponíveis e sob risco de extinção. Como forma de suprir a demanda por madeira resistente aos organismos xilófagos, uma das alternativas é o uso de tratamento preservativo da madeira, principalmente em espécies de crescimento rápido, com plantios em larga escala e que apresentam baixa resistência natural. O tratamento preservativo aumenta o custo inicial, mas, como a durabilidade da madeira tratada é aumentada em até cinco vezes, torna-se mais vantajoso, pois estes valores foram diluídos ao longo do tempo (MAGALHÃES; PEREIRA, 2003).

Várias técnicas podem ser utilizadas com o objetivo de preservar a madeira, porém destacam-se os tratamentos curativos e os preventivos. O tratamento curativo geralmente é feito quando a madeira instalada não é imunizada e já foi atacada por organismos xilófagos. Esse ataque, na maioria das vezes, só é identificado quando já se encontra em um estágio bem avançado de deterioração, tornando-se uma prática com custo elevado e de difícil realização, pois, muitas vezes, os locais afetados são os madeiramentos dos telhados ou fundações, e soma-se a isto o fato de que, em algumas situações, o material precisa ser trocado ou volta a ser atacado se nenhum tratamento for realizado. Alguns tratamentos curativos que podem ser empregados são a fumigação, injeção e aspersão (SILVA, 2006).

Quanto aos tratamentos preventivos, os mesmos são realizados para prevenir a deterioração da madeira, sendo realizados antes de se colocar a madeira em uso, proporcionando maior durabilidade e resistência. Podem ser aplicados de várias formas, variando desde métodos sofisticados até os mais simples, denominados como industriais e não industriais (SILVA, 2006; MORESCHI, 2013).

Os métodos de tratamentos industriais são os que utilizam autoclaves, que atingem pressões elevadas, garantindo um tratamento adequado, mas que, devido ao alto custo de instalação e manutenção, é realizado para uma produção de madeira tratada em larga escala, com o objetivo de comercialização. São eles: Processos de célula cheia: Bethel, Celton, Boulton e Vac-Vac e os Processos de célula vazia: Lowry, Rueping, Rueping duplo, Processo MSU (MORESCHI, 2013).

Os métodos de tratamentos não industriais geralmente são utilizados por pequenos e médios produtores rurais pela sua praticidade e economia, fazendo uso da madeira em sua própria propriedade. Alguns desses métodos são aplicados com o teor de umidade na madeira inferior a 30%, uns com o teor de umidade acima de 30% e outros com a madeira saturada. São eles: pincelamento, pulverização, encharcamento da madeira, aplicação de graxas, difusão, banho quente-frio, Boucherie e substituição de seiva.

O método de substituição de seiva é o tratamento não industrial mais utilizado devido ao baixo custo, facilidade de instalação e o uso de madeira verde. Deve ser realizado com as peças em posição vertical dentro de algum tipo de tambor, ficando com a base submersa na solução, e as partes superiores dos troncos devem ficar afastadas para que tenha uma boa circulação de ar entre elas, de modo que a umidade no interior da madeira evapore por toda a área livre, fazendo com que a solução imunizante seja absorvida pelas peças (MODES et al., 2011).

Galvão, Magalhães e Mattos (2004) indicam que o tratamento deve ser realizado com no máximo, 24 horas após o corte da madeira, pois é nas primeiras 72 horas que ocorre uma maior evaporação, fazendo com que este período seja o de maior importância para o tratamento.

Apesar de ser um método não industrial considerado simples, o método de substituição de seiva agrega bons resultados em termos de durabilidade da vida útil da madeira em uso, desde que a penetração, a distribuição e a retenção dos sais aplicados estejam de acordo com os requisitos mínimos para a obtenção da proteção recomendada (MORESCHI, 2013).

Os imunizantes indicados para o método de substituição de seiva são os hidrossolúveis, que devem estar bem solubilizados para que, por difusão e capilaridade, o tratamento seja eficiente, atingindo todo o alburno (MAGALHÃES; PEREIRA, 2003).

A realização deste método também depende dos fatores climáticos, como a umidade relativa do ar, a temperatura e a velocidade dos ventos, pois com a variação destes fatores climáticos, pode ocorrer uma maior ou menor evaporação da seiva existente na madeira e, conseqüentemente, uma variação na absorção da solução imunizante pela madeira (MAGALHÃES; PEREIRA, 2003).

2.2 Produtos imunizantes da madeira

Define-se preservativo da madeira como toda substância química capaz de promover o envenenamento dos nutrientes celulares da madeira, tornando-a, conseqüentemente, resistente

ao ataque de fungos e insetos (MENDES; ALVES, 1988). Desta forma, as principais características que um preservante da madeira deve apresentar são as seguintes: ser tóxico aos organismos xilófagos; não ser tóxico ao homem, animais e meio ambiente; ter alto poder residual; não se decompor nem se alterar; não ser volátil ou lixiviável; não corroer o ferro ou outros metais; não alterar as características da madeira; não ser inflamável; ser incolor, inodoro e insípido, econômico e de fácil obtenção no mercado (COSTA, 2003).

Os produtos preservativos podem ser classificados de forma comum e simples, ou seja, através da natureza física do produto. Assim, eles são classificados como: Preservativos oleossolúveis, aqueles que são dissolvidos em algum tipo de solvente orgânico; e preservativos hidrossolúveis, aqueles solúveis em água (MORESCHI, 2005).

Entre os oleossolúveis, está o creosoto, que, devido a sua toxidez a organismos xilófagos e pela sua repelência à água, é considerado bastante eficiente. Sua utilização é indicada para situações de alta ocorrência de ataque de organismos xilófagos. Porém, como desvantagem, a madeira tratada com este preservativo apresenta-se oleosa e não aceita pintura (MENDES; ALVES, 1988). Apesar de ser considerado bastante eficaz, este preservativo muitas vezes, tem se apresentado insuficiente quanto ao controle de determinados organismos decompositores da madeira, tornando-se necessário o acréscimo de outros compostos químicos, objetivando melhorar sua eficiência (MENDES; ALVES, 1988).

O pentaclorofenol caracteriza-se por ser um produto químico altamente eficiente para a proteção da madeira à maioria dos agentes xilófagos. É obtido pela cloração direta do fenol, é insolúvel em água e tem caráter ácido. Pode ser utilizado sendo adicionado a outros preservativos, objetivando aumentar a eficiência dos mesmos, principalmente em situações desfavoráveis à madeira (MORESCHI, 2005; MENDES; ALVES, 1988).

Os hidrossolúveis são produtos que apresentam, na sua constituição química, normalmente, mais de um elemento tóxico, conferindo maior eficiência no combate a fungos e insetos xilófagos (COSTA, 2003). É formado por um produto químico à base de sais e água, como veículo de transporte ao interior da madeira, e possuem estabilidade quando fixados. As soluções aquosas desses sais, ao penetrarem na madeira, sofrem reações de fixação e são dificilmente lixiviadas (TAVARES; FERREIRA; BARROSO, 2005).

O arseniato de cobre cromatado, conhecido como CCA, é empregado em três tipos de formulações diferentes (A, B e C), todas contendo cerca de 19 % de óxido de cobre (CuO). A variação nas proporções entre os componentes do produto CCA identifica cada tipo em particular (MORESCHI, 2005).

O arsenato de cobre amoniacal (ACA) é um produto tóxico a um grande número de fungos xilófagos e empregado no tratamento de madeiras através da técnica de impregnação. O hidróxido de amônio existente na formulação abre a estrutura da parede celular e, conseqüentemente, ocorre melhor difusão dos ingredientes ativos a esta região da madeira. Após o tratamento, o amônio sofre evaporação com a secagem da madeira e posteriormente, ocorre a precipitação dos elementos cobre e arsênio, na forma de arseniato de cobre. Este tratamento é indicado para madeiras externas, em contato com o solo e internas. (MORESCHI, 2005).

O preservativo CCB é um produto alternativo ao CCA, tendo como diferença a utilização do elemento boro em substituição do arsênio. A diferença na composição do produto, com o uso do CCB, é que há uma sensível perda na resistência da lixiviação e na eficiência da proteção da madeira a insetos, especialmente para madeira a ser instalada por longos prazos (MORESCHI, 2005). O CCB é um dos produtos mais utilizados no mundo, indicado para madeiras externas, em contato com o solo e internas, apresentando eficiente efeito fungicida e inseticida (TAVARES; FERREIRA; BARROSO, 2005).

