



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



JOSÉ LENILDO BARBOSA LEITE DA SILVA

**IMPREGNAÇÃO DA MADEIRA DE *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth A PARTIR DE
BIOEXTRATOS E SEU COMPORTAMENTO A AGENTES XILÓFAGOS**

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2020

JOSÉ LENILDO BARBOSA LEITE DA SILVA

**IMPREGNAÇÃO DA MADEIRA DE *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth A PARTIR DE
BIOEXTRATOS E SEU COMPORTAMENTO A AGENTES XILÓFAGOS**

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

2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

- S586i Silva, José Lenildo Barbosa Leite da
Impregnação da madeira de *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth a partir de bioextratos e seu comportamento a agentes xilófagos / José Lenildo Barbosa Leite da Silva. – Patos, 2020.
67f.; il. color.
- Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2020.
- “Orientação: Prof. Dr. Leandro Calegari.”
- Referências.
1. Tratamento de madeira.
 2. CCB.
 3. Angico-vermelho.
 4. Organismos xilófagos. I. Título.

CDU 634.75

JOSÉ LENILDO BARBOSA LEITE DA SILVA

IMPREGNAÇÃO DA MADEIRA DE *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth A PARTIR DE BIOEXTRATOS E SEU COMPORTAMENTO A AGENTES XILÓFAGOS

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.

APROVADA em: 05 de agosto de 2020



Prof.º. Dr.º. Leandro Calegari

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)

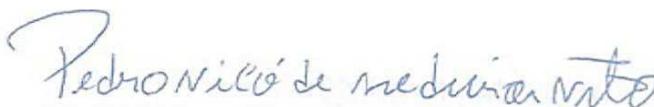
Orientador



Prof.º. Dr.º. Rafael Rodolfo de Melo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (DCAF/UFERSA)

1º Examinador



Prof.º. Dr.º. Pedro Nicó de Medeiros Neto

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)

2º Examinador



Prof.º. Dr.º. Flávio Cipriano de Assis do Carmo

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)

3º Examinador

DEDICO

Aos meus pais,
João Barbosa e Damiana Silva, por terem me
colocado neste mundo, por todos os
ensinamentos, sendo os principais alicerces da
minha vida, o que me fez ser o que sou.

À minha esposa,
Raimunda Figueiredo, pela compreensão,
paciência e carinho. Por estar sempre
presente, me incentivando e dando apoio em
minha jornada acadêmica e, sobretudo, por
todo seu amor.

À minha irmã,
Jacimara Barbosa.
Às minhas cunhadas.
À minha família por completo, por serem motivo
de orgulho e exemplo de vida para cada um.

Que DEUS permaneça no coração de vocês
sempre, proporcionando graças e bênçãos em
abundância. AMÉM!

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso Pai, todo poderoso e Criador, que me concedeu o dom da vida. Que em todo seu amor infinito sempre vem derramando bênçãos sobre mim e minha família, proporcionando coragem para que eu pudesse passar por todas as tribulações.

A todos da minha família, especialmente os meus pais, Damiana Silva e João Barbosa. À minha irmã, Jacimara, pelo amor, carinho e um “punhado de coisa boa”, as quais sempre contribuíram grandemente para a minha vida.

À minha esposa, Raimunda Figueiredo, que em todo esse tempo esteve do meu lado, pelo incentivo, amor, orando e torcendo para que esse dia chegasse. Estendo esse agradecimento às minhas cunhadas, Lindaricia, Maria José, Islândia, Ismaervilly e Ismabelly, pelos momentos vividos.

Ao professor Leandro Calegari, orientador e aconselhador da graduação e pós-graduação, pelo tempo, por toda paciência, disponibilidade, dedicação, pelas conversas, pela grande ajuda e pelos ensinamentos durante todo o trabalho, além da confiança e amizade depositados em minha pessoa.

A todos os membros da Comissão Examinadora, Prof. Dr. Rafael Rodolfo de Melo, Prof. Dr. Pedro Nicó de Medeiros Neto e Prof. Dr. Flávio Cipriano de Assis do Carmo, pela disponibilidade da participação, sem hesitarem, assim como as valiosas contribuições, agregando e enriquecendo conhecimento a este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Fundação CAPES), pela bolsa concedida, pois foi de suma importância para dedicação exclusiva ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF).

Wagner Alex (Técnico Laboratorial) e José Romero, da Marcenaria CSTR/UFCG, por toda ajuda na confecção do material para o trabalho e conselhos nos momentos de conversa.

A todos os professores do PPGCF, que com suas particularidades me influenciaram de variadas formas, em especial a Antonio Lucineudo, Elisabeth de Oliveira, Flávio Cipriano, Ivonete Bakke, Jacob Souto, Joedla Rodrigues, Leandro Calegari, Naelza Wanderley, Olaf Bakke e Patrícia Carneiro. Estendo também a Paulo César, secretário do respectivo Programa. E para todos os funcionários do CSTR/UFCG, Campus de Patos/PB.

Aos meus amigos das Turmas 2018.1 e 2018.2 do PPGCF, por todos os momentos de aperreios e alegrias, conversas e viagens.

Aos meus amigos de infância, Joci Lenilson, Marcelo Barbosa, Linduarte Pereira, William Alixandre, Francivaldo e Daniel Pirangi que sempre torceram por mim.

E, por fim, a todos aqueles que porventura tenha esquecido de citar seus nomes, que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho. Sou extremamente AGRADECIDO.

Deus é muito bondoso comigo, de forma que não tenho palavras para explicar o quanto grato sou. A ELE toda honra e toda glória!

Muito obrigado!

*“Consagre ao Senhor tudo o que você faz
e os seus planos serão bem-sucedidos.”*

Provérbios 16:3
Bíblia Sagrada (Edição Pastoral)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Indivíduos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), município de Patos, Paraíba, Brasil.....27
- Figura 2** – Povoamento natural de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*), situado no município de Emas, Paraíba, Brasil.28
- Figura 3** – Seleção e identificação dos corpos de provas de sumaúma utilizados nos testes de imunização.....41
- Figura 4** – Autoclave piloto utilizada para aplicação das soluções imunizantes no processo de impregnação dos corpos de prova.....43
- Figura 5** – Representação gráfica das fases de tratamento da madeira pelo processo Bethell.44
- Figura 6** – Ensaio em simulador de campo com tratamentos imunizantes.....46
- Figura 7** – Ensaio de cupins xilófagos em cupinzeiro em área preservada de caatinga.47
- Figura 8** – Intervalo de confiança da média das retenções totais (dados transformados para Retenção^{1,5}) em madeira de *Ceiba pentandra*, sob distintas soluções e condições.50
- Figura 9** – Intervalo de confiança da média da massa residual (dados transformados em logaritmo neperiano) em madeira de *Ceiba pentandra*, após serem submetidas a cupim, sob distintas soluções e condições.....52
- Figura 10** – Intervalo de confiança da média da massa residual (dados transformados para arco seno (raiz quadrada (Massa Residual/100))) em madeira de *Ceiba pentandra*, após teste de apodrecimento, sob distintas soluções e situações.54

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Comparações de médias em madeira de *Ceiba pentandra*, submetidas ao mesmo procedimento de imunização quando do uso de possíveis soluções imunizantes.49
- Tabela 2** – Comparações múltiplas entre médias da retenção total em corpos de prova de *Ceiba pentandra* após serem submetidos a imunização.50
- Tabela 3** – Comparações múltiplas entre médias da massa residual em corpos de prova de *Ceiba pentandra* após serem submetidos a cupim.....51
- Tabela 4** – Comparações múltiplas entre médias da massa residual em corpos de prova de *Ceiba pentandra* após teste de apodrecimento.53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Resistência natural da madeira	17
2.2 Agentes biológicos deterioradores da madeira	19
2.2.1 Fungos xilófagos	19
2.2.2 Insetos xilófagos.....	20
2.3 Principais preservantes químico-sintéticos	21
2.4 Borato de Cobre Cromatado (CCB)	22
2.5 Preservativos naturais da madeira	24
2.6 Caracterização do nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss)	26
2.7 Caracterização do angico-vermelho (<i>Anadenanthera colubrina</i>)	28
REFERÊNCIAS	30

CAPÍTULO: IMPREGNAÇÃO DA MADEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth A PARTIR DE BIOEXTRATOS E SEU COMPORTAMENTO A AGENTES XILÓFAGOS	35
---	----

1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 Obtenção e preparo das cascas do angico e folhas de nim	40
2.1.1 Coleta e beneficiamento das cascas de angico	40
2.1.2 Coleta e beneficiamento das folhas de nim	40
2.2 Obtenção e confecção dos corpos de prova	41
2.3 Determinação da massa anidra e volume de madeira tratável	41
2.4 Preparo das soluções preservantes	42
2.4.1 Preparo das soluções extraídas de angico-vermelho e nim-indiano	42
2.4.2 Preparo do borato de cobre cromatado.....	42
2.5 Aplicação dos produtos preservativos	42
2.6 Tratamentos avaliados	44
2.7 Aplicação da lixiviação e avaliação da retenção	44
2.8 Avaliações da imunização	45
2.8.1 Ensaio de apodrecimento acelerado	45

2.8.2 Ensaio a cupins xilófagos	46
2.8.3 Análise da deterioração	47
2.9 Análise dos dados.....	47
3 RESULTADOS.....	49
3.1 Retenções obtidas.....	49
3.2 Teste a cupins	51
3.3 Teste de apodrecimento	53
4 DISCUSSÕES	56
4.1 Retenções obtidas.....	56
4.2 Teste a cupins xilófagos	57
4.3 Teste de apodrecimento	59
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS.....	63

SILVA, José Lenildo Barbosa Leite da. **Impregnação da madeira de *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth a partir de bioextratos e seu comportamento a agentes xilófagos.** 2020. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCCG, Patos-PB, 2020. 67p.

RESUMO

A resistência natural da madeira e sua preservação são os principais fatores que interferem na deterioração da madeira por organismos xilófagos. O presente estudo objetivou avaliar a eficiência de soluções extraídas das espécies nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] no tratamento preservativo da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.), expostas a agentes biodeterioradores da madeira. Analisou-se as retenções e a lixiviação das soluções preparadas com a folha de nim e a casca de angico-vermelho na madeira tratada. Foram selecionadas, aleatoriamente, cinco árvores adultas de angico-vermelho e cinco árvores adultas de nim, apresentando boas características fitossanitárias, selecionados em povoamentos naturais no município de Catingueira, estado da Paraíba. Os indivíduos foram escolhidos de forma semelhante em distribuição na área, visando contemplar toda a variabilidade do local. A madeira de sumaúma foi obtida em uma marcenaria localizada no município de Patos – PB. Posteriormente, a madeira do alburno foi desdobrada e transformada em corpos de prova com 1,0 x 1,0 x 15 cm (radial x tangencial x longitudinal). Foi realizado o preparo de três soluções preservantes, sendo duas extraídas das espécies vegetais angico-vermelho e nim e outra sendo um preservativo químico (CCB). No estudo foi utilizado o método por vácuo-pressão para o processo de impregnação dos tratamentos nos corpos de prova da madeira de sumaúma. Os corpos de prova foram avaliados de duas maneiras: através de ensaio em apodrecimento em campo e ensaio a cupim. A solução imunizante borato de cobre cromatado (CCB), na situação não lixiviado, apresentou os maiores valores de retenção, apresentando diferença estatística das demais soluções imunizantes. O CCB apresentou os maiores valores de massa residual para madeira de sumaúma após serem submetidos aos cupins xilófagos e ao ensaio de campo, diferindo estatisticamente das demais possíveis soluções imunizantes. O extrato da folha de nim, quando não lixiviado, apresentou resultados satisfatórios de massa residual. Para o teste com cupins, os valores semelhantes estaticamente aos encontrados para o CCB. Já o extrato da casca de angico-vermelho não se apresentou promissor, tanto no teste com cupins quanto o teste de apodrecimento.

Palavras-chave: Tratamento de madeira; CCB; Angico-vermelho; Organismos xilófagos.

SILVA, José Lenildo Barbosa Leite da. **Impregnation of *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth wood from bioextracts and their behavior against xylophagous agents.** 2020. Master Dissertation in Forest Sciences. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2020. 67 Pgs

ABSTRACT

The natural resistance of the wood and its preservation are the main factors that interfere in the deterioration of the wood by xylophagous organisms. The present study aimed to evaluate the efficiency of solutions extracted from the species neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] in the preservative treatment of sumaúma wood (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) exposed to biodeteriorating agents of the wood. Retentions and leaching of solutions prepared with neem leaf and angico-vermelho peel were analyzed on the treated wood. Five adult angico-vermelho trees and five adult neem trees were randomly selected, presenting good phytosanitary characteristics, selected from natural stands in the municipality of Catingueira, state of Paraíba. The individuals were chosen in a similar way in distribution in the area in order to contemplate all the variability of the place. The sumaúma wood was obtained in a carpentry shop located in the municipality of Patos – PB. Subsequently, the alburno wood was unfolded and transformed into specimens of 1.0 x 1.0 x 15cm (radial x tangential x longitudinal). The preparation of three preservative solutions was carried out, two extracted from the vegetal species angico-vermelho and neem and the other being a chemical preservative (CCB). In the study, the vacuum-pressure method was used for the impregnation process of the treatments in the sumaúma wood specimens. The specimens were evaluated in two ways: through field rot test and termite test. The chromatized copper borate (CCB) immunizing solution, in the non-leachate situation, showed the highest retention values, showing a statistical difference from the other immunizing solutions. The CCB showed the highest residual mass values for sumaúma wood after being subjected to xylophagous termites and field testing, differing statistically from the other possible immunizing solutions. The neem leaf extract, when not leached, showed satisfactory results of residual mass. For the termite test, the values are statically similar to those found for the CCB. The extract of the bark of angico-vermelho was not promising, neither in the termite test nor in the rot test.

Keywords: Wood treatment; CCB; Angico-Vermelho; Xylophagous organisms

1 INTRODUÇÃO

A resistência natural da madeira e o uso de produtos imunizantes são os principais fatores que interferem na deterioração da madeira por organismos xilófagos. Naturalmente, algumas espécies são mais resistentes que outras, desenvolvendo mecanismos de autodefesa devido à presença de extrativos que possuem substâncias tóxicas.

