

RESISTÊNCIA NATURAL DE NOVE MADEIRAS DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO A CUPINS SUBTERRÂNEOS, EM ENSAIO DE LABORATÓRIO

Juarez Benigno Paes¹, Verlândia de Medeiros Morais²,
Desmoulins Wanderley de Farias Sobrinho³, Olaf Andreas Bakke¹

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi avaliar a resistência de nove madeiras de ocorrência no semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em condições de laboratório. As madeiras estudadas foram a algaroba (*Prosopis juliflora*), angico (*Piptadenia macrocarpa*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), braúna (*Schinopsis brasiliensis*), cássia (*Senna siamea*), craibeira (*Tabebuia aurea*), cumaru (*Amburana cearenses*), pau d'arco (*Tabebuia impetiginosa*) e o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). De cada espécie, foram retirados corpos-de-prova de 2,54 x 2,00 x 0,64 cm, com a maior dimensão no sentido das fibras, em quatro posições na direção medula-casca da árvore. As amostras foram submetidas, por 28 dias, à ação de cupins *Nasutitermes corniger*. A resistência ao ataque de cupins, exceto para a algaroba e craibeira, foi afetada pela posição na direção medula-casca, não estando relacionada à densidade das madeiras ensaiadas. O pereiro e o pau d'arco foram as mais resistentes. A resistência natural não esteve associada à concentração de extrativos solúveis em água quente encontrada no lenho de cada espécie.

Palavras-chave: madeiras do semi-árido, resistência natural, cupins subterrâneos.

NATURAL RESISTANCE OF WOOD OF NINE BRAZILIAN SEMI-ARID REGIONS TREE SPECIES TO SUBTERRANEAN TERMITES, UNDER LABORATORY CONDITION

ABSTRACT: The research evaluated the natural resistance of nine woods of Brazilian semi-arid region species to subterranean termites, under laboratory condition. The studied species were *Prosopis juliflora*, *Piptadenia macrocarpa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis*, *Senna siamea*, *Tabebuia aurea*, *Amburana cearenses*, *Tabebuia impetiginosa* and *Aspidosperma pyrifolium*. Samples measuring 2.54 x 2.00 x 0.64 cm, with the largest measure taken on fiber direction were obtained from four positions from pith to bark direction. The samples were submitted to the action of *Nasutitermes corniger* termites for 28 days. The wood resistance to termites attack, with exception of *Prosopis juliflora* and *Tabebuia aurea*, was affected by position on pith to bark direction, but was not associated to wood density. The *Aspidosperma pyrifolium* and *Tabebuia impetiginosa* woods were the more resistance woods. The wood natural resistance was not associated to soluble hot water extractives content present in the wood of each studied species.

Key words: Brazilian semi-arid woods, wood natural resistance, subterranean termites.

¹ Departamento de Engenharia Florestal da UFPB – Campus VII – Patos – PB.

² Bolsista PIBIC/CNPq – DEF – UFPB – Campus VII – Patos – PB.

³ Pós-graduação em Engenharia Agrícola – DEAg – UFPB – Campus II – Campina Grande – PB.

1 INTRODUÇÃO

O semi-árido brasileiro abrange uma área de 1.150.662 km², que corresponde a 74,30% da Região Nordeste e a 13,52% da superfície do Brasil (PNUD/FAO/IBAMA/Gov. Paraíba, 1994). A vegetação do semi-árido (caatinga) é composta de uma variedade de espécies arbóreas e arbustivas que apresenta potencial pouco conhecido cientificamente.

A madeira apresenta uma gama de utilização nos meios rural e urbano. Porém, em virtude da sua estrutura e constituição química, sofre o ataque de vários organismos deterioradores, principalmente de fungos e térmitas (cupins) (Hunt & Garratt, 1967; Cavalcante, 1982; Carballeira Lopez & Milano, 1986).

