



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS - PB



**RENDIMENTO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E EFICIÊNCIA DO ÓLEO  
DE NIM (*Azadirachta indica* A. JUSS) E DE MAMONA (*Ricinus  
communis* L. ) NA MELHORIA DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE  
SUMAÚMA (*Ceiba pentandra* (L.) GAERT.) AO CUPIM XILÓFAGO  
*Nasutitermes corniger* (MOTSCH.).**

**Ademilson Daniel de Souza**  
**Orientador: Prof. Dr. Juarez Benigno Paes**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

Patos - Paraíba – Brasil  
2009



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2022.

Sumé - PB

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DA UFCG - CAMPUS DE  
PATOS

S729r  
2009

Souza, Ademilson Daniel de.

Rendimento, caracterização física e eficiência do óleo de Nim (*Azadirachta indica* A JUSS) e de Mamona (*Ricinus communis* L.) na melhoria da resistência da madeira de Sumaúma (*Ceiba pentandra*(L.) Gaert.) ao cupim xilófago *Nasutitermes corniger* (MOTSCH.). / Ademilson Daniel de Souza.- Patos – PB: CSTR/ UFCG, 2009.

31p.

Inclui bibliografia.

Orientador: Juarez Benigno Paes.

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 – Conservação da madeira – Monografia. 2 - Óleos naturais. 3 – Cupim. I – Título.

CDU: 634.0.84



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS - PB



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

RENDIMENTO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E EFICIÊNCIA DO ÓLEO  
DE NIM (*Azadirachta indica* A. JUSS) E DE MAMONA (*Ricinus  
communis* L. ) NA MELHORIA DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE  
SUMAÚMA (*Ceiba pentandra* (L.) GAERT.) AO CUPIM XILÓFAGO  
*Nasutitermes corniger* (MOTSCH.).

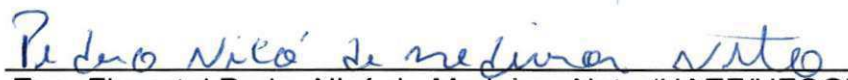
**Autor: Ademilsom Daniel de Souza**

**Orientador: Prof. Dr. Juarez Benigno Paes**

Monografia aprovada como parte das exigências para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal pela Comissão Examinadora composta por:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. D.Sc. JUAREZ BENIGNO PAES (UAEF/UFCG)  
Orientador

\_\_\_\_\_  
Prof. M.Sc. CARLOS ROBERTO DE LIMA (UAEF/UFCG)  
Primeiro Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Eng. Florestal Pedro Nicó de Medeiros Neto (UAEF/UFCG)  
Segundo Examinador

Patos (PB), Abril de 2009.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de cursar uma universidade, por ter me dado força de permanecer firme até o término do curso e por ter dado tudo que eu tenho até hoje.

A minha família, que sempre contribuiu para minha educação, principalmente aos meus pais, Anízio Miguel de Souza e Josefa Costa de Araujo, que acreditaram no meu potencial e empenho;

Ao professor Juarez Benigno Paes, por me acompanhar ao longo de 3 anos como orientador do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) e pela orientação nesta monografia;

Aos amigos de residência universitária, Adeílson Alves, Pedro Nicó, Estevão Nunes, José Evanaldo, Rivaldo Mathias, por estarmos juntos ao longo dos 5 anos de academia;

Aos colegas de curso, principalmente a Turma 2004.1 (Pierre, Tercio, Aristedes, Fabio, Pedro, Estevão, Osilene, Roberta, Romário, Shirley, Edinalva, Gilmar, Karla, Bruna, Clécio e Fabliciane), pelo companheirismo e amizade durante a minha vida acadêmica.

Aos professores do Curso de Engenharia Florestal, que de forma positiva, contribuíram para minha formação acadêmica, em especial às Professoras Ivonete Alves Bakke, Elizabeth de Oliveira, Maria das Graças Veloso Marinho, Maria de Fátima Freitas e os Professores Carlos Roberto Lima, Juarez Benigno Paes, Josuel Arcanjo da Silva, Valdir Mamede de Oliveira, Olaf Andreas Bakke e Eder Ferreira Arriel, que foi meu primeiro orientador PIBIC.

Aos funcionários do Restaurante Universitário, Damião, Dona Coca, Galega e Pedro por garantir todos os dias a alimentação dos alunos;

Às funcionárias da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Edinalva e Ivanice, pela ajuda prestada nos momentos necessários.

Enfim, a todas as pessoas que de forma direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento da minha jornada acadêmica.

