

RESISTÊNCIA NATURAL DE SETE MADEIRAS A FUNGOS E CUPINS XILÓFAGOS EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

Juarez Benigno Paes¹, Rafael Rodolfo de Melo², Carlos Roberto de Lima¹

(recebido: 4 de janeiro de 2006; aceito: 24 de janeiro de 2007)

RESUMO: Realizou-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar a resistência natural de sete madeiras a fungos xilófagos e a cupins subterrâneos em ensaio de laboratório. As madeiras estudadas foram leucena (*Leucaena leucocephala*), louro pardo (*Cordia trichotoma*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), marmeleiro preto (*Croton sonderianus*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), nim indiano (*Azadirachta indica*) e teca (*Tectona grandis*). De cada espécie, retiraram-se corpos-de-prova de 2,54 x 2,00 x 1,00 cm (fungos) e de 2,54 x 2,00 x 0,64 cm (cupins), com as maiores dimensões na direção das fibras, em quatro posições na direção medula-casca. As amostras foram submetidas durante 98 dias à ação dos fungos *Postia placenta* e *Polyporus fumosus* ou 28 dias à ação de cupins da espécie *Nasutitermes corniger*. Para os fungos, as madeiras de jurema-preta e de sabiá foram as mais resistentes e as de nim e marmeleiro as menos resistentes. O fungo *Postia placenta* atacou mais severamente as madeiras ensaiadas. Para os cupins, as madeiras de jurema-preta, louro e sabiá foram as mais resistentes e a de leucena a menos resistente. As madeiras provenientes da parte externa do tronco foram as mais atacadas. Para os fungos, houve uma relação inversa entre a densidade e a perda de massa. Já para os cupins, não houve relação entre a resistência e a densidade da madeira.

Palavras-chave: Madeiras, resistência natural, fungos xilófagos, térmitas subterrâneos.

NATURAL RESISTANCE OF SEVEN WOODS TO XYLOPHAGOUS FUNGI AND TERMITES UNDER LABORATORY CONDITION

ABSTRACT: This research aimed at evaluating the natural resistance of seven woods to xylophagous fungi and subterranean termites under laboratory assay. The studied woods were *Leucaena leucocephala*, *Cordia trichotoma*, *Mimosa tenuiflora*, *Croton sonderianus*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Azadirachta indica* and *Tectona grandis*. Test samples measuring 2.54 x 2.00 x 1.00 cm (fungi) and 2.54 x 2.00 x 0.64 cm (termites), with larger dimensions in fiber direction were obtained in four positions in pith-to-bark direction. The samples were submitted by 98 days to action of *Postia placenta* and *Polyporus fumosus* fungi or 28 days to the termite *Nasutitermes corniger* action. To fungi, the *Mimosa tenuiflora* and *Mimosa caesalpinifolia* woods were the more resistant and those of *Azadirachta indica* and *Croton sonderianus* the less resistant. The fungus *Postia placenta* attacked more severely the tested woods. To termites, the *Mimosa tenuiflora*, *Cordia trichotoma*, and *Mimosa caesalpinifolia* were the most resistant and the *Leucaena leucocephala* the less resistant. The coming wood of external section of log were the more attacked. To fungi, there was an inverse relationship between the density and the loss of mass. Already for the termites, there was not relationship between the resistance and the density of the wood.

Key words: Woods, natural resistance, xylophagous fungi, subterranean termites.

1 INTRODUÇÃO

A madeira tem aplicações na construção civil, fabricação de painéis, indústria moveleira e na geração de energia. Porém, quando utilizada em contato direto com o solo, é atacada por vários agentes biológicos (BARILLARI, 2002), sendo os fungos e os térmitas (cupins) os responsáveis pelos maiores danos (CARBALEIRA LOPEZ & MILANO, 1986; CAVALCANTE, 1982; LELIS et al., 2001).

Toda madeira é suscetível ao ataque de organismos xilófagos e, dependendo das condições ambientais, sofrerá uma maior ou menor deterioração (TEXEIRA et al., 1997).

A propriedade que faz a madeira resistir ao ataque de agentes deterioradores sem tratamento preservativo, denomina-se resistência natural. Segundo Paes (2002), a resistência da madeira à deterioração é a capacidade inerente à espécie de resistir à ação de agentes deterioradores, incluindo os agentes biológicos, físicos e químicos. Para Botelho et al. (2000), essa característica varia entre espécies e dentro da mesma árvore. Isto pode ser proveniente do potencial genético de cada indivíduo (PANSWIN & ZEEUW, 1980; SCHEFFER, 1973).

