

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

FELIPE DOS SANTOS GRIGOLETO

Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e de mamona (*Ricinus communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) ao fungo xilófago *Postia placenta*

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2013

FELIPE DOS SANTOS GRIGOLETO

Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e de mamona (*Ricinus communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) ao fungo xilófago *Postia placenta*

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2013

FELIPE DOS SANTOS GRIGOLETO

Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e de mamona (*Ricinus communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) ao fungo xilófago *Postia placenta*

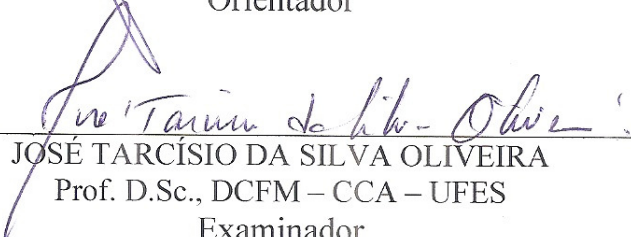
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 14 de agosto de 2013.

COMISSÃO EXAMINADORA



JUAREZ BENIGNO PAES
Prof. D.Sc., DCFM – CCA – UFES
Orientador



JOSÉ TARCÍSIO DA SILVA OLIVEIRA
Prof. D.Sc., DCFM – CCA – UFES
Examinador



PEDRO NICÓ DE MEDEIROS NETO
M.Sc., PGCF – CCA - UFES
Examinador

“Por isso eu te convido pra dançar no Titanic”.
D.J. Osman

AGRADECIMENTOS

A Deus, que contribuiu para que tudo ocorresse bem, estando sempre ao meu lado.

A minha família, por fornecer o que eu precisei para minha formação pessoal e profissional.

A Universidade Federal do Espírito Santo, pelo suporte para realização desse trabalho.

Ao Professor Juarez Benigno Paes, pela orientação, paciência e companheirismo.

Aos professores que muito contribuíram para a minha formação acadêmica, principalmente os do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

Aos membros da Banca Examinadora, Professor José Tarcísio da Silva Oliveira e o doutorando em Ciências Florestais Pedro Nicó de Medeiros Neto.

A todos que contribuíram neste trabalho, principalmente Tâmara Amorim e Larissa Dudecki.

A minha turma de graduação, em especial aos meus amigos, e aos colegas de república.

Aos funcionários do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, principalmente às funcionárias do Restaurante Universitário por me fornecer as melhores refeições.

Ao Engenheiro Florestal Adilson Daniel de Souza, pela coleta do material deste estudo.

A todos que contribuíram para a minha formação e elaboração deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) ao fungo xilófago *Postia placenta* em condições de laboratório. Os óleos de nim e de mamona foram extraídos com álcool etílico absoluto e empregados no preparo das soluções preservativas. Foram preparadas cinco soluções (óleo de nim puro, óleo de mamona puro, 75% óleo de nim + 25% de mamona, 50% óleo de nim + 50% de mamona; 25% óleo de nim + 75% de mamona). Amostras de madeira de sumaúma com dimensões de 1,9 x 1,9 x 1,9 cm (radial x tangencial x longitudinal) foram tratadas para atingir retenções nominais de 10 a 16 ou de 22 a 28 kg de solução.m³ de madeira. Parte das amostras tratadas foi submetida ao envelhecimento (volatilização ou lixiviação). Foram avaliadas as capacidades antifúngicas das soluções preparadas com os óleos de nim e mamona. Amostras de madeira tratadas foram submetidas à ação do fungo *Postia placenta* durante 14 semanas para a avaliação da eficiência dos óleos, da influência do envelhecimento e das faixas de retenção na resistência da madeira tratada ao fungo xilófago empregado. Foi verificado que para este fungo o tratamento da madeira com nim e mamona diminuiu a resistência biológica da madeira, quando comparada à testemunha.