Os cupins estão distribuídos praticamente em todo o globo terrestre, com maior concentração nas zonas subtropicais e, principalmente nas tropicais (Mendes & Alves, 1986).

As características edafoclimáticas do semi-árido brasileiro favorecem o desenvolvimento de cupins xilófagos. Isto pode ser observado em virtude do ataque desses insetos às madeiras empregadas em obras e em estruturas, nos meios rural e urbano, principalmente em estruturas construídas com madeiras de baixa resistência à deterioração. A resistência à deterioração pode ser atribuída à presença de taninos e outras substâncias fenólicas complexas, que são tóxicas aos organismos xilófagos (Hunt & Garratt, 1967; Findlay, 1985; Lelles & Rezende, 1986; Oliveira et al., 1986).

Em algumas espécies, há grande diferença na resistência natural entre o cerne interno e externo. Em quase todas as espécies em que isto ocorre, a madeira da porção interna do cerne, formada pela planta jovem, é menos resistente à decomposição que o cerne externo, região fronteira ao alburno, formada pela planta madura. Porém, nem todas as espécies apresentam este padrão de variação e, entre algumas delas, a re-

gião próxima à medula é tão resistente quanto o cerne externo. Já a madeira de alburno é conhecidamente susceptível à deterioração biológica (Findlay, 1985).

A diminuição da resistência da região externa do cerne em direção à medula, está relacionada à gradual conversão dos extrativos tóxicos em compostos de menor toxidez, à medida que a árvore envelhece (Scheffer, 1973; Oliveira et al., 1986). Isto explica a presença deocos na região interna de algumas árvores.

Além da variação dentro da árvore, há registros de diferenças entre a resistência natural de árvores de uma mesma espécie. A discrepância pode ser proveniente da genética do indivíduo (Scheffer, 1973; Panshin & De Zeeuw, 1980).

Em geral, a resistência natural se refere à capacidade da madeira do cerne de resistir à ação de fungos xilófagos causadores da podridão-branca e da podridão-parda. Os estudos realizados com insetos xilófagos são mais recentes e menos numerosos (Willeitner, 1984; Lelles & Rezende, 1986).

A menor quantidade de trabalhos realizados com térmitas em relação àqueles com fungos xilófagos, justifica-se por serem os fungos os principais agentes deterioradores da madeira utilizada em contato com o solo. Porém, madeiras empregadas em batentes de portas, janelas, lambris, assoalhos, forros, escadas, etc., por estarem em locais protegidos e longe do contato com o solo, estão livres do ataque de fungos, mas não dos insetos. Os térmitas são os mais severos agentes destruidores da madeira, sendo os subterrâneos os responsáveis pelas maiores prejuízos (Mendes & Alves, 1986).

Assim, o conhecimento da resistência natural da madeira é de suma importância para a recomendação de empregos adequados e para evitar gastos desnecessários com a reposição de peças deterioradas e reduzir os impactos sobre as florestas remanescentes.

Esta pesquisa teve o objetivo de avaliar a resistência natural de nove madeiras de ocorrência no semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em condições de laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Espécies estudadas

Utilizaram-se nove espécies, sete de ocorrência natural no semi-árido e duas exóticas (algaroba e cássia seamea) aclimatadas na Região Nordeste (Tabela 1).

As madeiras foram adquiridas em serrarias na cidade de Patos, PB, com exceção da cássia e algaroba, que foram abatidas no Campus VII da Universidade Federal da Paraíba, Patos, PB. Das plantas e dos troncos selecionados, que apresentavam diâmetros entre 25 e 30 cm, foi retirado, da parte basal da árvore, um torete de aproximadamente 50 cm de comprimento.

Estas espécies foram utilizadas, pois são empregadas em moirões, porteiras, batentes de portas e janelas, além de outros usos em construções rurais e urbanas.

