



USO DO ÓLEO DE NIM (*Azadirachta indica* A. JUSS) E DE MAMONA (*Ricinus communis* L.) NO TRATAMENTO DA MADEIRA DE SUMAÚMA (*Ceiba pentandra* (L.) Gaert.) À CUPINS XILÓFAGOS

Ademilson D. Souza¹, Juarez B. Paes², Carlos R. de Lima², Pierre F. de Souza¹, Gregório M. Santana¹

RESUMO

A pesquisa objetivou analisar a eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) e o efeito do envelhecimento na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a cupins xilófagos. Amostras de madeira com dimensões compatíveis a cada ensaio de resistência a cupins foram tratadas para atingir uma retenção nominal de 10 a 16 kg de solução/m³ de madeira. Parte das amostras tratadas foi submetida ao envelhecimento e submetida à ação de cupins. Os óleos de nim e de mamona pouco contribuíram para a melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a cupins xilófagos. Dentre as soluções testadas, o óleo de mamona puro foi mais eficiente. O envelhecimento das amostras (volatilização e lixiviação) pouco influenciou a resistência da madeira. Os óleos de nim e de mamona puros e as soluções preparadas com os mesmos, mesmo apresentando algum efeito de repelência aos cupins, seu efeito não é duradouro, indicando que os mesmos não devem ser empregados no tratamento da madeira a fim de melhorar sua resistência a cupins xilófagos.

Palavras-chave: Óleos de nim e mamona, tratamento da madeira, envelhecimento, térmitas xilófagos.

USE OF NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) AND CASTOR OIL PLANT (*Ricinus communis* L.) OILS TO IMPROVEMENT OF *Ceiba pentandra* (L.) GAERT. WOOD RESISTANCE TO *NASUTITERMES CORNIGER* (MOTSCH.) XILOPHOIOUS TERMITE

ABSTRACT

The research aimed to the efficiency of neem (*Azadirachta indica*) and castor oil plant (*Ricinus communis*) oils and weathering effect to improvement of *Ceiba pentandra* wood resistance to *Nasutitermes corniger* xylophogous termite. Wood samples with compatible dimensions to each resistance assay to termites were treated to reach a nominal retention of 10 to 16 kg of solution/m³ of wood. The treated samples was submitted to the weathering test and submitted to termites action. The neem and castor oil plant oils little contributed to improvement of *Ceiba pentandra* wood resistance to xylophogous termites. Among the tested solutions, the pure castor oil plant oil was more efficient. The weathering test of samples (volatily and leaching tests) little influenced the wood resistance. The neem and of pure castor oil plant oils and prepared solutions with the same, same presenting some repulsive effect to termites, their effect are not durable, indicating that the same ones should not be used in wood treatment in order to improve its resistance to xylophogous termites.

Keywords: Neem and castor oil plant oils, wood treatment, weathering, xylophogous termites.

¹ Alunos do Curso de Engenharia Florestal, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFCA, Patos, PB, E-mail: dsouzaig@gmail.com, pierreflorestal@yahoo.com.br e gregorioengflorestal@hotmail.com, respectivamente.

² Engenheiro Florestal, Professor, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFCA, Patos, PB, E-mail: jbp2@uol.com.br e crlima16@hotmail.com, respectivamente.

INTRODUÇÃO

Nim ou margosa (*Azadirachia indica* A. Juss), syn *Antelara azadirachta*, *Melia azadirachta* L., é uma planta que pertence à família Meliaceae, de origem asiática natural de Burma e das regiões áridas do subcontinente indiano, onde existem, aproximadamente 18 milhões de árvores. É uma planta muito resistente e de crescimento rápido, que alcança, normalmente, de 10 a 15 m de altura e, dependendo do tipo de solo e das condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da planta, pode atingir até 25 m. O sistema radicular atinge 15 m de profundidade. Sua madeira é avermelhada dura e resistente (Nim indiano, Embrapa, 2009).