Os produtos à base de cobre, cromo e boro (CCB) são considerados menos nocivos à saúde do operador e ao ambiente, quando comparados com produtos que possuem arsênico em sua formulação (TIBURTINO et al., 2015), além de ser um composto de alta difusão para o interior da madeira. Esse preservativo é indicado para tratamento de madeira verde por processos industriais e recomendado para madeira fora do contato com o solo e protegidas de intempéries, tendo denominações comerciais de CCB Carbono[®], Osmose CCB[®], Jimo Sal CCB[®], Wolmanit CB[®], dentre outros (TAVARES; FERREIRA; BARROSO, 2005).

A conscientização e o maior cuidado com o meio ambiente, com a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, com os consumidores finais da madeira e com a reciclagem da madeira após seu uso tem gerado cada vez mais a necessidade de desenvolver novos produtos imunizantes da madeira, que continuem eficazes contra os organismos xilófagos, ambientalmente corretos e com uma viabilidade econômica capaz de concorrer com os produtos preservantes mais utilizados atualmente (BOSSARDI; BARREIROS, 2011).

A utilização e a pesquisa por produtos orgânicos que inibem a ação dos fungos e de agentes degradadores são recentes com relação às pesquisas realizadas para os oleossolúveis e os hidrossolúveis. As informações técnicas e econômicas são difíceis de serem obtidas, já que os testes em laboratórios, em campo e os custos de fabricação podem ter um valor muito elevado. Uma das alternativas mais recentes é o uso do *Crude Tall Oil* (CTO), um resíduo da produção da polpa Kraft. Pesquisas recentes mostraram que o *tall oil* pode ser utilizado em

várias formas, sendo na forma bruta ou destilada, ou em combinação com alguns biocidas (BRAND; ANZALDO; MORESCHI, 2006; BOSSARDI; BARREIROS, 2011).

2.3 Avaliação da tratabilidade em laboratório

A eficácia de um tratamento está diretamente ligada ao tipo de preservativo utilizado e ao método com que este é aplicado à madeira. Os parâmetros mais importantes para a avaliação do processo de imunização são a penetração, distribuição e a retenção (MENDES; ALVES, 1988).

A retenção é a quantidade de preservativo fixado na madeira após o tratamento. Quando o preservativo utilizado é oleossolúvel, a retenção é expressa em quilograma de solução por metro cúbico de madeira (kg/m^3), e, quando o preservativo é hidrossolúvel, a retenção é expressa pela quantidade de ingredientes ativos por metro cúbico de madeira (kg de i.a./ m^3) (MENDES; ALVES, 1988, VIDAL et al., 2015). A retenção do produto preservante varia de acordo com o uso final da madeira. Por esta razão, a análise da retenção é de extrema importância após o tratamento imunizante antes de ser comercializada ou posta em uso, reduzindo o risco da perda de um alto investimento, por consequência da pouca durabilidade da madeira.

A penetração é o valor de quanto se fixou do produto, medido linearmente (cm ou mm), desde a camada exterior para o centro dos discos, medida após reações colorimétricas, podendo variar desde nula, vascular, parcial periférica, parcial irregular e total. A distribuição, por sua vez, dá-se com a variação da penetração nas porções do tronco desde a base até o topo (MENDES; ALVES, 1988).

Conforme as normas técnicas da ABNT, é recomendado que a penetração deve ocorrer em todo o alburno, e as retenções de forma variada, de acordo com o uso final da madeira (VIDAL et al., 2015).

2.3.1 Fatores que influenciam na tratabilidade pelo método de substituição de seiva

Amaral et al. (2014) afirmaram que, para que a madeira tratada possa ser comercializada e utilizada, a penetração e a retenção dos produtos imunizantes devem ser satisfatórias. Para garantir que estes valores sejam relevantes, algumas características como o diâmetro e o teor de umidade são bastante importantes.

O diâmetro em madeiras corresponde à variação de idade, sendo esta a quantidade de cerne e alborno presente na posição longitudinal no tronco, o que pode implicar e afetar a qualidade do tratamento. Quanto mais jovem ou maior for a quantidade de alborno, melhor será a penetração da solução imunizante na madeira (AMARAL et al., 2014). Em algumas poucas espécies, a penetração da solução chega a atingir o cerne, que é a parte mais interna do fuste que tem maior massa específica, células menores e de paredes mais espessas, mais lignificada, que, por essas características, torna-se menos permeável. O alborno tem características diferentes, sendo a massa específica mais baixa, células jovens com parede celular mais fina e de maior permeabilidade quando comparado com o cerne (MORESCHI, 2014).

Para que o tratamento da madeira seja realizado de forma adequada, é necessário que o espaço livre no interior da madeira seja ocupado pela solução preservativa. De acordo com o método de tratamento e o tipo de preservativo utilizado, a umidade da madeira tem influência para que a penetração e retenção sejam satisfatórias. Nos processos industriais, recomenda-se que o teor de umidade esteja abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF), que é de 28% de teor de umidade em base seca. Nos tratamentos simples, o teor de umidade deve estar elevado, para que, com a evaporação da água livre da madeira, a solução preservativa penetre neste material, total ou parcialmente, de forma proporcional à relação do volume ocupado pela água livre (AMARAL et al., 2014; MORESCHI, 2014).

Na prática, para madeiras que secam ao ar, torna-se quase impossível deixá-las secas uniformemente ao teor de umidade no PSF, principalmente as que possuem maiores diâmetros, ocorrendo somente de forma lenta e com total controle sobre as variáveis para a secagem (MORESCHI, 2014).

Souza et al. (2014) concluíram que os mourões de *Eucalyptus benthamii* tratados pelo método de substituição de seiva obtiveram um resultado eficiente quanto à penetração e distribuição, pois o teor de umidade elevado e a grande quantidade de alborno foram os fatores determinantes para que estes resultados ficassem acima do recomendado para este método.

A umidade da madeira tende a ficar em equilíbrio com a umidade do ar e a temperatura local. Quando a madeira recém abatida é exposta, ela se torna susceptível à perda da água livre do seu interior, podendo, assim, obstruir seus capilares com bolhas de ar. Por tais questões, deve-se fazer o uso da madeira verde e recém abatida para o tratamento pelo método de substituição de seiva (AMARAL, 2012; MORESCHI, 2013).

Outro fator não menos importante é a remoção da casca, que deve ser retirada por completo, além do tecido cambial existente, para que a evaporação seja mais eficiente, contribuindo com o tratamento (MORESCHI, 2013).

2.3.2 Avaliações de tratabilidade com espécies exóticas

As temperaturas elevadas e baixas umidades relativas apresentadas em maior parte do ano no Nordeste favorecem a evaporação da umidade da madeira e promovem a absorção da solução imunizante (PAES et al., 2014). Neste sentido, alguns trabalhos já foram conduzidos no semiárido com o intuito de analisar a resistência de madeiras de árvores nativas a organismos xilófagos e também tratamentos preservativos com métodos não industriais para aumentar a resistência da madeira de espécies mais utilizadas, como a algaroba e leucena.

Paes et al. (2007a) testaram a resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes cornirger* Motsch) em laboratório, com madeiras apresentando as seguintes densidades médias das madeiras: 0,74 g/cm³ para a leucena, 0,73 g/cm³ para o louro, 1,00 g/cm³ para a jurema, 0,68 g/cm³ para o marmeleiro, 1,00 g/cm³ para o sabiá, 0,76 g/cm³ para o nim e de 0,62 g/cm³ para a teca. Concluíram que as madeiras de louro pardo (*Cordia trichotoma*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) foram as mais resistentes, enquanto as de leucena (*Leucaena leucocephala*), nim (*Azadirachta indica*) e marmeleiro preto (*Croton sonderianus*) foram as menos resistentes ao cupim subterrâneo em laboratório.