Em algumas espécies há grande diferença de resistência natural entre o cerne interno e externo. Em quase

¹Professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos – Cx. P. 64 – 58700-970 – Patos, PB – jbp2@uol.com.br; crlima16@hotmail.com

²Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos – Cx. P. 64 – 58700-970 – Patos, PB – rrmelo2@yahoo.com.br

todas essas espécies, a madeira proveniente da porção interna do cerne é menos resistente que a proveniente do cerne externo, região fronteira com o alburno. Entretanto, nem todas as espécies apresentam esse padrão de variação, e em algumas mais duráveis, a região próxima à medula é tão resistente quanto à região externa do cerne, enquanto a madeira de alburno é susceptível à deterioração biológica (FINDLAY, 1985).

O conhecimento da resistência natural da madeira é de suma importância para a recomendação de seu emprego mais adequado, evitando-se gastos desnecessários com a reposição de peças, reduzindo os impactos sobre as florestas remanescentes (PAES et al., 2004).

Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar a resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Espécies Estudadas

Foram empregadas sete espécies de madeira (Tabela 1), sendo quatro nativas da Região Semi-Árida brasileira e três exóticas (leucena, nim e teca).

Tabela 1 – Relação das espécies estudadas.

Table 1 – List of species.

Nome Comum	Nome Científico
1. Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.
2. Louro pardo	<i>Cordia trichotoma</i> Vell. ex. Steud.
3. Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.
4. Marmeleiro preto	<i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.
5. Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.
6. Nim indiano	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.
7. Teca	<i>Tectona grandis</i> Lf.

As árvores utilizadas foram abatidas no Campus e em Fazendas Experimentais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Patos - PB, exceto as de teca, que foram abatidas no Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situado na cidade de Areia - PB.

Das árvores selecionadas, foram retiradas da região que continha o DAP, toras com diâmetro que variou de 25 a 30 cm e comprimento de 50 cm.

2.2 Confecção dos Corpos-de-Prova

Das toras obtidas, retiraram-se duas costaneiras que foram descartadas, e utilizaram-se as peças centrais,

que continham o cerne e o alburno intactos. As peças foram subdivididas em oito partes, diametricamente opostas e de mesma dimensão, agrupadas duas a duas e identificadas conforme sua posição em relação à medula (1 - interna, 2 - mediana-interna, 3 - mediana-externa e 4 - externa). Assim, representou-se toda a madeira, e não apenas o cerne como o recomendado por Willeitner (1984) e “American Society for Testing and Materials” – ASTM D - 2017 (ASTM, 1994b).

Para homogeneizar as dimensões das amostras na direção radial, elas foram ajustadas para 2,0 cm, sendo posteriormente transformadas em corpos-de-prova de 2,54 x 2,00 x 1,00 cm (fungos) e 2,54 x 2,00 x 0,64 cm (cupins), com as maiores dimensões na direção das fibras. Selecionaram-se seis e cinco amostras isentas de defeitos para cada posição, para os ensaios com fungos e cupins, respectivamente.

Os corpos-de-prova foram secos em estufa a 103 ± 2 °C, até atingirem massa constante. Determinou-se o volume e a massa de cada amostra, como o recomendado pela ASTM D - 1413 (ASTM, 1994a) e os valores foram utilizados no cálculo da densidade e da perda de massa da madeira.

2.3 Resistência Natural da Madeira a Fungos Xilófagos

O ensaio foi montado em frascos de 500 mL, preenchidos com 350 g de solo de pH 6,2 e capacidade de retenção de água de 26 %, conforme recomendado pela ASTM D - 2017 (ASTM, 1994b). O solo de cada frasco foi umedecido com 116 mL de água destilada e adicionaram-se dois alimentadores de madeira de *Pinus* sp., e os frascos foram esterilizados a 121 ± 2°C, por 60 minutos.

Depois do resfriamento dos frascos, fragmentos obtidos de culturas puras dos fungos *Postia placenta* (Fr.) M. J. Lars. & Lomb. ou *Polyporus fumosus* Pers. ex Fries. foram inoculados nos alimentadores. Após o desenvolvimento do fungo nos alimentadores e a colonização no solo, adicionaram-se os corpos-de-prova, à razão de três amostras por frasco e utilizaram-se seis repetições para cada tratamento.

O ensaio foi mantido em sala climatizada (28 ± 2 °C e 75 ± 5 % de umidade relativa), por 98 dias. Decorrido tal período, os corpos-de-prova foram secos e a perda de massa avaliada ao comparar os valores obtidos com os apresentados pela ASTM D - 2017 (ASTM, 1994b), descritos na Tabela 2.

Junto com o ensaio, foram mantidos frascos com corpos-de-prova, preparados de forma idêntica aos

anteriores, porém sem a presença de fungos, para avaliação da perda de massa operacional, que foi utilizada como fator de correção da perda de massa provocada pelos fungos testados nas madeiras. Dessa maneira, garantiu-se que as perdas observadas foram atribuídas ao ataque dos fungos xilófagos, e não a outros fatores operacionais.

Tabela 2 – Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos (ASTM, 1994b).

Table 2 – *Classes of wood resistance to xylophagous fungi* (ASTM, 1994b).