Na Índia e na África, o nim é uma espécie silvícola valiosa e está se tornando popular na América Central. Por ser uma árvore robusta, é ideal para programas de reflorestamento e para recuperação de áreas degradadas, áridas ou costeiras. Em sistemas agroflorestais, o nim é usado como quebra-ventos, protegendo as culturas da ação dos ventos e do ressecamento, colaborando ainda, para o incremento da produtividade das lavouras, além do fornecimento constante de matéria orgânica (via folhas que caem no solo) e da reserva de madeira para o futuro (PLANETANATURAL, 2006).

As árvores de nim produzem de 10 a 40 toneladas de matéria seca por hectare, dependendo das chuvas e das condições locais, como espaçamento e do material genético. As folhas abrangem cerca de metade da biomassa produzida, enquanto frutos e madeira, cerca de 25% cada. A madeira do nim é dura, relativamente pesada e utilizada na confecção de carretas, ferramentas, implementos agrícolas e moirões de cerca, casas e móveis (PLANETANATURAL, 2006); além de ser excelente fonte de lenha e combustível, possuindo um carvão de alto poder calorífico (ARAÚJO et al., 2000).

Os frutos, sementes, óleo, folhas, cascas do caule e raízes do nim possuem os mais variados usos antissépticos e antimicrobianos. O óleo e seus componentes inibem o desenvolvimento de fungos sobre homens e animais. O óleo é composto basicamente de triglicerídeos de oléico, esteárico, linoleico e palmítico, sendo usado principalmente em lamparinas, sabões, e outros produtos não-comestíveis. É usado por fabricantes de sabão de baixo custo. Porém, após vinte dias em contato com o solo, o óleo se deteriora (PLANETANATURAL, 2006), dificultando seu emprego para o tratamento de madeira, em que os princípios ativos das substâncias empregadas para esta finalidade, devem persistir por longo tempo nas peças tratadas.

A mamona (*Ricinus communis* L) é uma planta oleaginosa, pertencente à família Euforbiaceae, originária da África que chegou ao Brasil no período Colonial (VENTURA 1990). Em função de suas características de robustez e adaptabilidade, tem sido estudada e explorada, para atender aos programas de produção de biocombustível, e para fixar o homem no campo, principalmente no Semi-Árido brasileiro (MACHADO et al., 1998).

A planta, em virtude da alta capacidade de produção de óleos por área e das perspectivas de melhoria da produtividade; do baixo custo de produção; da alta adaptabilidade climática; da baixa exigência de solos; e da não-competitividade com os óleos comestíveis é uma excelente alternativa como combustível e lubrificante (COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG, 1986).

Para determinados fins, o óleo de mamona, é quase insubstituível, sendo indicado para 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.

A sumaúma (*Ceiba pentandra* (L) Gaerth.), espécie pertencente à família Bombacaceae, é conhecida mundialmente por suas múltiplas utilidades. É uma espécie característica de florestas abertas, atingindo de 30 a 40 m de altura. Produz madeira leve (0,30 a 0,37 g/cm³), 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).

O térmita da espécie *Nasutiterme corniger* (Motsch.), família Termitidae, ocorre em quase todo território nacional e se adaptou bem ao meio urbano, atacando madeira e ocasionalmente plantas vivas. Seus ninhos são geralmente arborícolas e constroem túneis sobre as árvores, paredes e madeiras das construções, por onde se deslocam até a fonte de alimento (COSTANTINO, 2008).

Numa única colônia pode existir aproximadamente, 3 milhões de indivíduos, os quais constroem de 30 a 50 m de galerias em um único dia, chegando a consumir, aproximadamente 360 g de madeira por dia (COSTANTINO, 2008).

Esta pesquisa teve os seguintes objetivos:

Analisar a eficiência dos óleos de nim e de mamona na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a cupins xilófagos;

Verificar efeito da volatilização e da lixiviação de soluções preparadas com óleos de nim e mamona na madeira tratada; e

Estimular pesquisas que visem o aproveitamento dos óleos de nim e de mamona nos processos de tratamento e preservação de madeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e beneficiamento dos frutos de nim e de mamona

Os frutos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) foram coletados no Núcleo de Pesquisa do Semi-Árido (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 despulpados 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 o auxílio de ferramentas manuais e armazenados em sacos plásticos.

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.

Após a secagem, foram retiradas quatro amostras representativas dos lotes de sementes de cada espécie em estudo. Com estas sementes foram determinados o teor de umidade e o rendimento em óleos de cada oleaginosa empregada.