2.2 Confecção dos corpos-de-prova

Dos toretes, retiraram-se duas costaneiras, que foram descartadas e obtiveram-se pranchões de aproximadamente 8 cm de espessura, que continham o cerne e o alburno intactos. Os pranchões foram subdivididos em oito partes radiais, diametralmente opostas e de mesma dimensão, que foram agrupadas duas a duas e identificadas conforme a posição em relação à medula. Desse modo, 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 (1994).

Para homogeneizar as dimensões das amostras no sentido radial, elas foram ajustadas para 2,0 cm e transformadas em corpos-de-prova de 2,54 x 2,00 x 0,64 cm. Assim, as dimensões dos corpos-de-prova, com exceção das radiais, estão de acordo com a norma ASTM D - 3345 (1994), que padroniza o teste de resistência de madeiras ao ataque de cupins subterrâneos, em condições de laboratório.

Após a obtenção dos corpos-de-prova, selecionaram-se de cada seção identificada com o mesmo número, quatro amostras isentas de defeitos, que foram agrupadas, obtendo-se oito amostras.

Tabela 1. Relação das espécies estudadas.

Table 1. Relation of studied species.

Nome comum	Nome científico
Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i> DC.
Angico	<i>Piptadenia macrocarpa</i> Benth.
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.
Braúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.
Cássia	<i>Senna siamea</i> L.
Craibeira	<i>Tabebuia aurea</i> (Mart.) Bureau.
Cumarú	<i>Amburana cearensis</i> (Arr. Cam.) A.C.Smith
Pau d'arco	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.

Determinaram-se o volume e a massa de cada amostra, como o recomendado pela ASTM D - 1413 (1994) e os valores utilizados na determinação da densidade da madeira e da perda de massa sofrida pelos corpos-de-prova submetidos aos cupins.

2.3 Resistência natural da madeira a cupins xilófagos

O ensaio foi executado segundo a ASTM D - 3345 (1994), com alguns ajustes indicados por Paes (1997). Assim, o experimento foi montado em frascos de 300 mL, preenchidos com 200 g de areia e a umidade corrigida para 75% da capacidade de retenção de água pela adição de 38 ml de água destilada. Em cada frasco, foram adicionados um corpo-de-prova e $1 \pm 0,05$ g de *Nasutitermes corniger* Motschulsky. 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 oito repetições para cada espécie e posição na direção medula-casca no tronco. O ensaio permaneceu em sala climatizada ($28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ de umidade relativa), por 28 dias.

Para se avaliar a atividade e o vigor dos insetos, conforme o indicado pela ASTM D - 3345 (1994), foram montados oito frascos controle e, para assegurar a sobrevivência nos frascos, os cupins foram alimentados, como o indicado por Paes (1997), com pequenos fragmentos de madeira não resistente.

A resistência das madeiras foi avaliada em função da perda de massa, do desgaste (Tabela 2), da mortalidade dos cupins (Tabela 3) e do número de dias para a morte dos cupins de cada frasco. A perda de massa foi avaliada com base na massa anidra dos corpos-de-prova, tomada antes e após o ensaio. Os valores obtidos foram subtraídos da perda de massa sofrida por amostras submetidas às mesmas condições de ensaio, porém, sem a presença dos cupins (testemunhas).

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

Table 2. Evaluation of damage caused by termites on test samples (ASTM D – 3345, 1994).

Tipos de desgaste	Nota
Sadio, permitindo escarificações superficiais	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intensivo	4
Falha, havendo ruptura dos corpos-de-prova	0

Tabela 3. Avaliação da resistência a cupins pela porcentagem de mortalidade (ASTM D - 3345, 1994)

Table 3. *Resistance evaluation to termites in percentage of mortality (ASTM D – 3345, 1994).*

Avaliação da resistência	Mortalidade (%)
Baixa	0 - 33
Moderada	34 - 66
Alta	67 - 99
Total	100

2.4 Determinação do teor de extrativos em água quente

As amostras não selecionadas para os ensaios foram transformadas em cavacos, de dimensões semelhantes a palitos de fósforos e convertidas em serragem em moinho do tipo Willey. A serragem obtida foi peneirada e utilizou-se a que passou pela peneira de 40 meshes e ficou retida na de 60 meshes.