**SUMÁRIO**

	Página
<b>LISTA DE TABELAS</b>	v
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	vi
<b>RESUMO</b>	vii
<b>ABSTRACT</b>	viii
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 Ensaio de resistência a cupins xilófagos	4
2.1.1 Ensaio de alimentação forçada	4
2.1.2 Ensaio de preferência alimentar	5
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>6</b>
3.1 Coleta e beneficiamento dos frutos de nim e da mamona	6
3.2 Determinação do teor de umidade das sementes	6
3.3 Obtenção e avaliação de rendimento dos óleos	8
3.4 Preparo das soluções com os óleos de nim e mamona	9
3.5 Determinação da densidade e viscosidade das soluções	10
3.6 Preparo e tratamento da madeira de sumaúma	11
3.7 Ensaio de resistência a cupins subterrâneos	12
3.7.1 Ensaio de alimentação forçada	12
3.7.2 Ensaio de preferência alimentar	14
3.8 Avaliação dos resultados	15
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>16</b>
4.1 Determinação da umidade e rendimento em óleos nas sementes	16
4.2 Determinação da densidade e viscosidade nas soluções	17
4.3 Ensaio de alimentação forçada	18
4.4 Ensaio de preferência alimentar	23
<b>5 CONCLUSÕES</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>29</b>

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Soluções preparadas com os óleos de nim ( <i>Azadirachta indica</i> ) e mamona ( <i>Ricinus communis</i> ) e tratamentos a serem excutados na madeira de sumaúma ( <i>Ceiba pentandra</i> ) .....	10
<b>Tabela 2.</b> Avaliação do desgaste provocado nos corpos-de-prova e mortalidade dos cupins (ASTM D 3345, 1994) .....	13
<b>Tabela 3.</b> Teor de umidade (%) e rendimento em óleos (%) das sementes de nim ( <i>Azadirachta indica</i> ) e mamona ( <i>Ricinus communis</i> ).....	16
<b>Tabela 4.</b> Densidade (g/cm <sup>3</sup> ) e viscosidade das soluções preparadas com os óleos de nim ( <i>Azadirachta indica</i> ) e mamona ( <i>Ricinus communis</i> ).....	17
<b>Tabela 5.</b> Valores médios da perda de massa (%), mortalidade (%), tempo (dias) e desgaste (nota), dos corpos-de-provas submetidos aos cupins .....	18
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análises de variância para os valores de perda de massa, mortalidade e tempo (dias) para morte dos cupins submetidos aos ensaios. Valores transformados em a arcsen [raiz quadrada (x/100)] (perda de massa e mortalidade) ou raiz quadrada (x + 0,5) (desgaste e tempo em dias).....	20
<b>Tabela 7.</b> 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.....	21
<b>Tabela 8.</b> Comparações entre médias para a mortalidade (%) e tempo (dias) dos cupins submetidos ao ensaio de alimentação forçada, para cada situação e tratamento analisados .....	22
<b>Tabela 9.</b> Valores médios da perda de massa (%) e desgaste (nota) dos corpos de provas submetidos aos cupins.....	24
<b>Tabela 10.</b> Resumo das análises de variância para os valores de perda de massa (%) e desgaste (nota) das amostras submetidas	

aos ensaios com cupins. Valores transformados em arcsen [raiz quadrada (x/100)] e raiz quadrada (x + 0,5), respectivamente.....	25
<b>Tabela 11.</b> 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.....	26



## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Determinação da umidade da semente de nim e mamona.....	7
<b>Figura 2.</b> Determinação do teor de óleos nas sementes de nim mamona .....	8
<b>Figura 3.</b> Soluções preparadas após a obtenção dos óleos de nim e mamona.....	9
<b>Figura 4.</b> Determinações da densidade e viscosidade dos óleos de nim e mamona.....	10
<b>Figura 5.</b> Determinações do volume e de massa e tratamento dos corpos-de-prova .....	11
<b>Figura 6.</b> Frascos contendo corpo-de-prova e cupins durante ensaio.	13
<b>Figura 7.</b> Disposição dos corpos-de-prova e colônia de cupins no ensaio.....	14

SOUZA, Ademilson Daniel de. **Rendimento, caracterização física e eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e de mamona (*Ricinus communis* L.) na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaert.) ao cupim xilófago *Nasutitermes corniger* (Motsch.).** 2009. 31p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2009.

**RESUMO** - A pesquisa objetivou avaliar o rendimento, as características físicas, a eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) e o efeito do envelhecimento na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a cupins xilófagos. Para a determinação do rendimento em óleos e das características físicas das soluções, os óleos das sementes de nim e de mamona foram extraídos com álcool etílico absoluto e empregados no preparo das soluções. A mamona teve menor teor de umidade e rendimento em óleo que o nim. A densidade e a viscosidade do óleo de nim foram menores que as da mamona. 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/m<sup>3</sup> 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.

SOUZA, Ademilson Daniel de. **Yield, physical characteristics and efficiency 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.) xilophogous termite.** 2009. 31p. Monograph (Forestry Engineer Graduation) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2009.