Preparo das soluções com os óleos de nim e mamona

Os óleos de nim e de mamona foram obtidos por meio de extração com solvente, ao empregar álcool etílico absoluto.

Para a extração com álcool, as sementes depois de moídas em moinho manual, foram misturadas ao álcool e posteriormente homogeneizadas com o uso de um bastão de vidro. 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 um compressor/aspirador acoplado a um erlemmyer de 2000 mL.

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, após extração e filtragem, 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 do nim e mamona. No preparo, foram variadas as quantidade de óleo de nim e de mamona (Tabela 1).

Tabela 1. Soluções preparadas com os óleos de nim (*Azadirachta indica*) e mamona (*Ricinus communis*)

Tratamentos	Soluções de óleos
1	Óleo de nim puro
2	25% de mamona e 75% de nim
3	50% de mamona e 50% de nim
4	75% de mamona e 25% de nim
5	Óleo de mamona puro

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, em forma de peças de 3,5 cm de espessura e comprimento de 200 centímetros.

As peças foram transformadas em corpos-de-prova, de dimensões apropriadas para cada teste biológico.

As amostras obtidas foram selecionadas ao descartar aquelas que apresentavam defeitos, lixadas e identificadas convenientemente em função do tratamento a ser empregado (Tabela 1), do teste biológico e da condição do teste.

Os corpos-de-prova selecionados foram secos em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até massa constante. Foram determinadas a massa e o volume de cada amostra (Figura 1), conforme o recomendado pela ASTM D - 1413 (1994) e os valores utilizados no cálculo da densidade da madeira, da retenção dos óleos na madeira e da perda de massa causada pelos cupins xilófagos.

Para o tratamento da madeira foi empregado método de imersão a frio em que as amostras de madeira foram submergidas por 5 minutos nas soluções preparadas conforme Tabela 1 (Figura 2). Com este procedimento garantiram-se retenções de 10 a 16 kg de solução/m³ de madeira. O nível de retenção

empregado teve como base o utilizado por Fonsêca (2008) para o óleo de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish), o qual garantiu que amostras de sumaúma tratadas apresentassem alta resistência ao ataque de cupins da espécie *Nasutitermes corniger*.



Figura 1. Determinações do volume e massa dos corpos-de-prova.



Figura 2. Tratamento dos corpos-de-prova.

Após o tratamento, os corpos-de-prova foram submetidos a três situações distintas. No primeiro caso, as amostras tratadas tiveram suas superfícies secas com papel toalha, determinada sua retenção, e, em seguida, submetidas ao ensaio biológico. Esta 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 norma ASTM D-1413 (1994), que preconiza a imersão das amostras em água destilada por 2 horas, à temperatura ambiente, seguida da secagem em estufa a $48,9 \pm 1,1^\circ\text{C}$, por 334 horas. Após este tratamento, foram submetidas ao ensaio (situação 2). No terceiro caso, os corpos-de-prova, após secos, foram submetidos à lixiviação, segundo recomendações do IPT/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 mL/min, por 150 horas. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em condições ambientais, por 15 dias, e submetidas ao ensaio (situação 3).

Ensaio de alimentação forçada

Para realização deste ensaio, foram seguidas as recomendações da norma ASTM D - 3345 (1994), com algumas modificações sugeridas por Paes (1997). Assim, foram ensaiadas sete amostras de $2,0 \times 2,54 \times 0,64$ cm, para cada tratamento (solução/situação). As amostras foram tratadas conforme descrito no item 3.6 e a retenção (kg de substância preservativa/ m^3 de madeira) determinada ao dividir a diferença de massa dos corpos-de-prova (antes e depois de tratados) pelo volume inicial dos mesmos.

Segundo as recomendações da norma citada, o ensaio foi montado em frascos preenchidos com 200 g de areia, tendo sua umidade sido corrigida para 75% de sua capacidade de retenção, pela adição de 32 ml de água destilada. Em cada frasco, foram adicionados um corpo-de-prova e $1 \pm 0,05\text{g}$ de cupins subterrâneos da espécie *Nasutitermes corniger*, equivalente a ± 390 indivíduos, aproximadamente, 80% de operários (proporção existente na colônia) (Figura 3). Após a adição dos cupins, os frascos foram tampados frouxamente a fim de permitir a circulação de ar (Figura 4). Assim procedendo, foram montadas sete repetições para cada tratamento e situação. As amostras permaneceram em sala climatizada ($28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ de umidade relativa), por 28 dias.