Apesar de tal capacidade, ainda se faz necessário mecanismos de proteção para torná-las mais resistentes à biodeterioração. O uso de tratamentos químicos, a retirada de substâncias nutritivas (amido) presentes na madeira, o controle de umidade da madeira e o controle biológico são algumas das técnicas utilizadas para evitar o ataque de xilófagos.

Os produtos químicos usados na preservação de madeiras são substâncias de composição definida, devendo apresentar algumas propriedades. Atualmente há uma variedade desses produtos no mercado com a finalidade de imunizar a madeira.

Os boratos, o ácido bórico, o bórax e o octaborato dissódico tetrahidratado tiveram sua eficácia comprovada na proteção de madeiras. Estes possuem características tóxicas para organismos deterioradores e baixa toxicidade a mamíferos. Além disso, outra propriedade presente nesses produtos é a solubilidade em água bastante elevada, o que permite a introdução desses produtos utilizando metodologias como imersão e vácuo-pressão. Entretanto, essa alta solubilidade torna-os inadequados para utilização em ambiente externo, por serem facilmente lixiviado (CALEGARI et al., 2014). Quando a lixiviação é excessiva, o processo torna-se mais oneroso, pois há uma diminuição na efetividade do produto, principalmente a longas durações (TIBURTINO et al., 2015).

Além disso, esses preservantes são, em sua maioria, produtos químicos sintéticos com ações inseticidas e fungicidas. Apresentam na sua composição compostos como creosoto e aminas, além de metais pesados como cobre, arsênio, chumbo, cromo e cobalto. Vidal et al. (2015) argumentam que os mesmos podem ser nocivos ao meio ambiente, principalmente quando são facilmente lixiviados. Dessa forma, se faz necessário a busca de alternativas de menor impacto que possam ser usadas na preservação de madeiras.

Souza e Demenighi (2017) citam que esses preservantes têm preocupado o mundo e feito com que seja despertado o interesse por pesquisas que desenvolvam

produtos naturais para o tratamento da madeira. Os mesmos autores citam o óleo de mamona (*Ricinus communis*), óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), *Tall Oil* (subproduto gerado industrialmente da produção da celulose kraft), extratos a base de taninos e óleos essenciais de plantas aromáticas, como produtos naturais que podem ser testados para a preservação de madeiras.

Azadirachta indica A. Juss, conhecido popularmente como nim, pertence à família *Meliaceae*. Tem como região de origem o sudeste da Ásia e suas partes possuem os mais variados usos antissépticos e antimicrobianos. O óleo e seus componentes afugentam insetos e inibem o desenvolvimento de fungos sobre homens, animais e plantas (NOVAES et al., 2014; PAES et al., 2012).

Embora estudos revelem a elevada resistência natural em determinadas madeiras em razão da presença de taninos nas mesmas (PAES et al., 2016; SILVEIRA, 2018), outros mencionam que os mesmos não possuem toxicidade suficiente para fabricação de biocidas. Porém, apresentam ótimas propriedades quelantes, o que indica a capacidade em constituir complexos com metais, impedindo posterior lixiviação (CALEGARI et al., 2014; MELO et al., 2010).

No semiárido brasileiro, mais precisamente na região Nordeste, taninos vegetais são empregados nos curtumes de peles, sendo o angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] espécie de destaque como forma de obtenção de taninos. Essa espécie apresenta entre 14 e 20% de taninos na casca (LIMA et al., 2014; PAES et al., 2010a).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a eficiência das soluções extraídas das espécies nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] no tratamento preservativo da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.), expostas a distintos agentes biodeterioradores (fungos e insetos xilófagos), incluindo o efeito da lixiviação sofrida pelos corpos de prova tratados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resistência natural da madeira

A resistência natural da madeira à deterioração é a capacidade particular da espécie em suportar a atuação de agentes deterioradores, especialmente os biológicos, sendo essa resistência atribuída à presença de certas substâncias presentes no lenho, como taninos e outras substâncias fenólicas complexas, que são tóxicas a xilófagos (PAES et al., 2016).

Por ser um material que oferece características físico-mecânicas de ótimas qualidades, a madeira se tornou, desde o exórdio da humanidade, material muito almejado e de grande evidência no processo de desenvolvimento das civilizações. Contudo, por ser um material de origem orgânica está sujeita a sofrer com organismos que a utiliza como fonte de alimento, tornando, assim, uma desvantagem para esse material, devido a sua suscetibilidade à deterioração por organismos xilófagos, entre estes os cupins e fungos, maiores causadores de danos econômicos (PILOCELLI et al., 2015).

Conseqüentemente, é de grande valia o entendimento da resistência natural da madeira para sua utilização, permitindo, assim, a aplicação apropriada. E, como resultado, reduz possíveis custos dispensáveis com a substituição de indivíduos deteriorados.

Diversos são os fatores que podem influenciar na resistência natural da madeira, tais como a idade do indivíduo, umidade, posição na direção medular (cerne ou alburno), tipos de extrativos presentes, presença e quantidade lignina, além de fatores externos, como umidade, temperatura, incidência solar, pH do solo e matéria orgânica do solo (PILOCELLI et al., 2015).

Espécies com composições tóxicas aos organismos biodeterioradores apresentam maior durabilidade natural. Como resultado, possuirão preferência de uso quando comparadas a espécies consideradas não resistentes, evitando a inconveniência do uso de produtos químicos e até mesmo substituição de peças deterioradas (CARVALHO et al., 2015).

Segundo Paes et al. (2016), em algumas espécies podem ser encontradas diferenças entre as madeiras do cerne interno e externo quanto a durabilidade natural, sendo que em quase todas essas tais diferenças acontecem em madeira oriunda da

parte interna do cerne, desenvolvida em estado jovem da planta, sendo assim menos resistente que a do cerne externo, região adjacente ao alburno, formada pela planta em estágio mais velho. Contudo, segundo os mesmos autores, nem todas as espécies exibem tal mudança, sendo que algumas espécies mostram ser tão resistentes na região próxima a medula quanto na externa do cerne, enquanto a região do alburno é susceptível a deterioração.

Essas diferenças podem ocorrer pelo fato de o alburno ser o componente da madeira onde se há presença de material nutritivo contido, tornando-o, assim, mais suscetível ao ataque dos agentes, enquanto o cerne, por não conter esses materiais e, sobretudo, por conter extrativos, oferece maior resistência (MEDEIROS NETO, 2017).

Corassa et al. (2013) avaliaram a durabilidade natural da madeira de quatro espécies florestais em ensaios de deterioração em campo. Foram utilizadas madeira de *Tectona grandis* Linn. F., *Azadirachta indica* A. Juss., *Inga* sp., *Bagassa guianensis* Aub., coletadas no município de Sinop, região Norte do Estado do Mato Grosso. As perdas de massa das espécies foram maiores para *Bagassa guianensis* (43,30%) e *Inga* sp. (31,56%). Já os valores para as espécies *Tectona grandis* e *Azadirachta indica* foram de 25,43% e 19,05%, respectivamente. Dessa forma, para os autores, a madeira de nim, apesar da menor massa específica (0,56 g/cm³), apresentou maior durabilidade natural (menor percentual de perda de massa). Junto ao nim, a madeira de *Tectona grandis* também apresentou boa resistência natural.

Paes et al. (2016) avaliaram a resistência natural de nove madeiras de ocorrência no semiárido brasileiro a fungos xilófagos, em condições de laboratório. As madeiras estudadas foram das espécies *Prosopis juliflora* (Sw.) DC, *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby, *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore, *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm., *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl., *Aspidosperma pyriforme* Mart. Os resultados mostraram que as madeiras de *Prosopis juliflora*, *Tabebuia aurea*, *Amburana cearensis* e *Anadenanthera macrocarpa* foram, depois da *Aspidosperma pyriforme*, as mais deterioradas, não tendo sido observadas diferenças estatísticas entre elas. As madeiras de *Tabebuia impetiginosa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Senna siamea* foram as mais resistentes aos fungos, tendo o mesmo

grau de apodrecimento. As madeiras de *Amburana cearensis*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Senna siamea* foram semelhantes.

2.2 Agentes biológicos deterioradores da madeira

Em virtude da sua estrutura e constituição química, a madeira está sujeita a sofrer a deterioração biológica, causadas por agentes xilófagos envolvidos basicamente por fungos, insetos, moluscos, crustáceos e bactérias, sendo fungos e insetos os grupos mais significativos, causadores de grandes perdas nos vários tipos de produtos florestais (SOUZA; DEMENIGHI, 2017).

Nos países tropicais, como o Brasil, a durabilidade natural da madeira é um dos principais fatores que determina sua utilização, devido às características edafoclimáticas, como temperaturas e taxas de umidade que favorecem a presença de agentes xilófagos (MENDES; ALVES, 1988).

2.2.1 Fungos xilófagos

Os fungos são os agentes xilófagos que mais degradam biologicamente a madeira, atacando-as de forma mais severa, pois os mesmos mostram uma elevada taxa de desenvolvimento em um espaço curto de tempo, adaptando-se as mais distintas condições e nichos ecológicos onde ela é utilizada. Diferentemente de alguns outros tipos de agentes xilófagos, que muitas vezes necessitam de condições mais específicas para utilização (temperatura, umidade) (MORESCHI, 2013a).

A degradação da madeira, causada por fungos, acontece em distintas formas. Nos casos mais extraordinários, esses agentes são capazes de decompor totalmente a madeira, ou apenas manchá-la, em casos mais moderados de ataque. Contudo, em ambas as formas de ataque tais organismos são responsáveis por amplos prejuízos econômicos (SOUZA; DEMENIGHI, 2017).

Os fungos são divididos em dois grandes grupos: os fungos de podridão, os quais possuem aptidão de atacar a parede celular; e os emboloradores ou manchadores, que atacam a madeira em função do material de reserva existente nos lumens das células, nos vasos e nos canais resiníferos (BERTOLLINI et al., 2014; MORESCHI, 2013a).

Quando se encontra sob ataque de fungos, a madeira apresenta várias modificações, tais como mudanças na sua composição, diminuições na sua resistência mecânica e massa, alterações de cor, permeabilidade, poder calorífico e maior suscetibilidade ao ataque de insetos, afetando, assim, a sua utilização para diferentes fins (RODRIGUES, 2011).

2.2.2 Insetos xilófagos

Segundo Mendes e Alves (1988), os insetos xilófagos agem como deterioradores, desde a árvore viva até a madeira empregada em algum destino, sendo caracterizados como a segunda maior categoria de organismos causadores da degradação biológica da madeira. Dentre os que tem como alimento, tal material pode se citar as ordens *Hymenopteras* (vespas, abelhas e formigas), *Díptera* (moscas), *Hemiptera* (percevejos e escaravelhos), *Lepidoptera* (borboletas e mariposas), *Coleopteras* (besouros e brocas) e *Isoptera* (cupins). Dentre os insetos xilófagos que atacam a madeira usadas pelo homem, os cupins e as brocas-de-madeira são apontados como os de maior importância.

Os cupins são os maiores agentes destruidores da madeira, contudo, desempenham importante papel ecológico nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes nos ecossistemas onde habitam. Estima-se cerca de 3000 espécies de cupins descritas pelo mundo, destas, quase 10% encontram-se no Brasil. Contudo, apenas 19 espécies provocam consideráveis prejuízos ao homem decorrente da deterioração da madeira (RODRIGUES, 2011; COSME JUNIOR et al., 2015).

Brocas-de-madeira, dos quais os adultos são os besouros, taxonomicamente pertencentes da ordem *Coleoptera*, iniciam seu ataque a partir do depósito de ovos pelas fêmeas adultas. Tais ovos eclodem originando as larvas, sendo essas causadoras de estragos a madeira, por terem o amido como alimento. Em sua fase adulta, essas perfuram a madeira, deixando galerias e retornam a acasalar, iniciando novamente o ciclo de reprodução (MENDES; ALVES, 1988; SOUZA; DEMENIGHI, 2017).

2.3 Principais preservantes químico-sintéticos

A preservação da madeira pode ser definida como conjunto de medidas preventivas e curativas no controle de agentes biológicos, físicos e químicos que afetam a sua durabilidade.

Desde os primórdios das civilizações se teve registros sobre preservação de madeira e que nos períodos das grandes navegações (por volta do século XVI e XVII) já se tinha problemas com conservação dos navios, como podridão seca e ação de microrganismos marinhos, onde se fazia uso de mistura de alcatrão vegetal e ácido pirolenhoso. Em 1587 foi datado o primeiro documento sobre preservação da madeira no Brasil, escrito por um fazendeiro português, onde o mesmo descreve o ataque de cupins subterrâneos e brocas em construções (MENDES; ALVES, 1988).

Apesar dos riscos no seu manuseio e uso, a preservação químico-sintética ainda é a forma mais usual na prevenção ao ataque biológico (SOUZA; DEMENIGHI, 2017).

Castro e Guimarães (2018) e Moreschi (2013b) citam como principais preservantes tradicionais no Brasil:

- Alcatrão: produto de coloração escura, obtidos do processo de carbonização das matérias-primas: madeira, turfa, lignito, xisto betuminoso e hulha;
- Creosoto: destilado do alcatrão, é o mais antigo dos produtos preservativos conhecido pelo homem, utilizado no Egito antigo e na conservação de cadáveres, sendo obtido como um subproduto da destilação da madeira;
- Pentaclorofenol: produto organoclorado, obtido pela reação entre o fenol e o cloro (C_6Cl_5OH) até a completa substituição de todos os átomos de hidrogênio por átomos de cloro. Esse produto foi considerado de alta eficiência para a proteção da madeira à maioria dos agentes xilófagos, contudo, não é mais utilizado devido sua persistência no meio ambiente e comprovadamente causar câncer.
- Arseniato de Cobre Cromatado (CCA): sal hidrossolúvel muito eficiente, onde o arsênio é o agente inseticida, o cobre é fungicida e o cromo o elemento fixador. É o preservativo hidrossolúvel mais utilizado em todo o mundo, normalmente aplicado com autoclave.

- Borato de Cobre Cromatado (CCB): mistura de cobre, boro e cromo, surgiu como tentativa de substituir o arsênio das formulações CCA, devido aos perigos de manipulação e à rápida fixação do boro.

Souza e Demenighi (2017) citam o creosoto e o arseniato de cobre cromatado (CCA) como os principais preservantes químicos utilizados para o tratamento da madeira no Brasil, sendo que o uso do creosoto tem sido reduzido, devido o seu aspecto característico escuro e oleoso que deixa na madeira.