**ABSTRACT** - The research aimed to evaluate the yield, the physical characteristics, the efficiency of neem (*Azadirachta indica*) and castor oil plant (*Ricinus communis*) oils and weathering effect on *Ceiba pentandra* wood resistance to *Nasutitermes corniger* xilophogous termite. For the oils yield determination and the physical characteristics of oil solutions, the neem and castor oil plant oils were extracted with absolute ethyl alcohol and employees in the preparation of oil solutions. The castor oil plant had smaller moisture content and yield in oil that the neem. The density and viscosity of neem oil were smaller than the one of castor oil plant. 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/m<sup>3</sup> 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 INTRODUÇÃO

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

Na Índia e na África, o nim é uma espécie silvícola valiosa e está se tornando popular nas Américas. 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 (ARAUJO et al., 2000).

Além de ser uma excelente fonte energética, usada na produção de lenha, carvão vegetal, etanol e metanol, assim como na recuperação de áreas degradadas, o nim indiano também é recomendado no manejo de pragas.

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 ácido oléico, esteárico, linoeico 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).

No Nordeste brasileiro, existem mais de 90 variedades de mamona, que iniciam a produção no primeiro ano de vida (MACHADO et al., 1998). Em função do grande número de variedades, os teores de óleo podem variar de 44 a 55% da massa seca das sementes.

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 Amazônica 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/cm<sup>3</sup>), 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:

Avaliar o rendimento e características físicas dos óleos de sementes de nim e mamona em plantas cultivadas no Semi-Árido brasileiro;

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

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

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Em função das características físico-mecânicas, da disponibilidade e da trabalhabilidade, a madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) é muito empregada em várias regiões do Brasil para a confecção de compensados, móveis, batentes de portas e janelas e mais em uma infinidade de usos.

Os térmitas (cupins) são, dentre os insetos, os mais severos agentes destruidores da madeira (PAES & VITAL, 2000). Dentre os cupins, os de solos ou subterrâneos são responsáveis pelos maiores volumes de perdas de madeira no mundo (HUNT & GARRATT, 1967; RICHARDSON, 1993).

No Semi-Árido brasileiro, os cupins do gênero *Nasutitermes* são capazes de invadir, com sucesso, o meio urbano, atacando móveis e outros objetos construídos com madeira, como batentes de portas e janelas e, principalmente madeiras empregadas nas estruturas das construções (PAES et al, 2001).

### 2.1 Ensaios de resistência a cupins xilófagos

São executados em laboratório dois tipos de ensaios para testar a resistência da madeira e de produtos lignocelulósicos a cupins subterrâneos: o ensaio normatizado pela "American Society for Testing and Materials" - ASTM D - 3345 (1994) e pela Associação Francesa de Normalização (AFNOR – NFX – 41-539), citada por Lepage et al. (1986), conhecido por ensaio de alimentação forçada e o proposto por Supriana (1985) denominado de ensaio de preferência alimentar.

#### 2.1.1 Ensaio de alimentação forçada

Neste ensaio, os cupins subterrâneos são mantidos em recipientes contendo areia, onde pequenos blocos de madeira são expostos à população, de tamanho pré-determinado, por um período de quatro semanas. Ao término do ensaio, os corpos-de-prova devem ser examinados e o ataque avaliado com base em um critério subjetivo, que envolve a atribuição de notas e da porcentagem de mortalidade (ASTM D – 3345, 1994). Conforme a Associação Francesa de Normalização (AFNOR – NFX – 41-539), citada por Lepage et al. (1986), a avaliação do ensaio deve envolver também a porcentagem da perda de massa da

madeira. Além desses parâmetros, Jankowsky (1986) e Paes (1997) citam que o número de dias para a morte dos cupins é considerado um bom indicativo da eficiência de produtos preservativos para proteger a madeira. Pois quando os cupins morrem rapidamente, significa que a substância química foi letal aos insetos (PAES et al., 2003).

### **2.1.2 Ensaio de preferência alimentar**

Em seu trabalho, Supriana (1985) apresenta algumas críticas aos métodos normalizados pela ASTM D – 3345 e AFNOR – NFX – 41-539, ao considerar que quando as madeiras são oferecidas em conjunto aos cupins, os resultados são mais realísticos. Assim, alguns pesquisadores e instituições de pesquisa passaram a realizar o teste de preferência alimentar. No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/CPPF, 1991; 1993) e Rodriguez Bustamante (1993), a exemplo de outros pesquisadores, entre eles, Abreu & Silva (2000), Paes et al. (2001) e Paes et al. (2002), vêm desenvolvendo e empregando ensaios de preferência alimentar de madeiras e derivados a cupins xilófagos do gênero *Nasutitermes*.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 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.

