

EFICIÊNCIA DOS ÓLEOS DE NIM (*Azadirachta indica* A. Juss.) E MAMONA (*Ricinus communis* L.) NA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE SUMAÚMA (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) A FUNGOS XILÓFAGOS EM SIMULADORES DE CAMPO

EFFICIENCY OF NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss.) AND CASTOR OIL PLANT (*Ricinus communis* L.) OILS FOR THE IMPROVEMENT OF *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth. WOOD RESISTANCE TO XILOPHAGOUS FUNGI IN SOIL BED TEST

Juarez Benigno Paes¹ Ademilson Daniel de Souza² Carlos Roberto de Lima³ Pierre Farias de Souza⁴

RESUMO

A pesquisa objetivou avaliar a eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a fungos xilófagos em simulador de campo. Os óleos de nim e de mamona foram extraídos com álcool etílico absoluto e empregados no preparo das soluções preservativas. Amostras de madeira com dimensões de 1,5 x 0,5 x 15 cm (radial x tangencial x longitudinal) foram tratadas para atingir uma retenção nominal de 10 a 16 kg de solução/m³ de madeira. As amostras permaneceram por 180 dias sob ação da microflora natural existente em três tipos de solos: de floresta, de uso agrícola e de pastagem natural. Entre os solos testados, o de uso agrícola apresentou maior atividade biológica, deteriorando mais as amostras. Dentre as soluções testadas, o óleo de nim puro proporcionou maior proteção à madeira. As soluções preparadas com os óleos de nim e mamona não protegeram bem a madeira do ataque de fungos xilófagos naturalmente existentes no solo de uso agrícola.

Palavras-chave: óleos de nim e mamona; tratamento da madeira; simulador de campo.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the efficiency of neem (*Azadirachta indica*) and castor oil plant (*Ricinus communis*) oils for the improvement of *Ceiba pentandra* wood resistance to xylophagous fungi in soil bed condition (field simulator). The neem and castor oil plant oils were extracted with absolute ethyl alcohol and employed in the preparation of oil solutions. Wood samples with dimensions of 1.5 x 0.5 x 15 cm (radial x tangential x longitudinal) were treated to reach a nominal retention of 10 to 16 kg of solution/m³ of wood. The samples were submitted to the action of natural micro-flora of three soils; forest, agricultural use and natural pasture soils, for 180 days. Among the tested soils, the agricultural presented greater biological activity, which damaged the samples even more. Among the tested solutions, the pure neem oil provided increased protection to samples. The prepared solutions using neem and castor oil plant oils did not protect the wood from the attack of xylophagous fungi existing in the ground.

Keywords: neem and castor oil plant oils; wood treatment; soil bed assay.

1. Engenheiro Florestal, Dr., Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindemberg, 316, Centro, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro (ES). jbp2@uol.com.br
2. Engenheiro Florestal, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal, 64, CEP 58700-970, Patos (PB). dsouzaig@gmail.com
3. Engenheiro Florestal, Dr., Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal, 64, CEP 58700-970, Patos (PB). crlima16@hotmail.com
4. Engenheiro Florestal, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal, 64, CEP 58700-970, Patos (PB). pierreflorestal@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 13/11/2009 e aceito em 01/07/2011

INTRODUÇÃO

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss), planta de origem asiática (família Meliaceae), produz madeira dura, relativamente pesada e utilizada na confecção de casas, móveis, carretas, ferramentas, implementos agrícolas e moirões de cerca (PLANETANATURAL, 2006), em função de sua resistência ao ataque de cupins e ao apodrecimento (PLANETANATURAL, 2006, PAES et al., 2007); além de ser excelente fonte de lenha e combustíveis, produzindo carvão de alto poder calorífico, o nim também é recomendado no manejo de pragas (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 afugentam insetos e inibem o desenvolvimento de fungos sobre homens, animais e plantas. Porém, após vinte dias em contato com o solo, o óleo se deteriora (PLANETANATURAL, 2006), dificultando seu emprego para o tratamento de madeira, pois 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, família Euphorbiaceae, 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 Semiárido brasileiro (MACHADO et al., 1998).

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.), família Bombacaceae, é uma espécie 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).