Os autores também citam que, em relação ao CCA, tal produto está em desuso em vários países que ainda o utilizam, devido os seus componentes. O cobre, cromo e arsênio podem causar sérios problemas à saúde dos seres humanos e ao meio ambiente e que dessa forma várias fabricantes de produtos químicos já oferecem outras alternativas, como por exemplo, o Borato de Cobre Cromatado (CCB) e o composto chamado Cobre Alcalino/Arseniato de Cobre Amoniacal (ACA).

2.4 Borato de Cobre Cromatado (CCB)

O CCB é um produto usado como preservante de madeira, surgindo na Alemanha como alternativa ao arseniato de cobre cromatado (CCA). Possui como alternativa a utilização do boro ou ácido bórico em substituição ao arsênio em suas formulações, em razão de preocupações com a sua toxicidade, riscos de sua manipulação e a rápida fixação do boro, o que torna difícil o manuseio em madeiras impermeáveis (CASTRO; GUIMARÃES, 2018).

O boro é considerado como elemento de boa eficiência de proteção da madeira contra fungos apodrecedores e insetos xilófagos, devido sua função inseticida, principalmente contra os cupins, prejudicando o sistema digestivo destes insetos. O produto também conta com uma boa relação entre custo e benefício no seu emprego (CASTRO; GUIMARÃES, 2018; TELEGINSKI et al., 2016).

A presença do elemento boro na composição do produto admite que o mesmo possa ser utilizado em tratamentos sem pressão, assim como em autoclave (LEPAGE, 1986). Além do CCB apresentar índices de toxicidade inferiores ao do CCA, ou seja, ser menos tóxico, Bertollini (2011) cita também que o ácido bórico presente na composição se move a maiores profundezas dentro da madeira após o tratamento. Contudo, essa particularidade do cobre no CCB é relativa. Tiburtino et al. (2015) argumentaram que essa lixiviação passa a ser um problema quando excessiva, por

estar exposta de maneira contínua a gradientes de umidades, provocando a diminuição na efetividade do tratamento preservativo, principalmente para madeira a ser instalada por longos prazos.

Há existência de outras maneiras de formular o CCB, com a presença do oxigênio como ânion presente nos três componentes, promovendo um efeito de menor lixiviação em água, até que as reações de fixação nos constituintes de madeira estejam realizadas (BERTOLLINI, 2011).

Paes et al. (2014) analisaram a eficiência do CCB na melhoria da resistência da madeira de leucena (*Leucaena leucocephala*) à espécie térmita *Nasutitermes corniger* em ensaio de preferência alimentar. Concluíram que a retenção do CCB, geralmente, esteve associada a penetração dos elementos cobre e boro na madeira tratada e que o preservativo conferiu melhoria na resistência da madeira de leucena frente ao ataque dessa espécie, um dos térmitas de maior ocorrência no Semiárido brasileiro.

Lopes et al. (2017), avaliando a resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) tratada com CCB ao cupim xilófago *Nasutitermes corniger*, em ensaios de preferência alimentar, concluíram que a impregnação desse produto contribui de forma considerável para a melhoria da resistência desta madeira.

A aplicação de preservantes químicos sintéticos, como inseticidas e fungicidas, continua sendo a metodologia mais usada para conter e impedir a degradação por fungos e insetos em madeiras. Contudo, tais metodologias também podem levar a persistência desses fungos e insetos aos biocidas, ou seja, aumentando assim a sua resistência junto a esses produtos (SOUZA; DEMENIGHI, 2017).

2.5 Preservativos naturais da madeira

Na sua grande maioria, os preservantes mais utilizados atualmente apresentam na sua composição metais como cobre, cromo, zinco, arsênio, boro e flúor e de compostos como creosoto e amins. Assim, tais produtos causam danos ao meio ambiente e à saúde das pessoas que manipulam esses produtos, o que tem gerado preocupação e despertado o interesse por pesquisas que desenvolvam produtos naturais, não tóxicos, para os seres humanos e para o meio ambiente no uso para o tratamento da madeira (BOSSARDI; BARREIROS, 2011; SOUZA; DEMENIGHI, 2017).

Pode-se dizer que a eficácia de um preservante de madeira está ligada ao efeito biocida desses produtos que matam os organismos xilófagos, contudo, poluem o meio ambiente. Pesquisadores buscam alternativas que possam dificultar os fatores que favorecem o desenvolvimento de deterioradores, como o uso de substâncias provenientes de produtos naturais que possuam ação tóxica a esses organismos. Entretanto, ainda que comprovada a eficiência desses produtos naturais, muitas vezes sua viabilidade econômica dificulta sua utilização (BOSSARDI; BARREIROS, 2011).

Pelo fato de algumas espécies florestais naturalmente apresentarem boa resistência contra agentes biodeterioradores, diversos estudos têm sido desenvolvidos tendo como alvo o desenvolvimento de produtos alternativos aos preservantes de madeira tradicionais, utilizando extrativos dessas plantas (CELOTO et al., 2008).

Em meio a extrativos, Bossardi e Barreiros (2011) citam os óleos essenciais de plantas aromáticas, os extratos de plantas venenosas e os óleos extraídos das sementes e grãos. Podemos ainda citar extrativos da madeira como taninos, corantes, resinas, ceras e ácidos graxos, separados ou combinados com solventes e outros aditivos, onde muitos possuem bom desempenho na preservação da madeira.

Souza e Demenighi (2017) citam alguns produtos naturais que podem ser utilizados para a preservação de madeiras de floresta plantada, como o óleo de mamona (*Ricinus communis*), óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), *Tall Oil* e seus subprodutos, oleoresina de capsaicina, cera de lima ácida, extrato a base de tanino, extrato de folhas de canela (*Cinnamomum osmophloeum*), óleos essenciais de plantas aromáticas (citronela e alecrim).

Exemplos de estudos como preservantes alternativos para madeira tem sido os óleos extraídos das sementes do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e de mamona (*Ricinus communis*). Produtos à base de nim são totalmente naturais, sendo não tóxicos para o homem, animais domésticos e o meio ambiente. Diversas partes da planta podem ser utilizadas como cascas, folhas, raízes, frutos e sementes, onde os mesmos possuem os mais variados usos, sejam eles antissépticos e/ou antimicrobianos (BOSSARDI; BARREIROS, 2011; PAES et al., 2012).

Estudos mostram a eficácia do óleo de nim contra fungos, parasitas, insetos, algumas bactérias e vírus. Já o óleo de mamona tem sido estudado para melhorar a persistência do óleo de nim na madeira, já que, de acordo com alguns estudos, depois de vinte dias em contato com o solo o óleo de nim se deteriora, prejudicando seu uso em madeiras que deveriam ficar expostas por muito tempo (PAES et al., 2010b).

Outro produto alternativo na preservação de madeira seriam os taninos, que, além da sua importância nos curtumes, possuem também utilização nas indústrias de petróleo, pois empregam tais substâncias como agentes dispersantes para a regulação da viscosidade das argilas utilizadas em processos de escavação de poços, na produção de floculantes e/ou coagulantes e colaboradores de floculação nos processos de limpeza de águas de abastecimento e residuárias, na produção de tintas e adesivos e efluentes industriais (PAES et al., 2010a; 2013, FERNANDES, 2015, TANAC, 2018) e, em virtude de suas propriedades antifúngicas, vêm sendo testados contra organismos xilófagos como alternativas aos imunizantes para madeira.

Taninos de origem vegetal são extrativos que advém, na sua grande maioria, em espécies folhosas, sendo encontradas em diversas espécies e em diferentes partes das plantas, a exemplo do cerne, frutos, folhas, flores, raízes e entre outras partes de algumas árvores (PAES et al., 2010a).

No Brasil, diversas espécies vegetais apresentam a aptidão de gerar substâncias tânicas, onde a acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) tem sido a espécie florestal de maior uso, sendo explorada e usada de maneira rentável em diferentes fins, como no tratamento de água, curtimento de pele, regulação da viscosidade de lama em processos de perfuração de poços, aglutinantes, dentre outras aplicações.

Em alguns estados do Nordeste do Brasil como Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte utiliza-se os taninos vegetais nos curtumes de maneira artesanal, onde se tem o angico-vermelho, espécie arbórea de ocorrência na região como

principal fonte. Em estudos com a referida espécie, observou-se valores entre 14 a 20% de taninos nas suas cascas (LIMA et al., 2014; PAES et al., 2010a).

2.6 Caracterização do nim (*Azadirachta indica* A. Juss)

A espécie *Azadirachta indica* A. Juss., conhecida popularmente como nim indiano, é uma árvore nativa da Índia, natural de Burma e das regiões áridas do país, pertencente à família *Meliaceae*. É a mesma de espécies como mogno, cinamomo e do cedro, espécies exóticas de ocorrência no Brasil que também foram introduzidas (BITTENCOURT, 2006; SOARES et al., 2009).

O nim é uma espécie com característica de clima tropical que apresenta ampla resistência à seca, rápido crescimento, copa densa, podendo alcançar em média de 15m a 20m de altura e, em alguns casos, chegar até 40m e até 2,5m de circunferência, podendo ser realizado seu cultivo em regiões de clima quente e solos bem drenados (NIM BRASIL, 2018).

A espécie foi introduzida oficialmente no Brasil em 1984 e atualmente pode ser encontrada em todas as regiões do país. Sua madeira é dura, relativamente pesada e utilizada nos mais diversos usos, tais como construção civil e naval, fabricação de móveis, confecção de ferramentas e mourões de cerca em razão de sua resistência a organismos xilófagos (SOARES et al., 2009).

Ultimamente, o nim indiano vem sendo muito utilizado na arborização de cidades, onde muitas vezes se nota a sua presença de forma excessiva, sem que haja o manejo correto da mesma, o que poderá gerar algum tipo de desequilíbrio ecológico devido à presença de substâncias repelentes. O seu uso na arborização faz com que o mesmo seja dispersado nos arredores das cidades, formando assim povoamentos naturais da espécie. Na figura 1 pode-se observar um povoamento natural da espécie em bairro do município de Patos, situado no estado da Paraíba.

Figura 1 – Indivíduos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), município de Patos, Paraíba, Brasil.



Fonte – O autor.

O nim é excelente para utilização em práticas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, áridas ou costeiras, por ser uma árvore com bastante robustez. Sendo também usados nos sistemas agroflorestais, como quebra-ventos, prática que visa proteger as culturas contra a atuação dos fortes ventos e do ressecamento, além de fornecer matéria orgânica via folhas que caem no solo, aumentando, assim, a deposição do local (SOARES et al., 2009).

Tal espécie também pode ser utilizada no manejo de pragas. Paes et al. (2010a) citam que seus frutos, sementes, óleo, folhas, cascas do caule e raízes possuem os mais diversos usos antissépticos e antimicrobianos e que o óleo e seus componentes afugentam insetos e inibem o desenvolvimento de fungos sobre homens, animais e plantas. Dessa forma, por apresentar essas características, é de suma importância estudos que tenham como alvo o desenvolvimento dessa espécie como produto alternativo na preservação de madeira.

Avaliando a eficácia dos óleos de nim e de mamona no aumento de resistência da madeira de sumaúma a fungos xilófagos em simuladores acelerados de campo, Paes et al. (2012) citaram que o óleo de nim puro acarretou em um decréscimo de 57,80% na perda de massa dos corpos de prova, quando comparado a testemunha e que o mesmo propiciou melhor proteção à madeira contra os fungos xilófagos existentes nos solos testados.

2.7 Caracterização do angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*)

Anadenanthera colubrina var. *cebil* (Griseb.) Altschul, angico-vermelho como é conhecida popularmente no Nordeste brasileiro (Figura 2), é uma espécie que pertence à família botânica Fabaceae. Tem necessidade da luz solar para se desenvolver, ou seja, é uma espécie heliófila, pioneira da vegetação do bioma caatinga, mas que possui indivíduos presentes em vários biomas, como mata atlântica e no cerrado, apresentando-se em grande parte no semiárido brasileiro e em florestas estacionais ao longo das bacias do Paraguai e Paraná (NEPOMUCENO et al., 2007, SCHIEVENIN, 2016).

Figura 2 – Povoamento natural de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*), situado no município de Emas, Paraíba, Brasil.



Fonte – O autor.

É uma espécie arbórea que perde suas folhas nos meses mais quentes do ano, ou seja, que apresenta caducifólia. Os seus indivíduos podem atingir até 15 metros

de altura no bioma Caatinga, chegando até 35 metros no interior de algumas florestas em outros ecossistemas (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

Na parte externa das suas cascas, que são grossas e com cores acinzentadas, escura ou até castanha avermelhada, geralmente é encontrada a presença de acúleos, que são prolongamentos pontiagudos e rígidos, sendo uma espécie de mecanismo de defesa. Já internamente essas cascas apresentam cores avermelhadas (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008). Esses mesmos autores destacam que, por suas características e estratégias, essa espécie é altamente habituada às características do nordeste brasileiro, dispendo de uma madeira de elevada durabilidade natural e de propriedades mecânicas ótimas, adequada para diferentes tipos de construções como rurais, civis e navais, na carpintaria e marcenaria, além de poder ser utilizada para produção de energia, gerando carvão de boa qualidade.