#### 3.2 Determinação do teor de umidade das sementes

Para a determinação do teor de umidade das sementes, empregou-se o método de destilação, descrito na Norma TAPPI T 208 om-94 (1994), ao empregar o tolueno. Para que o tolueno possa ser utilizado, deve ser saturado com água destilada, a fim de que não se hidrate com a umidade extraída do material durante o processo de destilação. Para isto, foram adicionados 25 mL de água destilada para 500 mL de tolueno. A mistura foi transferida para um balão volumétrico de 1000 mL e submetida à agitação durante 5 minutos. Após agitada, a mistura ficou em repouso por 15 minutos e o tolueno separado da água, ao empregar um funil de decantação,

e transferido para um balão de fundo chato de 1000 mL e mantido sob refluxo durante uma hora.

Pesaram-se 25 g de sementes em balança de 0,01g de precisão. As amostras foram colocadas em um balão de 500 mL, adicionaram-se cerca de 250 mL de tolueno e mantidas sob refluxo durante 2 horas ao empregar um condensador do tipo "Liebig" e um frasco calibrado do tipo "Dean & Starch", conforme metodologia descrita por Vital (1997) (Figura 1), tendo o volume de água sido medido e, como a densidade da água é 1,0 g/cm<sup>3</sup>, o volume foi transformado diretamente em massa. Todas as avaliações foram realizadas em duplicatas. O teor de umidade foi calculado pelo emprego da Equação 1.

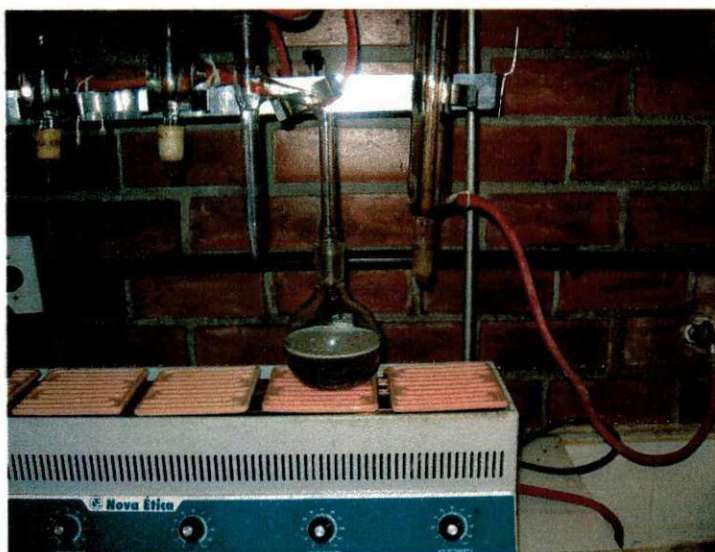
$$TU = \left( \frac{M_{AC}}{M_U - M_{AC}} \right) * 100 \quad (1)$$

em que:

$M_{AC}$ : Massa de água coletada ao final da destilação (g);

$M_U$ : Massa úmida da semente (g); e

TU: Teor de umidade da semente em base seca (%).



**Figura 1.** Determinação da umidade da semente de nim e mamona.

### 3.3 Obtenção e avaliação de rendimentos dos óleos

Para a determinação do rendimento em óleos nas sementes das oleaginosas estudadas foram utilizadas amostras de aproximadamente 70 g. As amostras foram trituradas manualmente com o uso de um grau, postas em cartucho, confeccionado em filtro de papel para café, pesadas e transferidas para um extrator tipo "Soxleht" acoplado a um balão de 500 mL, contendo 300 mL de álcool etílico absoluto e, mantido sob refluxo durante 5 horas (Figura 2).



**Figura 2.** Determinação do teor de óleos nas sementes de nim e mamona.

Depois de extraído o óleo, o material restante foi seco em estufa mantida a  $103 \pm 2$  °C, durante 24 horas. O material foi novamente pesado, tendo sido descontada a massa do cartucho e o rendimento (%) em óleos, depois de descontada a umidade das sementes, foi obtido pelo emprego da Equação 2. Todas as análises foram feitas em duplicatas.

$$TO = \left( \frac{M_I - M_F}{M_I} \right) * 100 \quad (2)$$

em que:

TO: Teor de óleos nas sementes (%);

$M_I$ : Massa inicial das sementes (g); e

$M_F$ : Massa após a extração (g).

### 3.4 Preparo das soluções com os óleos de nim e mamona

Estava prevista a extração por cozimento das sementes em água, porém, como o óleo de nim, poderia sofrer transformações químicas indesejáveis, foi obtido 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 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 erlenmyer 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 de nim e mamona (Figura 3). No preparo, foram variadas as quantidade de óleo de nim e de mamona (Tabela 1).