Palavras-chave: **Tratamento da madeira, envelhecimento, ensaios biológicos**

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral.....	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Óleo de Nim	3
2.2 Óleo de Mamona	4
2.3 Fungos Xilófagos	4
2.4 Madeira da Espécie de Sumaúma	5
3 METODOLOGIA.....	6
3.1 Coleta e Beneficiamento dos Frutos de Nim e Mamona	6
3.2 Preparo das Soluções com os Óleos de Nim e Mamona	6
3.3 Preparo e Tratamento da Madeira de Sumaúma	7
3.4 Ensaio de Apodrecimento Acelerado em Laboratório	9
3.5 Avaliação dos Resultados	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5 CONCLUSÕES.....	16
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Soluções preparadas com os óleos de nim (<i>Azadirachta indica</i>) e mamona (<i>Ricinus communis</i>) e tratamentos a serem executados na madeira de sumaúma (<i>Ceiba pentandra</i>).....	7
Tabela 2 -	Valores médios da perda de massa causada pelos fungos na retenção de 10 a 16 kg de solução.m ⁻³	11
Tabela 3 -	Valores médios da perda de massa causada pelos fungos na retenção de 22 a 28 kg de solução.m ⁻³	12
Tabela 4 -	Análises de variância para a perda de massa (%) para retenções (kg.m ⁻³), tratamentos, e situações. Dados transformados em arcsen [raiz quadrada (perda de massa ÷ 100)].....	13
Tabela 5 -	Comparação entre as médias da perda de massa da madeira de sumaúma (<i>Ceiba pentandra</i>) para os diferentes tratamentos.....	14
Tabela 6 -	Comparação entre as médias de perda de massa (%) nas diferentes situações e retenções.....	15

1 INTRODUÇÃO

O óleo de nim (*Azadirachia indica* A. Juss), é uma planta do sudeste da Ásia e do subcontinente indiano. É uma planta de clima tropical e tem média de 15 a 20m de altura, chegando até aos 40m em alguns casos. O nim indiano pode ser utilizado na produção de mudas para reflorestamento, pois tem fácil propagação vegetativa e sexual e quando o desenvolvimento é adequado a árvore se torna bem resistente a ventos (NIMBRASIL, 2013).

Para o uso como fungicida e inseticida, o nim e seus derivados, principalmente o óleo, chegam a afetar mais de 400 espécies de insetos e alguns fungos (NIMBRASIL, 2013). Porém, o óleo de Nim se deteriora muito rápido, o que dificulta o emprego para o tratamento de madeira, já que um bom produto preservante deve permanecer por maior tempo possível na peça (PLANETANATURAL, 2006 *apud* PAES et al., 2011, p.752).

A mamona (*Ricinus communis* L) é uma planta oleaginosa, pertencente à família Euforbiaceae (VENTURA, 1990). Para determinados fins, o óleo de mamona, é quase insubstituível, como na lubrificação de engrenagens sujeitas ao esfriamento e à ação da água, por aderir bem às superfícies molhadas, ao contrário dos demais óleos (MACHADO et al., 1998). Desta forma, espera-se que o óleo de mamona possa melhorar a persistência do óleo de nim na madeira (PAES et al., 2010b; 2010c; 2011; 2012).

Os fungos são os principais agente destruidores da madeira (CARBALLEIRA LOPEZ; MILANO, 1986). E para avaliar a resistência natural da madeira a estes organismos, são necessários testes acelerados em laboratório, sendo a madeira em estudo exposta aos fungos de podridão branca ou parda (PAES et al. 2005).

Porém, as conclusões definitivas sobre a eficácia do produto só podem ser tiradas após ensaio de campo (HUNT; GARRATT, 1967; JANKOWSKY, 1986), pois é afetada pelas condições de uso, sendo mais bem avaliada quando a madeira é exposta aos agentes físicos, químicos e biológicos do ambiente (PAES et al., 2009).

No entanto, ensaios de campo para avaliar o desempenho de preservativos a organismos xilófagos podem requerer até 50 anos, sendo, impraticáveis

(WILKINSON, 1979). Dessa forma, os ensaios biológicos, executados no laboratório, são ferramentas importantes para avaliar a potencialidade de um produto químico como preservativo para madeira (PAES, 1997).

A sumaúma (*Ceiba pentandra* (L) Gaerth.), família Bombacaceae, é mundialmente conhecida por suas múltiplas utilidades em razão de suas características físico mecânicas, da disponibilidade e da trabalhabilidade. No Brasil, a madeira de sumaúma é utilizada para a confecção de compensados, móveis, batentes de portas e janelas. Entretanto, a sumaúma não tem uma boa durabilidade natural sendo necessário a adição de produtos químicos e tratamentos preservativos para lhe proporcionar uma maior proteção a agentes xilófagos (PAES et al., 2010a; 2010b; 2011; 2012).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) ao fungo xilófago *Postia placenta* em condições de laboratório.