Há relatos do uso das cascas no tratamento de inflamações em geral e no tratamento de algumas doenças respiratórias, onde também são usadas suas folhas para o tratamento de anemia e algumas inflamações. Além disso, seus frutos são conhecidos por suas propriedades alucinógenas e, em concentrações mais altas, como veneno. Além disso, também pode-se ter a utilização de substâncias tânicas, principalmente em alguns estados do nordeste brasileiro, sendo usado como única fonte de insumo para os curtumes artesanais (ARAÚJO, 2015).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. R. C. ***Anadenanthera colubrina* var. *Cebil* (Griseb.) Altschul (Fabaceae: Mimosoideae): Potencial antimicrobiano e variações sazonais nos teores de metabólitos secundários.** 2015. 60 f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Recife, 2015.
- BERTOLLINI, M. S.; NASCIMENTO, M. F.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Painéis de partículas provenientes de rejeitos de *Pinus* sp. tratado com preservante CCA e resina derivada de biomassa. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.339-346, 2014. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v38n2/14.pdf>> Acesso em: 22 de maio de 2018.
- BITTENCOURT, A. M. **O cultivo do nim indiano (*Azadirachta Indica* A. Juss): uma visão econômica.** 2006.147 f Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BOSSARDI, K.; BARREIROS, R. M. Produtos naturais como preservantes para madeiras de rápido crescimento – uma revisão. **Ciência da Madeira** (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 02, n. 02, p. 109-118, 2011. Disponível em:<<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/viewFile/4030/3171>> Acesso em: 22 de maio de 2018.
- CALEGARI, L.; LOPES, P. J. G.; SANTANA, G. M.; STANGERLIN, D. M.; OLIVEIRA, E.; GATTO, D. A. Eficiência de extrato tânico combinado ou não com ácido bórico na proteção da madeira de *Ceiba pentandra* contra cupim xilófago. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 43 - 52, jan. / mar. 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/28798>> Acesso em: 18 de abril 2018.
- CARVALHO, D. E.; SANTINI, E. J.; GOUVEIA, F. N.; ROCHA, M. P. Resistência natural de quatro espécies florestais submetidas a ensaio com fungos apodrecedores. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 271-276, 2015. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n2/2179-8087-floram-22-2-271.pdf>> Acesso em: 05 de maio de 2018.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. v.1. 1040p.
- CASTRO, V. G.; GUIMARÃES, P. P. **Deterioração e preservação da madeira.** Mossoró: EdUFERSA, 2018. 213p. Disponível em: < <https://livraria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/165/2019/02/deterioracao-e-preservacao-da-madeira002.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2019.
- CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008. Disponível em:<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1104>> Acesso em: 20 de maio de 2018.

CORASSA, J. N.; CASTELO, P. A. R.; STANGERLIN, D. M.; MAGISTRALI, I. M. Durabilidade natural da madeira de quatro espécies florestais em ensaios de deterioração em campo. **Revista Ciência da Madeira** (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 04, n. 01, p. 108-117, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4050>> Acesso em: 05 de maio de 2018.

COSME JUNIOR, L.; SANT'ANA, L. P.; SANTOS, C. A. Uso de cupins (Isoptera: Insecta) como ferramenta no ensino de Ciências e Educação Ambiental. **Revista ELO**, v. 04, n. 02, 2015.

FERNANDES, M.; SKORONSKI, E.; TREVISAN, V.; ALVES, M. V.; ELY, C.; JOÃO, J. J. Aplicação de tanino como coagulante no reuso da água de Lavação de automóveis e a utilização do lodo na agricultura. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 51-61, jan./jun. 2015. Disponível em:<<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/download/285/72>> Acesso em: 20 de junho 2017.

LEPAGE, E.S.; **Preservativos e sistemas preservativos**. Manual de preservação de madeiras, São Paulo: IPT, vol. I, 279 342, 1986.

LIMA, C. R.; PAES, J. B.; LIMA, V. L. A.; DELGADO, M. F. F.; LIMA, R. A. Potencialidade dos extratos tânicos de três espécies florestais no curtimento de peles caprinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 11, p. 1192-1197, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n11/15.pdf>>. Acesso em: 21 abril 2018.

LOPES, P. J. G.; CALEGARI, L.; AZEVEDO, S. M. A.; OLIVEIRA, E. Resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) tratada com CCB contra cupins xilófagos. **Agropecuária Científica no Semiárido**. ACSA, Patos-PB, v.12, n.3, p.273-279, 2017. Disponível em:< http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/File/847/pdf_1> Acesso em: 26 de abril de 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 2. 382p.

MEDEIROS NETO, P. N. **Resistência natural da madeira de sete espécies de *Eucalyptus* a agentes xilófagos**. 123 f. Tese (Pós-graduação em Ciências Florestais), Centro de Ciências Agrárias e Engenharia, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, 2017. Disponível em:<http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7704/1/tese_10574_TESE%20-%20PEDRO%20NIC%C3%93%20DE%20MEDEIROS%20NETO.pdf>Acesso em: 02 de maio de 2018.

MELO, R. R.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; GARLET, A.; PAES, J. B.; STANGERLIN, D. M. Resistência de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz a fungos e cupins xilófagos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 501 - 511, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277029551_Resistencia_de_paineis_aglo

merados_produzidos_com_diferentes_proporcoes_de_madeira_e_casca_de_arroz_a_fungos_e_cupins_xilofagos> Acesso em: 20 de abril de 2018.
 MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/LPF, 1988. 57 p. Disponível em:
 <<http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/laboratorio-de-produtos-florestais/publicacoes-lpf/2655-a-degradacao-da-madeira/file>> Acesso em: 19 de abril de 2018.

MORESCHI, J. C. **Biodegradação da madeira**. Biodegradação e preservação da madeira, v. 1, 53 f. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013a.

MORESCHI, J. C. **Biodegradação da madeira**. Biodegradação e preservação da madeira, v. 2, 33 f. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013b.

NIM BRASIL. **Nim indiano**. 2018. Disponível em:<https://www.nimbrasil.com.br/nim-indiano?page_id=8> Acesso em: 2018.

NEPOMUCENO, C. F.; SOUZA RIOS, A. P.; QUEIROZ, S. R. O. D.; PELACANI, C. R.; SANTANA, J. R. F. Controle da abscisão foliar e morfogênese in vitro em culturas de *Anadenanthera Colubrina* (vell.) Brenan var. *Cebil* (Griseb) Altschul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.967-975, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/488/48831521/>> Acesso em: 21 maio 2018.

NOVAES, A. B.; SILVA, H. F.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B. Qualidade de mudas de nim indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 101 -110, 2014. disponível em:< <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/30207/22927>> Acesso em: 30 de abril de 2018.

PAES, J. B.; DE SOUZA, A. D.; DE LIMA, C. R.; NETO, P. N. de M. Eficiência dos óleos de nim e mamona contra cupins xilófagos em ensaio de alimentação forçada. **Cerne**, Lavras, v.16, n.1, p. 105-113, jan./mar. 2010b.

PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; LIMA, C. R.; BASTOS, P. M.; MEDEIROS NETO, P. N. Taninos condensados da casca de angico-vermelho (*Anadenanthera Colubrina* var. *Cebil*) extraídos com soluções de hidróxido e sulfito de sódio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 22 – 27, jul.– set., 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2371/237129741004.pdf>>. Acesso em: 28 maio de 2018.

PAES, J. B.; GUERRA, S. C. S.; SILVA, L. F.; OLIVEIRA, J. G. L.; TEAGO, G. B. S. Efeito do teor de extrativos na resistência natural de cinco madeiras ao ataque de cupins xilófagos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1259-1269, out.-dez., 2016. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cflo/v26n4/0103-9954-cflo-26-04-01259.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2018.

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVEDO, T. K. B.; MORAIS, R. M.; CALIXTO JÚNIOR, J. T. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-

vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 441-447, set. 2010a. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap11.pdf>>. Acesso em: 20 abril 2018.

PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; SOUZA, P. F. Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta Indica* a. Juss.) e mamona (*Ricinus Communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba Pentandra* (L.) Gaerth.) a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 617-624, jul.-set., 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaflorestal/article/viewFile/6627/4055>> Acesso em: 20 de abril de 2018

PILOCELLI, A.; STANGERLIN, D. M.; PEREIRA, R. L.; GATTO, D. A.; CALEGARI, L.; PARIZ, E.; SUSIN, F. Resistência natural das madeiras de cumaru, cedrinho e paricá submetidas a ensaios de deterioração de campo. **Revista Ciência da Madeira** (Brazilian Journal of Wood Science), Pelotas, v.6, n.1, p.1-10, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4137>> Acesso em: 02 de maio de 2018.

RODRIGUES, R. B. **Eficiência de preservativos e durabilidade natural de *Eucalyptus Pellita*, *Eucalyptus Urophylla* e *Corymbia Citriodora* a organismos xilófagos**. 68 f Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011. Disponível em: <<http://r1.ufrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/Dissertação%20Rodrigo%2004-05-11.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2018.

SCHIEVENIN, D. F. **Regeneração natural sob talhões puros de espécies nativas com diferentes atributos funcionais**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade De Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138942>> Acesso em 23 abril 2018.

SILVEIRA, M. F. **Influência de metabólitos secundários de madeiras da Caatinga na resistência ao ataque de fungos apodrecedores**. 2018. 82p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Publicação PPGEFL.DM-313/2018. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, DF. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32563/1/2018_MarceloFontanadaSilveira.pdf> Acesso em: 05 de agosto de 2020.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. M. D.; PAIVA, P. D. D.; SILVA, D. R. G. Cultivo e usos do nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Boletim Agropecuário**, Lavras, n.º 68, p. 1-14, 2009. Disponível em: <<http://livraria.editora.ufra.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-68.pdf>> Acesso em: 20 de abril de 2018.

SOUZA, R. V.; DEMENIGHI, A. L. Tratamentos preservantes naturais de madeiras de floresta plantada para a construção civil. **Mix Sustentável**, v. 3, n.1, p.84-92, 2017. Disponível em:

<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1824>> Acesso em: 26 de abril de 2018.

TANAC S. A. **Há mais de seis décadas promovendo o desenvolvimento sócio-ambiental em direção a um futuro sustentável.** 2018. Disponível em: <<http://www.tanac.com.br/pt-br/unidades/taninos>>. Acesso em: 21 maio 2018.

TELEGINSKI, E.; GILMARA M. O.; CHRISTOFORO, A. L. L.; SILVA, D. A. L.; SEGUNDINHO, P. G. A.; LAHR, F. A. R. Emprego de técnica de colorimetria e ferramentas de sensoriamento remoto para avaliar o tratamento por CCB de mourões de madeira. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p.587-593, 2016.

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, p. 124-133, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n1/2179-8087-floram-22-1-124.pdf>> Acesso em: 05 de maio de 2018.

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:<<https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaflorestal/article/view/17484>> Acesso em 05 de maio 2018.

CAPÍTULO:

IMPREGNAÇÃO DA MADEIRA DE *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth A PARTIR DE BIOEXTRATOS E SEU COMPORTAMENTO A AGENTES XILÓFAGOS.

Silva, José Lenildo Barbosa Leite da. **Impregnação da madeira de *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth a partir de bioextratos e seu comportamento a agentes xilófagos.** 2020. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2020. 67p.

RESUMO

No presente estudo avaliou-se a eficiência das soluções extraídas da folha de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) e da casca de angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] no tratamento preservativo da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) expostas a agentes xilófagos. Também foi incluída a imunização com CCB, além de um tratamento de controle. No tratamento de controle, os corpos de prova passaram pelas mesmas condições de deterioração, mas sem o uso de qualquer tipo de imunizante (apenas água). Com o uso de uma bomba de vácuo-pressão e uma autoclave piloto, foi utilizado o processo de célula-cheia (Bethell) para a impregnação dos corpos de prova. Após os processos de impregnação dos tratamentos nos corpos de prova, os mesmos foram colocados para secar ao ar durante três dias, para que posteriormente fosse feito o teste de lixiviação, onde metade de cada um dos tratamentos foi destinado ao processo. Os corpos de prova foram avaliados de duas maneiras: ensaio de apodrecimento e a cupim, ambos a campo. A imunização com CCB, na situação não lixiviado, apresentou os maiores valores de retenção, diferindo estatisticamente das demais soluções imunizantes, assim como apresentou os maiores valores de massa residual após serem submetidos a cupins. Ao analisar o teste com cupins a solução de extrato da folha de nim na situação não lixiviado apresentou resultados satisfatórios de massa residual, tendo valores semelhantes estaticamente aos encontrados para o CCB.

Palavras-chave: Deterioração da madeira; extratos naturais; ensaios biológicos.

SILVA, José Lenildo Barbosa Leite da. **Impregnation of *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth wood from bioextracts and their behavior against xylophagous agents.** 2020. Master Dissertation in Forest Sciences. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2020. 67 Pgs

ABSTRACT

In the present study, the efficiency of the solutions extracted from the Indian neem leaf (*Azadirachta indica* A. Juss) and the angico-vermelho bark [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] in the preservative treatment of sumaúma wood (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) exposed to xylophagous agents. Immunization with CCB was also included, in addition to a control treatment. In the control treatment, the specimens went through the same deterioration conditions, but without the use of any type of immunizer (only water). Using a vacuum-pressure pump and a pilot autoclave, the full-cell process (Bethell) was used to impregnate the specimens. After the processes of impregnation of the treatments in the specimens, they were placed to air dry for three days, so that later the leaching test could be done, where half of each of the treatments was destined to the process. The specimens were evaluated in two ways: rot test and termite, both in the field. Immunization with CCB, in the non-leachate situation, showed the highest retention values, differing statistically from the other immunizing solutions, as well as showing the highest residual mass values after being subjected to termites. When analyzing the termite test, the neem leaf extract solution in the non-leached situation showed satisfactory results of residual mass, with values that are statically similar to those found for the CCB.

Keywords: Deterioration of wood; natural extracts; biological assays.

1 INTRODUÇÃO

Os tratamentos imunizantes têm como objetivo melhorar a durabilidade da madeira contra o ataque de agentes xilófagos com o uso de produtos químicos. No mercado existe uma variedade de produtos que possuem a finalidade de tornar a madeira imune a esses agentes, possuindo propriedades tóxicas para os organismos deterioradores.

Entretanto, estes compostos são em sua maioria produtos químicos sintéticos, como inseticidas e fungicidas, que apresentam na sua composição compostos metais pesados como cobre, arsênio e cromo. Além disso, muitos possuem alta solubilidade, tornando-os inadequados para utilização em ambiente externo, por serem facilmente lixiviado (CALEGARI et al., 2014). Dessa forma, se faz necessária a busca de produtos alternativos que possam eliminar ou minimizar as deficiências apresentadas.

Esses imunizantes químicos têm sido alvo de preocupação em função do passivo ambiental que os mesmos podem ocasionar. Isso tem despertado o interesse pelo uso de produtos naturais para o tratamento da madeira (SOUZA e DEMENIGHI, 2017). Esses autores citam o óleo de nim, *Tall Oil* e seus subprodutos, extratos a base de taninos e óleos essenciais de plantas aromáticas, como produtos naturais que podem ser utilizados para a preservação de madeiras.

Outras espécies também possuem características de resistência natural, criando mecanismo de autodefesa, a exemplo do angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul], espécie de destaque no Nordeste brasileiro por possuir de 12% a 20% de taninos em sua casca (LIMA et al., 2014; PAES et al., 2010a).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a eficiência das soluções extraídas de folhas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e casca de angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] no tratamento preservativo da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e preparo das cascas do angico e folhas de nim

Foram selecionadas aleatoriamente cinco árvores adultas de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Gris.) Alts.) e cinco árvores adultas de nim (*Azadirachta indica* Juss.), com boas características fitossanitárias e de vigorosidade, selecionados em povoamentos naturais (idades desconhecidas) nas coordenadas geográficas 7°04'46,7"S 37°40'03,0"W, município de Catingueira, estado da Paraíba.