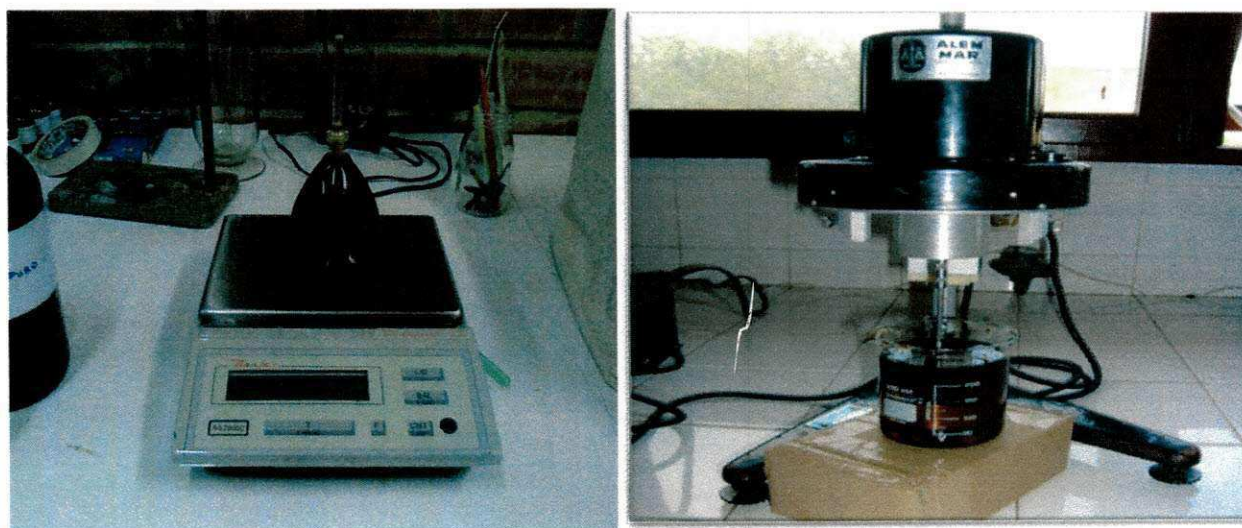
**Figura 3.** Soluções preparadas após a obtenção dos óleos de nim e mamona.

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

Tratamentos Estatísticos	Discriminações
1	Testemunha (madeira sem tratamento)
2	Óleo de nim puro
3	25% de mamona e 75% de nim
4	50% de mamona e 50% de nim
5	75% de mamona e 25% de nim
6	Óleo de mamona puro

### 3.5 Determinação da densidade e viscosidade das soluções

Para a determinação da densidade foram utilizados picnômetros de 250 mL, devidamente secos e tarados, conforme metodologia descrita em Paes (1997), ao dividir a massa de óleo pelo seu respectivo volume à temperatura de laboratório ( $\pm 25$  °C). Já a viscosidade foi determinada a 25 °C, com o emprego de viscosímetro tipo “Brookfield” (Figura 4), modelo RVT, no Laboratório de Engenharia Química, na UFCG, em Campina Grande, PB. Todas as determinações foram realizadas em duplicatas.



**Figura 4.** Determinação da densidade e viscosidade dos óleos de nim e mamona.

### 3.6 Preparo e tratamento da madeira de sumaúma

A madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) foi obtida em marcenarias localizadas 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  $103 \pm 2$  °C, até massa constante. Foram determinadas a massa e o volume de cada amostra (Figura 5), 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 5). Com este procedimento garantiram-se retenções de 10 a 16 kg de solução/m<sup>3</sup> 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 5.** Determinações do volume, massa e 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, as amostras 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).

### **3.7 Ensaio de resistência a cupins subterrâneos**

#### **3.7.1 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 x 2,54 x 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<sup>3</sup> 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  $\pm 390$  indivíduos, aproximadamente, 80% de operários (proporção existente na colônia).

Após a adição dos cupins, os frascos foram tampados frouxamente a fim de permitir a circulação de ar (Figura 6). 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 6.** Frascos contendo corpo-de-prova e 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 (perda de massa operacional). 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)

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



### 3.7.2 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.

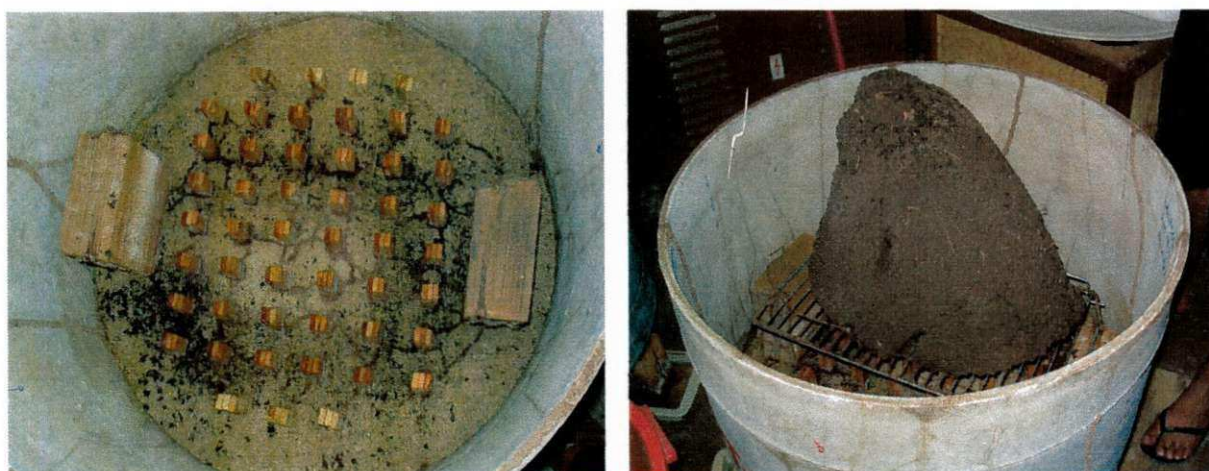
Além da testemunha, foram utilizadas amostras de *Pinus* sp. (conforme recomendações da ASTM D 3345, 1994).