Para a determinação dos extrativos empregou-se a ASTM D - 1110 (1994), tendo sido utilizados 2,0 g de serragem seca ao ar. A serragem foi transferida para erlenmeyeres de 250 mL, adicionando-se 100 mL de água destilada e aquecendo-se por três horas à temperatura de ebulição da água. Após a extração, as amostras foram transferidas para filtros de vidro sinterizado e submetidas à sucção. Cada amostra foi lavada cinco vezes com água destilada quente. Depois de lavadas, as amostras foram secas em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, por 24 horas e a massa medida em balança de 0,0001 g de precisão. Todas as extrações foram realizadas em duplicatas.

2.5 Avaliação dos resultados

Os valores médios da densidade da madeira e do teor de extrativo de cada posição na peça foram utilizados para auxiliar nas interpretações dos resultados.

Para comparar a resistência das madeiras, 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 nove níveis; posição na direção medula-casca, com quatro níveis e a interação entre os fatores.

Para possibilitar a análise estatística, os dados de perda de massa (%) e da mortalidade (%) foram transformados em arcsen [raiz quadrada (x/100)] e os do desgaste (nota) e do tempo (dias) em raiz quadrada (x + 0,5). Estas transformações, sugeridas por Steel & Torrie (1980), foram necessárias para permitir a homogeneidade das variâncias. Na análise e avaliação dos ensaios foi empregado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$), para os fatores e interação detectados como significativos pelo teste de F.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da densidade da madeira (g/cm^3), do teor de extrativos (%), da perda de massa (%), da mortalidade dos cupins (%), do tempo (dias) para a morte dos cupins e do desgaste provocado nas madeiras, encontram-se na Tabela 4. Observou-se que a resistência das madeiras, de modo geral, variou com a espécie e com a posição na direção medula-casca.

Em geral, não houve relação entre o conteúdo de substâncias extraído em água quente e a resistência das espécies. O pereiro, mais resistente entre as testadas, apresentou baixos teores de extrativos e o cumaru, uma das menos resistente, apresentou altos teores de extrativo. O angico, uma das espécies mais atacadas e o pau d'arco, uma das mais resistentes, tiveram teores de extrativos semelhantes. A algaroba, com teor superior ao pereiro, teve o cerne mais atacado. A cássia, com maior quantidade de extrativos nas posições 1 e 2 e menor nas posições 3 e 4, não apresentou diferenças em relação à resistência da madeira.

Tabela 4. Valores médios da densidade (g/cm^3), do teor de extrativos (%), da perda de massa (%), da mortalidade (%), do tempo (dias) para a morte dos cupins e do desgaste causado nos corpos-de-prova.
Table 4. Average values of specific gravity (g/cm^3) of extractives content (%), weight loss (%), mortality (%), time (days) to death of termites and damage caused on test samples.