2.1.1 Coleta e beneficiamento das cascas de angico

Utilizando instrumento de manuseio cortante (foice) foram retiradas porções de cascas dos indivíduos, sem que se fosse feito o anelamento nas árvores. As cascas foram levadas para ambiente seco e ventilado para secagem natural, sendo posteriormente armazenadas em sacos plásticos e armazenadas em laboratório.

As cascas secas ao ar foram fracionadas em moinho do tipo martelo, em seguida submetidas à moagem em moinho do tipo Wiley, conseguindo, portanto, partículas de granulometria reduzida. As partículas de cascas foram classificadas em peneira vibratória, selecionando-se para fins de utilização a porção que atravessou a peneira de malha 40 mesh (425 µm) e ficou retida na de 60 mesh (250 µm), o qual foi armazenado em recipientes de vidro, cuidadosamente fechados, protegidos da luz e umidade do ar.

2.1.2 Coleta e beneficiamento das folhas de nim

Com o auxílio de uma tesoura, retirou-se pequenas quantidades de folhas dos indivíduos. Após serem lavadas foram dispostas em ambiente seco e ventilado para secagem natural, sendo posteriormente armazenadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório, onde foram fragmentadas em liquidificador e acondicionadas em recipientes de vidro bem fechados.

2.2 Obtenção e confecção dos corpos de prova

Peça de madeira de sumaúma, contendo apenas alburno, foi obtida em marcenaria localizada no município de Patos – PB. Foi desdobrada e transformada em corpos de prova com dimensões nominais 1,0 x 1,0 x 15 cm (radial x tangencial x longitudinal), sendo selecionadas aquelas isentas de defeitos. Após serem levemente lixadas, foram separadas em grupos e identificadas em função dos tratamentos avaliados (Figura 3).

Figura 3 – Seleção e identificação dos corpos de provas de sumaúma utilizados nos testes de imunização.



Fonte – O autor.

2.3 Determinação da massa anidra e volume de madeira tratável

Os corpos de prova foram individualmente pesados a fim de se obter sua massa seca ao ar e, posteriormente, postos em estufa a 103 ± 2 °C por 24 horas para obtenção da massa anidra. Após o período na estufa, os corpos de prova foram novamente pesados e aferidas as suas dimensões com paquímetro, calculando-se o volume anidro.

2.4 Preparo das soluções preservantes

Prepararam-se três soluções preservantes, sendo duas extraídas das espécies vegetais (angico-vermelho e nim) e o CCB através da mistura de reagentes químicos. Para todos os casos foram preparados 15 litros de solução, levando em consideração as misturas de concentração totais de 2%.

2.4.1 Preparo das soluções extraídas de angico-vermelho e nim-indiano

Para o preparo de ambos os extratos foram utilizadas 20 gramas de partículas secas ao ar por litro de água. Misturou-se bem as partículas na água, buscando homogeneizar as soluções e, em seguida, as soluções ficaram em repouso por 24 horas. Após esse período, as soluções provenientes dos extratos das espécies foram filtradas utilizando tecido de algodão, evitando-se resíduos de partículas na calda a fim de permitir uma melhor absorção pelos corpos de prova.

2.4.2 Preparo do borato de cobre cromatado

Considerou-se a NBR 16202 (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2013) para a formulação do borato de cobre cromatado (CCB). A partir do conhecimento de ingredientes ativos da mistura dos produtos químicos (40%), da concentração requerida (2%) e do volume de solução (15 L), foi calculada a quantidade total da mistura, sendo a mesma subdividida em 40,7% de dicromato de sódio, 35,1% de sulfato de cobre e 24,2% de ácido bórico, além de 0,25 mL/L de ácido acético.

2.5 Aplicação dos produtos preservativos

Após o preparo das soluções, os corpos de prova foram submetidos ao processo de imunização. Foi utilizado o processo de célula-cheia (Bethell) para a impregnação dos corpos de prova da madeira de sumaúma, como auxílio de uma autoclave piloto, conectada a uma bomba de vácuo-pressão (Figura 4), onde todos os corpos de prova destinados a mesma solução serão impregnados simultaneamente.

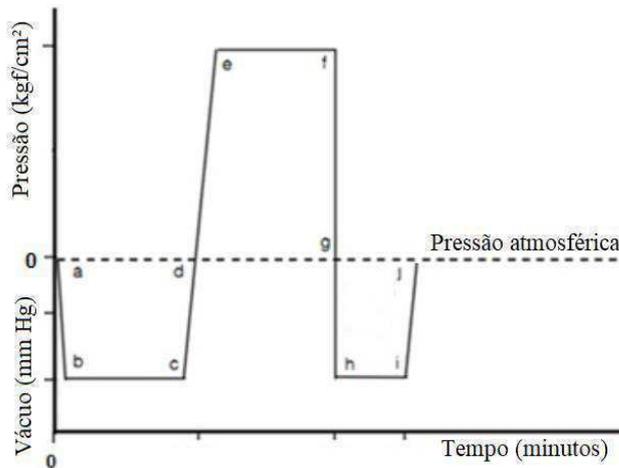
Figura 4 – Autoclave piloto utilizada para aplicação das soluções imunizantes no processo de impregnação dos corpos de prova.



Sendo: A = Bomba de vácuo-pressão; B = Autoclave piloto.
Fonte – O autor.

Foi aplicado um vácuo de 600 mmHg para a retirada de ar da câmara da autoclave e dos corpos de prova por um período de 30 minutos. Em seguida, preencheu-se o interior da autoclave com a devida solução e manteve uma pressão de 1,0 kgf/cm² por 60 minutos. Liberada a pressão, a solução foi descarregada e foi aplicada a segunda fase de vácuo (600 mmHg durante 30 minutos), sendo finalmente os corpos de prova retirados e mantidos para secar em ambiente laboratorial (Figura 5).

Figura 5 – Representação gráfica das fases de tratamento da madeira pelo processo Bethell.



- a = inserção dos corpos de prova na autoclave
- a - b = aplicação do vácuo inicial (600 mmHg)
- b - c = manutenção do vácuo (30 minutos)
- c = aplicação da solução
- c - d = liberação do vácuo
- d - e = aplicação da pressão (1 kgf/cm²)
- e - f = manutenção da pressão (60 minutos)
- f - g = liberação da pressão
- g - h = aplicação do vácuo final (600 mmHg)
- h - i = manutenção do vácuo final (30 minutos)
- i - j = liberação do vácuo final
- j = descarga e retirada das peças tratadas

Fonte – O autor.

2.6 Tratamentos avaliados

Foram avaliadas três soluções imunizantes, mais um tratamento controle (usando apenas água), assim como um tratamento testemunha (sem imunização). Para o primeiro tratamento foi feito o uso da mistura CCB, devido sua comprovada eficiência. No segundo tratamento foi utilizado apenas água, nas mesmas condições dos demais (tratamento de controle). No terceiro e quarto tratamento foram utilizadas as soluções extraídas a partir das cascas de angico-vermelho e folhas de nim, respectivamente. No tratamento testemunha os corpos de prova não passaram por qualquer tratamento de imunização.

2.7 Aplicação da lixiviação e avaliação da retenção

Realizado os processos de impregnação dos corpos de prova, os mesmos foram colocados para secar ao ar durante três dias para que posteriormente fosse feito o teste de lixiviação para metade deles. Destes, metade foi destinado para teste de apodrecimento acelerado e a outra metade a cupim xilófago.

A lixiviação das amostras foi realizada conforme metodologia adaptada de Calegari et al. (2014). Para isso, os corpos de prova agrupados por tratamento e

submersos em água durante 72 horas em temperatura ambiente, sendo essa água renovada a cada 3 horas.

Com os corpos de prova no teor de umidade de equilíbrio foram mais uma vez submetidas à secagem em estufa até atingir massa constante (massa anidra). Calculou-se, então, a retenção pela diferença das massas anidras (antes e depois de impregnadas, incluindo a lixiviação quando aplicada), dividido pelo respectivo volume anidro.

2.8 Avaliações da imunização

Os corpos de prova foram avaliados a campo de duas maneiras: através de ensaio em apodrecimento acelerado e ensaio a cupim xilófagos. Ambos os testes foram realizados na cidade de Patos-PB.

2.8.1 Ensaio de apodrecimento acelerado

O teste de apodrecimento acelerado a campo foi realizado conforme metodologia adaptada de MEDEIROS NETO (2017). Foi utilizado um simulador acelerado de campo montado em uma caixa d'água de polietileno de 250 litros contendo solo natural, disponibilizado em local com altas temperaturas e umidade relativa mantida elevada, acelerando a atividade de microrganismos.

Para o preenchimento do simulador, os primeiros 15 cm foram preenchidos com cascalho e completadas com os respectivos solos, tendo o horizonte B uma altura de 25 cm e o horizonte A de 10 cm (Figura 6).

Figura 6 – Ensaio em simulador de campo com tratamentos imunizantes.



Fonte – O autor.

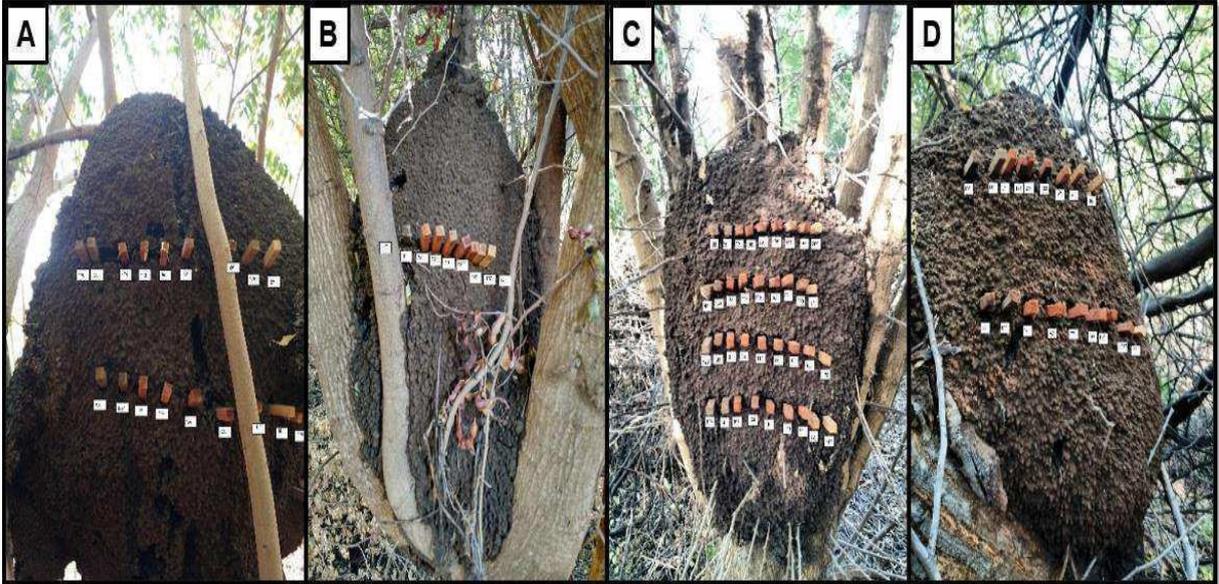
Os corpos de prova foram parcialmente soterrados (1/3 do comprimento), e aleatoriamente distribuídas no simulador, que foi umedecido com água a cada 3 (três) dias. O simulador de campo foi mantido coberto com uma lona plástica a fim de manter a alta umidade relativa no seu interior.

2.8.2 Ensaio a cupins xilófagos

Os testes com cupins xilófagos foram realizados conforme metodologia adaptada de PIMENTA (2016), onde os corpos de prova foram inseridos em cupinzeiros espalhados em uma área de caatinga preservada.

Quatro cupinzeiros foram pré-selecionados e, em cada um deles foram inseridos corpos de prova com, pelo menos, um corpo de prova de cada grupo e tratamento (Figura 7).

Figura 7 – Ensaio de cupins xilófagos em cupinzeiro em área preservada de caatinga.



Sendo: A = cupinzeiro 1; B = cupinzeiro 2; C = cupinzeiro 3 e D = cupinzeiro 4.
Fonte – O autor.

2.8.3 Análise da deterioração

Depois de transcorrido o período dos ensaios (cinco meses para ambos os testes), os corpos de prova foram retirados do ambiente de ensaio e submetido a limpeza para remoção de cupins e resquícios de terra. Em seguida, foram colocados em estufa até obtenção de massa seca, calculando a sua massa residual (Equação 1).

$$MR\% = 100 - (((M_i - M_f) / M_i) \cdot 100) \quad (1)$$

Em que:

MR% = Massa remanescente do corpo de prova em %;

M_i = Massa inicial do corpo de prova antes dos ensaios;

M_f = Massa final do corpo de prova após os ensaios em g.

2.9 Análise dos dados

Foram utilizados os delineamentos inteiramente casualizado (DIC) e blocos casualizados (DBC) para o teste de apodrecimento e a cupins, respectivamente, considerando-se cinco tratamentos (três situações de imunização, controle e testemunha) com 20 repetições (corpos de prova).

Para ambos os casos foram empregados arranjos fatoriais. Para o primeiro fator considerou-se as soluções CCB, extrato de casca de angico-vermelho, extrato de folha de nim e controle (apenas água). Como segundo fator considerou-se a condição da lixiviação (lixiviado e não lixiviado).

As análises de variância e as comparações de médias pelo teste LSD (*Least Significant Difference* ou Diferença Mínima Significativa) de Fisher 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.

3 RESULTADOS

3.1 Retenções obtidas

Quando os corpos de prova foram submetidos ao mesmo procedimento de imunização quando do uso de possíveis soluções imunizantes, porém, utilizando apenas água, a análise de variância indicou diferença estatística significativa ($F = 122,85$ e $p < 0,0001$), Tabela 1.

Tabela 1 – Comparações de médias em madeira de *Ceiba pentandra*, submetidas ao mesmo procedimento de imunização quando do uso de possíveis soluções imunizantes.