Para a montagem do ensaio, os corpos-de-prova foram dispostos em uma caixa de 250 litros contendo uma camada de  $\pm 10$  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 7). 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 7).

As amostras ficaram expostas à ação dos cupins durante 45 dias, em uma sala climatizada ( $27 \pm 2$  °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.



**Figura 7.** Disposição dos corpos-de-prova e colônia de cupins no ensaio.

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 (perda de massa operacional).

### **3.8 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 quadrada (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.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Determinação da umidade e rendimento em óleos nas sementes

Os resultados referentes aos teores de umidade e rendimento em óleos das sementes das oleaginosas estudadas encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Teor de umidade (%) e rendimento em óleos (%) das sementes de nim (*Azadirachta indica*) e mamona (*Ricinus communis*)

Sementes	Teor de Umidade (%)	Rendimento em Óleos (%)
Nim	5,04	53,55
Mamona	5,93	49,35

Os teores de umidade das sementes variaram em função das características e do processamento de cada semente. O menor teor de umidade das sementes de nim, em relação ao da mamona, provavelmente tenha sido em função das sementes de nim terem seus tegumentos removidos antes da secagem e as de mamona secas integras.

O rendimento em óleos obtido para as sementes de nim foi superior ao da mamona. O rendimento em óleos nas sementes de mamona obtido, está em acordo com os encontrados por Machado et al. (1998), que citam rendimentos da ordem de 44 a 55% e próximo ao citado por Drumond et al. (2008), que obtiveram rendimentos de 51%, ao utilizarem o metanol como solvente, para dez variedades de mamona da Região do Agreste do Estado de Pernambuco.

Com relação ao rendimento de óleo nas sementes de nim, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2008) cita o valor de 42%. Porém não faz referência ao método de extração nem ao solvente utilizado. Moraes et al. (2008) citam rendimentos de 47%, obtidos por prensagem das sementes. Considerando que o método de prensagem não retira a totalidade dos óleos, espera-se que ao empregar a semente sem o tegumento e com o emprego de solventes, o rendimento seja maior.

#### 4.2 Determinação da densidade e viscosidade das soluções

Os valores de densidade e viscosidade das soluções encontram-se na Tabela 4. A densidade do óleo de mamona foi superior a do óleo de nim, o que afetou os valores das densidades das soluções preparadas com os dois óleos em estudo.

**Tabela 4.** Densidade ( $\text{g/cm}^3$ ) e viscosidade das soluções preparadas com os óleos de nim (*Azadirachta indica*) e mamona (*Ricinus communis*)

Tratamentos	Soluções de óleos	Densidade ( $\text{g/cm}^3$ )	Viscosidade (mPa.s)
1	Óleo de nim puro	0,88	124
2	25% de mamona e 75% de nim	0,89	201
3	50% de mamona e 50% de nim	0,91	325
4	75% de mamona e 25% de nim	0,91	388
5	Óleo de mamona puro	0,92	640

A densidade do óleo de mamona foi próxima à encontrada por Suarez (2008), que foi de  $0,9144 \text{ g/cm}^3$ . Quanto ao óleo de nim, Machado et al. (2008) obtiveram valores  $0,92 \text{ g/cm}^3$ . Portanto, maior que os obtidos nesta pesquisa. Pode ser que o método de obtenção da densidade empregado pelos autores citados, forneça maiores valores de densidade, quando comparado ao método do picnômetro empregado por Suarez (2008) e nesta pesquisa.

Com relação aos valores de viscosidade, o óleo de nim foi menos viscoso que o de mamona. Houve um acréscimo na viscosidade, à proporção que se aumentou a porcentagem de óleo de mamona nas soluções. O valor de viscosidade encontrada para o óleo de nim foi superior ao obtido por Machado et al. (2008), que foi de  $73,5 \text{ mPa.s}$ . No entanto, o valor da viscosidade do óleo de mamona obtido nesta pesquisa foi inferior ao valor encontrado por Costa et al., (2008), que foi de  $992,008 \text{ mPa.s}$ . Porém, nenhum dos autores citados, faz referência à temperatura que a viscosidade foi determinada.