Paes et al. (2009) fizeram testes de resistência natural a fungos xilófagos com nove espécies de madeiras de ocorrência natural no semiárido. Com madeiras apresentando a densidade média das madeiras, os resultados foram de 0,88 g/cm³ para algaroba, 0,80 g/cm³ para o angico, 1,06 g/cm³ para a aroeira, 1,12 g/cm³ para a braúna, 0,96 g/cm³ para a cássia, 0,66 g/cm³ para a craibeira, 0,54 g/cm³ para o cumaru, 0,96 g/cm³ para o pau d'arco e de 0,79 g/cm³ para o pereiro. Observaram que, dentre as espécies testadas, o cumaru (*Amburana cearensis*) e a cassia (*Senna siamea*) foram as menos resistentes, e o pereiro (*Aspidosperma pyriformium*) a mais resistente na base, meio e topo, sendo o alburno a parte mais atacada nos solos testados.

Em uma pesquisa realizada por Paes et al. (2014), foram encontrados valores do volume total das peças de algaroba de 33,65 dm³ e de leucena, 32,10 dm³. Os valores totais de madeira tratável foram 25,77 dm³ e 31,43 dm³ para algaroba e leucena respectivamente. Os valores do teor de umidade médio para as espécies de algaroba foram de 55,02% e, para a

leucena, de 61%, sendo que obtiveram uma diferença de 5,98% superior para a leucena, indicando que, por este parâmetro e pelo método aplicado, a leucena pode ter um melhor resultado quanto ao tratamento. Para a penetração do cobre na madeira de algaroba e de leucena, apenas a posição basal ultrapassou 10 mm de profundidade, e, para a penetração do boro na madeira de leucena, apenas nas posições basais, ultrapassaram os 10 mm e, na madeira de algaroba, o resultado foi satisfatório em todas as posições. Com relação à retenção total, os valores obtidos foram superiores aos mínimos recomendados na posição basal na madeira de algaroba, tanto na situação não invertida quanto na situação invertida, com os valores 7,44 kg de i.a./m³ e 6,47 kg de i.a./m³, respectivamente. Para a madeira de leucena, os valores foram satisfatórios na situação invertida com o valor de 8,31 kg de i.a./m³ do CCB. Tais valores foram superiores ao recomendado, de 6,5 kg/m³.

Avaliando a eficiência do método de substituição de seiva em peças roliças de algaroba em três diferentes concentrações de solução preservativa (1, 2 e 3%) e em cinco períodos de tratamento (3, 6, 9, 12 e 15 dias), foi observada uma umidade média de 56,6%. Para a penetração do cobre, na concentração de 2%, foi satisfatório em todos os períodos; na posição base e na posição médio basal, tornou-se satisfatória a partir do 15º dia. Entretanto, a penetração do boro, em todas as concentrações, foi satisfatória, ocorrendo de forma homogênea. Quando as peças foram submetidas às concentrações de 1 e 3%, a retenção mínima recomendada não foi atingida para o uso em contato direto com o solo, mas, na concentração a 3%, pode ser utilizada em estruturas, por terem atingido um valor médio de 4,33 kg de i.a./m³. Já com a solução a 2%, a retenção foi satisfatória na posição basal, com o valor de 7,70 kg de i.a./m³ aos 12 e de 7,69 kg de i.a./m³ aos 15 dias (FARIAS SOBRINHO; PAES; FURTADO, 2005).

Paes et al. (2007b) realizaram uma pesquisa avaliando a eficiência do método de substituição de seiva por meio da penetração, distribuição e retenção do produto imunizante CCB a uma concentração de 2%, em cinco períodos de tratamento (3, 6, 9, 12 e 15 dias). Encontraram os valores do volume total das peças que variaram de 23,50 dm³ a 35,05 dm³. Os valores totais de madeira tratável variaram entre 22,65 dm³ a 31,95 dm³, os valores do teor de umidade médio para as peças variaram de 55,51% a 71,45%. A distribuição do cobre foi satisfatória nos tempos 9 e 12 dias, e a distribuição do boro foi homogênea nos tempos 9, 12 e 15 dias. A penetração do boro foi maior do que a do cobre, sendo os valores do boro satisfatórios em todos os períodos e entre as posições base a médio superior, enquanto o cobre somente na posição base. Para a retenção do CCB, foram analisadas as posições basal e mediana, que são as posições de afloramento que ficam em maior contato com o solo, em que

foram satisfatórias em todos os períodos, com valores médios de 16,56 kg de i.a./m³ na posição basal e de 10,12 kg de i.a./m³ na posição mediana.

2.6 O nim (*Azadirachta indica* A. Juss)

Azadirachta indica A. Juss pertence à família Meliaceae, é uma espécie de uso milenar, originária da Índia e conhecida no Brasil por nim. Atualmente é cultivada em países da América do Norte, América Central, África e Austrália, com fins medicinais e praguicidas. Caracteriza-se por ser uma espécie adaptada a climas tropicais e subtropicais, bastante tolerante a altas temperaturas e resistente a longos períodos de seca. Soma-se a isto também o fato de não ser exigente em solo (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003).

A árvore pode atingir uma altura de até 20 m, e tronco de até 80 cm de diâmetro, apresentando coloração marrom-avermelhada. Sua copa é atraente, com folhas verde-escuras que podem atingir cerca de 10 m de diâmetro, e suas flores com cheiro semelhante a mel. Os frutos caracterizam-se por serem lisos, elipsoides e amarelados. A semente é formada por um policarpo carnudo, com uma concha macia no seu interior (BITTENCOURT et al., 2009).

As maiores formas de uso do nim têm sido como matéria prima nas indústrias de remédios cosméticos e como inseticida (BRASIL, 2010). Os biocompostos da planta podem ser utilizados na agricultura, pecuária e medicina. Isso tem despertado bastante interesse por parte dos cientistas. A planta possui mais de 135 compostos isolados, e os mesmos são divididos em dois tipos principais, sendo um deles os isoprenóides. A azadiractina, que é o principal limonóide isolado do nim, possui várias atividades biológicas, sendo bastante eficientes no controle de pragas (BRASIL, 2010).

As plantas de nim adultas, além de fornecerem sombra, também possuem uma madeira resistente, sendo utilizada na fabricação de móveis, ferramentas, mourões e também de estacas (VILELA, 2008). Além de apresentar grande potencial energético na produção de carvão para fins siderúrgicos (SOUZA; ANJOS; MOURÃO, 2009) é uma espécie ideal para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (VILELA, 2008).

Existem vários povoamentos florestais que são destinados à produção de lenha e de madeira para fins estruturais. Várias espécies passaram a ser plantadas, a exemplo da teca, da seringueira e dos eucaliptos. Dentre as espécies utilizadas, o nim está presente em escala, sendo utilizado para fins madeireiros, além da extração de princípios ativos das suas folhas e frutos para produção de biocidas e inseticidas (SHIMIZU; KLEIN; OLIVEIRA, 2007).

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. S. **Penetração e retenção do preservante em *Eucalyptus* com diferentes diâmetros**. 2012. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/473/1/DISSERTACAO_Penetra%20e%20reten%20do%20preservante%20em%20Eucalyptus%20com%20diferentes%20di%20metros>. Acesso em: 04 de junho de 2015.
- AMARAL, L. S.; SILVA, J. R. M.; HEIN, P. R. G.; TRUGILHO, P. F. Influência do diâmetro e umidade no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.5, p. 919-925, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v38n5/v38n5a16.pdf>>. Acesso em: 31 de maio de 2015.
- APPEL, J. S. L.; TERESCOVAA V.; RODRIGUESA, V. C. B.; VARGAS, V. M. F. Aspectos toxicológicos do preservativo de madeira CCA (arseniato de cobre cromatado): revisão. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 19, n. 1, p. 33 - 47, 2007. Disponível em: <http://www.sbtox.org.br/Revista_SBTTox/V19%5B1%5D2006/V19%20n1_Pag%2033-47.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2015.
- BITTENCOURT, A. M.; SANTOS, A. J.; HOEFLICH, V. A.; BERGER, R. O cultivo do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.): uma visão econômica. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 629 - 642, 2009. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/download/15362/10320>>. Acesso em: 1 de junho de 2015.
- BOSSARDI, K.; BARREIROS, R. M. Produtos naturais como preservantes para madeiras de rápido crescimento – uma revisão. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 02, n. 02, p. 109-118, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/download/4030/3171>>. Acesso em: 13 de junho de 2015.
- BRAND, M. A.; ANZALDO, J.; MORESCHI, J. C. Novos produtos para o tratamento preservante da madeira: Perspectivas da pesquisa e utilização. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/viewFile/5600/4083>>. Acesso em: 13 de junho de 2015.
- BRASIL, R. B. **Estudo fitoquímico e atividade fungicida do extrato metanólico das folhas de *Azadirachta indica* (A. Jusseu)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Departamento de Química-PPGQ, 2010. Disponível em: <<http://obraslivres.com/arquivos/159826-estudo-fitoquimico-e-atividade-fungicida-do-extrato-metanolico-das-folhas-de-azadirachta-indica-ajusseu.pdf>>. Acesso em: 31 de maio de 2015.
- CARPANEZZI, A. A.; NEVES, E. J. M. **Balço dos aspectos técnicos do cultivo do nim no Brasil**. Embrapa Florestas. Documentos 208. 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47045/1/Doc208.pdf>>. Acesso em: 28 de maio de 2015.