Classes de Resistência	Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)
Muito resistente	0 – 10	90 - 100
Resistente	11 – 24	76 – 89
Resistência moderada	25 – 44	56 – 75
Não-resistente	≥ 45	≤ 55

2.4 Resistência Natural da Madeira a Cupins Xilófagos

O ensaio foi executado segundo a ASTM D - 3345 (ASTM, 1994c), com alguns ajustes indicados por Paes (1997). Assim, o experimento foi montado em frascos de 500 mL, preenchidos com 200 g de areia e a umidade corrigida para 75% da capacidade de retenção, pela adição de 42 mL de água destilada. Em cada frasco foram adicionados um corpo-de-prova e $1 \pm 0,05$ g de *Nasutitermes corniger* Motsch. As amostras de cupins foram compostas por operários e soldados na proporção existente na colônia. Segundo Paes (1997), as colônias de *Nasutitermes* sp. são compostas por aproximadamente 82% de operários.

Após a adição dos cupins, os frascos foram frouxamente tampados, para evitar a fuga e permitir a circulação de ar. Foram montadas cinco repetições para cada espécie e posição na direção medula-casca. O ensaio permaneceu em sala climatizada (28 ± 2 °C e 75 ± 5 % de umidade relativa), por 28 dias. Para avaliar a atividade e o vigor dos insetos, conforme indicado pela ASTM D - 3345 (ASTM, 1994c) foram montados frascos controle, que foram preparados de forma idêntica, porém mantidos apenas com os cupins.

A resistência natural das madeiras foi avaliada em função da perda de massa, do desgaste provocado pelos cupins, da mortalidade dos cupins (Tabela 3) e do número de dias para morte dos cupins em cada frasco.

Tabela 3 – Avaliação do desgaste da madeira e da mortalidade dos cupins (ASTM, 1994c).

Table 3 – *Evaluation of wood waste and termites mortality* (ASTM, 1994c).

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

2.5 Avaliação dos Resultados

Para avaliar a resistência das madeiras aos fungos *Postia placenta* e *Polyporus fumosus* e ao térmita *Nasutitermes corniger*, além dos valores apresentados nas Tabelas 2 e 3, foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, em que foram analisados os seguintes fatores: madeira, com sete níveis; posição na direção medula-casca, com quatro níveis; e a interação entre estes fatores.

Para possibilitar a análise estatística, os valores em porcentagem de perda de massa e mortalidade foram transformados em arcosen [raiz (x/100)] e os do desgaste (nota) e do tempo (dias) em raiz quadrada ($x + 0,5$). Estas transformações sugeridas por Stell & Torrie (1980), foram necessárias para permitir a homogeneidade das variâncias. Na análise e avaliação dos ensaios foi empregado o teste de Scott-Knott a 5 % de significância, para os fatores e interação detectados como significativos pelo teste de F.

Para auxiliar nas interpretações dos resultados, foram utilizados os valores médios da densidade da madeira para cada posição. Para uma melhor análise do efeito da densidade na resistência da madeira foi empregado o teste de correlação de Pearson a 5% de significância entre os valores de densidade e perda de massa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 encontram-se os valores médios da densidade, da perda de massa causada pelos fungos e cupins, classificação da resistência das madeiras ao ataque

dos fungos (ASTM, 1994b), desgaste provocado pelos cupins na madeira, mortalidade dos cupins (ASTM, 1994c) e tempo para morte dos cupins.

Verificou-se que as madeiras testadas foram classificadas como resistentes ou muito resistentes ao ataque dos fungos, ocorrendo apenas casos de resistência moderada (posição 4) nas espécies marmeleiro e teca. As madeiras que sofreram as maiores perdas de massa foram o nim e o marmeleiro e as menores foram a jurema-preta e o sabiá.

Para os cupins, a análise dos dados indicou que as madeiras mais resistentes foram jurema-preta e sabiá, seguidas pelo louro pardo e teca. Esses resultados estão em acordo com Maia (2004), que afirma serem as madeiras de jurema-preta e sabiá resistentes ao ataque de organismos xilófagos. Porém, contraditórios à citação de Mainieri & Chimelo (1989) que afirmaram ser a madeira de louro pardo de baixa resistência a organismos xilófagos. As madeiras menos resistentes foram leucena e nim, e o marmeleiro apresentou resistência intermediária entre as mais e menos atacadas.

Tabela 4 – Valores médios da densidade, da perda de massa, classificação da madeira ao ataque dos fungos, desgaste, mortalidade e tempo para a morte dos cupins.

Table 4 – Median values of wood density, wood mass loss, classification of wood to fungi attack, waste, mortality and time for die of termites.