Figura 3. Frascos contendo corpo-de-prova



Figura 4. Cupins durante ensaio.

Para avaliar a eficiência das soluções preservativas empregadas, foram computados a perda de massa, o número de indivíduos mortos, o tempo em dias, para ocorrer a mortalidade, e o desgaste produzido na madeira. A perda de massa foi corrigida por meio de amostras tratadas, submetidas às mesmas condições de ensaio, porém sem a presença de cupins. O desgaste e a mortalidade foram avaliados conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Avaliação do desgaste provocado nos corpos-de-prova e mortalidade dos cupins (ASTM D 3345, 1994)

Tipo de Desgaste	Nota
Sadio, permitindo escarificações superficiais	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intenso	4
Falha, havendo ruptura dos corpos-de-prova	0
Mortalidade	(%)
Baixa	0 - 33
Moderada	34 - 66
Alta	67- 99
Total	100

Ensaio de preferência alimentar

Neste ensaio, foram utilizadas amostras de 2,0 x 10,16 x 0,64 cm, as quais foram submetidas aos mesmos tratamentos e situações descritos no item 3.6.

Além da testemunha, foram utilizadas amostras de *Pinus* sp. (conforme recomendações da ASTM D 3345, 1994).

Para a montagem do ensaio, os corpos-de-prova foram dispostos em uma caixa de 250 litros contendo uma camada de ± 10 cm de areia úmida. A caixa foi apoiada sobre quatro blocos cerâmicos postos em bandejas de plástico de 30 x 40 x 5 cm contendo água (para evitar a fuga dos cupins).

As amostras foram distribuídas, segundo um delineamento em bloco casualizado, contendo sete blocos (repetições), cinco tratamentos além das testemunhas (sumaúma não-tratada e *Pinus* sp.) (Figura 6). As amostras tiveram 1/2 do seu comprimento fixadas na areia em um espaçamento de 5,0 cm (entre blocos) x 4,5 cm (entre amostras).

A colônia de cupins foi coletada nas proximidades do LTPF da UFCG, Campus de Patos, Patos - PB. A colônia foi disposta numa grelha de 30 x 40 x 5 cm, apoiada em quatro tijolos de oito furos postos sobre a camada de areia contida na caixa (Figura 5).

As amostras ficaram expostas à ação dos cupins durante 45 dias (Figura 6), em uma sala climatizada (27 ± 2 °C e $75 \pm 5\%$ de umidade relativa). Após o ensaio, as amostras foram secas, sob as condições já citadas, e pesadas para avaliar a porcentagem de perda de massa.

Para avaliar a eficiência dos tratamentos (Tabela 1), foram computados a perda de massa e o desgaste provocado (ASTM D 3345, 1994) (Tabela 2). A perda de massa foi corrigida por meio de amostras submetidas às mesmas condições de ensaio, porém sem a presença de cupins.



Figura 5. Colônia de cupins no ensaio.



Figura 6. Disposição dos corpos-de-prova

Avaliação dos resultados

Para avaliação dos resultados foi empregado o delineamento inteiramente casualizado (ensaio de alimentação forçada) e o delineamento em blocos casualizados (ensaio de preferência alimentar) e, os dados em porcentagens de perda de massa e de mortalidade foram transformados em arcsen [raiz quadrada (perda de massa ou mortalidade ÷ 100)] e os de desgaste (nota) e tempo (dias) para a morte dos cupins em raiz (nota ou dias + 0,5). Estas transformações, sugeridas por Stell & Torrie (1980), foram necessárias para homogeneizarem as variâncias e permitirem sua análise. Para avaliação dos ensaios foi empregado o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A análise estatística dos dados foi processada por meio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido Centro de Processamento de Dados (CPD) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao analisar a eficiência do óleo de nim e de mamona em função dos tratamentos e situações empregados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de alimentação forçada

Os valores médios da perda de massa (%), mortalidade (%), tempo (dias) para morte dos cupins e desgaste (nota) sofrido pelas amostras em função do ataque dos cupins encontram-se na Tabela 5.