1.1.2 Objetivos específicos

- Verificar o efeito da volatilização e da lixiviação de soluções preparadas com óleos de nim e mamona na madeira tratada;
- Avaliar o efeito da ação do fungo xilófago na madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*); e
- Analisar o efeito das duas faixas de retenções (kg.m^{-3}) de soluções preparadas com óleo de nim e mamona na madeira tratada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Óleo de Nim

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss) é uma planta da família Meliaceae, de origem asiática, de rápido crescimento e muito resistente, alcançando de 10 a 15 m de altura e produz madeira avermelhada, dura e resistente ao ataque de cupins e ao apodrecimento (ARAÚJO et al., 2000).

Sua madeira é dura, relativamente pesada e utilizada nos mais diversos usos como construção civil e naval, fabricação de móveis, confecção de ferramentas, e para moirões de cerca (SOARES et al., 2009), em razão de sua resistência a organismos xilófagos. É uma excelente fonte de lenha e combustíveis, possuindo um carvão de alto poder calorífico (ARAÚJO et al., 2000). Além disso, o nim é recomendado no manejo de pragas, pois suas sementes, frutos, folhas, cascas do caule, óleo e raízes possuem os mais variados usos antimicrobianos e para assepsia (PAES et al., 2012).

Na África e na Índia, o nim é espécie silvícola valiosa e está se tornando cada vez mais popular na América Central (NIMBRASIL, 2013). É ideal para programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, áridas ou costeiras, por se tratar de uma árvore robusta. Em sistemas agroflorestais, é usado como quebra-ventos, protegendo as culturas da ação dos ventos e do ressecamento, e ainda fornece matéria orgânica via folhas que caem no solo (SOARES et al., 2009). Dependendo das chuvas, condições locais, espaçamento e material genético, as árvores de nim produzem de 10 a 40 toneladas de matéria seca por hectare. As folhas abrangem cerca de metade da biomassa produzida, enquanto frutos 25% e madeira também 25%. (PLANETAORGÂNICO, 2013).

O óleo de nim e seus componentes inibem o desenvolvimento de fungos sobre homens, animais e plantas (NIMBRASIL, 2013). “[...] O óleo é composto basicamente de triglicerídeos de oleico, esteárico, linoleico e palmítico, sendo empregado principalmente em lamparinas, sabões e outros produtos não comestíveis” (PLANETANATURAL, 2006 *apud* PAES et al., 2011, p.752). Porém, “[...] o óleo se deteriora muito rápido, dificultando seu emprego para o tratamento de madeira, uma

vez que o produto preservativo deve permanecer por maior tempo possível na peça” (PLANETANATURAL, 2006 *apud* PAES et al., 2011, p.752).

2.2 Óleo de Mamona

A mamona (*Ricinus communis* L) é uma planta oleaginosa nativa da África, pertencente à família Euforbiaceae, que chegou ao Brasil no período Colonial trazida pelos cativos africanos (VENTURA, 1990).

Ela vem sendo utilizada para atender aos programas de produção de biocombustível e para fixar o homem no campo, principalmente no Semiárido brasileiro. Nesta região, existem mais de 90 variedades de mamona, que iniciam a produção no primeiro ano de vida. Já que existe um alto número de variedades, os teores de óleo podem variar de 44 a 55% da massa de matéria seca das sementes (MACHADO et al., 1998).

O óleo de mamona se adere bem a superfícies molhadas, ao contrário da maioria dos óleos, por isso é indicado para lubrificação de engrenagens sujeitas à ação da água e ao esfriamento (MACHADO et al., 1998).

2.3 Fungos Xilófagos

Os agentes que degradam a madeira são classificados em bióticos e abióticos, sendo os bióticos responsáveis pelos maiores danos causados à madeira (OLIVEIRA et al., 1986). Os organismos xilófagos de maior importância em relação à deterioração da madeira são classificados em microrganismos (bactérias, bolores e fungos), insetos (coleópteros e cupins) e brocas marinhas (moluscos e crustáceos) (OLIVEIRA et al., 1986).