COSTA, A. F. **Como preservar a madeira no meio rural**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 31 p. (Comunicações Técnicas Florestais, v.5, n.2).

FARIAS SOBRINHO, D. W.; PAES, J. B.; FURTADO, D. A. Tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 225 - 236, 2005. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/11-02-20095739v11_n3_artigo%2003.pdf>. Acesso em: 29 de abril de 2015.

FREITAS, V. P. **Variações na retenção de CCA-A em estacas de Pinus após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento**. 2002. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-20082002-141407/>>. Acesso em: 25 de maio de 2015.

GALVÃO, A. P. M.; MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, P. P. **Processos práticos para preservar a madeira**. Colombo: Embrapa Florestas, CNPF, 2004. (Embrapa Florestas. Documentos, 96). 49 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/310319/1/doc96.pdf>>. Acesso em: 19 de maio de 2015.

MAGALHÃES, W. L. E.; PEREIRA, J. C. D. **Método de substituição de seiva para preservação de mourões**. Comunicado Técnico EMBRAPA, n. 97. 2003. 5p. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/35558/1/com_tec97.pdf>. Acesso em 18 de maio de 2015.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. IBDF/DPq-LPF, Brasília, 1988. 56 p.

MODES, K. S.; BELTRAME, R.; VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; SOUZA, J. T. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de mourões de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 579-589, 2011. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/download/3816/2253>> Acesso em 24 de maio de 2015.

MORESCHI, J. C. Biodegradação e Preservação da Madeira. **Fatores que afetam a qualidade do tratamento preservativo da madeira maciça**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, v. 4, 2014. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/FATORES%20QUE%20AFETAM%20A%20QUALIDADE%20DO%20TRATAMENTO.pdf>>. Acesso em: 31 de maio de 2015.

MORESCHI, J. C. Biodegradação e Preservação da Madeira. **Métodos de Tratamento da Madeira**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, v. 3, 4ª ed. 2013. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/METODOS%20DE%20TRATAMENTO.pdf>>. Acesso em: 17 de outubro de 2014.

MORESCHI, J.C. **Produtos Preservantes de Madeira**. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, 2005. Disponível em: <<http://engmadeira.yolasite.com/resources/Preservantesdemadeira.pdf>>. Acesso em: 6 de junho de 2014.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e Utilização do Nim Indiano. **Circular Técnica**, ISSN 1516-8476; 62. Embrapa Arroz Feijão. Santo Antônio de Goiás, Go, dezembro, 2003. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF/21626/1/circ_62.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2015.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E. Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.1, p.57-62, 2007a. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=42&path%5B%5D=70>>. Acesso em: 6 de junho de 2014.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R.; SANTOS, G. J. C. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simulares de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, vol.33, n.3, p. 511-520. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n3/13.pdf>>. Acesso em: 6 de junho de 2014.

PAES, J. B.; MORESCHI, J. C.; LELLES, J. G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) pelo método de substituição de seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 75-86, 2005. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/download/1825/1089>>. Acesso em: 6 de junho de 2014.

PAES, J. B.; SANTOS, G. C.; MELO, R. R.; LIMA, C. R.; SOBRINHO, W. N. Efeito da inversão no tratamento de moirões submetidos ao método de substituição da seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 211-221, 2014. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/download/13338/8398>>. Acesso em: 6 de junho de 2014.

PAES, J.B.; GUEDES, R.S.; LIMA, C.R.; CUNHA, M. C. L. Tratamento preservativo de peças roliças de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) pelo método de substituição da seiva. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 47, p. 231-246, 2007b. Disponível em: <http://www.ufra.edu.br/editora/revista_47/REVISTA%2047_artigo%2017.pdf>. Acesso em: 6 de junho de 2014.

SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRA, J. R. V. **Diagnóstico das Plantações Florestais em Mato Grosso: 2007**, Cuiabá, Central de Texto, 2007. Disponível em: <<http://www.arefloresta.org.br/uploads/downloads/0001522012113335.pdf>>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

SILVA, J. C. Métodos práticos de tratamento da madeira na propriedade rural. Viçosa: UFV, PEC, Núcleo de difusão e tecnologia, 2006. 40p. (**Boletim de extensão nº 49**) ISSN 1415-692x.

SOUZA, J. T. de; MENEZES, W. M. de; BALENA, F. L. C.; BELTRAME, R.; FILIPINI, F. R. Tratamento preservante da madeira de *Eucalyptus benthamii* pelo método de substituição de seiva. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)**, Pelotas, v. 05, n. 01, p. 14-24, 2014.

Disponível em:

<<http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/viewFile/4073/3216>>.

Acesso em: 1 de junho de 2015.

SOUZA, R. M.; ANJOS, N.; MOURÃO, S. A. *Apate terebrans* (Pallas) (Coleoptera: Bostrychidae) atacando árvores de nim no Brasil **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, 2009. Disponível em:

<https://s3.amazonaws.com/objects.readcube.com/articles/downloaded/scielo/7947840df6e041e9f770a6bd5228a642d51aa79bb5f98ea295259352ba7db7c7.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIJZYFKH6APDFT3HA&Expires=1433289600&Signature=6hv3AQH8WP3f52VN8D8f4z8%2BIZQ%3D&response-content-disposition=attachment%3B%20filename%3D%22Souza_et_al-2009-Neotropical_Entomology.pdf%22>. Acesso em: 1 de junho de 2015.

TAVARES, R.; FERREIRA, D. A.; BARROSO, D. G. **Tratamento preservativo de madeira**. I SEPRODUR. Semana do Produtor rural, CCTA, UENF. Campos de Goytacazes, 2005.

TIBURTINO, R. F.; PAES, J. B.; BERALDO, A. L.; ARANTES, M. D. C.; BROCCO, V. F. Tratamento Preservativo de Duas Espécies de Bambu por Imersão Prolongada e Boucherie Modificado. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.22 n.1. 2015. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n1/2179-8087-floram-22-1-124.pdf>> Acesso em: 27 de maio de 2015.

VIDAL, J. M.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; JANKOWSKY, I. P. Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/download/17484/pdf>>. Acesso em 31 de maio de 2015.

VILELA, J.A.R. **Efeito da utilização de Óleo de nim (*Azadirachta indica*) por via Dérmica e da Moxidectina por via Subcutânea na Prevenção de Infestação por *Dermatobia hominis* (LINNAEUS JR., 1781) (DIPTERA; CUTEREBRIDAE) em Bovinos.**

Dissertação de Mestrado. Universidade Federal rural do Rio de Janeiro. Instituto de Veterinária. Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. 2008. 53f. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/teses/online/DST53.pdf>>. Acesso em 31 de maio de 2015.

CAPÍTULO 1

**TRATAMENTO PRESERVATIVO DE *Azadirachta indica* POR SUBSTITUIÇÃO
DA SEIVA**

Tratamento preservativo de *Azadirachta indica* por substituição da seiva

RESUMO

Neste estudo, avaliou-se a penetração, distribuição, retenção do CCB e o teste biológico, em peças de nim, submetidas ao método de substituição da seiva. Foram selecionados oito troncos, os quais foram submetidos a duas situações. Na situação Imersa, as peças ficaram imersas em água durante 15 dias. Na situação Imediata, as peças foram submetidas à solução preservante após o abate. A penetração e a distribuição foram determinadas por reações colorimétricas, sendo avaliados o boro e cobre e, para análise de retenção, o boro. No teste biológico, os corpos de prova foram avaliados duas vezes. Observou-se penetração média de 14,1 mm na situação imediato, 15,6 mm na situação imerso e, para a retenção do boro, 0,51 kg ia/m³ na situação imediato e de 0,61 kg ia/m³ na situação imerso. Portanto, os troncos mantidos submersos antes de serem submetidos à imunização apresentaram melhoria de sua tratabilidade, assim como de repelência a cupins.