Impregnação	Condição	Repetições	Perda (kg/m ³)	Coefficiente de variação (%)	Comparação de médias
Testemunha	----	20	0,00	0,00	--
Água	Não lixiviado	20	-7,60	32,38	a ¹
Água	Lixiviado	20	-11,25	28,16	b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD (*Least Significant Difference* ou Diferença Mínima Significativa) de Fisher ($p > 0,05$).
Fonte – O autor.

Analisou-se de maneira separada os tratamentos onde não houve o uso de qualquer tipo de imunizante, devido a este ter apresentado características contrárias às encontradas nos demais casos. Houve perda de massa dos corpos de prova, tendo sido eles submetidos ao processo de lixiviação ou não, sendo isso importante para possíveis correções para a comparação com outros produtos imunizantes.

Baseando-se nas médias apresentadas na Tabela 1, foram realizadas correções na variável retenção. Assim, considerando-se apenas as possíveis soluções imunizantes (CCB, extrato de angico e extrato de nim), combinadas com as condições (lixiviado e não lixiviado), observou-se que a interação entre os fatores se apresentou não significativa ($F = 0,66$ e $p = 0,52$). Com relação ao efeito dos fatores, o efeito da solução imunizante apresentou-se significativa ($F = 319,28$ e $p < 0,0001$), assim como o efeito da lixiviação ($F = 47,71$ e $p = 0,2715$), Tabela 2.

Tabela 2 – Comparações múltiplas entre médias da retenção total em corpos de prova de *Ceiba pentandra* após serem submetidos a imunização.

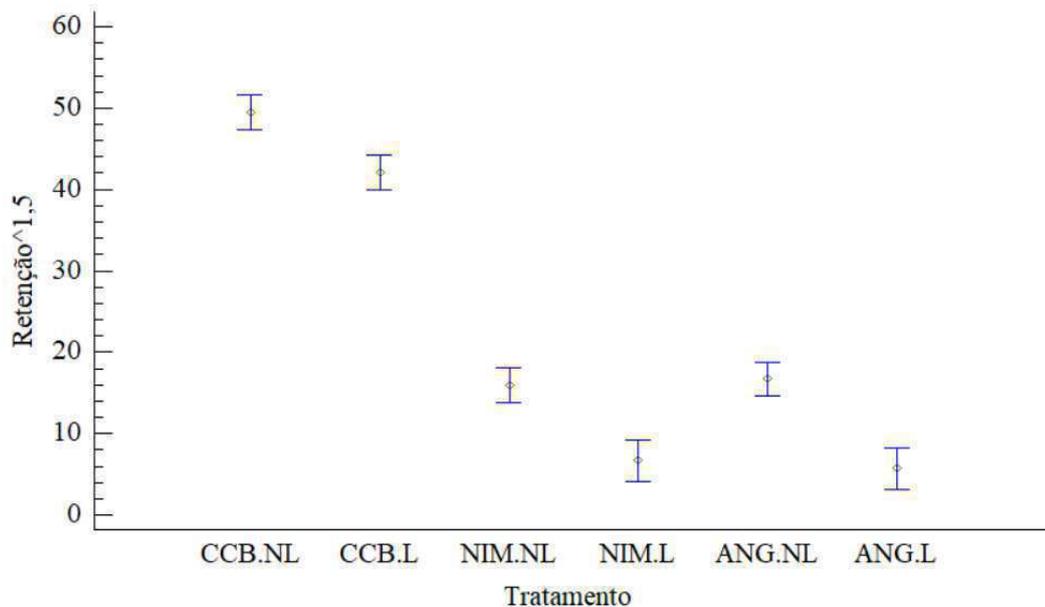
Fator Solução		Fator Condição	
Níveis do fator	Retenção total (kg/m ³)	Níveis do fator	Retenção total (kg/m ³)
Extrato de angico	3,91 a ¹	Não lixiviado	8,67 a
Extrato de nim	3,66 a	Lixiviado	4,88 b
CCB	12,76 b	---	---

¹ Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo teste LSD (*Least Significant Difference* ou Diferença Mínima Significativa) de Fisher ($p > 0,05$). Análises de variância e comparações de médias realizadas com dados transformados (Retenção^{1,5}). Médias são apresentadas nos valores originais.

Fonte – O autor.

Considerando-se as combinações dos níveis dos fatores como tratamentos estatísticos, a análise de variância também indicou diferença estatística significativa ($F = 131,57$ e $p < 0,0001$), Figura 8.

Figura 8 – Intervalo de confiança da média das retenções totais (dados transformados para Retenção^{1,5}) em madeira de *Ceiba pentandra*, sob distintas soluções e condições.



Sendo: CCB.NL = solução de borato de cobre cromatado, não lixiviado; CCB.L = solução de borato de cobre cromatado, lixiviado; NIM.NL = extrato da casca de nim, não lixiviado; NIM.L = extrato da casca de nim, lixiviado; ANG.NL = extrato da casca de angico, não lixiviado; ANG.L = extrato da casca de angico, lixiviado.

Fonte – O autor.

A imunização com CCB, na situação não lixiviada, apresentou os maiores valores de retenção total (13,5 kg/m³), diferindo estatisticamente das demais soluções. Comparando-se com a imunização com CCB na situação lixiviado tem-se valor próximo ao da situação anterior, com 12,1 kg/m³, contudo, com diferença estatística entre si (Figura 8).

3.2 Teste a cupins

Com relação a massa residual dos corpos de prova submetidos a cupins, considerando-se apenas as possíveis soluções imunizantes (CCB, extrato de angico e extrato de nim), combinadas com as condições (lixiviado e não lixiviado), observou-se que a interação entre os fatores se apresentou não significativa ($F = 0,360$ e $p = 0,6976$). Com relação ao efeito dos fatores, o efeito da solução imunizante apresentou-se significativa ($F = 21,64$ e $p < 0,0001$), enquanto a lixiviação se apresentou não significativa ($F = 1,240$ e $p = 0,2715$), Tabela 3.

Tabela 3 – Comparações múltiplas entre médias da massa residual em corpos de prova de *Ceiba pentandra* após serem submetidos a cupim.

Fator Solução		Fator Condição	
Níveis do fator	Massa residual (%)	Níveis do fator	Massa residual (%)
Extrato de angico	76,38 a ¹	Não lixiviado	91,34 a
Extrato de nim	93,26 b	Lixiviado	87,85 a
CCB	99,15 b	---	---

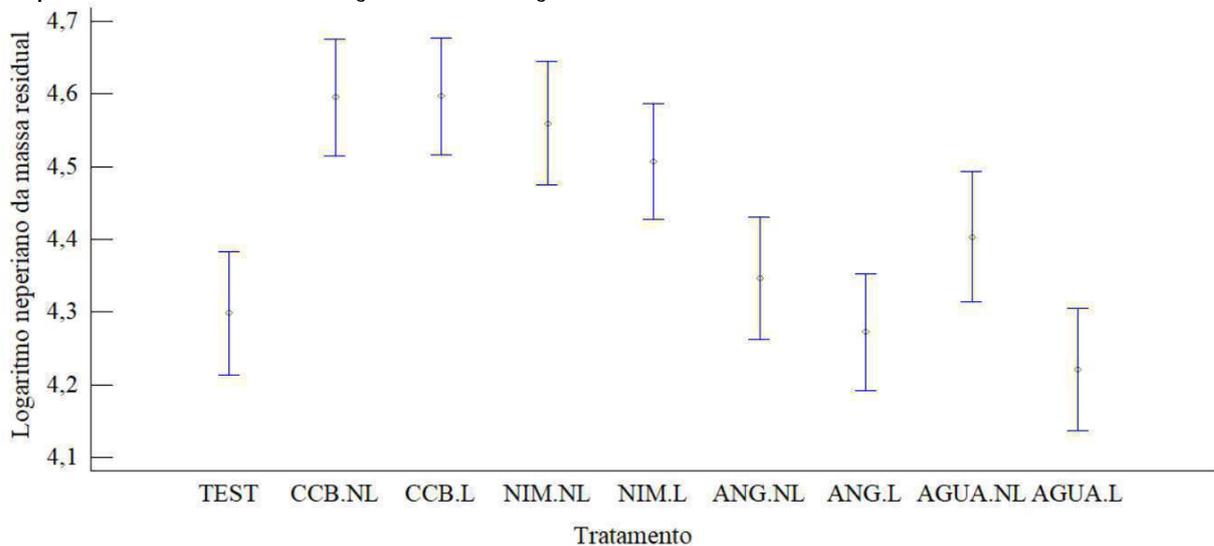
¹ Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna (mesmo fator), não diferem entre si pelo teste LSD (*Least Significant Difference* ou Diferença Mínima Significativa) de Fisher ($p > 0,05$). Análises de variância e comparações de médias realizadas com dados transformados (logaritmo neperiano). Médias são apresentadas nos valores originais.
Fonte – O autor.

Nota-se que a solução de CCB apresentou os melhores valores de massa residual após serem submetidos a cupins xilófagos. O extrato da folha de nim apresentou resultados satisfatórios de massa residual, tendo valores semelhantes estaticamente aos encontrados para o CCB. Já o extrato da casca de angico-vermelho não se apresentou promissor (Tabela 3).

Para a condição lixiviação nota-se que não houve diferença significativa entre as situações estudadas para massa residual a teste de cupins, indicando que a aplicação de lixiviação não influenciou significativamente na perda da massa dos corpos de prova.

Considerando-se as combinações dos níveis dos fatores como tratamentos estatísticos, incluindo os demais tratamentos, a análise de variância também indicou diferença estatística significativa ($F = 6,27$ e $p < 0,0001$), Figura 9.

Figura 9 – Intervalo de confiança da média da massa residual (dados transformados em logaritmo neperiano) em madeira de *Ceiba pentandra*, após serem submetidas a cupim, sob distintas soluções e condições.



Sendo: TEST = testemunha; CCB.NL = solução de borato de cobre cromatado, não lixiviado; CCB.L = solução de borato de cobre cromatado, lixiviado; NIM.NL = extrato da casca de nim, não lixiviado; NIM.L = extrato da casca de nim, lixiviado; ANG.NL = extrato da casca de angico-vermelho, não lixiviado; ANG.L = extrato da casca de angico-vermelho, lixiviado; AGUA.NL = apenas água, não lixiviado; AGUA.L = apenas água, lixiviado.

Fonte – O autor

O CCB apresentou os melhores resultados de massa residual independente da condição (lixiviado ou não lixiviado) com valores de 99,22% e 99,07%, respectivamente.

Analisando a situação não lixiviada do extrato da folha de nim, observa-se valores próximos aos do CCB com 95,58% de massa residual, mostrando, assim, que houve efeito significativo da solução imunizante para a madeira de sumaúma em tais condições. Não foi observado efeito significativo da solução com relação a condição (lixiviado ou não lixiviado).

O extrato de casca de angico-vermelho apresentou valores próximos aos encontrados no tratamento testemunha com valores de 77,20% de massa residual para condição não lixiviado e 71,73% de massa residual para a condição lixiviado, sendo assim, não apresentou efeito significativo para a proteção dos corpos de prova de sumaúma submetido a teste com cupins.

Assim como observado para o extrato de casca de angico-vermelho, o tratamento controle (somente uso de água) também não apresentou efeito significativo, com massa residual de 81,48% na condição não lixiviado e 68,11% para condição lixiviado.

3.3 Teste de apodrecimento

Para o teste de apodrecimento, considerando-se apenas as possíveis soluções imunizantes (CCB, extrato de angico e extrato de nim), combinadas com as condições (lixiviado e não lixiviado), observou-se que a interação entre os fatores se apresentou não significativa ($F = 0,680$ e $p = 0,5117$). Com relação ao efeito dos fatores, o efeito da solução imunizante apresentou-se significativa ($F = 130,78$ e $p < 0,0001$), enquanto a lixiviação se apresentou não significativa ($F = 1,670$ e $p = 0,22023$), Tabela 4.

Tabela 4 – Comparações múltiplas entre médias da massa residual em corpos de prova de *Ceiba pentandra* após teste de apodrecimento.

Fator Solução		Fator Condição	
Níveis do fator	Massa residual (%)	Níveis do fator	Massa residual (%)
Extrato de angico	84,07 a ¹	Não lixiviado	87,58 a
Extrato de nim	84,59 a	Lixiviado	88,61 a
CCB	95,63 b	---	---

¹ Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna (mesmo fator), não diferem entre si pelo teste LSD (*Least Significant Difference* ou Diferença Mínima Significativa) de Fisher ($p > 0,05$). Análises de variância e comparações de médias realizadas com dados transformados (arco seno (raiz quadrada (Massa Residual/100))). Médias são apresentadas nos valores originais.

Fonte – O autor.

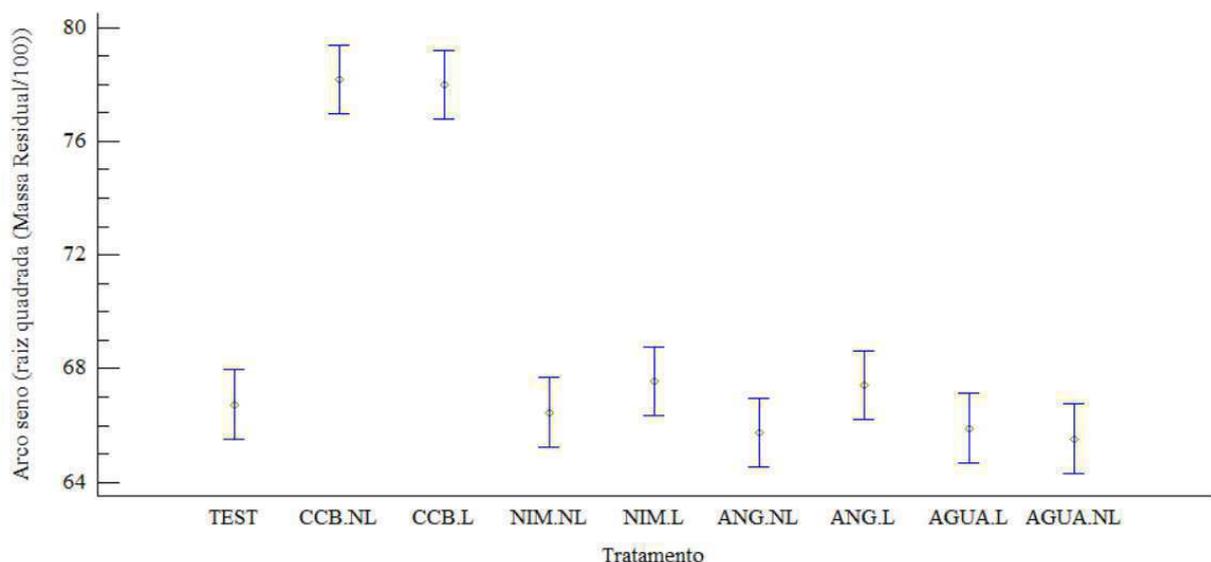
A massa residual da madeira de sumaúma variou de acordo com cada um dos tratamentos aplicados e sua situação (lixiviado e não lixiviado). A solução de CCB apresentou os melhores valores de massa residual para madeira de *Ceiba pentandra*

após teste de apodrecimento em simulador de campo, diferindo estatisticamente das demais soluções (Tabela 4).