Dentre os microrganismos, os fungos xilófagos são os responsáveis pelas maiores perdas causadas a estruturas de madeira, como postes, dormentes e moirões. Para avaliar a resistência natural da madeira a fungos, são necessários testes acelerados em laboratório, nos quais amostras de madeira são expostas aos fungos xilófagos causadores das podridões branca ou parda (PAES et al., 2005).

Carballeira Lopez e Milano (1986) também afirmam que os fungos são os principais agentes destruidores da madeira, e os ensaios de laboratório são um indicativo do desempenho de um novo produto preservativo.

2.4 Madeira da Espécie de Sumaúma

A sumaúma (*Ceiba pentandra* (L) Gaerth.), pertence à família Bombacaceae e é mundialmente conhecida por seus vários usos, como em compensados, móveis, batentes de portas e janelas, já que possui boa disponibilidade e trabalhabilidade por suas características físico mecânicas. É uma espécie característica de florestas abertas, atingindo de 30 a 40 m de altura (PAES et al., 2011).

Produz madeira leve com densidade básica de 0,30 a 0,37 g.cm⁻³, de cor esbranquiçada quando recém cortada que, posteriormente, muda para castanho ou cinza (LOUREIRO et al., 1979), possui grã regular, textura média, cheiro e gosto indistinto, sendo suscetível ao ataque de insetos e fungos apodrecedores (SOUZA et al., 1997).

A durabilidade da madeira de sumaúma pode ser melhorada por meio da adição de produtos químicos e tratamentos preservativos (PAES et al., 2010c), protegendo os recursos florestais, o que é de elevada significância, já que o alívio da pressão sobre as florestas remanescentes permite a formação de madeiras com maior dimensão, podendo estas serem utilizadas para fins mais nobres (FARIAS SOBRINHO, 2003).

3 METODOLOGIA

3.1 Coleta e Beneficiamento dos Frutos de Nim e Mamona

Os frutos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) foram coletados no Núcleo de Pesquisa do Semiárido (NUPEARIDO), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no Município de Patos, PB. Já, os frutos de mamona (*Ricinus communis* L.) foram coletados de várias plantas que crescem as margens do Rio Espinharas (Patos, PB), e no Município de Igaracy, PB.

Após a coleta, os frutos de nim foram armazenados em geladeira, e quando a quantidade coletada foi suficiente para a extração dos óleos, eles foram despolidos em água corrente com auxílio de uma peneira de malha de 2 x 3 mm, secos à sombra no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais (LTPF) da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da UFCG, e retirado o tegumento com ferramentas manuais e armazenados à sombra no LTPF. Os frutos de mamona foram postos ao sol para eclodirem e as sementes armazenadas em sacos plásticos no LTPF, até o encaminhamento para as extrações de óleos.

3.2 Preparo das Soluções com os Óleos de Nim e Mamona

Para a extração dos óleos foi empregado álcool etílico absoluto. As sementes depois de moídas em moinho manual foram misturadas ao álcool e, posteriormente, homogeneizadas com o uso de liquidificador doméstico. O material obtido foi posto em um funil de Büchner de 13 cm de diâmetro por 4 cm de altura e filtrado com papel de filtro de filtragem rápida ao empregar uma bomba de vácuo acoplada a um erlenmeyer de 2000 mL.

Para o óleo de nim, após a filtragem, observaram-se duas camadas (óleo e solvente), que foram separadas naturalmente com o emprego de um funil de decantação de 500 mL. O óleo de mamona ficou miscível no álcool, tendo sido separado por aquecimento e condensação do solvente, ao empregar um balão de 1000 mL, manta aquecedora e um condensador tipo Liebig de 40 cm de comprimento, tendo a fração alcoólica sido recuperada e reutilizada.