Tabela 3. Valores médios da perda de massa (%), mortalidade (%), tempo (dias) e desgaste (nota), dos corpos-de-provas submetidos aos cupins

Situação	Tratament o	Perda de Massa (%)	Mortalidad e (%)	Tempo (dias)	Desgaste (nota)
1 (Normal)	1	13,15	91,0	24	6,97
	2	12,07	71,4	27	5,40
	3	12,71	65,6	26	5,82
	4	12,17	55,0	28	5,11
	5	8,23	77,7	26	6,77
	6	5,23	92,7	17	8,57
2 (Volatilizada)	1	8,69	100	12	8,85
	2	7,89	100	17	8,25
	3	8,35	100	14	8,14
	4	9,65	88	19	7,34
	5	9,15	90,3	20	7,31
	6	7,23	100	17	7,74
3 (Lixiviada)	1	10,42	100	16	7,85
	2	9,57	88,57	22	6,74
	3	10,7	85,42	24	6,43
	4	8,42	94,57	21	6,71
	5	7,98	100	18	7,54
	6	6,39	100	17	8,28

Ao analisar os dados apresentados da Tabela 5, nota-se que os tratamentos 5 e 6 das situações 1(normal) e 3 (lixiviada) apresentaram menores valores de perda de massa em relação aos demais tratamento. Isto indica que os tratamentos com maiores proporções de óleo de mamona foram aquele que apresentaram maior eficiência contra o ataque de cupins, pois mesmo nos corpos-de-prova submetidos à lixiviação, o óleo persistiu na madeira, conferindo, assim, maior resistência ao ataque.

Para a situação 2 (volatilizada), os tratamentos 2 e 6 apresentaram os menores valores de perda de massa, indicando que tanto os óleos de nim e mamona puros, mesmo quando submetidos a volatilização, apresentaram maior eficiência na madeira que as soluções preparadas com os mesmos, levando a hipótese de que ao ter submetido os corpos-de-prova à temperatura e ventilação, as soluções de óleo de nim e

mamona tenham sofrido alguma transformação, gerando efeito negativo na melhoria da resistência da madeira de sumaúma.

Com relação à mortalidade dos cupins, pode-se considerar que foi alta (Tabela 2) para os tratamentos 1, 2, 5 e 6 e, moderada para os tratamentos 3 e 4 (situação 1). Este resultado, quando comparado com a testemunha, indica que as soluções em que o óleo de nim participou com 75% ou 50% de sua composição, foram menos eficientes que as demais. Observa-se que os corpos-de-prova submetidos às situações 2 e 3, contrariamente ao esperado, apresentaram uma maior mortalidade dos cupins, tendo apresentado um menor ataque à madeira.

Quanto ao número de dias para morte dos cupins, observa-se que o tratamento 6 (situação 1) foi o que apresentou menor tempo (dias), para a morte dos térmitas. No entanto, para a situação 2, os menores valores foram observados nos tratamentos 1 e 3, demonstrando que, mesmo nas amostras não-tratadas (testemunhas, tratamento 1), os cupins morreram rápido. Já para a situação 3, os tratamentos que apresentaram os menores valores foram o 1 e 6, demonstrando que nenhuma das soluções de tratamento empregadas apresentou eficiência contra os térmitas no ensaios de alimentação forçada.

Com relação desgaste (nota) causada pelos cupins, observou-se que os tratamentos 2, 3 e 4 foram os que apresentaram os menores valores (situações 1 e 3). Este comportamento foi semelhante ao observado para os valores de perda de massa (%), demonstrando que as avaliações subjetivas (notas) foram bem executadas.

A madeira de *Pinus* sp., utilizada como padrão de comparação (ASTM – D 3345, 1994) sofreu perda de massa de 4,54 %; desgaste (nota) de 7,0; e mortalidade de 100% aos 15 dias de ensaio, indicando que os cupins empregados não tinham hábito de se alimentarem da madeira de *Pinus* sp., uma vez que os mesmos eram provenientes de colônias instaladas em uma árvores de *Cassia grandis*.