Os fungos são os principais agentes

destruidores da madeira, e os ensaios de laboratório um indicativo do desempenho de um novo produto preservativo (CARBALLEIRA LOPEZ e MILANO, 1986). Porém, as conclusões definitivas sobre a eficácia do produto só podem ser tiradas após ensaio de campo (HUNT e GARRATT, 1967; JANKOWSKY, 1986), pois é afetada pelas condições de uso, sendo mais bem avaliada quando a madeira é exposta aos agentes físicos, químicos e biológicos do ambiente (PAES et al., 2009). No entanto, ensaios de campo para avaliar o desempenho de preservativos a organismos xilófagos podem requerer até 50 anos, sendo, impraticáveis (WILKINSON, 1979). Dessa forma, os ensaios biológicos, executados no laboratório, são ferramentas importantes para avaliar a potencialidade de um produto químico como preservativo para madeira (PAES, 1997).

Os ensaios realizados em simuladores de campo apresentam resultados mais próximos da realidade que os ensaios tradicionais de laboratório, e em menor tempo que os ensaios de campo, sendo considerados obrigatórios por vários pesquisadores (PAES et al., 2000; PAES et al., 2009). Os simuladores têm por objetivo principal aumentar a taxa de deterioração biológica da madeira, ao mesmo tempo em que são dadas condições para que a deterioração produzida seja representativa da obtida em condições de campo (NICHOLAS e CRAWFORD, 2003).

Os simuladores acelerados de campo consistem em caixas contendo solo ao natural, no qual são parcialmente soterradas pequenas estacas de madeira. A umidade do solo é ajustada e controlada. As caixas são mantidas em locais, com temperaturas e umidade relativas elevadas, acelerando-se o processo biológico, e a atividade fúngica é avaliada por meio da perda de massa, da análise visual ou da perda de resistência mecânica das amostras (BAINES, 1982; McKAIG, 1985; NICHOLAS e CRAWFORD, 2003).

Assim, esta pesquisa teve como objetivos avaliar a eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na melhoria da resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) a fungos xilófagos em simuladores de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e beneficiamento dos frutos de nim e de mamona

Os frutos de nim foram coletados no

Núcleo de Pesquisa do Semiárido (NUPEARIDO), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no Município de Patos, PB e os de mamona coletados de plantas às 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 do óleo, foram despolpados em água corrente com auxílio de uma peneira de malha de 2 x 3 mm, secos à sombra, o tegumento retirado com o auxílio de ferramentas manuais e, armazenados 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.

Os frutos de mamona foram postos ao sol para eclodirem e as sementes armazenadas em sacos plásticos no LTPF, para posterior extração dos óleos.

Preparo das soluções com os óleos de nim e mamona

Para a extração dos óleos foi empregado álcool etílico absoluto. As sementes, depois de moídas em moinho manual, foram misturadas ao álcool e posteriormente homogeneizadas com o uso de liquidificador doméstico. O material obtido foi posto em um funil de Büchner de 13 cm de diâmetro por 4 cm de altura e filtrado com papel de filtragem rápida ao empregar uma bomba de vácuo acoplada a um *erlenmeyer* de 2.000 mL.

Para o óleo de nim, após a filtragem, observaram-se duas camadas (óleo e solvente), que foram separadas naturalmente com o emprego de um funil de decantação. O óleo de mamona ficou miscível no álcool, tendo sido separado por aquecimento e condensação do solvente, que foi recuperado e reutilizado.

Os óleos foram postos em bandejas de alumínio, cobertas com tecido tipo filó e dispostas no laboratório até a evaporação das porções remanescentes de álcool. Para atender ao objetivo proposto foram preparadas cinco soluções com os óleos de nim e mamona (Tabela 1).

Preparo e tratamento da madeira de sumaúma

A madeira de sumaúma foi obtida em uma marcenaria localizada no município de Patos – PB, com dimensões de 3,5 cm de espessura e 200 centímetros de comprimento. A peça foi desdobrada e transformada em corpos de prova, de 1,5 x 0,5 x

15 cm (radial x tangencial x longitudinal).

As amostras obtidas foram selecionadas, ao descartar aquelas que apresentavam defeitos, lixadas e identificadas em função do tratamento a ser empregado (Tabela 1) e do solo a ser empregado no simulador.

Os corpos de prova selecionados foram secos em estufa a 103 ± 2 °C, até massa constante. Foram determinados a massa e o volume de cada amostra e os valores utilizados no cálculo da retenção dos óleos na madeira e da perda de massa causada pelos fungos xilófagos.