Depois de tais procedimentos, os óleos foram postos em bandejas de alumínio, cobertas com tecido tipo "filó" e dispostas no laboratório para a evaporação das porções remanescentes de álcool. Para atender aos objetivos do trabalho foram preparadas cinco soluções com os óleos obtidos de nim e mamona. No preparo, foram variadas as quantidade de óleo de nim e de mamona como exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Soluções preparadas com os óleos de nim (*Azadirachta indica*) e mamona (*Ricinus communis*) e tratamentos executados na madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*)

Tratamentos Estatísticos	Discriminações
1	Madeira não tratada
2	Óleo de Nim Puro
3	25% Óleo de Mamona; 75% Óleo de Nim
4	50% Óleo de Mamona; 50% Óleo de Nim
5	75% Óleo de Mamona, 25% Óleo de Nim
6	Óleo de Mamona Puro

Fonte: Autor

3.3 Preparo e Tratamento da Madeira de Sumaúma

A madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) foi obtida em uma marcenaria localizada no município de Patos – PB, com dimensões de 3,5 cm de espessura, 30 cm de largura e 200 centímetros de comprimento. A madeira foi transformada em corpos de prova, de 1,9 x 1,9 x 1,9 cm de dimensões (radial x longitudinal x tangencial). As amostras obtidas foram selecionadas ao descartar as que apresentavam defeitos, lixadas e identificadas convenientemente conforme tratamento, retenção e das condições do teste.

Os corpos de prova selecionados foram secos em estufa a 103 ± 2 °C, até massa constante. Foi determinada a massa de cada amostra, conforme o recomendado pela *American Society for Testing and Materials* - ASTM D 141-3 (2005), e os valores foram utilizados no cálculo da retenção dos óleos na madeira e da perda de massa causada pelo fungo xilófago.

Para o tratamento da madeira, foi empregado o método de imersão a frio em que as amostras de madeira foram submergidas por 5 ou 10 minutos nas soluções preparadas. Com esse procedimento garantiram-se retenções de 10 a 16 ou de 22 a 28 kg de solução. m^{-3} . A retenção foi determinada ao dividir a diferença de massa dos corpos de prova (antes e depois de tratados) pela massa inicial dos mesmos.

O nível de retenção empregado teve como base o utilizado por Paes et al. (2010a) para o óleo de candeia (*Eremanthus erythropappus*), que garantiu que amostras de sumaúma tratadas tivessem alta resistência ao ataque de térmita da espécie *Nasutitermes corniger*. Também baseou-se em outros trabalhos com soluções dos óleos de nim e mamona para o citado térmita (Paes et al., 2010c; 2011), e com fungos xilófagos causadores da podridão mole (Paes et al., 2010b) e em simulador de campo (Paes et al., 2012).

Após o tratamento, os corpos de prova foram submetidas a três situações distintas. No primeiro caso, as amostras tratadas tiveram suas superfícies secas com papel toalha, determinada sua retenção e, submetidas ao ensaio biológico. Essa foi denominada de situação normal (situação 1). No segundo caso, os corpos de prova, após secos, foram submetidos ao envelhecimento por volatilização, segundo recomendações da ASTM D-141-3 (2005), que preconiza a imersão das amostras em água destilada por 2 horas, à temperatura ambiente, seguida da secagem em estufa a $48,9 \pm 1,1$ °C, por 334 horas. Após esse tratamento, as amostras foram submetidas ao ensaio (situação 2).

No terceiro caso, os corpos de prova, depois de secos e pesados, foram submetidos à lixiviação, segundo recomendações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT/Divisão de Madeira - DIMAD, citadas por Paes (1997), as quais preconizam a imersão das amostras num recipiente, onde são reguladas a entrada e a saída de água para $400 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, por 150 horas. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em condições ambientais, por 15 dias, e submetidas ao ensaio (situação 3).

3.4 Ensaio de Apodrecimento Acelerado em Laboratório

Para realização deste ensaio, foram seguidas as recomendações da ASTM D - 141-3 (2005). Assim, foram ensaiadas 10 amostras para cada tratamento (fungo/produto/situação/retenção), sendo empregado o fungo *Postia placenta*.

Segundo as recomendações da ASTM D-141-3 (2005), a umidade do solo utilizado como substrato para preenchimento dos frascos foi ajustada para 130% da sua capacidade de retenção de água. Seguindo as recomendações da norma citada, os frascos de vidro de 600mL foram preenchidos com 300 g de solo, cuja umidade foi ajustada pela adição de 50mL de água destilada, foram adicionados dois alimentadores de madeira de *Pinus* sp. e esterilizados em autoclave por 30min a $121 \pm 2^\circ\text{C}$. Depois de inoculados em capela de fluxo laminar, e a culturas fúngica estar bem desenvolvida, os corpos de prova, previamente esterilizados, foram adicionados à razão de duas amostras por frasco.