A solução do extrato de casca de angico apresentou os piores resultados, quando comparadas às possíveis soluções imunizantes. As condições as quais as soluções foram submetidas (lixiviado e não lixiviado) não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Considerando-se as combinações dos níveis dos fatores como tratamentos estatísticos, incluindo os demais tratamentos, a análise de variância também indicou diferença estatística significativa ($F = 36,02$ e $p < 0,0001$), Figura 10.

Figura 10 – Intervalo de confiança da média da massa residual (dados transformados para arco seno (raiz quadrada (Massa Residual/100))) em madeira de *Ceiba pentandra*, após teste de apodrecimento, sob distintas soluções e situações.



Sendo: TEST = testemunha; CCB.NL = solução de borato de cobre cromatado, não lixiviado; CCB.L = solução de borato de cobre cromatado, lixiviado; NIM.NL = extrato da casca de nim, não lixiviado; NIM.L = extrato da casca de nim, lixiviado; ANG.NL = extrato da casca de angico-vermelho, não lixiviado; ANG.L = extrato da casca de angico-vermelho, lixiviado; AGUA.NL = apenas água, não lixiviado; AGUA.L = apenas água, lixiviado

Fonte – O autor.

Ao analisamos os tratamentos submetidos ao teste de apodrecimento, nota-se que o CCB apresentou os melhores resultados para massa residual com 95,7% para a condição não lixiviado e 95,5% quando utilizado a lixiviação. Dessa forma, tal tratamento independente da condição de lixiviação apresentou efeito significativo.

Analisando a situação não lixiviada do extrato da folha de nim observa-se valores de 83,98% de massa residual para condição não lixiviado, mostrando, assim,

que não houve efeito significativo da solução imunizante para a madeira de sumaúma em tais condições. Quando avaliada a condição lixiviada (85,21%), tem-se valores um pouco maiores, porém, também não apresentou efeito significativo para o teste de apodrecimento (Figura 10).

O extrato de casca de angico-vermelho apresentou valores próximos aos encontrados no extrato da folha de nim com valores de 83,04% de massa residual para condição não lixiviado e 85,10% de massa residual para a condição lixiviado, sendo assim, não apresentou efeito significativo para a proteção dos corpos de prova de sumaúma submetido a teste de apodrecimento (Tabela 4 e Figura 10).

O tratamento controle (somente uso de água) também não apresentou efeito significativo, com massa residual de 82,57% na condição não lixiviado e 83,20% para condição lixiviado.

4 DISCUSSÕES

4.1 Retenções obtidas

Ao comparar os tratamentos avaliados, é possível notar uma perda de massa dos corpos de prova quando se fez uso da água, sendo mais acentuada quando incluído o processo de lixiviação. Tal ocorrência é explicada pela água ter ocasionado a solubilização parcial dos extrativos, especialmente amido e açúcares simples presentes na madeira, reduzindo sua massa quando em comparação com a testemunha.

Ao analisar a eficiência de extratos tânicos combinados ou não com ácido bórico no tratamento da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) exposta ao térmitas, Calegari et al. (2014) encontraram situação semelhante, quando observaram resultados negativos no tratamento testemunha quando submetido a lixiviação.

A NBR 9480 (ABNT, 2009) estabelece para preservativos hidrossolúveis (CCB) uma retenção mínima de 6,5 kg de ingrediente ativo por metro cúbico (kg de i.a./m³) de madeira tratada para proteger a madeira que ficará em contato direto com o solo. Porém, para peças que não estejam em contato com o solo, mas expostas às intempéries, a mesma norma estabelece uma retenção mínima de 4,0 kg de i.a./m³.

Ao comparar os tratamentos, observa-se que a solução de CCB gerou valores de 5,4 kg/m³ de ingrediente ativo de retenção. Dessa forma, nota-se resultados inferiores aos mínimos recomendados pela NBR 9480 (ABNT, 2009) que é de 6,5 kg i.a./m³ para peças em contato com o solo. Esse resultado poderia ser melhorado formulando-se uma solução de CCB contendo uma maior concentração de ingredientes ativos do que a utilizada no presente estudo (40%).

Paes et al. (2014) avaliaram a eficiência da madeira de Leucena (*Leucaena leucocephala*) tratada com CCB contra cupins xilófagos. Utilizaram amostras de sumaúma (*Ceiba pentandra*) como padrão de comparação. A retenção do CCB nas peças tratadas, sendo elas em duas posições, após 12 dias apresentaram valores de 25,8 e 15,9 kg.i.a/m³ para as posições base e meio, respectivamente.

Azevêdo et al. (2018) avaliaram a eficiência do CCB em peças roliças de algaroba (*Prosopis juliflora*), as quais foram anteriormente submetidas a variações de

umidade. Os resultados indicaram concentração de 5,06 kg.i.a/m³ de retenção quando avaliaram troncos mantidos imersos em água.

Analisando os valores de retenção das soluções de extrato da casca de angico-vermelho e extrato da folha de nim e suas situações (com relação à lixiviação), nota-se que as mesmas apresentam valores aquém dos encontrados quando do uso do CCB (Figura 8).

Avaliando o rendimento em taninos condensados provenientes de casca de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e a eficiência de extratos tânicos sulfitados, combinados ou não com ácido bórico, no tratamento da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*), Calegari et al. (2014) encontraram valores de 2,80 kg/m³ de retenção para o extrato tânico quando não houve processo de lixiviação, resultados esses menores que os desse estudo. Explica-se os resultados pela diferença na metodologia de impregnação (método de imersão a frio).

Observando a situação onde não houve processo de lixiviação para o extrato da folha de nim, é possível notar a presença de valores de 6,32 kg/m³ de retenção do imunizante. Paes et al. (2015) citam que em estudos anteriores, onde buscou-se avaliar a eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a cupins xilófagos e a fungos deterioradores naturalmente existentes no solo e revelou valores de no mínimo 10 kg/m³ de retenção para o óleo de nim.

4.2 Teste a cupins xilófagos

A solução de CCB, independentemente da condição (não lixiviado e lixiviado) apresentou menores valores de perda de massa (0,93 e 0,78%, respectivamente), em relação aos demais tratamentos (Figura 9). Isso indica que foi o tratamento que apresentou maior eficiência contra o ataque de cupins, pois mesmo nos corpos de prova submetidos à lixiviação, o preservante persistiu na madeira, conferindo a estas uma maior resistência ao ataque.

Paes et al. (2014) avaliaram a eficiência da madeira de Leucena (*Leucaena leucocephala*) tratada com CCB contra cupins xilófagos. Utilizaram amostras de sumaúma (*Ceiba pentandra*) e *Pinus* sp. como padrão de comparação. Ao final de 12 dias encontraram valores de perda de massa de 1,20% e 13,80% para a Leucena e o

Pinus sp, respectivamente. Contudo, estes autores citam que a madeira de sumaúma (não tratada) foi destruída completamente.

Assim como o preservante químico CCB, o extrato de folha de nim apresentou resultados significativos para a proteção dos corpos de prova de sumaúma quando expostos a teste de cupins, sendo os mesmos constatados independente da condição (lixiviado ou não lixiviado).

Martinez (2008) cita que dentre os ingredientes ativos com propriedade inseticida presente na planta de nim, destaca-se a azadiractina que causa efeitos como repelência, deterrência alimentar, interrupção do crescimento, interferência na metamorfose, esterilidade e anormalidades anatômicas sobre os insetos.

Ao avaliar o efeito dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) contra cupins xilófagos em ensaio de alimentação forçada, Paes et al. (2010b) citaram valores médios de 12,07% de perda de massa ao analisar a situação normal do óleo de nim puro ao final de 27 dias. Ao analisar a situação lixiviada os autores encontraram valores médios de 9,57% de perda de massa ao final de 22 dias.

Comparando-se os valores médios encontrados por Paes et al. (2010b) com os do presente estudo, nota-se que houve uma maior perda de massa por parte do estudo dos autores citados. Tais diferenças de comportamento do imunizante podem ter ocorrido devido as metodologias adotadas nos estudos serem diferentes, tais como alimentação forçada de cupins xilófagos e tipo de material utilizado, sendo que os autores utilizaram óleo obtido a partir das sementes, diferentemente desse estudo onde se fez uso de extrato da folha do nim.

Analisando a massa residual do extrato de casca de angico-vermelho, observou-se que a solução apresentou resultados aquém dos demais, apesar de apresentar melhores resultados de retenção de produto, quando comparados aos do extrato de folha de nim.

Ao comparar os demais tratamentos, nota-se que em valores absolutos tais resultados são menores que até mesmo do tratamento de controle (apenas água), quando analisada a situação lixiviada. Dessa forma, o extrato de casca de angico-vermelho não apresentou efeito significativo, sendo semelhante estaticamente ao tratamento controle e a testemunha.

Buscando analisar a eficiência de extratos tânicos de jurema-preta, combinados ou não com ácido bórico, no tratamento da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*)

exposta ao térmita xilófago, Calegari et al. (2014) encontraram valores de perda de massa de 2,01 e 2,46% para as condições (não lixiviada e lixiviada, respectivamente), sendo assim, 97,99 e 97,54% de massa residual.

Avaliando a influência do tratamento térmico e impregnação de tanino na depleção de boro e durabilidade da madeira, Lopes et al. (2020) concluíram que, surpreendentemente, o tratamento com taninos teve um desempenho bem consistente, independente do período de lixiviação.

Quando se fez uso de apenas água (tratamento de controle), observou-se resultados semelhantes aos do extrato de casca de angico-vermelho na situação não lixiviado (Figura 9), tendo estes melhores resultados, apesar de o tratamento água ter apresentado perda de massa ao avaliarmos a retenção.

Ao comparar as três soluções imunizantes nota-se que houve uma preferência alimentar pelos corpos de prova imunizados com o extrato de casca de angico, mesmo a solução apresentando valores médios de retenção melhores que os encontrados para a solução a partir de extrato da folha de nim.

Para a condição lixiviação, nota-se que não houve diferença significativa entre as situações com relação à massa residual, indicando que, independentemente da aplicação de lixiviação, os resultados foram semelhantes.

4.3 Teste de apodrecimento

Com relação ao teste de apodrecimento, observa-se que o CCB, independentemente da condição (não lixiviado e lixiviado), apresentaram os maiores valores médios de massa residual, com menos de 5% de perda de massa em relação aos demais tratamentos. Indicando, assim, que foi o tratamento que apresentou maior eficiência após serem submetidos a situação de apodrecimento (Figura 10).

Ramos et al. (2006), avaliando a eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) em ensaio de apodrecimento acelerado, encontraram 2,76% para valores médios de perda de massa ao final de 15 dias, usando concentração de 2% de ingrediente ativo.

Diferentemente dos encontrados após o teste com cupins, não houve efeito significativo dos demais tratamentos para o teste com simulador de apodrecimento acelerado, com as demais soluções imunizantes apresentando resultados

semelhantes estaticamente ao tratamento testemunha, que não foi submetido a qualquer imunizante.

Ao analisar o uso do extrato da folha de nim na situação não lixiviada, observa-se valores médios 11,75% menores de massa residual. Paes et al. (2012) avaliaram a eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a fungos xilófagos em simuladores de campo, onde citaram valores médios de 6,30; 13,21 e 6,78% de perda de massa ao analisar óleo de nim após sua extração em três diferentes tipos de solo (floresta, agrícola e pastagem, respectivamente). Porém, para o referido estudo, os autores utilizaram óleo a partir das sementes da espécie, diferentemente deste estudo, onde utilizou-se extrato a partir das folhas de nim.

Avaliando a qualidade e eficiência de produtos naturais no tratamento preservativo das madeiras de *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda*, Vivian et al. (2020), observaram valores médios de 28,87; 8,55 e 32,87% de perda de massa para o fungo *Gloeophyllum trabeum* nas respectivas espécies de plantas e valores médios de 19,34, 21,66 e 26,79% de perda de massa para o fungo *Trametes versicolor*, nas espécies *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda* respectivamente, quando utilizaram o óleo de nim.

O extrato de casca de angico apresentou valor médio semelhante aos encontrados para o extrato da folha de nim, não diferindo-se estatisticamente da testemunha, indicando não haver efeito significativo para proteção da madeira de sumaúma.

Silveira (2015) avaliou a utilização do tanino como preservante natural da madeira de *Acacia mearnsii* e sua toxidez ao fungo apodrecedor *Pycnoporus sanguineus*, além disso, encontrou valores médios de perda de massa de 5,24 e 5,97% para tanino com concentração de 5 e 10% de ingrediente ativo, respectivamente. Assim o autor concluiu que os tratamentos utilizando tanino 5 e 10% apresentaram resultados semelhantes ao tratamento com CCB, elevando a resistência biológica da madeira para a classificação muito resistente.

Porém, para o referido estudo, os autores utilizaram valores maiores de concentração do tanino (5 e 10%), diferentemente desde estudo, onde estudou-se uma concentração de 4% de ingrediente ativo, sendo o mesmo extrato da casca de angico, assim não tanino puro.

Vivian et al. (2020) avaliaram a qualidade e eficiência de produtos naturais no tratamento preservativo das madeiras de *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda*, onde encontraram valores médios 27,90; 12,08 e 30,98% de perda de massa para o fungo *Gloeophyllum trabeum* nas respectivas espécies de plantas e valores médios de 20,81, 21,05 e 30,30% de perda de massa para o fungo *Trametes versicolor*, nas espécies *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda* respectivamente, quando analisaram o uso de tanino. Os autores citam que, com relação a deterioração dos dois fungos apodrecedores, o tanino teve o mesmo comportamento para madeira de *A. angustifolia*, reduzindo um pouco o percentual de perda de massa em comparação a testemunha, porém, estatisticamente apresentou o mesmo comportamento.