Para o tratamento da madeira foi empregado o método de imersão a frio, em que as amostras foram submergidas por 5 minutos nas soluções (Tabela 1). 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 Paes et al. (2010) para o óleo de candeia (*Eremanthus erythropappus*), o qual garantiu que amostras de sumaúma tratadas apresentassem alta resistência ao ataque de cupins da espécie *Nasutitermes corniger*.

Além dos tratamentos testados (Tabela 1), foram utilizadas como padrão de comparação, conforme recomendação de Becker (1970) e “American Wood Preservers’ Association” - AWPA E14 (2007) amostras não tratadas de *Pinus* sp.

Ensaio em simulador acelerado de campo

Para montagem dos simuladores foram seguidas as recomendações de Vinden et al. (1982), Paes et al. (2000), AWPA E14 (2007) e Paes et al. (2009).

TABELA 1: Soluções preparadas com os óleos de nim e mamona e tratamentos a serem executados na madeira de sumaúma.

TABLE 1: Solutions prepared with neem and castor oil plant oils and treatments to be executed in *Ceiba pentandra* wood.

Tratamentos Estatísticos	Discriminações
1	Testemunha (madeira não tratada)
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

O ensaio foi montado com solos ao natural provenientes de três usos diferentes. Assim, foram empregados solos com cobertura de floresta nativa (solo 1), com cultivo agrícola tradicional (solo 2) e um com pastagem natural (solo 3).

Nos locais de coletas de cada solo, foram retiradas amostras nos horizontes A e B, a fim de representar as características físico-químicas e biológicas dos solos de cada uso (Tabela 2). As amostras provenientes de cada horizonte foram peneiradas. Para o solo de horizonte A, foi utilizada peneira com malha de 0,4 x 0,4 cm, e para o solo de horizonte B, a malha foi de 1,5 x 1,5 cm.

Os simuladores foram montados em caixas com dimensões de 60 x 60 x 50 cm, confeccionadas com compensado. A aproximadamente 15 cm de cada extremidade, em dois lados da caixa (comprimento do simulador) e a uma altura de 15 cm do fundo da mesma, foram feitos orifícios de 2 cm de diâmetro para drenagem.

As caixas foram revestidas com lona impermeável e colocados quatro drenos. Para o preenchimento dos simuladores, foram utilizados cascalhos e solos. Os primeiros 15 cm (altura dos drenos) foram preenchidos com cascalho, em seguida completados pelos respectivos solos, tendo o horizonte B uma altura de 25 cm e o horizonte A de 10 cm.

Nas caixas (simuladores de campo), as estacas foram parcialmente soterradas (2/3 do comprimento), aleatoriamente distribuídas no simulador. Os simuladores foram umedecidos semanalmente para manter a umidade próxima à capacidade de campo dos solos empregados.

Os simuladores foram mantidos em sala climatizada (27 ± 1 °C e 75 ± 5 % de umidade relativa), para acelerar a degradação biológica das madeiras. O experimento foi avaliado após 180 dias da instalação.

Depois de desativado o experimento, os corpos de prova foram retirados das caixas e limpos com uma escova de cerdas macias, secos em estufa à temperatura de 103 ± 2 °C até massa constante. As amostras foram pesadas e a atividade fúngica avaliada por meio da perda de massa e do estado de sanidade (nota) provocados pela atividade biológica (Tabela 3).

A perda de massa original dos corpos de prova foi corrigida, tendo como base a perda de massa de amostras mantidas sob as mesmas condições, porém, em solo esterilizado (perda de massa operacional), a fim de evitar que efeitos não controláveis mascarassem os resultados.

Análise e avaliação dos resultados

Para comparar a eficiência das soluções testadas (Tabela 1), foi empregado o delineamento em blocos casualizados, com sete repetições, em um arranjo fatorial, em que foram analisados os seguintes fatores: solos, com 3 níveis e tratamentos, com 6 níveis.

Para possibilitar a análise estatística, os dados de perda de massa foram transformados em $\text{arc sen} [\text{raiz quadrada} (\text{perda de massa}/100)]$ e os de estado de sanidade (notas) em raiz quadrada ($\text{nota} + 0,5$). Estas transformações dos dados, sugeridas por Steel e Torrie (1980), foram necessárias para permitir a homogeneidade das variâncias. Na análise e avaliação dos resultados foi empregado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade, para os fatores e interações detectados como significativos pelo teste F.

As análises estatísticas foram processadas, empregando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa.