Esses frascos foram mantidos em sala climatizada ($27 \pm 1^\circ\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ de umidade relativa) durante 14 semanas. Foram mantidos frascos, preparados de forma semelhantes aos descritos, porem não inoculados com o fungo, para avaliação da perda de massa operacional, os quais foram utilizados como fatores de correção, garantindo, que uma maior porcentagem da perda de massa observada nas amostras seja causada pelo ataque dos fungos xilófagos, e não por causa de outros fatores operacionais.

Amostras confeccionadas de madeira de *Pinus* sp também foram utilizadas neste ensaio para serem empregadas como controle do desenvolvimento do fungo.

Depois de transcorrido o período de ensaio, os corpos de prova foram retirados dos frascos, e com uma escova de cerdas macias o micélio dos fungos foi removido. Os corpos de prova foram postos em estufa por 48 horas e pesados para determinar suas massas, ao adotar o mesmo procedimento daquele anterior a ação do fungo. Com isso foi determinada a perda de massa para cada tratamento, retenção e situação.

3.5 Avaliação dos Resultados

Para avaliação dos resultados, foi empregado o delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, ao serem empregados fatores retenção (dois níveis) e situação (três níveis – normal, volatilizada ou lixiviada), seis tratamentos com seis repetições.

Para permitir a análise de variâncias, os dados em porcentagens de perda de massa foram transformados em arcsen [raiz quadrada (perda de massa ÷ 100)]. Essas transformações, sugeridas por Steell e Torrie (1980), foram empregadas para homogeneizarem as variâncias. Para a avaliação dos ensaios foi empregado o teste de Tukey em nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 observa-se que os menores valores de perda de massa foram obtidos nos tratamentos 4 (50% Mamona; 50% Nim) e 5 (75% Mamona, 25% Nim) na situação 3. Para a retenção de 10 a 16 kg de solução.m⁻³, observou-se uma grande diferença na combinação entre a situação 3 (Lixiviada) e as demais situações adotadas, para os tratamentos 4 e 5.

Tabela 2 - Valores médios da perda de massa (%) causada pelo fungo *Postia placenta* na retenção de 10 a 16 kg de solução.m⁻³

Tratamentos	Perda de Massa (%)		
	Situações		
	1 (Normal)	2 (Volatilizada)	3 (Lixiviada)
1 (Madeira não tratada)	16,64	13,14	13,97
2 (Óleo de Nim Puro)	15,00	12,69	9,51
3 (25% Mamona; 75% Nim)	19,67	13,76	16,13
4 (50% Mamona; 50% Nim)	17,00	18,25	4,63
5 (75% Mamona, 25% Nim)	16,66	22,25	4,23
6 (Óleo de Mamona Puro)	18,02	22,95	15,02

Fonte: Autor

Nota-se na Tabela 3, que a madeira não tratada teve a menor perda de massa, quando comparada à submetida aos tratamentos com os óleos de nim e mamona. Sendo assim, os óleos de nim e mamona, em suas diferentes composições não contribuíram positivamente para a proteção contra o fungo *Postia Placenta*.

Tabela 3 - Valores médios da perda de massa (%) causada pelo fungo *Postia placenta* na retenção de 22 a 28 kg de solução.m⁻³

Tratamentos	Perda de Massa (%)		
	Situações		
	1 (Normal)	2 (Volatilizada)	3 (Lixiviada)
1 (Madeira não tratada)	2,36	5,00	10,57
2 (Óleo de Nim Puro)	12,67	9,20	22,33
3 (25% Mamona; 75% Nim)	13,79	11,81	19,82
4 (50% Mamona; 50% Nim)	11,74	17,50	16,14
5 (75% Mamona, 25% Nim)	19,42	10,84	15,39
6 (Óleo de Mamona Puro)	16,82	10,10	22,20

Fonte: Autor

Na análise de variância foi observado que apenas os tratamentos e a interação entre situação e retenção obtiveram diferenças significativas, mostrando que as retenções de 10 a 16 e de 22 a 28 kg de solução.m⁻³ foram idênticas estatisticamente. O mesmo ocorreu para a comparação entre as três situações em que não foi encontrada diferença estatística, representando que a lixiviação e volatilização não possuem efeito algum (Tabela 4).