Espécies	Posições no Tronco	Densidade Anidra (g/cm ³)	Perda de Massa (%)		Desgaste (Nota)	Mortalidade (%)	Tempo (Dias)
			Fungos	Cupins			
1. Leucena	1-Interna	0,70	9,45 MR	23,05	0,96	59,00	28,0
	2-Med.Int	0,71	7,12 MR	17,91	2,20	58,40	28,0
	3-Med.Ex	0,72	9,87 MR	14,17	4,48	65,20	28,0
	4-Externa	0,81	24,22 R	17,89	6,80	85,00	27,4
2. Louro	1-Interna	0,72	2,23 MR	3,12	9,28	100,00	11,2
	2-Med.Int	0,72	4,72 MR	2,57	9,72	100,00	11,2
	3-Med.Ex	0,73	3,35 MR	3,61	9,44	100,00	14,2
	4-Externa	0,76	19,01 R	7,75	9,08	100,00	11,0
3. Jurema	1-Interna	1,02	0,67 MR	3,33	9,48	100,00	12,0
	2-Med.Int	0,96	0,52 MR	3,18	9,72	100,00	12,0
	3-Med.Ex	1,01	0,72 MR	2,54	9,88	100,00	13,6
	4-Externa	1,01	1,46 MR	3,77	9,68	100,00	8,4
4. Marmeleiro	1-Interna	0,65	16,36 R	7,78	7,76	100,00	17,6
	2-Med.Int	0,75	14,70 R	5,95	8,32	100,00	16,6
	3-Med.Ex	0,64	14,12 R	7,19	8,64	100,00	18,2
	4-Externa	0,67	25,02 RM	10,58	7,12	100,00	19,6
5. Sabiá	1-Interna	0,98	0,93 MR	2,84	9,80	100,00	10,6
	2-Med.Int	1,00	0,62 MR	2,23	9,80	100,00	10,0
	3-Med.Ex	1,02	1,58 MR	2,05	9,80	100,00	11,0
	4-Externa	0,99	2,18 MR	6,38	8,96	100,00	20,4
6. Nim	1-Interna	0,72	20,41 R	11,82	9,44	100,00	12,2
	2-Med.Int	0,74	21,81 R	13,65	9,04	100,00	14,2
	3-Med.Ex	0,78	23,43 R	12,60	9,60	100,00	13,4
	4-Externa	0,78	24,97 R	13,89	9,32	100,00	14,4
7. Teca	1-Interna	0,63	0,95 MR	2,51	9,96	100,00	12,6
	2-Med.Int	0,61	0,56 MR	2,71	9,88	100,00	10,6
	3-Med.Ex	0,66	1,44 MR	5,42	8,36	100,00	13,2
	4-Externa	0,59	25,52 RM	12,87	8,20	100,00	15,0

MR - Muito Resistente; R - Resistente; RM - Resistência Moderada.

Notou-se que a maior perda de massa provocada pelos cupins foi de 23,05%, na posição interna do tronco (posição 1) na madeira de leucena (Tabela 4). Isto ocorreu, provavelmente em função da existência de tecidos de crescimento primários próximos à medula. Findlay (1985) afirmou que a região interna do cerne, em função da presença de tecidos primários, apresenta pouca resistência a organismos xilófagos, principalmente a cupins, o que se atesta em função da presença de árvores ocas, provocado pelo ataque de xilófagos. A menor perda de massa (2,05%) foi obtida na madeira de sabiá (posição 3). A posição 3 foi, também a mais resistente para leucena e jurema-preta. Para o louro pardo e marmeleiro a posição mais resistente foi a 2 e para o nim indiano e teca, a posição 1.

Com relação ao desgaste em função do ataque dos cupins, observou-se, de modo geral, que os insetos causaram escarificações ou ataques superficiais; louro, jurema-preta, sabiá (posições 1, 2 e 3) e nim; ou ainda, entre superficial e moderado (marmeleiro e teca nas posições externas e sabiá na posição externa). Dentre as madeiras estudadas, os cupins atacaram mais severamente a leucena, com ataque intensivo e ruptura dos corpos - de - prova das posições internas.

Quanto à mortalidade e tempo para a morte dos cupins, notou-se que a leucena foi a única em que se registrou a presença de cupins vivos ao término do teste (28 dias). O menor tempo para a morte dos cupins (8,4 dias) foi registrado para a jurema-preta (posição 4) e o maior, depois da leucena, para a sabiá (20,4 dias) na posição 4.

Na Tabela 5, encontram-se as análises de correlações entre densidade e perda de massa provocada pelos fungos e cupins nos corpos-de-prova para as espécies analisadas.

Houve uma relação direta e significativa entre a densidade e a perda de massa para a leucena, louro pardo e nim atacados pelos fungos. Para jurema-preta, marmeleiro sabiá e teca não houve relação significativa. No entanto, para o marmeleiro e teca não houve correlação significativa entre a resistência natural e a densidade madeira. Findlay (1985), Lelis et al. (2001), Paes et al. (2004, 2005) e Paes & Vital (2000) afirmaram que a resistência natural não está associada à densidade e sim à quantidade e classes de extrativos presentes na madeira.