TABELA 2: Características químicas dos solos utilizados.

TABLE 2: Chemical characteristics of the used soils.

Solos	pH	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	CTC	V	
	(CaCl ₂)	(Mg/cm ³)	(cmolc/cm ³)				(%)			
1	Floresta A	7,1	13,66	5,0	3,8	0,51	0,74	1,1	11,15	90,1
	Floresta B	7,2	8,31	4,0	2,2	0,27	0,74	1,1	8,31	85,8
2	Agrícola A	6,8	48,91	5,2	2,6	0,62	0,70	1,3	10,41	87,5
	Agrícola B	7,0	23,32	8,0	3,2	0,49	0,63	1,2	14,52	91,7
3	Pastagem A	6,9	24,20	7,0	3,0	0,33	0,90	1,5	12,74	88,2
	Pastagem B	6,9	14,42	7,7	3,0	0,26	0,99	1,3	13,25	90,2

Em que: CTC = Capacidade de troca de catiônica e V = Saturação por Base.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa (%) e o estado de sanidade das amostras (nota) variaram com os solos e tratamentos empregados (Tabela 4), em que as amostras não tratadas sofreram ataques intensos (Tabela 3) para todos os solos testados e

TABELA 3: Parâmetros para avaliação do ensaio em simulador de campo.

TABLE 3: Soil bed test evaluation parameters.

Estado de Sanidade	Nota	Índice de Comportamento
Sadio	0	100
Ataque superficial	1	90
Ataque moderado	2	70
Ataque intenso	3	40
Quebra	4	0

Fonte: Becker (1970).

as demais, ataque superficial a moderado, para os solos de floresta e pastagem e, moderado a intenso, para o solo agrícola. A perda de massa foi inferior a 10 % apenas para o tratamento 2 (óleo de nim puro) para o solo de floresta e tratamentos 2, 4, 5 e 6 para o solo de pastagem. Esperava-se que as amostras instaladas nos solos de floresta e de pastagem apresentassem maior ataque de fungos que aquelas do solo de uso agrícola, como o constatado por Paes et al. (2009). Isto, provavelmente, está relacionado com as características químicas do solo (Tabela 2), que favorecem o desenvolvimento de fungos no solo de uso agrícola. Resultados semelhantes foram obtidos por Shimada (1998).

A madeira de *Pinus* sp., de baixa resistência a xilófagos, utilizada como padrão de comparação (BECKER, 1970 e AWWA E14, 2007) sofreu perda de massa de 6,30; 6,21; e 4,08 % (solo de floresta, agrícola e pastagem, respectivamente). Estes valores foram mais baixos que os apresentados para

TABELA 4: Médias da perda de massa (%) e do estado de sanidade (nota) para tratamentos e solos testados.

TABLE 4: Averages of mass loss (%) and sanity state (note) to tested treatments and soils.

Solos	Tratamentos	Médias	
		Perda de Massa (%)	Estado de Sanidade (Notas)
1 - Floresta	1 - Testemunha (madeira não tratada)	17,93	3,06
	2 - Óleo de nim puro	6,30	1,46
	3 - 25 % de mamona e 75 % de nim	11,60	2,09
	4 - 50 % de mamona e 50 % de nim	11,82	1,86
	5 - 75 % de mamona e 25 % de nim	12,97	1,80
	6 - Óleo de mamona puro	12,45	1,97
	<i>Pinus</i> sp.	6,30	2,00
2 - Agrícola	1 - Testemunha (madeira não tratada)	24,71	3,60
	2 - Óleo de nim puro	13,21	2,20
	3 - 25 % de mamona e 75 % de nim	13,08	2,37
	4 - 50 % de mamona e 50 % de nim	13,10	2,83
	5 - 75 % de mamona e 25 % de nim	13,82	2,63
	6 - Óleo de mamona puro	17,25	2,69
	<i>Pinus</i> sp.	6,21	1,77
3 - Pastagem	1 - Testemunha (madeira não tratada)	19,80	3,43
	2 - Óleo de nim puro	6,78	1,60
	3 - 25 % de mamona e 75 % de nim	12,53	2,06
	4 - 50 % de mamona e 50 % de nim	7,90	1,83
	5 - 75 % de mamona e 25 % de nim	7,29	1,80
	6 - Óleo de mamona puro	9,22	2,03
	<i>Pinus</i> sp.	4,08	1,63

a maioria dos tratamentos empregados no presente estudo. Isto, segundo Baines (1982), Johnson et al. (1982), Vinden et al. (1982), Drysdale (1984) e Mckraig (1985), está associado às condições em que são mantidos os simuladores, o que favorece o desenvolvimento e o ataque de fungos causadores da podridão-mole, os quais são mais nocivos às madeiras de folhosas.