A viscosidade está relacionada com a penetração de líquidos na madeira, pois quanto maior a viscosidade, maior a dificuldade de penetração da substância na madeira (PAES, 1997). Assim, espera-se que o aumento da proporção de óleo de nim, facilite a penetração da solução na madeira.

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

Situação	Tratamento	Perda de Massa (%)	Mortalidade (%)	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 aqueles 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 tratamento 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 habito de se alimentarem da madeira de *Pinus* sp., uma vez que os

mesmos eram provenientes de colônias instaladas em uma arvores de *Cassia grandis*.

Na Tabela 6 é apresentado o resumo das análises de variância dos resultados de perda de massa (%), desgaste (nota), mortalidade e tempo (dias) da madeira submetida aos ensaios com cupins.

**Tabela 6.** Resumo das análises de variância para os valores de perda de massa, desgaste, mortalidade e tempo (dias) para morte dos cupins submetidos aos ensaios. Valores transformados em arcsen [raiz quadrada (x/100)] (perda de massa e mortalidade) ou raiz quadrada (x + 0,5) (desgaste e tempo)

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrados Medios			
		Perda de Massa (%)	Desgaste (Nota)	Mortalidade (%)	Tempo (dias)
Tratamento	5	0,21x10 <sup>-1</sup> **	0,36 **	0,27 **	1,52 **
Situação	2	0,10x10 <sup>-1</sup> *	0,99 **	1,85 **	8,31 **
Trat. x Sit.	10	0,53x10 <sup>-2</sup> NS	0,13 NS	0,11 *	0,73 **
Resíduo	108	0,29x10 <sup>-2</sup>	0,89x10 <sup>-1</sup>	0,55x10 <sup>-1</sup>	0,26
Coef. de Variação (%)		17,68	10,86	17,02	11,17

\*\* Significativo a 1% ( $p < 0,01$ ); \* Significativo a 5% ( $0,01 < p \leq 0,05$ ); NS não significativo a 5% ( $p > 0,05$ ) pelo teste de F.

O resumo das análises de variância (Tabela 6) indica que houve diferença significativa pelo teste F a 1 % de probabilidade entre os tratamentos, para todos os parâmetros analisados. Entre situações a diferença foi significativa a 5% de probabilidade para a perda de massa e a 1%, para o desgaste, mortalidade e tempo para morte dos cupins. Para a interação houve efeito significativo a 5% de probabilidade para a mortalidade e a 1% para o tempo (dias) para a morte dos cupins. Os valores dos parâmetros e das interações, quando significativas, foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 7).

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

<b>Mortalidade dos cupins (%)</b>			
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

<b>Tempo (dias) para morte dos cupins</b>			
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.

#### **4.4 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 9.** 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 Leucena (*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 de perda de massa (%) e desgaste (nota) para os diferentes tratamentos e situações foram analisados estatisticamente. Na Tabela 10 é apresentado um resumo da análise de variância dos resultados perda de massa (%) e desgaste (nota), para os corpos-de-prova submetidos aos ensaios com cupins.

**Tabela 10.** Resumo das análises de variância para os valores de perda de massa (%) e desgaste (nota) das amostras submetidas aos ensaios com cupins. Valores transformados em arcsen [raiz quadrada (x/100)] e raiz quadrada (x + 0,5), respectivamente

Fonte de Variação	Quadrados Medios		
	Grau de Liberdade	Perda de Massa (%)	Desgaste (Nota)
Bloco	6	0,25 x 10 <sup>-1</sup> *	0,46 <sup>NS</sup>
Tratamento	5	0,22 x 10 <sup>-1</sup> NS	0,83 *
Situação	2	0,16 **	3,40 **
Trat X Sit	10	0,38 x 10 <sup>-2</sup> NS	0,24 <sup>NS</sup>
Resíduo	102	0,97 x 10 <sup>-2</sup>	0,20
Media geral		0,66	1,37
Coef. de variação		14,88	32,70

\*\* Significativo a 1% ( $p < 0,01$ ); \* Significativo a 5% ( $0,01 < p \leq 0,05$ ); <sup>NS</sup> não significativo a 5% ( $p > 0,05$ ) pelo teste de F.

Observa-se na Tabela 10 que houve diferenças significativas pelo teste F entre blocos apenas para a perda de massa (5%), entre tratamentos para o desgaste (nota) (5%) e entre situações para perda de massa e desgaste, a 1% de probabilidade. Os valores foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 11).

Observa-se na Tabela 11 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. Isto talvez tenha ocorrido em função dos cupins, ao descerem para

atacarem as amostras, tenham entrado primeiro em contato com os blocos situados mais externamente na caixa.