A análise do teste de correlação entre a densidade e a perda de massa causada pelos térmitas, indicou que a resistência natural não esteve associada à densidade da madeira (exceção feita ao louro pardo). Resultados semelhantes foram encontrados por Paes & Vital (2000),

para a resistência de cinco espécies de eucalipto, e Paes et al. (2003) para nove madeiras do Semi-Árido. A madeira de louro pardo apresentou correlação positiva significativa, indicando que, quanto maior a densidade da madeira, maior a perda de massa.

Tabela 5 – Correlação entre a densidade da madeira e a perda de massa provocada pelos organismos xilófagos.

Table 5 – Correlation between wood density and mass loss caused by xylophagous organisms.

Espécies	Densidade x Perda de Massa	
	Fungos	Cupins
1. Leucena	0,98 *	- 0,22 ^{NS}
2. Louro pardo	0,96 *	0,99 *
3. Jurema preta	0,42 ^{NS}	0,06 ^{NS}
4. Marmeleiro preto	- 0,13 ^{NS}	- 0,46 ^{NS}
5. Sabiá	0,13 ^{NS}	- 0,44 ^{NS}
6. Nim indiano	0,95 *	0,51 ^{NS}
7. Teca	- 0,71 ^{NS}	- 0,53 ^{NS}

* Significativo e ^{NS} Não-significativo a 5% pelo teste de t.

A análise de variância dos dados da perda de massa (%) para cada fungo testado acusou resultados significativos pelo teste de F, para os fatores fungo, espécie e posições no tronco e para a interação entre os fatores fungos *versus* espécies, espécies *versus* posição e fungos *versus* posição, as quais foram desdobradas e analisadas pelo teste de Scott-Knott (Tabela 6).

Ao analisar o efeito dos fungos na resistência natural das madeiras, observou-se que jurema-preta, sabiá e teca não apresentaram diferenças significativas quanto ao ataque dos fungos testados. O fungo *Postia placenta* danificou com maior intensidade o nim, marmeleiro e leucena. O louro pardo foi a única espécie em que a perda de massa causada pelo *Polyporus fumosus* foi superior à do *Postia placenta* (Tabela 6). Isto se deve, provavelmente à quantidade e classes de extrativos presentes nas madeiras, que podem ter dificultado o desenvolvimento das hifas do *Polyporus fumosus* e a ação das enzimas decompositoras produzidas (RAYNER & BODDY, 1995).

A análise da resistência das madeiras para cada fungo demonstrou que ambos os fungos provocaram maior dano no nim e marmeleiro. Tendo a jurema-preta e sabiá, sido as mais resistentes (Tabela 6). Observa-se nessa tabela, que houve uma dispersão dos valores em torno das médias obtidas. Tais variações ocorreram em função das médias

terem sido analisadas sem levar em consideração as diferentes posições no tronco. Em alguns casos, os valores dos desvios padrão superaram os valores de suas respectivas médias.

Com relação à resistência das espécies para cada posição no tronco (Tabela 6), as únicas madeiras que não demonstraram diferença significativa entre as posições, foram jurema-preta e sabiá. Isto pode ter ocorrido em função da presença de camadas de cerne externo nas amostras obtidas na posição 4. Findlay (1985) afirma que em algumas espécies, não se observa diferença entre as resistências das madeiras do cerne interno e externo. Para as demais espécies, a posição 4 (alburno) foi a mais atacada.

Nas posições interna, mediana-interna e mediana-externa (cerne externo, região fronteira com o alburno) o nim e marmeleiro apresentaram as menores resistências.

Sabiá, jurema-preta e teca foram as mais resistentes à deterioração.

Quanto à resistência oferecida pela madeira de alburno (posição externa), observou-se que leucena, marmeleiro, nim e teca foram as mais deterioradas. As espécies mais resistentes foram jurema-preta e sabiá. Como a madeira de alburno apresenta baixa resistência a fungos xilófagos, a resistência oferecida pelas madeiras de jurema-preta e sabiá pode estar relacionada à presença de cerne nas amostras. As dispersões em torno das médias, observadas para estes casos, foi função da análise conjunta do ataque dos dois fungos testados às madeiras nas diferentes posições. Tendo em alguns casos, os desvios padrão superado o valor médio obtido.

Os valores médios da perda de massa (%) sofrida pela degradação provocada pelos fungos, para cada posição

Tabela 6 – Comparações entre médias para perda de massa (%) provocada pelos fungos nas madeiras testadas.

Table 6 – Comparisons among averages for wood mass loss (%) caused by fungi in tested woods.