De modo geral, as maiores notas de estado de sanidade corresponderam às maiores perda de massa. Isto indica que o critério de notas, mesmo sendo subjetivo, quando bem executado, representa a resistência oferecida pelas madeiras.

Os dados que deram origem aos valores

de perda de massa (%) e de estado de sanidade das amostras (notas) (Tabela 4) foram analisados estatisticamente. A análise de variância da perda de massa (%) e do estado de sanidade das amostras (Tabela 5) mostrou que os fatores tratamentos e solos foram significativos pelo teste de F ($p \leq 0,05$). As médias desses fatores foram analisadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e os resultados apresentados na Tabela 6.

Como o obtido por Shimada (1998), os fungos presentes no solo de uso agrícola foram capazes de consumirem mais as amostras que os solos com cobertura florestal (Caatinga) e com pastagem natural (Tabela 6).

TABELA 5: Resumo das análises de variância da perda de massa (%) e do estado de sanidade das amostras (notas). Dados transformados em arc sen [raiz quadrada (perda de massa/100)] ou raiz quadrada (estado de sanidade + 0,5).

TABLE 5: Summary of variance analyses of mass loss (%) and sanity state of samples (notes). Data transformed in arcsine [square root (loss of mass/100)] or square root (sanity state + 0.5).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	
		Perda de Massa	Desgaste
Blocos	6	0,216 x 10 ⁻² NS	0,195 x 10 ⁻¹ NS
Tratamentos	5	0,643 x 10 ⁻¹ **	0,513 **
Solos	2	0,752 x 10 ⁻¹ **	0,514 **
Tratamentos x solos	10	0,732 x 10 ⁻² NS	0,177 x 10 ⁻¹ NS
Resíduo	102	0,424 x 10 ⁻²	0,201 x 10 ⁻¹
Total	125		

Em que: ** = significativo a 1 % pelo teste de F; NS = não significativo.

TABELA 6: Comparações entre médias da perda de massa (%) e do estado de sanidade (nota) das amostras causados pelos fungos existentes nos solos (perda de massa + estado de sanidade).

TABLE 6: Comparisons among averages of mass loss (%) and sanity state of samples caused by fungi present in soils.

Perda de Massa (%)		Desgaste (Notas)	
Solos	Médias Verdadeiras	Solos	Médias Verdadeiras
Agrícola (2)	15,86 a	Agrícola (2)	2,72 a
Floresta (1)	12,18 b	Pastagem (3)	2,12 b
Pastagem (3)	10,59 b	Floresta (1)	2,04 b
Tratamentos	Médias Verdadeiras	Tratamentos	Médias Verdadeiras
1	20,81 a	1	3,36 a
6	12,98 b	6	2,23 b
3	12,40 b	3	2,17 b
5	11,36 bc	4	2,17 b
4	10,94 bc	5	2,08 bc
2	8,76 c	2	1,75 c

Em que: Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

A madeira não tratada (tratamento 1) sofreu a maior deterioração pelos fungos presentes nos solos testados e a tratada com óleo de nim puro (tratamento 2) a menor deterioração. Os tratamentos 4 e 5 (soluções preparadas com 50 % de mamona e 50 % de nim ou 75 % de mamona e 25 % de nim, respectivamente) apresentaram valores de perda de massa intermediários, não diferindo dos tratamentos 3 e 6 (soluções preparadas com 25 % de mamona e 75 % de nim e óleo de mamona puro).

A solução que melhor protegeu a madeira (óleo de nim puro) causou um decréscimo de 57,80 % na perda de massa da amostra e aquela que ofereceu menor proteção (óleo de mamona puro), um decréscimo de 37,91 %. Esperava-se que a solução preparada com 25 % de mamona e 75 % de nim protegesse melhor a madeira que aquela preparada com 50 % de cada óleo. A diferença entre a perda de massa média das duas soluções foi de apenas 1,46 %. Como as perdas de massa foram corrigidas em função da perda de massa operacional, as pequenas variações ocorridas podem ter sido provocadas por fatores inerentes à própria madeira, sendo fatores de difícil controle.