Tabela 4 - Análises de variância para a perda de massa (%) para retenções (kg.m^{-3}), tratamentos, e situações. Dados transformados em arcsen [raiz quadrada (perda de massa \div 100)]

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
Tratamento	5	0,501	0,101	4,60*
Situação	2	0,033	0,016	0,76 ^{ns}
Retenção	1	0,0009	0,0009	0,01 ^{ns}
Tratamento x Situação	10	0,326	0,032	1,50 ^{ns}
Tratamento x Retenção	5	0,223	0,044	2,05 ^{ns}
Situação x Retenção	2	0,451	0,225	10,35*
Tratamento x Situação x Retenção	10	0,315	0,031	1,45 ^{ns}
Resíduo	180	3,923	0,217	
Total	215	5,773		

*Significativo a 5% e; ^{ns} Não significativo a 5% de significância pelo teste F.

Fonte: Autor

Na Tabela 5 observa-se que o tratamento com a menor média de perda de massa causada pelo fungo testado, foi a testemunha, ou seja, o fungo atacou menos a madeira sem tratamento que aqueles em que a mesma foi tratada com as soluções preparadas com os óleos de nim e mamona.

Tabela 5 – Comparação entre as médias da perda de massa da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) para os diferentes tratamentos

Tratamento	Perda de Massa (%)
6 (Óleo de Mamona Puro)	16,30 a
3 (25% Óleo de Mamona; 75% Óleo de Nim)	14,20 ab
5 (75% Óleo de Mamona, 25% Óleo de Nim)	13,22 abc
2 (Óleo de Nim Puro)	12,62 abc
4 (50% Óleo de Mamona; 50% Óleo de Nim)	12,14 bc
1 (Madeira não tratada)	8,77 c

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Autor

Os resultados encontrados foram contraditórios ao observado por Paes et al. (2010b) para fungos de podridão mole, em que o tratamento testemunha teve uma maior perda de massa. Neste caso, não foi observado diferença entre os tratamentos e situações analisadas. Para o ensaio em simulador de campo com fungos xilófagos, também se observou que a madeira tratada teve uma menor perda de massa em relação a não tratada (Paes et al., 2012). Resultados semelhantes foram verificados para os ensaios com térmitas (Paes et al., 2010c; 2011). Para todos estes ensaios, os autores verificaram baixa eficiência dos óleos de nim e mamona na proteção da madeira contra os xilófagos testados.

Observa-se que o tratamento com as maiores perda de massa foi o 6 (óleo de mamona puro). Esse resultado para o fungo *Postia placenta* foi diferente do encontrado por Paes et al. (2011) para cupins xilófagos, eles concluíram que o óleo de mamona puro foi o tratamento mais eficiente entre os demais para a melhoria da resistência da madeira de sumaúma. Isto demonstra que o comportamento dos organismos xilófagos quanto sua alimentação é diferente, e cada organismo deve ser estudado individualmente.

Na Tabela 6 observa-se o desdobramento da interação situação *versus* retenção, para analisar as diferenças e determinar os melhores tratamentos, situações e retenções para a melhoria da resistência da madeira de sumaúma.

Para as situações observou-se que apenas na situação lixiviada houve diferença entre as retenções 1 (10 a 16 kg de solução.m⁻³) e 2 (22 a 28 kg de solução.m⁻³), sendo a retenção 1 a que proporcionou maior resistência ao ataque do fungo.

Tabela 6 - Comparação entre as médias de perda de massa (%) nas diferentes situações e retenções

Retenções (kg de solução.m⁻³)	Situações		
	1 (Normal)	2 (Volatilizada)	3 (Lixiviada)
10 a 16 (Retenção 1)	15,42 A a	13,49 A a	9,53 B b
22 a 28 (Retenção 2)	12,04 A ab	10,31 A b	17,11 A a

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na horizontal, ou minúscula, na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Autor

Quanto às retenções, foi observado na retenção 1 que as situações normal e volatilizada foram idênticas estatisticamente e a lixiviada diferente destas, com a menor perda de massa. Na retenção 2, a situação lixiviada não teve diferença estatisticamente da situação volatilizada, e a situação normal foi idêntica a estas duas.