Espécies	Fungos	
	<i>Postia placenta</i>	<i>Polyporus fumosus</i>
1 - Leucena	15,44 ± 7,91 Ac	9,89 ± 7,54 Bc
2 - Louro pardo	3,59 ± 4,61 Bd	11,06 ± 12,69 Ac
3 - Jurema-preta	1,00 ± 1,21 Ae	0,68 ± 0,57 Ae
4 - Marmeleiro	22,91 ± 8,44 Ab	12,18 ± 3,78 Bb
5 - Sabiá	1,61 ± 1,76 Ae	1,04 ± 1,01 Ae
6 - Nim	27,15 ± 8,97 Aa	19,63 ± 6,23 Ba
7 - Teca	7,48 ± 11,67 Ad	6,74 ± 11,12 Ad

Espécies	Posições no Tronco			
	1. Interna	2. Med.Interna	3. Med.Externa	4. Externa
1 - Leucena	9,45 ± 3,44 Bb	7,12 ± 3,64 Bc	9,87 ± 2,84 Bc	24,22 ± 7,18 Aa
2 - Louro pardo	2,23 ± 1,17 Bc	4,72 ± 3,88 Bd	3,35 ± 2,29 Bd	19,01 ± 14,79 Ab
3 - Jurema-preta	0,67 ± 0,59 Ad	0,52 ± 0,54 Ae	0,72 ± 0,51 Ae	1,46 ± 1,54 Ac
4 - Marmeleiro	16,36 ± 6,79 Ba	14,70 ± 4,36 Bb	14,12 ± 8,66 Bb	25,02 ± 8,94 Aa
5 - Sabiá	0,93 ± 0,25 Ad	0,62 ± 0,20 Ae	1,58 ± 2,34 Ae	2,18 ± 1,32 Ac
6 - Nim	20,41 ± 10,26 Ba	21,81 ± 9,26 Ba	23,43 ± 7,40 Aa	27,91 ± 5,53 Aa
7 - Teca	0,95 ± 0,54 Bd	0,56 ± 0,34 Be	1,44 ± 1,74 Be	25,52 ± 6,88 Aa

Fungos	Posições no Tronco			
	1. Interna	2. Med.Interna	3. Med.Externa	4. Externa
<i>Postia placenta</i>	9,17 ± 10,99 Ba	8,79 ± 10,69 Ba	8,89 ± 10,21 Ba	17,73 ± 14,16 Aa
<i>Polyporus fumosus</i>	5,40 ± 6,00 Bb	5,50 ± 5,95 Bb	6,67 ± 7,87 Bb	17,40 ± 11,86 Aa

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

(Tabela 6) demonstraram que a deterioração causada pelo *Postia placenta* foi superior a do *Polyporus fumosus*, nas posições 1, 2 e 3. Isto pode estar relacionado aos extrativos presentes nas madeiras, os quais podem ter afetado mais intensamente o metabolismo do fungo *Polyporus fumosus*.

Findlay (1985), Panshin & Zeeuw (1980) e Willeitner (1984) afirmam ser a posição mais externa do cerne (posição 3) a mais resistente a organismos xilófagos. Para as madeiras testadas, as posições 1, 2 e 3 não diferiram estatisticamente. Notou-se, que os fungos atacaram preferencialmente a parte mais externa da peça, que era exclusivamente alburno (posição 4), fato este que pode ter influenciado os resultados obtidos pela madeira de nim, a qual apresentava cerne pouco diferenciado, e pelas madeiras de jurema-preta e sabiá, que apresentavam camadas de cerne nas amostras da posição 4.

A análise dos valores apresentados (Tabela 6) permite afirmar que os fungos testados não atacaram as madeiras com a mesma intensidade, tendo o fungo *Postia placenta* sido, de modo geral, mais agressivo que o *Polyporus fumosus*. Isto indica que os organismos xilófagos não atacam as diferentes madeiras com a mesma intensidade, estando o ataque associado à classe de extrativos presentes na madeira (FINDLAY, 1985; LELIS et al., 2001; PANSHIN & ZEEUW, 1980; RAYNER & BODDY, 1995). As variações entre os valores médios obtidos foram objeto da análise conjunta dos fungos *versus* posição para as diferentes espécies estudadas. Em função disso, a maioria dos valores dos desvios padrão foram superiores a suas respectivas médias.

Nos testes com cupins, os fatores espécie, posição e a interação entre os fatores foram significativos pelo teste de F para os parâmetros perda de massa (%), desgaste (nota) e tempo (dias). As interações foram desdobradas e analisadas pelo teste de Scott-Knott (Tabela 7).

Para a perda de massa, ao analisar o efeito da posição em cada espécie, observou-se que a jurema-preta e nim indiano não apresentaram diferença significativa entre as madeiras provenientes das diferentes posições. A madeira de teca demonstrou ser mais resistente nas posições internas e menos na externa, tendo a posição 3 apresentado resultados intermediários (Tabela 7). Isto pode ter sido causado pela presença de camadas de alburno nas amostras provenientes da posição 3, que por não serem resistentes (CARBALLEIRA LOPEZ & MILANO, 1986;

CAVALCANTE, 1982; LELIS et al., 2001) influenciaram negativamente a resistência da madeira.