Espécies	Posições	Densidade (g/cm^3)	Extrativos em H_2O quente (%)	Perda de massa (%)	Mortalidade (%)	Tempo (dias)	Desgaste (notas)
1- Alagobora	1- Interna	0,83	5,67	7,63	74,4	25,6	7,92
	2- Med. Int.	0,87	4,79	7,18	67,1	28,0	8,75
	3- Med. Ext.	0,88	4,93	6,20	71,7	26,6	9,17
	4- Externa	0,95	5,63	3,65	100,0	17,1	9,88
2- Angico	1- Interna	0,79	7,23	3,67	95,7	21,1	9,38
	2- Med. Int.	0,78	7,28	4,39	87,7	22,0	9,46
	3- Med. Ext.	0,80	9,60	3,41	97,0	21,9	9,67
	4- Externa	0,81	7,09	4,35	99,5	19,5	9,96
3- Aroeira	1- Interna	1,11	17,61	1,18	100,0	12,9	10,00
	2- Med. Int.	1,09	17,23	1,55	100,0	12,1	10,00
	3- Med. Ext.	1,09	18,73	2,17	100,0	12,9	10,00
	4- Externa	0,94	8,05	6,31	94,0	21,4	9,25
4- Braúna	1- Interna	0,99	16,51	1,25	100,0	12,6	9,79
	2- Med. Int.	1,02	22,67	1,94	100,0	11,7	10,00
	3- Med. Ext.	1,07	21,41	0,93	100,0	12,5	10,00
	4- Externa	0,77	3,79	13,30	60,7	28,0	4,83
5- Cássia	1- Interna	0,67	12,73	2,31	100,0	10,4	10,00
	2- Med. Int.	0,68	11,24	1,75	100,0	9,8	10,00
	3- Med. Ext.	0,68	7,61	1,73	100,0	9,4	10,00
	4- Externa	0,68	5,43	1,79	100,0	10,5	10,00
6- Craibeira	1- Interna	0,66	3,84	4,19	100,0	13,4	9,17
	2- Med. Int.	0,63	3,38	2,50	100,0	11,7	9,25
	3- Med. Ext.	0,65	3,52	3,97	100,0	12,1	9,60
	4- Externa	0,68	4,91	2,42	100,0	11,2	9,50
7- Cumaru	1- Interna	0,58	11,94	3,00	100,0	10,5	10,00
	2- Med. Int.	0,56	25,40	4,25	100,0	9,5	10,00
	3- Med. Ext.	0,53	15,14	3,45	100,0	10,7	10,00
	4- Externa	0,49	19,60	12,75	95,7	17,2	8,58
8- Pau D'arco	1- Interna	1,01	7,91	0,89	100,0	12,4	10,00
	2- Med. Int.	0,96	7,71	0,47	100,0	12,3	10,00
	3- Med. Ext.	0,95	7,79	0,30	100,0	12,7	10,00
	4- Externa	0,90	7,59	2,20	97,0	21,0	9,17
9 - Pereiro	1- Interna	0,80	3,21	0,19	100,0	12,6	10,00
	2- Med. Int.	0,79	3,66	0,23	100,0	12,4	10,00
	3- Med. Ext.	0,76	4,93	0,94	100,0	10,2	10,00
	4- Externa	0,80	4,71	1,22	100,0	11,2	9,92

A craibeira com baixos teores foi uma das espécies menos deterioradas, enquanto os cernes de aroeira e braúna, com altos teores, apresentaram resistência superior ao alburno, contendo baixos teores.

Os resultados indicam que a resistência das espécies pode estar relacionada a outras classes de extrativos, que não foram extraídos em água quente.

Também não foi notada relação entre a densidade e a resistência das madeiras. As mais densas (aroeira, braúna e pau d'arco) foram, para as posições 1, 2 e 4, menos resistentes que o pereiro, densidade de 0,80, 0,79 e 0,76 g/cm³, respectivamente. A algaroba e angico, densidades próximas a do pereiro, tiveram o cerne mais deteriorado. Cássia e craibeira, densidade média de 0,68 e de 0,66 g/cm³, respectivamente, foram tão resistentes quanto o angico.

O cumaru, madeira menos densa entre as testadas, apresentou resistência comparável aos cernes de algaroba e angico, densidade de 0,83, 0,87 e 0,88 g/cm³ e de 0,79, 0,78 e 0,80 g/cm³, respectivamente.

Os valores de perda de massa (%), mortalidade (%), tempo (dias) para a morte dos cupins e do desgaste (nota), por expressarem a resistência da madeira, foram analisados estatisticamente. As análises de variância desses parâmetros acusaram resultados significativos, pelo teste de F, para a madeira, posição na peça e para a interação entre estes fatores. Os efeitos das interações foram desdobrados e analisados pelo testes de Tukey (Tabela 5).