**Tabela 11.** 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 (%)	
	Médias 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)	
	Médias 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)
	Médias verdadeiras	Médias 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 11), 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.

## 5 CONCLUSÕES

As sementes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) apresentaram maior rendimento em óleos quando comparadas às da mamona (*Ricinus communis* L). O rendimento em óleos de nim obtidos foi superior aos citados na literatura. O rendimento em óleos das sementes de mamona está condizente com os valores encontrados na literatura.

A densidade do óleo de nim foi inferior ao da mamona. O valor de densidade do óleo de nim foi inferior aos obtidos na literatura, enquanto a densidade do óleo de mamona foi próximo aos valores obtidos.

O óleo de nim foi menos viscoso que o da mamona e, à proporção que se incrementou a quantidade de óleo de nim na solução, diminuiu sua viscosidade e aumenta a sua penetração na madeira. Comportamento inverso ocorre com relação ao incremento da quantidade de óleo de mamona na solução.

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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R.L.S.; SILVA, K.E.S. Resistência natural de dez espécies madeireiras da Amazônia ao ataque de *Nasutitermes macrocephalus* (Silvestri) e *N. surinamensis* (Halmgrem) (Isoptera: Termitidae). *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 24, n. 2. p. 229-234. 2000.

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.

COSTA, T.L.; DUARTE, M.E.M.; BELTRÃO, N.E; PAIXÃO, F.J.R.; RIBEIRO, D. **Estudo da viscosidade do óleo de mamona para temperaturas na faixa de 20 a 80 °C**. Disponível em: <<http://www.biodieselecooleo.com.br/biodiesel/artigos/085-viscosidade-oleo-mamona-temp20-80.htm>>. Acesso em: 30 de julho de 2008.

DRUMMOND, A.R.F.; GAZINEU, M.H.P.; ALMEIDA, L.; SOUTO MAIOR, A. **Metanol e etanol como solventes na extração de óleo de mamona**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/agricultura/Metanol.pdf>>. Acesso em: 30 de julho 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Nim Indiano**. Disponível em: <[http://www.cnpf.embrapa.br/publica/folders/Nim\\_2004.pdf](http://www.cnpf.embrapa.br/publica/folders/Nim_2004.pdf)>. Acesso em: 30 de julho 2008.

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.



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

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA/CPPF. **Catálogo de madeiras da Amazônia: características tecnológicas**. Manaus: INPA/CPPF, 1991. 165p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA/CPPF. **Catálogo de madeiras do Amapá: características tecnológicas**. Manaus: INPA/CPPF, 1993. 165p.

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.

LEPAGE, E. S.; GERALDO, F. C.; ZONOTTO, P.A.; MILANO, S. Métodos de tratamento. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 2, p. 343-419.

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.

MACHADO, G.O.; CALIL JUNIOR, C. POLITO, W. PAWLICKA, A. **Preservante natural de madeira para uso na construção civil: óleo de neem**. Disponível em: <[http://www.fipai.org.br/Minerva%2003\(01\)%2001.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2003(01)%2001.pdf)>. Acesso em: 01 de maio de 2008.

MORAES, A.R.A.; MAY, A.; LOURENÇÃO, A.L.; PINHEIRO, M.Q. **Nim (*Azadirachta indica* A. Juss)**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Nim/nim.htm>>. Acesso em: 30 de julho 2008.

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.

PAES, J.B.; LIMA, A.B.; LIMA, C.R.; MELO, V.P.S. Resistência de nove painéis a base de madeira a cupins subterrâneos em ensaio de preferência alimentar. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., 2002, Uberlândia, **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. Cd-rom.

PAES, J.B.; LIMA, C.R.; MORAIS, V.M. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de preferência alimentar. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 20, n.72, p. 59-69. 2001.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M. ; FARIAS SOBRINHO, D.W. ; BAKKE, O.A. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. *Cerne*, Lavras, v.9, n.1, p.36-47, 2003.

PAES, J.B.; VITAL, B.R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em testes de laboratório. *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 1-6. 2000.

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

RICHARDSON, B.A. **Wood preservation**. 2. ed. London: E & FN SPON, 1993. 226p.

RODRIGUEZ BUSTAMANTE, N.C. **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes* Dudley, 1890 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeira da várzea na Amazônia Central**. 1993, 151f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas da Amazônia. Manaus, 1993.

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.

SUAREZ, P.A.Z. **O óleo de mamona como matéria-prima para o biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/colunistas/suarez/oleo-mamona-materia-prima-biodiesel.htm>>. Acesso em: 30 de julho 2008.

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

TAPPI-T208 om-94. **Moisture in wood, pulp, paper, and paperboard by toluene distillation**. Atlanta: Tappi Press, 1994.

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

VITAL, B.R. **Métodos para determinação do teor de umidade da madeira**. Viçosa: SIF, 1997. 33 p. (Boletim Técnico SIF, 13).