Palavras-chave: tratamento de moirões; teor de umidade; xilófagos.

Preservative treatment of *Azadirachta indica* by replacement of sap

ABSTRACT

This study evaluated the penetration, distribution, retention of CCB and biological test, in neem pieces, submitted to the sap replacement method. Eight logs were selected, which were submitted to two situations. In the situation called "Immerse", the pieces were immersed in water for 15 days. In the situation called "Immediate", the pieces were submitted to the preservative solution after the slaughter. The penetration and distribution were determined by colorimetric reactions, the boron and copper elements being evaluated and boron retention

analysis. In the biological test the specimens were evaluated twice. With the mean values of retention with the mean values of 0.51 kg ia/m³ in the immediate situation and 0.61 kg ia/m³ in the immersed situation, it was possible to conclude that the trunks of the immersed situation showed improvement in the treatability.

Keywords: treatment of fence posts, moisture content, xylophages.

1 INTRODUÇÃO

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), espécie pertencente à família Meliaceae, é nativa das regiões áridas da Ásia e África e está bem distribuída em vários países que têm o clima tropical e subtropical. Bem adaptada a altas temperaturas, pode resistir a longos períodos secos, tem o crescimento rápido, dependendo das condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento (Schmutterer, 1990; Mordue & Blackwell, 1993).

Sua madeira possui uma coloração avermelhada, dura e resistente, de cerne muito rico em tanino e sais inorgânicos. Apresenta boa densidade, podendo ser utilizada em vários fins como, postes, dormentes e também na construção civil (Silva et al., 2015).

Devido ao clima da região Semiárida do Nordeste Brasileiro, poucos são os prejuízos causados por ataques de fungos à madeira. Já em relação aos ataques dos cupins, principalmente os do gênero *Nasutitermes*, que são capazes de invadir o meio urbano, atacando principalmente madeiras empregadas nas estruturas das construções, uma forma de minimizar os prejuízos é a utilização de madeira tratada ou o uso de espécies com resistência aos xilófagos (Paes et al., 2014a).

Testando a resistência natural de madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes cornirger* Motsch) em laboratório, Paes et al. (2007) incluíram o nim entre as espécies menos

resistentes, juntamente com a leucena (*Leucaena leucocephala*) e o marmeleiro preto (*Croton sonderianus*), indicando a necessidade de imunização das madeiras destas espécies.

Apesar de existirem algumas pesquisas na Caatinga com espécies exóticas com tratamento imunizante pelo método de substituição de seiva, poucos são as que utilizam técnicas para aumentar, ou pelo menos manter, o teor de umidade das peças roliças para melhorar sua tratabilidade, uma vez que as condições climáticas locais proporcionam uma rápida secagem da madeira. No entanto, Paes et al. (2014a) argumentam que as temperaturas elevadas e baixas umidades relativas do ar apresentadas em maior parte do ano no Nordeste Brasileiro favorecem a evaporação da umidade da madeira, promovendo uma melhor absorção da solução imunizante.

Nesse contexto, objetivou-se, com este estudo, analisar a imunização de troncos de *Azadirachta indica* A. Juss pelo método de substituição de seiva, em diferentes níveis de umidade, assim como avaliar a resistência ao ataque de cupins em campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção das árvores

As árvores foram provenientes de um povoamento equiâneo na Fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas - PB, pertencente à mesorregião do sertão e microrregião de Patos. A sede municipal localiza-se a uma altitude média de 210 metros e coordenadas geográficas 6° 50' 29" S 37° 19' 10" W (Mascarenhas et al., 2005). O povoamento possuía um espaçamento de 4 m x 4 m, tendo as árvores 16 anos no momento do abate. Foram selecionadas oito árvores, sendo distribuídas na área. A seleção das árvores foi realizada levando em consideração algumas características, que incluem a presença de troncos

retos, diâmetro à altura do peito (DAP) máximo de 15 cm (com casca), altura comercial de 2,5 m (primeira bifurcação), ausência de nós e bom estado fitossanitário.

2.2 Preparo dos troncos

As árvores foram cortadas com motosserra, e os troncos foram transportados para a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, *Campus* de Patos – PB, onde foram descascadas. Com o auxílio de uma escova com cerdas de aço, os troncos descascados foram raspados, a fim de retirar restos de casca.

Na totalidade, os troncos foram subdivididos em dois grupos de diâmetros semelhantes, a fim de serem submetidos ao processo de imunização sob duas situações. Na primeira, denominada “Imersa”, as peças foram mantidas imersas em água durante 15 dias antes de serem dispostas à solução preservante. Já na segunda situação, denominada “Imediata”, as peças foram submetidas à solução preservante imediatamente após o abate. Primeiramente foram obtidos os troncos que ficaram imersos, e, posteriormente, os troncos do segundo grupo, a fim de que todos os troncos ficassem submetidos ao processo de imunização simultaneamente.

Imediatamente antes de iniciar o processo de imunização, os troncos foram seccionados em comprimentos semelhantes, descartando-se as porções mais extremas e retirando-se três discos de cada extremidade do tronco. O comprimento final dos troncos, os quais foram submetidos ao processo de imunização, foi de 2,0 m.

2.3 Determinação da umidade, massa específica básica e volume de madeira tratável

Em um dos discos de cada extremidade dos troncos, foram traçadas duas linhas perpendiculares entre si, passando pela medula e, com o auxílio de um paquímetro digital com graduação em milímetros, foram feitas as medições do diâmetro, utilizando-se o valor médio de cada disco (superior e inferior) como sendo o diâmetro do tronco. Da mesma maneira, foi medido o diâmetro do cerne, quando presente, a fim de calcular o volume de alburno.

A partir do comprimento de cada tronco, foi calculado o volume total dos mesmos, assim como do cerne e alburno. Este mesmo par de discos (superior e inferior) foi separado em quatro porções (cunhas), sendo as cunhas opostas utilizadas para a determinação da massa específica básica e teor de umidade base seca (NBR 7190, 1997). A partir dos valores das duas cunhas de cada extremidade, foi obtido o valor médio da massa específica básica e teor de umidade de cada tronco.

Os demais discos retirados das extremidades das árvores foram utilizados para os testes em branco de penetração, distribuição e retenção dos elementos químicos.

2.4 Preparo da solução imunizante

Foram preparados 200 litros de solução preservativa numa concentração de 2% de ingredientes ativos. Para isso, considerou-se a NBR 16202 (2013) para a formulação do borato de cobre cromatado (CCB). A partir do conhecimento da porcentagem de ingredientes ativos da mistura dos produtos químicos (40%), da concentração requerida (2%) e do volume de solução (200 L), foi calculada a quantidade total da mistura, sendo esta subdividida em 40,2% de dicromato de sódio, 34,6% de sulfato de cobre e 25,2% de ácido bórico, além de 0,25 mL/L de ácido acético.

2.5 Processo de imunização

Após serem seccionados em comprimentos semelhantes, os troncos foram imediatamente submetidos ao processo de preservação denominado substituição da seiva. A quantidade de solução absorvida (e evaporada) era repostada diariamente, sendo o processo finalizado após 15 dias.

2.6 Secagem e amostragem dos moirões tratados

Ao final do processo de imunização, os troncos foram empilhados em local seco e ventilado, para que a secagem ocorresse de forma natural, assim como a fixação dos produtos na madeira. Foram retirados discos ao longo das peças, tomando como referência a base, o meio e o topo. Em cada uma dessas posições, foram retirados três discos de aproximadamente 2 cm de espessura. Um deles foi utilizado para a determinação da penetração e distribuição (elementos boro e cobre), outro para análise de retenção (elemento boro) e o terceiro para retirada dos corpos de prova para o teste biológico a cupins.