Observa-se (Tabela 7) que os tratamentos que proporcionaram menores valores de perda de massa foram o 6 e 5. Os tratamentos 1, 2, 3 e 4 foram semelhantes em si e não diferiram do tratamento 5. Já para o desgaste, notas menores, indicam maiores ataques na madeira, o que condiz, de modo geral, com os valores de perda de massa.

Tabela 5. Comparações entre médias para a perda de massa (%) e desgaste (nota) dos corpos-prova submetidos ao ensaio de alimentação forçada, para cada situação e tratamento analisados

Tratamentos	Perda de massa (%)	Desgaste (nota)
	Medias verdadeiras	Medias verdadeiras
1	10,75 a	7,76 ab
2	9,84 a	6,80 abc
3	10,68 a	6,80 bc
4	10,08 a	6,39 c
5	8,45 ab	7,21 abc
6	6,28 b	8,20 a

Situação	Perda de massa (%)	Desgaste (nota)
	Medias verdadeiras	Medias verdadeiras
1 (Normal)	10,59 a	6,37 b
2 (Volatilizada)	8,54 b	7,94 a
3 (Lixiviada)	8,92 ab	7,26 a

As médias seguidas por uma mesma letra minúscula, em cada seção, não diferem entre si (Tukey; $p \geq 0,05$).

Para as situações em que as amostras foram submetidas, a situação 1 (normal) foi a que apresentou maior valor de perda de massa quando comparado com as situações 2 e 3. Comportamento inverso ocorreu para o desgaste (nota), em que a situação 1 apresentou valor inferior ao das demais.

Os valores de mortalidade e tempo (dias) para morte dos cupins encontram-se na Tabela 8. Nestes casos, a interação (tratamento e situação) foi desdobrada e analisada. A análise da mortalidade dos cupins indicou que para os tratamentos 1 e 6, nas situações 1, 2 e 3 apresentaram comportamento semelhante. Para os tratamentos 3 e 4 a situação 1 apresentou uma mortalidade inferior a das demais situações. No entanto, para o tratamento 2, a situação 2 apresentou uma maior mortalidade e a 1 a menor, tendo a situação 3 um comportamento intermediário, não diferindo das situações 1 e 2. Comportamento semelhante foi observado para o tratamento 5, em que a situação 1 apresentou a menor mortalidade e a três a maior, tendo a situação 2, apresentado resultado intermediário entre as situações 1 e 3.

Tabela 6. Comparações entre médias para a mortalidade (%) e tempo (dias) dos cupins submetidos ao ensaio de alimentação forçada, para cada situação e tratamento analisados

Mortalidade dos cupins (%)			
Tratamento	Situação		
	1	2	3
1	86,00 Aab	100,00 Aa	100,00 Aa
2	71,43 Bbc	100,00 Aa	88,57 ABa
3	65,57 Bbc	100,00 Aa	85,42 Aa
4	55,00 Bc	88,00 Aa	94,57 Aa
5	77,71 Babc	90,28 ABa	100,00 Aa
6	92,71 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa

Tempo (dias) para morte dos cupins			
Tratamento	Situação		
	1	2	3
1	24,43 Aa	12,57 Bb	16,14 Bb
2	27,00 Aa	17,85 Bab	22,71 ABab
3	26,71 Aa	14,87 Bab	24,57 Aa
4	28,00 Aa	19,00 Bab	21,28 Bab
5	26,71 Aa	20,43 Ba	18,71 Bab
6	17,28 Ab	17,43 Aab	17,57 Aab

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na horizontal ou minúscula, na vertical, em cada seção, não diferem entre si (Tukey; $p \geq 0,05$).

A análise do tratamento em cada situação, indicou que para a situação 1, o tratamento 6 (óleo de mamona puro) apresentou uma maior mortalidade que o tratamento 4 (50% óleo de nim e 50% óleo de mamona), tendo os demais tratamentos apresentado efeito intermediário com relação a mortalidade dos cupins. No entanto, para as situações dois e três, todos os tratamentos apresentaram efeito semelhante na mortalidade dos cupins.