Um vez que a madeira não tratada teve uma menor perda de massa que a tratada para todas as situações analisadas quando submetidas ao fungo analisado, e a perda de massa causada pelo fungo empregado nas amostras de *Pinus* sp. utilizadas como controle ter sido de 52,15%, demonstra que o fungo empregado era capaz de deteriorar a madeira de sumaúma por ser de baixa resistência natural a organismos xilófagos (Paes et al. 2010a; 2010b; 2011; 2012). Desta forma, provavelmente tenha se cometido erros na condução do experimento.

5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o tratamento com óleo de mamona puro proporcionou a pior proteção à madeira de sumaúma.

As diferentes situações e retenções testadas não causaram efeito quanto a resistência da madeira ao fungo *Postia placenta*.

Os óleos de nim e de mamona puros e as soluções preparadas com estes óleos, não proporcionaram um efeito positivo contra o fungo *Postia placenta*, não sendo, assim, indicados para o tratamento da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1413**: standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. Philadelphia, 2005. 7 p.

ARAÚJO, L. V. C.; RODRIGUEZ, L. C. E.; PAES, J. B. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 153-159, 2000.

CARBALLEIRA LOPEZ, G.A.; MILANO, S. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção. In: LEPAGE, E.S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT., 1986, v.2, p.473-521.

FARIAS SOBRINHO, D. W. **Viabilidade técnica e econômica do tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição da seiva**. 2003. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. **Wood preservation**. 3. ed. New York: Mc Graw Hill, 1967. 433 p.

JANKOWSKY, I. P. **Potencialidade do creosoto de *Eucalyptus* spp, como preservativos para madeiras**. 1986. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1979. v. 2, 187 p.

MACHADO, C. C.; GARCIA, A. R.; SILVA, E.; SOUZA, A. P. Análise técnico-econômica do uso dos óleos de mamona (*Ricinus communis*, L.) e mineral como lubrificantes do conjunto de corte de motosserras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 123-134, 1998.

NIMBRASIL. Disponível em : <http://www.nimbrasil.com.br/?page_id=8>. Acesso em: 13 ago. 2013.

OLIVEIRA, A. M. F., LELIS, A. T., LEPAGE, E. S., CARBALLERA LOPEZ, G .A., OLIVEIRA, L. C. S., CANEDO, M. D., MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986, v.1., p.99-278.

PAES, J. B. **Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas**. 1997. 143 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

PAES J. B.; FONSECA, C. M. B.; LIMA, C. R.; SOUZA, A. D. Eficiência do óleo de candeia na melhoria da resistência da madeira de sumaúma a cupins. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 217-225, 2010a.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 160-169, 2007.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos causadores da podridão-mole. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.365-371, 2005.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R.; SANTOS, G.J.C. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em simulares de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, p. 511-520, 2009.

PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; FONSECA, C. M. B. Eficiência dos óleos de nim e mamona contra fungos de podridão mole em madeira de sumaúma. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 12., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010b. CD ROM.

PAES J. B., SOUZA A. D., LIMA C. R., MEDEIROS NETO P. N. Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na proteção da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) contra cupins xilófagos em ensaio de preferência alimentar. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.751-758, 2011.

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

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, 2012.

PLANETANATURAL. Disponível em: <http://www.planetanatural.com/detalhe.asp?cod_secao=14&idnot=438 - 35k - >. Acesso em: 29 jun. 2006. IN: PAES J. B., SOUZA A. D., LIMA C. R., MEDEIROS NETO P. N. Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na proteção da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) contra cupins xilófagos em ensaio de preferência alimentar. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.752, 2011.

PLANETAORGÂNICO. Disponível em: <<http://planetaorganico.com.br/site/index.php/insumos-agroecologicos-2/>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

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.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A.; SOUZA, M. R. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília: IBAMA/DITEC, 1997. 152 p.

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

VENTURA, C. Mamona: lançada variedade mais produtiva. **Revista Balde Branco**, São Paulo, v. 26, n 304, p. 22-25, 1990.

WILKINSON, J. G. **Industrial timber preservation**. London, The Rentokil Library/Associated Business-Press, 1979. 532p.