2.7 Análise da penetração e distribuição (boro e cobre)

Os discos foram lixados em ambas as faces e foram demarcados com duas linhas ao longo da seção transversal, perpendiculares entre si e passando pela medula. A penetração e a distribuição do preservativo foram determinadas por reações colorimétricas, seguindo as especificações da NBR 6232 (2013).

Com um paquímetro digital graduado em milímetros, foram realizadas quatro medições sobre as linhas demarcadas, considerando-se as médias das leituras.

A distribuição, por sua vez, baseou-se nas notas médias obtidas a partir de cinco avaliadores distintos, de acordo com os padrões comuns de distribuição (Figura 1) considerados por IBDF/LPF (1981).

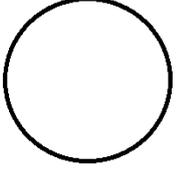
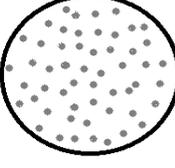
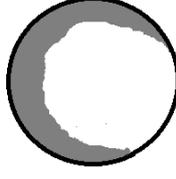
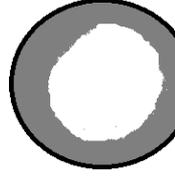
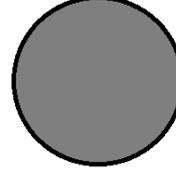
Esquema					
Padrão	Nula	Vascular	Parcial irregular	Parcial periférica	Total
Nota	0	1	2	3	4

Figura 1. Padrões de distribuição do teste de tratabilidade de madeira.

Figure 1. Distribution patterns of the wood treatability test.

2.8 Análises da retenção (boro)

A partir dos discos destinados à análise de retenção, foram retirados, com auxílio de ferramenta de corte, corpos de prova com dimensões nominais de 1 cm x 1 cm x 2 cm da porção tratável do alburno em lados opostos da medula, totalizando quatro corpos de prova por disco, sendo um deles selecionado ao acaso em cada disco (Figura 2 A).

Após secos em estufa, os corpos de prova foram pesados em balança analítica e foi determinado seu volume a partir das medidas feitas da altura, comprimento e largura, utilizando um paquímetro digital.

Os corpos de prova foram individualmente dispostos em cadinhos de porcelana e inseridos em forno mufla, sendo submetidos ao aumento gradativo da temperatura até 550 °C. Esta temperatura foi mantida durante 5 horas, procedendo-se então ao seu desligamento. Às cinzas geradas pela incineração foram adicionados 3 mL da mistura dos ácidos sulfúrico,

perclórico e nítrico, todos concentrados, nas proporções de 7:2:1 respectivamente. Essa mistura foi fervida em chapa de aquecimento durante 10 minutos. Posteriormente, a mesma foi disposta em um balão volumétrico de 100 mL, completado seu volume com água destilada, sendo finalmente armazenadas em frascos plásticos (Miyazawa et al.,1999; Modes et al., 2011; Farias Sobrinho et al., 2005; Torres et al., 2011).

2.9 Quantificação do elemento boro na solução

Após o processo de digestão da amostra, foi realizada a quantificação do elemento boro presente na solução, através de espectrofotometria visível. Para a quantificação, foi utilizado o método da azometina (Miyazawa et al., 1999), utilizando-se um espectrofotômetro VIS, modelo V-M5, sendo o valor expresso em ppm ou mg/L.

2.10 Cálculo da retenção

A retenção do elemento boro na madeira foi determinada pela Equação 1 (Farias Sobrinho et al., 2005; Modes et al., 2011; Torres et al., 2011).

$$R = (\text{ppm} * \text{Fe}) / V_{cp} \quad (1)$$

Sendo:

R = retenção do elemento químico, em kg por m³ de madeira;

ppm = leitura da concentração considerando o fator de diluição, em mg/L;

V_{cp} = volume anidro do corpo de prova, em cm³;

Fe = fator estequiométrico (1,0000 para boro).

2.11 Teste biológico para avaliação da resistência a cupim xilófago

A partir dos discos destinados para o ensaio em campo, foram retirados corpos de prova de duas posições opostas das extremidades com dimensões nominais de 1 cm da porção tratável do albarno, com auxílio de ferramenta de corte, totalizando dois corpos de prova por disco, sendo um deles selecionado ao acaso em cada disco (Figura 2 B).

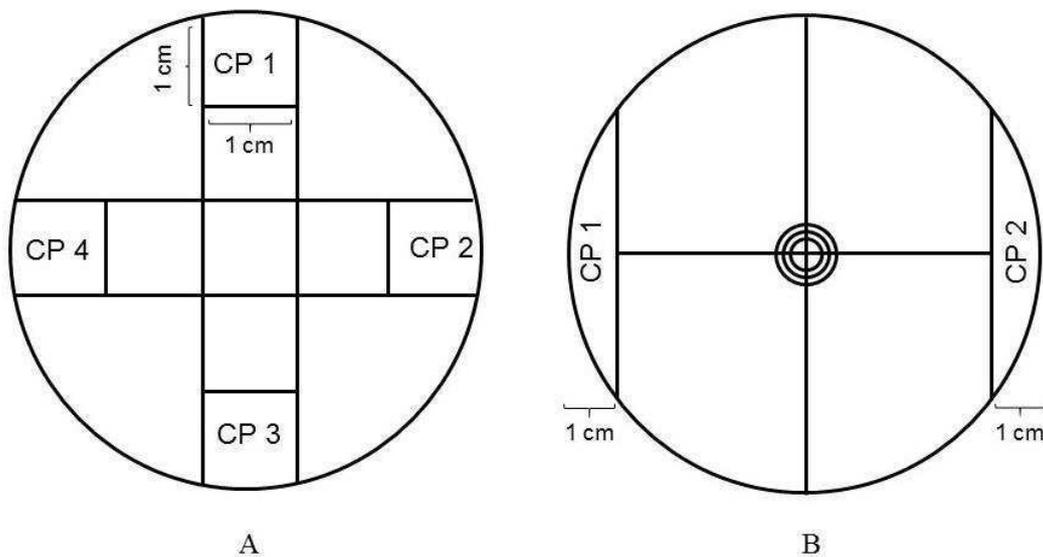


Figura 2. Retirada de corpos-de-prova (CP) a partir dos discos para seleção ao acaso, destinados aos ensaios de retenção (A) e biológico a cupins xilófagos (B).

Figure 2. Removal of bodies of the test piece (CP) from the disks to random selection for the retention tests (A) and the biological xylophagous termites (B).

Os corpos de prova foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 102 ± 3 °C até atingirem a massa constante, sendo então pesados utilizando-se uma balança analítica de precisão.

Quatro cupinzeiros foram pré-selecionados e, em cada cupinzeiro, foram inseridos corpos de prova, sendo cada três (imerso, imediato e testemunha) em direção a um ponto cardinal, completando 12 corpos de prova por cupinzeiro.

Os corpos de prova foram avaliados duas vezes durante o período do teste de campo, sendo a primeira avaliação realizada após três meses e meio, e a segunda, aos sete meses. Em

cada uma das avaliações, os corpos de prova foram retirados dos cupinzeiros, limpos e secos em estufa, sendo então calculada sua porcentagem de massa residual (Equação 2).

$$MR\% = 100 - [(M_i - M_f) / M_i] \cdot 100 \quad (2)$$

Onde:

MR% = massa residual, em %;

M_i = massa inicial do corpo de prova, em g;

M_f = massa final do corpo de prova, em g.

2.12 Análise dos dados

Os dados relativos ao diâmetro, volume do tronco, volume de madeira tratável, massa específica básica e teor de umidade foram submetidos à análise de variância (teste de F).

Para a análise da penetração, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, considerando-se dois fatores: fator situação, com dois níveis (imediate e imerso) e fator elemento, com dois níveis (boro e cobre). O efeito dos tratamentos foi avaliado pelo teste de F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey.

Para a análise da distribuição, pelo fato de as notas tratarem-se de uma variável qualitativa ordinal, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. A retenção do elemento boro, por sua vez, foi submetida à análise de variância (teste de F).