O comportamento do estado de sanidade (nota) foi semelhante ao observado pela perda de massa, exceto para os tratamentos 5 e 4, em que as amostras do tratamento 5, diferiram do tratamento 2.

A proteção oferecida pelas soluções testadas foi melhor que a proporcionada pelo creosoto vegetal para a madeira de *Eucalyptus grandis* que teve perda de massa de 13,57 a 13,92 %, para uma retenção de 148 kg de óleo/m³ de madeira (PAES et al., 2000).

CONCLUSÕES

Em função das atividades agrícolas ou das características químicas do solo, os organismos presentes no solo de uso agrícola proporcionaram maior deterioração das amostras.

Dentre as soluções testadas, o óleo de nim puro proporcionou maior proteção à madeira contra os fungos xilófagos existentes nos solos testados.

As soluções preparadas com os óleos de nim e mamona, nas retenções utilizadas, não foram capazes de proteger a madeira do ataque de fungos xilófagos existentes nos solos testados.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão de Bolsa de Produtividade em Pesquisa (Processo 309461/2006-5) ao primeiro autor e de Iniciação Científica ao segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. AWP-A-E14. Standard method of evaluating wood preservatives in a soil bed. **Book of Standards**, Washington, 2007. 5 p.
- ARAÚJO, L. V. C. et al. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 153 – 159, abr. 2000.
- BAINES, E. F. **A laboratory technique to measure the performance of preservative treated hardwood in ground contact**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1982. 16 p. (Doc. IRG/WP/2172).
- BECKER, G. Método padrão sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. **Preservação de Madeiras**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 205- 216, out./dez. 1970.
- CARBALLEIRA LOPEZ, G. A.; MILANO, S. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção. In: LEPAGE, E. S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT., 1986, v.2., p.473-521.
- DRYSDALE, A.J. **Comparison of the effect of different soil source on the type and rate of decay of CCA - treated pine exposed in a soil-bed**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1984. 9p. (Doc. IRG/WP/2213).
- HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. **Wood preservation**. 3rd ed. New York: Mc Graw Hill, 1967. 433 p.
- JANKOWSKY, I. P. **Potencialidade do creosoto de *Eucalyptus* spp, como preservativos para madeiras**. 1986, 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia)-Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 1986.
- JOHNSON, G. C. et al. The accelerated field simulator (fungal cellar). Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1982. 9p. (Doc. IRG/WP/2170).
- LOUREIRO, A. A. et al. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1979. v.2., 187 p.
- MACHADO, C. C. et al. 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, jan./mar. 1998.
- McKAIG, P. A. **Factors affecting decay rates in a fungus cellar**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1985. 9p. (Doc. IRG/WP/2242).
- NICHOLAS, D. D.; CRAWFORD, D. Concepts in the development of new accelerated test methods for wood decay. In: GOODELL, B.; NICHOLAS, D. D.; SCHULTZ, T. P. (Eds.). **Wood deterioration and preservation: advances in our changing world**. Washington: American Chemical Society, chapter 16, p. 288 – 312, 2003. (ACS Symposium Series, 845).
- PAES, J. B. et al. Eficiência do óleo de candeia na melhoria da resistência da madeira de sumaúma a cupins. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 217-225, abr./jun. 2010.
- PAES, J. B. et al. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 160-169, abr./jun. 2007.
- PAES, J. B. et al. Resistência natural de nove madeiras do Semi-Árido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 511-520, maio/jun. 2009.
- PLANETANATURAL. Disponível em: <http://www.planetanatural.com.br/detalhe.asp?cod_secao=14&idnot=438-35k>. Acesso em: 29 jun. 2006.
- SHIMADA, A. N. **Avaliação dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* como preservativo de madeira**. 1998. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- SOUZA, M. H. et al. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília: IBAMA/DITEC, 1997. 152 p.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2nd ed. New York, Mc Graw-Hill, 1980. 633 p.
- VENTURA, C. Mamona: lançada variedade mais produtiva. **Revista Balde Branco**, São Paulo, v. 26, n. 304, p. 22 - 25, fev. 1990.
- VINDEN, P. et al. **Soil-bed studies**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1982. 15p. (Doc. IRG/WP/2181).
- WILKINSON, J. G. **Industrial timber preservation**. London, The Rentokil Library/Associated Business-Press, 1979. 532 p.