Com relação ao número de dias para a morte dos cupins, o tratamento 6 proporcionou efeito semelhante para todas as situações. No entanto, nos tratamentos 1, 4 e 5, as situações 2 e 3 apresentaram um menor tempo para a morte dos cupins, quando comparadas a situação 1. Para os tratamento 2 e 3, as amostras submetidas à situação dois apresentaram o menor tempo para a morte dos cupins.

Para a situação 1, o tratamento 6 foi o mais eficiente por apresentar menor tempo para a morte dos cupins (JANKOWSKY, 1986 e PAES, 1997). No entanto, para a situação 2, o tratamento 1 apresentou o menor tempo para a morte dos térmitas e o tratamento 5 foi o menos eficiente, tendo os demais apresentado eficiência intermediária. Para a situação 3, o tratamentos 3 foi o menos eficiente e o tratamento 1, foi aquele que os insetos permaneceram vivos por menos tempos, tendo os demais tratamentos proporcionado comportamento intermediário entre os tratamentos 1 e 3.

Esperava-se que as amostras submetidas às situações 2 (volatilizada) e 3 (lixiviada), a exemplo do observado por Paes (1997), não apresentassem efeito quanto a mortalidade dos cupins ou que apresentassem comportamento inferior ao da situação 1 (normal), em que as amostras não foram submetidas a nenhum tratamento que simulasse o envelhecimento da madeira tratada.

Ensaio de preferência alimentar

Os valores médios da perda de massa (%) e o desgaste (nota) sofrido pelas amostras em função do ataque dos térmitas encontram-se na Tabela 9.

Pela análise dos dados apresentados na Tabela 9, constatou-se, para a perda de massa (%), que os tratamentos 2 e 3 das situações 1 e 2, foram os piores tratamentos, indicando que o óleo de nim não foi eficiente no tratamento da madeira empregada. Para a situação 3, os tratamentos 2 e 6 (soluções puras de nim e de mamona, respectivamente) foram os piores tratamentos. Esperava-se que as amostras tratadas com o óleo de mamona puro, por aderirem bem até em superfícies molhadas (MACHADO et al., 1998) não sofressem o efeito da lixiviação e apresentassem comportamento semelhante ao observado para a situação normal, em que as amostras não foram submetidas a tratamentos de envelhecimento.

Tabela 7. Valores médios da perda de massa (%) e desgaste (nota) dos corpos de provas submetidos aos cupins

Situação	Tratamento	Perda de Massa (%)	Desgaste (nota)
1 (Normal)	1	35,50	3,48
	2	41,05	1,03
	3	42,10	1,03
	4	39,34	1,14
	5	35,62	1,54
	6	38,64	1,82
2 (Volatilizada)	1	29,14	3,37
	2	36,34	2,23
	3	35,24	1,23
	4	34,55	2,99
	5	24,95	3,02
	6	31,91	2,11
3 (Lixiviada)	1	40,58	1,80
	2	47,92	0,34
	3	41,98	1,14
	4	43,01	0,57
	5	41,69	1,60
	6	45,86	0,34

Com relação ao desgaste (nota) causado pelos cupins (Tabela 9), observa-se para situação 1, que os corpos-de-prova dos tratamentos 2 e 3 apresentaram o maior desgaste e o do tratamento 1 (testemunha) o menor. Isto indica que as soluções aplicadas não proporcionaram efeito na melhoria da resistência da madeira de sumaúma aos cupins. Efeito semelhante foi observado para as situações 2 e 3.

A madeira de *Pinus* sp., utilizada como padrão de comparação (ASTM – D 3345, 1994) sofreu perda de massa de 3,42 %; e desgaste (nota) de 9,0; indicando que os cupins empregados no ensaio causaram poucos danos à madeira de *Pinus* sp, provavelmente em função da falta de hábito de se alimentar dessa madeira (SUPRIANA, 1985), uma vez que os insetos aqui utilizados eram provenientes de colônias instaladas em uma árvore de *Leucaena* (*Leucaena leucasephala*), da utilização da madeira de sumaúma em várias instalações e do pouco uso da madeira de *Pinus* sp. na região. Supriana (1985) afirma que os cupins são muito seletivos na sua dieta, não atacando espécies das quais tem pouco contato. Observação semelhante foi relatada por Paes (1997).

Os valores foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 9).