Para a análise da massa residual dos corpos-de-prova submetidos a cupins, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, considerando-se dois fatores: fator situação, com três níveis (imediate, imerso e testemunha), e fator tempo, com dois níveis (períodos de 3,5 e 7,0 meses). A análise de variância (teste de F) e as comparações

de médias (teste de Tukey) foram realizadas com os dados transformados a fim de contemplar as pressuposições de normalidade e homocedasticidade.

Em todos os casos, foram considerados 5% de probabilidade de erro. Os corpos de prova não submetidos aos tratamentos preservativos (teste em branco) foram utilizados apenas para fins de aferição dos dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos troncos submetidos à imunização

Os valores médios do diâmetro à altura do peito com casca, volume total sem casca, volume de alburno, massa específica básica e teor de umidade são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Comparações de médias das características relacionadas aos troncos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.

TABLE 1. Comparisons of means of the characteristics related to the trunks of neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Coefficients of variation are presented in parentheses.

Situação	N	DAPcc (cm)	VTsc (dm ³)	Va (dm ³)	MEb (g/cm ³)	TU (%)
Imediata	4	10,83 a* (10,47%)	14,62 a (17,66%)	11,43 a (18,85%)	0,61 a (4,11%)	49,94 b (8,38%)
Imersa	4	10,98 a (3,57%)	14,54 a (5,88%)	10,11 a (30,75%)	0,60 a (4,57%)	72,29 a (12,56%)
Geral		10,91	14,58	10,77	0,60	61,11

N= Número de troncos avaliados; DAPcc = diâmetro à altura do peito com casca; VTsc= volume total sem casca; Va= volume de alburno; MEb= massa específica básica; TU= teor de umidade. *Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre as variáveis diâmetro, volumes e massa específica básica, demonstrando que estatisticamente houve homogeneidade entre os troncos.

Apenas o teor de umidade apresentou diferença significativa entre as situações analisadas, comprovando que houve eficiência na imersão dos troncos em água antes de serem tratados com o preservativo CCB.

Os valores da massa específica básica encontrados neste trabalho foram, em média, de 0,60 g/cm³. Em estudos realizados por Araújo et al. (2000), na cidade de Santo Antônio de Goiás/GO, em um povoamento de nim, a massa específica básica foi verificada, e encontraram o valor de 0,57 g/cm³, sendo este valor bem próximo ao observado neste estudo. Já em outro estudo realizado por Melo et al. (2006), com sete espécies de madeiras no semiárido, os autores citaram valor de massa específica básica de 0,75 g/cm³ para o nim. Tais diferenças observadas com relação a este estudo devem-se, provavelmente, pelo fato de as árvores terem sido derivadas de povoamentos distintos.

O teor de umidade encontrado na madeira do nim foi de 49,94%, para a situação imediata, e de 72,29%, na situação imersa. Comparando com Farias Sobrinho et al. (2005), que avaliaram madeira de algaroba, estes encontraram o teor de umidade médio de 56,61%, e afirmaram que este valor da umidade da madeira poderia dificultar a penetração e a difusão da solução preservativa nas peças. Paes et al. (2005), avaliando o tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) pelo método de substituição da seiva, no município de Rio Branco do Sul – PR, encontraram valores que variaram entre 116,19% a 130,70%, para o eucalipto, e entre 90,28% e 118,74%, para a bracatinga. As diferenças observadas entre os estudos, provavelmente, devem-se pela influência das condições climáticas de cada região e também pelas características de cada espécie em estudo.

Ótimos resultados de imunização foram observados por Souza et al. (2014), ao avaliarem a madeira de *Eucalyptus benthamii* pelo método de substituição de seiva, em que os troncos apresentaram teores de umidade entre 110,69% e 136,70%, com uma penetração

média de 23,48 mm. Já em trabalhos realizados por Paes et al. (2014b) avaliando peças de madeira de algaroba e leucena em que o teor de umidade variou entre 53,69% e 56,34% e entre 58,87% e 63,13%, respectivamente, o resultado foi considerado regular para a algaroba e insuficiente para a leucena.

3.2 Penetração dos elementos cobre e boro

Para a variável penetração, a interação entre os fatores (Situação x Elemento) apresentou-se não significativa ($F = 2,62$ e $p = 0,1124$). Com relação aos efeitos principais, o fator situação também se apresentou não significativo ($F = 2,55$ e $p = 0,1175$), porém o fator Elemento apresentou-se significativo ($F = 106,69$ e $p < 0,0001$), com um maior valor para o elemento boro (Tabela 2).

TABELA 2. Comparação de médias para os níveis dos fatores Situação e Elemento em troncos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.

TABLE 2. Comparison of means for the levels of the Situation and Element factors in neem trunks (*Azadirachta indica* A. Juss). Coefficients of variation are presented in parentheses.

Fator Situação			Fator Elemento		
Níveis do fator	Penetração (mm)		Níveis do fator	Penetração (mm)	
Imediato	14,14 (36,44%)	a*	Cobre	9,24 (26,94%)	b
Imerso	15,56 (23,83%)	a	Boro	18,88 (13,33%)	a

*Valores seguidos pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente, ao nível de significância de 5%, pelo teste F.

A penetração do preservante ocorreu de maneira similar entre as situações avaliadas, apesar de uma melhor tendência na situação Imersa. A influência do maior teor de umidade nos troncos previamente imersos provavelmente foi o fator diferencial para este comportamento.

Paes et al. (2014c) citaram uma penetração de 10,90 mm do cobre e 26,75 mm do boro em madeira de leucena tratada com uma solução de CCB com 2% de ingredientes ativos,

durante 12 dias. Para mourões de *Eucalyptus* tratados a uma concentração de 3% de ingredientes ativos do CCB, durante 4 dias de tratamento, Paes et al. (2014a) citaram, para o boro, uma penetração de 12,41 mm e, para o cobre, de 11,68 mm. Da mesma maneira que ocorreu neste estudo, visto que, entre os elementos analisados, houve uma maior penetração do boro, que se deve à maior mobilidade deste elemento.

De acordo com a NBR 9480 (2009), deve haver a penetração total do alburno pelo produto preservativo em tratamentos industriais. No entanto, é pouco possível obter essa eficiência por métodos não industriais, como é o caso do método de substituição de seiva (Modes et al., 2011).

Ramos et al. (2006) e Farias Sobrinho et al. (2005), referindo-se ao método de substituição de seiva, consideram o tratamento satisfatório quando a penetração dos elementos é superior a 10 mm. Com isso, pode-se observar que a penetração do elemento boro nas duas situações (imerso e imediato) podem ser consideradas satisfatórias.

3.3 Distribuição e retenção dos elementos cobre e,ou boro

Para a variável distribuição, considerando o elemento cobre, o teste de Kruskal-Wallis indicou diferença estatística significativa entre as Situações ($H= 6,95865$ e $p= 0,00833968$), da mesma forma que para o elemento boro ($H= 9,41617$ e $p= 0,00214997$). Da mesma maneira, para a situação imediata, o teste indicou diferença estatística significativa entre os elementos ($H = 15,94$ e $p < 0,0001$), da mesma forma que para a situação imersa ($H = 4,01786$ e $p= 0,0450174$). Para a variável retenção, por sua vez, o teste F não indicou haver diferença estatística significativa devido às situações ($F=1,95$ e $p= 0,1772$), apesar da melhor tendência observada na situação imersa (Tabela 3)

TABELA 3. Comparação de médias para as variáveis distribuição e retenção dos elementos cobre e,ou boro em troncos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss. Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.

TABLE 3. Comparison of average for the variable distribution and retention of the elements copper and boron or neem tree trunks (*Azadirachta indica* A. Juss. Coefficients of variation are presented in parentheses.

Situação	Distribuição (nota)				Retenção (kg/m ³)	
	Cobre		Boro		Boro	
Imediato	2,72 (12,34%)	bB*	3,05 (2,97%)	bA	0,51 (27,57%)	a
Imerso	2,93 (7,87%)	aB	3,38 (9,91%)	aA	0,61 (33,98%)	a

Para as variáveis Distribuição e Retenção, médias comparadas através dos testes de Kruskal-Wallis e F, respectivamente. *Para uma mesma variável, valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (minúscula entre colunas e maiúsculas entre linhas), ao nível de significância de 5%.