Os valores médios de massa residual apresentaram diferença significativa com relação ao fator solução, mostrando que a solução CCB apresentou menor biodeterioração após o teste de apodrecimento, enquanto o extrato de casca de angico destacou-se pela maior deterioração da madeira de sumaúma. O extrato de folha de nim também não se mostrou eficiente na proteção contra apodrecimento da madeira de sumaúma, apresentando semelhanças aos encontrados na casca de angico (Tabela 4).

Ao comparar as soluções, nota-se que houve maior perda de massa pelos corpos de prova imunizados com os extratos de casca de angico e folha de nim, sendo bem semelhantes, mesmo sendo a retenção melhor para o extrato da folha de nim (Tabela 4). Avaliando a qualidade e eficiência de produtos naturais no tratamento preservativo das madeiras de *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda*, contra os fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*, Vivian et al. (2020) observaram que o tanino mostrou-se mais eficiente que o óleo de nim na proteção da madeira das espécies, contra os dois fungos.

Foi possível notar que, assim como no teste de cupins, a condição lixiviação não mostrou efeito significativo para as situações estudadas, assim não influenciou significativamente na perda da massa dos corpos de prova de sumaúma.

5 CONCLUSÃO

O extrato da folha de nim mostrou-se eficiente na proteção da madeira de sumaúma contra cupins xilófagos, porém, o mesmo não se mostrou eficiente contra o apodrecimento.

O processo de lixiviação utilizado no presente estudo não influenciou no comportamento das soluções imunizantes contra os cupins xilófagos e o apodrecimento da madeira de sumaúma.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D3345**: Standard method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termite. Philadelphia; 2005. Annual Book of ASTM Standard.
- 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 9480**: Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais - requisitos. Rio de Janeiro; 2009.
- ARAÚJO, D. R. C. **Anadenanthera colubrina var. Cebil (Griseb.) Altschul (Fabaceae:Mimosoideae): potencial antimicrobiano e variações sazonais nos teores de metabólitos secundários**. 2015. 60 f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Recife, 2015.
- AZEVÊDO, S. M. A.; CALEGARI, L.; OLIVEIRA, E.; PIMENTA, A. S.; PAES, J. B.; LIMA, C. R. Avaliação e eficiência do CCB na madeira de *Prosopis juliflora* (sw.) Dc. pelo método da substituição de seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1704-1715, out.- dez., 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/35319>> Acesso em: 22 de março de 2020.
- CALEGARI, L.; LOPES, P. J. G.; SANTANA, G. M.; STANGERLIN, D. M.; OLIVEIRA, E.; GATTO, D. A. Eficiência de extrato tânico combinado ou não com ácido bórico na proteção da madeira de *Ceiba pentandra* contra cupim xilófago. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 43 - 52, jan. / mar. 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/28798>> Acesso em: 18 de abril 2018.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. v.1. 1040p.
- CASTRO, V. G.; GUIMARÃES, P. P. **Deterioração e preservação da madeira**. Mossoró: EdUFERSA, 2018. 213p. Disponível em: < <https://livraria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/165/2019/02/deterioracao-e-preservacao-da-madeira002.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2019.
- BERTOLLINI, M.S.; NASCIMENTO, M. F.; CHRISTOFORO, A.L.; LAHR, F. A. R. Painéis de partículas provenientes de rejeitos de *Pinus* sp. tratado com preservante CCA e resina derivada de biomassa. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.339-346, 2014. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v38n2/14.pdf>> Acesso em: 22 de maio de 2018.
- BITTENCOURT, A. M. **O cultivo do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss): uma visão econômica**. 2006.147 f Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BOSSARDI, K.; BARREIROS, R. M. Produtos naturais como preservantes para madeiras de rápido crescimento – uma revisão. **Ciência da Madeira** (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 02, n. 02, p. 109-118, 2011. Disponível em:<<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/viewFile/4030/3171>> Acesso em: 22 de maio de 2018.

CARVALHO, D. E.; SANTINI, E. J.; GOUVEIA, F. N.; ROCHA, M. P. Resistência natural de quatro espécies florestais submetidas a ensaio com fungos apodrecedores. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 271-276, 2015. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n2/2179-8087-floram-22-2-271.pdf>> Acesso em: 05 de maio de 2018.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008. Disponível em:<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1104>> Acesso em: 20 de maio de 2018.

CORASSA, J. N.; CASTELO, P. A. R.; STANGERLIN, D. M.; MAGISTRALI, I. M. Durabilidade natural da madeira de quatro espécies florestais em ensaios de deterioração em campo. **Revista Ciência da Madeira** (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 04, n. 01, p. 108-117, 2013. Disponível em:<<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4050>> Acesso em: 05 de maio de 2018.

COSME JUNIOR, L.; SANT'ANA, L. P.; SANTOS, C. A. Uso de cupins (Isoptera: Insecta) como ferramenta no ensino de Ciências e Educação Ambiental. **Revista ELO**, v. 04, n. 02, 2015.

FERNANDES, M.; SKORONSKI, E.; TREVISAN, V.; ALVES, M. V.; ELY, C.; JOÃO, J. J. Aplicação de tanino como coagulante no reuso da água de Lavagem de automóveis e a utilização do lodo na agricultura. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 51-61, jan./jun. 2015. Disponível em:<<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/download/285/72>> Acesso em: 20 de junho 2017.

LEPAGE, E.S.; **Preservativos e sistemas preservativos**. Manual de preservação de madeiras, São Paulo: IPT, vol. I, 279 342, 1986.

LIMA, C. R.; PAES, J. B.; LIMA, V. L. A.; DELGADO, M. F. F.; LIMA, R. A. Potencialidade dos extratos tânicos de três espécies florestais no curtimento de peles caprinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 11, p. 1192-1197, 2014. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n11/15.pdf>>. Acesso em: 21 abril 2018.

LOPES, D. J. V. H.; BARNES, H. M. B.; BOBADILHA, G. S. Influence of heat treatment and tannin impregnation on boron depletion and wood durability. **Florests**, Department of Sustainable Bioproducts, Starkville, MS 39759, USA, v.11, p.201, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-4907/11/2/201>> Acesso em: 10 de agosto de 2020.

LOPES, P. J. G.; CALEGARI, L.; AZEVEDO, S. M. A.; OLIVEIRA, E. Resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) tratada com CCB contra cupins xilófagos. **Agropecuária Científica no Semiárido**. ACSA, Patos-PB, v.12, n.3, p.273-279, 2017. Disponível em:< http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/viewFile/847/pdf_1> Acesso em: 26 de abril de 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 2. 382p

MARTINEZ, S. S. **O nim: *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 410 p. 2008. Disponível em:< <http://www.iapar.br/pagina-410.html>> Acesso em: 20 de abril de 2020.

MEDEIROS NETO, P. N. **Resistência natural da madeira de sete espécies de *Eucalyptus* a agentes xilófagos**. 123 f. Tese (Pós-graduação em Ciências Florestais), Centro de Ciências Agrárias e Engenharia, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, 2017. Disponível em:<http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7704/1/tese_10574_TESE%20-%20PEDRO%20NIC%C3%93%20DE%20MEDEIROS%20NETO.pdf> Acesso em: 02 de maio de 2018.

MELO, R. R.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; GARLET, A.; PAES, J. B.; STANGERLIN, D. M. Resistência de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz a fungos e cupins xilófagos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 501 - 511, 2010. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/277029551_Resistencia_de_paineis_aglomerados_produzidos_com_diferentes_proporcoes_de_madeira_e_casca_de_arroz_a_fungos_e_cupins_xilofagos> Acesso em: 20 de abril de 2018.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/LPF, 1988. 57 p. Disponível em:<<http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/laboratorio-de-produtos-florestais/publicacoes-lpf/2655-a-degradacao-da-madeira/file>> Acesso em: 19 de abril de 2018.

MORESCHI, J. C. **Biodegradação da madeira**. Biodegradação e preservação da madeira, v. 1, 53 f. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013a.

MORESCHI, J. C. **Biodegradação da madeira**. Biodegradação e preservação da madeira, v. 2, 33 f. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013b.

NEPOMUCENO, C. F.; SOUZA RIOS, A. P.; QUEIROZ, S. R. O. D.; PELACANI, C. R.; SANTANA, J. R. F. Controle da abscisão foliar e morfogênese in vitro em culturas de *Anadenanthera colubrina* (vell.) Brenan var. *Cebil* (Griseb) Altschul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.967-975, 2007. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/html/488/48831521/>> Acesso em: 21 maio 2018.

NIM BRASIL. **Nim indiano**. 2018. Disponível em:<https://www.nimbrasil.com.br/nim-indiano?page_id=8> Acesso em: 2018.

NOVAES, A. B.; SILVA, H. F.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B. Qualidade de mudas de nim indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 101 -110, 2014. disponível em:<<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/30207/22927>> Acesso em: 30 de abril de 2018.

PAES, J. B.; DE SOUZA, A. D.; DE LIMA, C. R.; NETO, P. N. de M. Eficiência dos óleos de nim e mamona contra cupins xilófagos em ensaio de alimentação forçada. **Cerne**, Lavras, v.16, n.1, p. 105-113, jan./mar. 2010b.

PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; LIMA, C. R.; BASTOS, P. M.; NETO, P. N. M. Taninos condensados da casca de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* var. *Cebil*) extraídos com soluções de hidróxido e sulfito de sódio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 22 – 27, jul.– set., 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2371/237129741004.pdf>>. Acesso em: 28 maio de 2018.

PAES, J. B.; GUERRA, S. C. S.; SILVA, L. F.; OLIVEIRA, J. G. L.; TEAGO, G. B. S. Efeito do teor de extrativos na resistência natural de cinco madeiras ao ataque de cupins xilófagos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1259-1269, out.-dez., 2016. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cflo/v26n4/0103-9954-cflo-26-04-01259.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2018.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; GUEDES, R. S.; SOUZA, P.F. Eficiência da madeira de leucena (*Leucaena leucocephala*) tratada com CCB contra cupins xilófagos em ensaio de laboratório. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.3, p.376-383, 2014.

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVEDO, T. K. B.; MORAIS, R. M.; CALIXTO JÚNIOR, J. T. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 441-447, set. 2010a. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap11.pdf>>. Acessado em: 20 abril 2018.

PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; SANTANA, G. M. Rendimento e características físicas dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e mamona (*Ricinus communis*). **Floresta e Ambiente**, vol.22 no.1 Seropédica jan./mar. 134-139, 2015. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-80872015000100134&lng=pt&tlng=pt> Acesso em: 25 de março de 2020.

PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; SOUZA, P. F. Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica* a. Juss.) e mamona (*Ricinus communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 617-624, jul.-set., 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaflorestal/article/viewFile/6627/4055>> Acesso em: 20 de abril de 2018

PILOCELLI, A.; STANGERLIN, D. M.; PEREIRA, R. L.; GATTO, D. A.; CALEGARI, L.; PARIZ, E.; SUSIN, F. Resistência natural das madeiras de cumaru, cedrinho e paricá submetidas a ensaios de deterioração de campo. **Revista Ciência da Madeira** (Brazilian Journal of Wood Science), Pelotas, v.6, n.1, p.1-10, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4137>> Acesso em: 02 de maio de 2018.

PIMENTA, M. A. C. **Tratamento preservativo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em diferentes níveis de umidade por substituição da seiva**. 2016. 38 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, 2016. Disponível em: <http://www.cstr.ufcg.edu.br/ppgcf/dissertacoes/documentos_2016/marlusadielcarneiro/pimenta/arquivo.pdf> Acesso em: 14 de outubro de 2018.

RAMOS, I. E. C.; PAES, J. B.; SOBRINHO, D. W. F.; SANTOS, G. J. C. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) D.C.) em ensaio de apodrecimento acelerado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.811-820, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n5/a15v30n5.pdf>> Acesso em: 24 de março de 2020.

RODRIGUES, R. B. **Eficiência de preservativos e durabilidade natural de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* a organismos xilófagos**. 68 f Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011. Disponível em: <<http://r1.ufrrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/Dissertação%20Rodrigo%2004-05-11.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2018.

SCHIEVENIN, D. F. **Regeneração natural sob talhões puros de espécies nativas com diferentes atributos funcionais**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade De Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138942>> Acesso em 23 abril 2018.

SILVEIRA, A. G. **Utilização do tanino como preservante natural da madeira de *Acacia mearnsii* e sua toxidez ao fungo apodrecedor *Pycnoporus sanguineus***. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, RS, Brasil, 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/ppgef/images/Diss2015/Amanda-Grassmann-da-Silveira_Dissertao-de-Mestrado.pdf> Acesso em 25 de março de 2020.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. M. D.; PAIVA, P. D. D.; SILVA, D. R. G. Cultivo e usos do nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Boletim Agropecuário**, Lavras, n.º 68, p. 1-14, 2009. Disponível em: <<http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-68.pdf>> Acesso em: 20 de abril de 2018.

SOUZA, R. V.; DEMENIGHI, A. L. Tratamentos preservantes naturais de madeiras de floresta plantada para a construção civil. **Mix Sustentável**, v. 3, n.1, p.84-92, 2017.

Disponível em:
<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1824>> Acesso em:
26 de abril de 2018.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

TANAC S. A. **Há mais de seis décadas promovendo o desenvolvimento sócio-ambiental em direção a um futuro sustentável**. 2018. Disponível em:
<<http://www.tanac.com.br/pt-br/unidades/taninos>>. Acesso em: 21 maio 2018.

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, p. 124-133, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n1/2179-8087-floram-22-1-124.pdf>> Acesso em: 05 de maio de 2018.

TELEGINSKI, E.; GILMARA M. O.; CHRISTOFORO, A. L. L.; SILVA, D. A. L.; SEGUNDINHO, P. G. A.; LAHR, F. A. R. Emprego de técnica de colorimetria e ferramentas de sensoriamento remoto para avaliar o tratamento por CCB de mourões de madeira. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p.587-593, 2016.

VIVIAN, M. A.; GROSSKOPF, E. J.; NUNES, G. C.; ITAKO, A. T.; MODES, K. S. Qualidade e eficiência de produtos naturais no tratamento preservativo das madeiras de *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 19, n. 1. 2020. Disponível em:<<http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/issue/view/754>> Acesso em: 19 de março de 2020.