Observa-se na Tabela 9 que o bloco 5 apresentou maior perda de massa e o bloco 6 a menor, tendo os demais blocos um comportamento intermediário. Uma vez que o ambiente era homogêneo, esperava-se que o efeito dos blocos não fosse significativo.

Tabela 9. Comparações entre médias para a perda de massa (%) e desgaste (nota) dos corpos-prova submetidos ao ensaio de preferência alimentar, para cada bloco, situação e tratamento analisados

Blocos	Perda de Massa (%)
	Medias verdadeiras
1	35,99 ab
2	40,44 ab
3	36,09 ab
4	37,81 ab
5	44,48 a
6	33,61 b
7	38,14 ab
Tratamentos	Desgaste (Nota)

	Medias verdadeiras
1	2,78 a
2	1,20 b
3	1,13 b
4	1,49 b
5	2,05 ab
6	1,39 b

Situação	Perda de Massa (%)	Desgaste (Nota)
	Medias verdadeiras	Medias verdadeiras
1 (Normal)	38,71 a	1,67 b
2 (Volatilizada)	32,02 b	2,45 a
3 (Lixiviada)	43,51 a	0,89 c

As médias seguidas por uma mesma letra minúscula, em cada seção, não diferem entre si (Tukey; $p \geq 0,05$).

Para os tratamentos, o menor desgaste foi observado para o tratamento 1 (testemunha) e o maior para os tratamentos 2, 3, 4 e 6. Assim, os óleos podem ter, em sua composição, componentes que contribuíram para atrair os cupins para a madeira, ou que o efeito repelente dos mesmos tenha se perdido rapidamente. Ao analisar o efeito da situação (Tabela 9), observa-se que a situação 2 (volatilizada) foi a que apresentou menor perda de massa quando comparada com as demais situações. Já para o desgaste, todas as situações diferiram estatisticamente, sendo o menor valor observado para a situação 3. Isto indica que a lixiviação retirou componentes da madeira e das soluções, piorando sua resistência ao ataque de cupins. No entanto, o efeito do aquecimento, durante a volatilização, pode ter contribuído para reações entre os componentes dos óleos, melhorando sua eficiência.

CONCLUSÕES

Os óleos de nim e de mamona pouco contribuíram para a melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a cupins xilófagos. Dentre as soluções testadas, o óleo de mamona puro foi mais eficiente.

O envelhecimento das amostras (volatilização e lixiviação) pouco influenciou a resistência da madeira.

Os óleos de nim e de mamona puros e as soluções preparadas com os mesmos, mesmo apresentando algum efeito de repelência aos cupins, seu efeito não é duradouro, indicando que os mesmos não devem ser empregados no tratamento da madeira a fim de melhorar sua resistência a cupins xilófagos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica e pela bolsa pesquisador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-1413. Standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 0410, p. 119-121.1994.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-3345. Standard method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 0410, p. 439-441.1994.

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.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. Programa estadual de energia de biomassa: subprograma de óleos vegetais carburantes. Belo Horizonte: CEMIG, 1986. 89p.

CONSTANTINO, R. *Nasutitermes*. Departamento de Entomologia. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/cupins/pragas/nasuti.htm>>. Acesso em: 10 mai. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo e utilização do Nim Indiano (*Azadirachta indica* A. Juss)**. Disponível em: http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/circular tecnica/ct_28/index.htm-. Acesso em: 19 de julho de 2009.

FONSÊCA, C.M.B. **Eficiência do óleo de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) ao cupim xilófago *Nasutitermes corniger* Motsch..** 2008, 22f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2008.

JANKOWSKY, I.P. **Potencialidade do creosoto de *Eucalyptus* spp, como preservativos para madeiras.** 1986, 159f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 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., 187p.

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.

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

PLANETANATURAL. Disponível em: <http://www.planetanatural.com.br/detalhe.asp?cod_secao=14&idnot=438-35k>-. Acesso em: 29 de junho de 2006.

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

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

SUPRIANA, N. **Notes on the resistance of tropical wood against termites.** Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1985. 9p. (Doc. IRG/WP/1249).

VENTURA, C. Mamona: lançada variedade mais produtiva. **Balde Branco**, São Paulo, n.1, p. 22 – 25, 1990.