Para a variável distribuição, houve diferença estatística significativa, tanto entre os elementos (cobre e boro), quanto entre as situações (imerso e imediato), com destaque ao elemento boro e à situação imersa. O maior teor de umidade apresentado nos troncos fez com que a situação imerso se destacasse em relação à situação imediata, enquanto que a maior mobilidade do boro fez este se destacar quando comparado ao cobre.

Considerando-se que as notas 3 e 4 correspondem aos padrões de distribuição parcial periférica e total, respectivamente, observa-se que bons resultados foram atribuídos à situação imersa. Para todos os casos, as notas atribuídas foram superiores a 2, que corresponde aos padrões de distribuição parcial irregular, o que representaria uma proteção deficiente da peça.

A retenção do elemento boro não apresentou diferença estatística significativa entre as situações, apesar de a situação imersa ter apresentado um valor superior. Considerando que a NBR 16202 (2013) cita que o imunizante CCB deve ser formulado com 63,5% de cromo, 26,0% de cobre e 10,0% de boro, enquanto que a NBR 9480 (2009) estabelece o valor mínimo de retenção total destes elementos para uso de madeiras em contato direto com o solo (6,5 kg de i.a./m³), tem-se que as retenções, por elemento, seriam de 4,13; 1,69 e 0,65 kg de i.a./m³ para o cromo, cobre e boro, respectivamente. Neste sentido, a retenção do boro,

mesmo na melhor situação, não se apresentou suficiente para o referido uso da madeira. Apesar de inferior, o valor obtido ficou próximo ao requerido, comprovando que a seleção dos troncos mais jovens possivelmente geraria melhores resultados.

3.4 Teste biológico a cupim xilófago

Comparando-se os valores médios de massa residual remanescente dos corpos-de-prova submetidos à imunização sob distintas situações e avaliados em distintos tempos após disponibilizados a cupins xilófagos, destaca-se o maior consumo do corpos-de-prova não submetidos a imunização (testemunha), além de o mesmo apresentar maior coeficiente de variação (Tabela 4). Quando analisada pelo teste F, a interação entre os fatores (Situação x Tempo) apresentou-se não significativa ($F = 0,07$ e $p = 0,9361$). Com relação aos efeitos principais, o fator Tempo também apresentou-se não significativo ($F = 3,84$ e $p = 0,0536$), porém o fator Situação apresentou-se altamente significativo ($F = 1238,89$ e $p < 0,0001$).

TABELA 4. Comparação de médias da massa residual remanescente de corpos de prova obtidos de troncos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.

Table 4. Comparison of average remaining residual mass of specimens obtained from neem tree trunks (*Azadirachta indica* A. Juss). Coefficients of variation are presented in parentheses.

Fator Situação			Fator Tempo		
Níveis do fator	Massa residual (%)		Níveis do fator	Massa residual (%)	
Imediato	94,25 (1,50%)	b*	3,5 meses	89,72 (6,49%)	a
Imerso	96,65 (1,31%)	a	7,0 meses	88,94 (6,47%)	a
Testemunha	65,46 (16,65%)	c			

Médias são apresentadas nos valores originais. *Valores seguidos pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5%, pelo teste Tukey.

Os valores de massa residual remanescente apresentaram diferença significativa com relação à situação, mostrando que a testemunha apresentou o maior consumo pelos xilófagos, enquanto à situação imersa destacou-se pelo menor consumo. Comparando-se as situações em que a madeira foi imunizada, os troncos previamente imersos destacaram-se positivamente por terem sido menos consumidos. Para o fator tempo, a massa residual não apresentou diferença significativa entre os períodos estudados, indicando que, aos 3,5 meses do teste, já podem ser obtidos resultados satisfatórios, sendo mínimo o consumo da madeira que ocorreu no período compreendido entre os 3,5 e 7,0 meses (menos de 1%). Houve uma preferência alimentar pelos corpos de prova não imunizados, os quais estavam dispostos em condições naturais e com outros tipos de alimentos disponíveis aos cupins.

Em estudo avaliando a resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo em 45 dias, Paes et al. (2007) citaram valores médios da perda de massa para o nim de 18,9% (massa residual remanescente de 81,1%), estando dentre as espécies menos resistentes. Já para a leucena (*Leucaena leucocephala*), Paes et al. (2014c) citaram uma perda de massa de 1,2% (98,8% remanescente) para a madeira tratada, enquanto, para a madeira sem tratamento, uma perda de 37,8% (62,2% remanescente).

4 CONCLUSÃO

Troncos de nim mantidos imersos em água antes de serem submetidos ao tratamento preservativo através do método de substituição de seiva apresentaram significativa melhoria de sua tratabilidade, assim como de repelência a cupins xilófagos, quando comparados a troncos que foram imediatamente submetidos ao mesmo tratamento logo após seu abate.

REFÊRENCIAS

- ARAÚJO LVC, RODRIGUEZ LEC, PAES JB. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. *Scientia Forestalis* 2000; 57: 153-159.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16202*: Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6232*: Penetração e retenção de preservativos em madeira tratada sob pressão. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7190*: Projeto de Estruturas de Madeira. São Paulo, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9480*: Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais: requisitos. São Paulo, 2009.
- FARIAS SOBRINHO DW, PAES J B, FURTADO DA. Tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição de seiva. *Cerne* 2005; 11(3): 225-236.
- IBDF – INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Madeiras da Amazônia: Características e Utilização - V.1, CNPq, Brasília – DF. 1981.
- MASCARENHAS JC, BELTRÃO BA, JUNIOR LCS, MORAIS F, MENDES VA, MIRANDA JLF. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de Fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São José de Espinharas, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- MELO RR, PAES JB, LIMA CR, FERREIRA AG. Estudo da variação radial da densidade básica de sete madeiras do semi-árido. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal* 2006; (7).
- MIYAZAWA M, PAVAN MA, MURAOKA T, CARMO CAFS, MELLO WJ. Análises químicas de tecido vegetal: manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.
- MODES KS, BELTRAME R, VIVIAN MA, SANTINI EJ, HASELEIN CR, SOUZA JT. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, 2011; 21(3): 579-589.

MORDUE AJ, BLACKWELL A. Azadirachtin: an update. *Journal of insect physiology*, 1993; 39(11): 903-924.

PAES JB, LOPES DJV, GONÇALVES FG, BRITO FMS, LOMBARDI LR. Efeito da concentração na ascensão de soluções preservativas preparadas com CCB em moirões de *Eucalyptus*. *Floresta e Ambiente* 2014a; 21(3): 384-393.

PAES JB, MELO RR, GUEDES RS, SOUZA PF. Eficiência da madeira de leucena (*Leucaena leucocephala*) tratada com CCB contra cupins xilófagos em ensaio de laboratório. *Floresta e Ambiente* 2014c; 21(3): 376-383.

PAES JB, MELO RR, LIMA CR, OLIVEIRA E. Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 2007; 2(1): 57-62.

PAES JB, MORESCHI JC, LELLES JG. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) pelo método de substituição da seiva. *Ciência Florestal* 2005; 15(1): 75-86.

PAES JB, SANTOS GC, MELO RR, LIMA CR, SOBRINHO WN. Efeito da inversão no tratamento de moirões submetidos ao método de substituição da seiva. *Ciência Florestal* 2014b; 24(1): 211-221.

RAMOS IEC, PAES JB, FARIAS SOBRINHO DW, SANTOS GJC. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) em ensaio de apodrecimento acelerado. *Revista Árvore* 2006; 30(5): 811-820.

SCHMUTTERER, Heinrich. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology* 1990; 35(1): 271-297.

SILVA RCB, SCARAMUZ WLMPS, SCARAMUZZA JFS. Sintomas de deficiências nutricionais e matéria seca em plantas de nim, cultivadas em solução nutritiva. *Cerne* 2015; 17(1): 17-22.

SOUZA JT, MENEZES WM, BALENA FLC, BELTRAME R, FILIPINI FR. Tratamento preservante da madeira de *Eucalyptus benthamii* pelo método de substituição de seiva. *Ciência da Madeira* 2014; 05(01): 14-24.

TORRES PMA, PAES JB, FILHO JAL, NASCIMENTO JWB. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. pelo método de substituição de seiva. *Cerne* 2011; 17(2): 275-282.