Ao analisar o efeito das espécies em cada posição, notou-se que as posições 1 e 2 foram as mais resistentes para louro pardo, jurema-preta, sabiá e teca e menos resistentes para leucena. Para a posição 3, observou-se que a leucena e o nim foram as menos resistentes. Já as madeiras de jurema-preta e sabiá foram as mais resistentes, tendo louro pardo e teca apresentados valores intermediários. Para a madeira proveniente da parte mais externa (posição 4), a espécie de menor resistência foi a leucena. A jurema-preta foi a mais resistente (Tabela 7). Tal variação na resistência da madeira a cupins para as posições analisadas foi observada por Paes et al. (2003) e Paes & Vital (2000) e atribuída à diferença na concentração de extrativos presentes na madeira.

Quanto ao desgaste provocado pelos térmitas, observou-se que não houve diferença significativa do efeito das posições nas peças de louro, jurema-preta, sabiá e nim. No entanto para leucena o desgaste aumentou da posição interna para a externa. No marmeleiro, as posições 2 e 3 sofreram maior desgaste que as posições 1 e 4. Na teca, o desgaste provocado na madeira das partes internas foram superiores aos provocados nas externas (Tabela 7). A variação no desgaste da madeira de teca foi semelhante à observada por Paes & Vital (2000) para as madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla*.

Para todas as posições analisadas, a madeira de leucena foi a mais desgastada. Enquanto o menor desgaste foi da jurema-preta, sabiá, nim e louro pardo.

Com relação ao tempo para a morte dos insetos, apenas as madeiras de jurema-preta e sabiá sofreram a influência da posição no tronco. Para a madeira de jurema-preta, os cupins sobreviveram menos tempo em contato com a madeira da parte externa, enquanto, para a madeira de sabiá, os cupins sobreviveram por mais tempo.

Dentre as espécies estudadas, em todas as posições no sentido medula-casca, a leucena foi aquela em que os térmitas sobreviveram durante maior tempo. A sobrevivência dos insetos foi menor para as madeiras de louro pardo e jurema-preta. De acordo com Paes et al. (2003), o tempo para a morte dos cupins é um indicativo da resistência natural da madeira.

Para o ensaio com cupins, os valores de dispersão em torno das médias, para todos os parâmetros analisados foram baixos, pois para estes casos os valores médios foram analisados para cada posição dentro de cada espécie.

Tabela 7 – Comparações múltiplas entre médias para perda de massa (%), desgaste (nota) e tempo (dias) para a morte dos cupins em cada posição nas espécies estudadas.

Table 7 – Multiple comparisons among averages for wood mass loss (%), waste (score) and time (days) for termite mortality for all position in studied species.

Espécies	Perda de Massa (%) por Posição no Tronco			
	1. Interna	2. Med. Interna	3. Med. Externa	4. Externa
1. Leucena	23,05 ± 1,92 Aa	17,91 ± 2,63 Ba	14,17 ± 2,00 Ca	17,89 ± 1,34 Ba
2. Louro pardo	3,12 ± 1,47 Bd	2,57 ± 0,56 Bd	3,61 ± 0,94 Bd	7,75 ± 1,69 Ad
3. Jurema-preta	3,33 ± 0,78 Ad	3,18 ± 0,64 Ad	2,54 ± 0,36 Ae	3,77 ± 1,09 Ae
4. Marmeleiro	7,78 ± 0,75 Bc	5,95 ± 0,81 Bc	7,19 ± 1,44 Bb	10,58 ± 1,64 Ac
5. Sabiá	2,84 ± 0,53 Bd	2,23 ± 0,75 Bd	2,05 ± 0,57 Be	6,38 ± 0,91 Ad
6. Nim indiano	11,82 ± 2,08 Ab	13,65 ± 1,52 Ab	12,60 ± 0,72 Aa	13,89 ± 0,73 Ab
7. Teca	2,51 ± 0,27 Cd	2,71 ± 0,29 Cd	5,42 ± 2,32 Bc	12,87 ± 1,44 Ab

Espécies	Desgaste (Nota) por Posição no Tronco			
	1. Interna	2. Med. Interna	3. Med. Externa	4. Externa
1. Leucena	0,96 ± 0,36 Dc	2,20 ± 0,96 Cc	4,48 ± 1,23 Bc	6,80 ± 0,93 Ac
2. Louro pardo	9,28 ± 0,58 Aa	9,72 ± 0,18 Aa	9,44 ± 0,36 Aa	9,08 ± 0,30 Aa
3. Jurema-preta	9,48 ± 0,52 Aa	9,72 ± 0,23 Aa	9,88 ± 0,11 Aa	9,68 ± 0,11 Aa
4. Marmeleiro	7,76 ± 0,36 Bb	8,32 ± 0,59 Ab	8,64 ± 0,78 Ab	7,12 ± 0,77 Bc
5. Sabiá	9,80 ± 0,00 Aa	9,80 ± 0,00 Aa	9,80 ± 0,00 Aa	8,96 ± 0,36 Aa
6. Nim	9,44 ± 0,43 Aa	9,04 ± 0,41 Ab	9,60 ± 0,20 Aa	9,32 ± 0,41 Aa
7. Teca	9,96 ± 0,09 Aa	9,88 ± 0,11 Aa	8,36 ± 0,43 Bb	8,20 ± 0,28 Bb

Espécies	Tempo (Dias) por Posição no Tronco			
	1. Interna	2. Med. Interna	3. Med. Externa	4. Externa
1. Leucena	28,0 ± 0,00 Aa	28,0 ± 0,00 Aa	28,0 ± 0,00 Aa	27,4 ± 1,34 Aa
2. Louro pardo	11,2 ± 4,09 Ac	11,2 ± 2,17 Ac	14,2 ± 3,35 Ac	11,0 ± 3,81 Ad
3. Jurema-preta	12,0 ± 1,41 Ac	12,0 ± 2,24 Ac	13,6 ± 1,34 Ac	8,4 ± 0,55 Bd
4. Marmeleiro	17,6 ± 1,52 Ab	16,6 ± 3,05 Ab	18,2 ± 3,35 Ab	19,6 ± 3,65 Ab
5. Sabiá	10,6 ± 0,55 Bc	10,0 ± 1,00 Bc	11,0 ± 1,41 Bc	20,4 ± 1,67 Ab
6. Nim	12,2 ± 2,77 Ac	14,2 ± 5,07 Ab	13,4 ± 2,97 Ac	14,4 ± 3,29 Ac
7. Teca	12,6 ± 1,82 Ac	10,6 ± 1,52 Ac	13,2 ± 3,70 Ac	15,0 ± 1,87 Ac

As médias seguidas na horizontal, por uma mesma letra maiúscula ou na vertical, por uma mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente (Scott-Knott; $p > 0,05$).

4 CONCLUSÕES

A resistência natural das madeiras variou entre as espécies e posições na direção medula-casca. As madeiras de cerne, para a quase totalidade das espécies, foram mais resistentes que as provenientes do alburno.

No geral, as madeiras de jurema-preta e de sabiá foram as mais resistentes aos organismos xilófagos testados.

Dentre as madeiras testadas, as de maior densidade foram mais resistentes ao apodrecimento causado pelos fungos. No entanto, dentro de uma mesma espécie, a resistência natural nem sempre esteve associada à densidade da madeira.

O fungo *Postia placenta* atacou as madeiras testadas com maior intensidade que o *Polyporus fumosus*.

Os cupins atacaram mais severamente a leucena, em que causaram ataque intensivo e ruptura dos corpos - de - prova das posições internas.

Apenas para a madeira de leucena não foi verificada a morte total da colônia de cupins ao término do ensaio.

5 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. 410, p. 119-121, 1994a.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D – 2017: standard test method for accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 410, p. 324-328, 1994b.

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. 410, p. 439-441, 1994c.

BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero Pinus tratada com preservantes**: avaliação em campo de apodrecimento. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

BOTELHO, G. M. L.; SANTANA, M. A. E.; ALVES, M. V. S. Caracterização química, durabilidade natural e tratabilidade da madeira de seis espécies de eucalyptos plantadas no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 115-121, 2000.

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

CAVALCANTE, M. S. **Deterioração biológica e preservação de madeira**. São Paulo: IPT, 1982. 40 p. (Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

FINDLAY, W. P. K. The nature and durability of wood. In: _____. **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: M. Nijhoff; Dr. W. Junk, 1985. p. 1-13.

LELIS, A. T.; BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J. L. G.; CARBALLEIRA LOPEZ, G. A.; MONTEIRO, M. B. B.; ZENID, G. J. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: IPT, 2001. 54 p.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z Computação, 2004. 413 p.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Ficha de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418 p. (Publicação IPT, 1791).

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

PAES, J. B. Resistência natural da madeira de *Corymbia maculata* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 761-767, 2002.

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.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove espécies de madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 275-282, 2004.

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

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

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Text book of wood technology**. 4. ed. New York: Mc-Graw Hill, 1980. 722 p.

RAYNER, A. D. M.; BODDY, L. **Fungal decomposition of wood: its biology and ecology**. Chichester: J. Wiley & Sons, 1995. 587 p.

Cerne, Lavras, v. 13, n. 2, p. 160-169, abr./jun. 2007

SCHEFFER, T. C. Microbiological deterioration and its causal organisms. In: NICHOLAS, D. D. (Ed.). **Wood deterioration and its prevention treatments**: degradation and protection of wood. Syracuse: Syracuse University, 1973. v. 2, p. 31-106.

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

TEXEIRA, D. E.; COSTA, A. F.; SANTANA, M. A. E. Aglomerado de bagaço de cana-de-açúcar: resistência natural aos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 52, p. 29-34, 1997.

WILLEITNER, H. **Laboratory tests on the natural durability of timber-methods and problems**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1984. 11 p. (Doc IRG/WP/2217).