Para a perda de massa, a algaroba e a craibeira não apresentaram diferenças estatísticas entre as posições analisadas. No entanto, Bandeira (1998) afirma que os cupins atacam, preferencialmente, o alburno, sendo a madeira do cerne mais resistente. Porém, Paes & Vital (2000) observaram que o *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla* sofreram maior ataque de cupins *Nasutitermes* sp. nas regiões mais internas do tronco.

Para aroeira, braúna, cumaru e pau d'arco, a perda de massa causada à posição 4 foi superior à das demais. Para o angico, cássia, cumaru e pereiro

não foram notadas diferenças entre o alburno (posição 4) e todas as posições do cerne, as quais diferiram entre si. Para o angico, a posição 3 e para o cumaru, a posição 1 (retirada próxima à medula), apresentaram melhor desempenho que a posição 2. Para o pereiro, a posição 1 foi mais resistente que a 3. Esta posição, retirada próxima à região fronteira ao alburno, é considerada por Scheffer (1973), Findlay (1985) e Oliveira et al., (1986) a parte mais resistente da madeira. Isto pode ter ocorrido por causa da presença de alburno em algumas amostras retiradas na posição 3.

Para o efeito da espécie, a posição 1 (cerne interno) de pereiro foi a mais resistente, diferindo estatisticamente das demais. Não foram observadas diferenças entre aroeira, braúna e pau d'arco, as quais, depois do pereiro, foram as mais resistentes. Também não houve diferenças entre a craibeira, angico, cumaru e cássia que, com exceção da algaroba, foram as menos resistentes.

Para a posição 2, o pereiro e o pau d'arco foram as mais resistentes. Entretanto, o pau d'arco foi semelhante à aroeira e cássia. As mais deterioradas foram algaroba, angico e cumaru. A este grupo seguiram a craibeira e braúna, as quais não diferiram do angico e cumaru e foram semelhantes à cássia e aroeira.

A maior resistência na posição 3 foi observada em cássia, pereiro, braúna e pau d'arco. Cássia e aroeira não diferiram estatisticamente. As menos resistentes foram cumaru, algaroba, craibeira e angico. Angico apresentou resistência semelhante à aroeira, que teve desempenho superior ao cumaru, algaroba e craibeira.

Para o alburno (posição 4), não foram observadas diferenças entre braúna e cumaru, que foram as mais atacadas. As mais resistentes foram pau d'arco, cássia e pereiro, que não diferiram entre si. Aroeira, angico, algaroba e craibeira apresentaram resistência intermediária entre as demais espécies. A algaroba, craibeira e pau d'arco não diferiram estatisticamente.

Tabela 5. Comparações múltiplas entre médias da perda de massa (%), mortalidade (%), tempo (dias) para a morte dos cupins e desgaste causado nas madeiras.

Table 5. Multiple comparisons among averages of weight loss (%), mortality (%), time (days) to death of termites and damage caused by termites on woods.

Perda de massa provocada pelos cupins (%)				
Espécies	Posições nas peças			
	1 - Interna	2 - Med. Int.	3 - Med. Ext.	4 - Externa
1 - Algaroba	7,63 A a	7,18 A a	6,20 A a	3,65 BC a
2 - Angico	3,67 B ab	4,39 AB a	3,41 AB b	4,35 B ab
3 - Aroeira	1,18 C b	1,55 CD b	2,71 BC b	6,31 B a
4 - Braúna	1,25 C b	1,94 BC b	0,93 D b	13,30 A a
5 - Cássia	2,31 B a	1,75 CD ab	1,73 CD b	1,79 D a
6 - Craibeira	4,19 B a	2,50 BC a	3,97 A a	2,42 BC a
7 - Cumaru	3,00 B c	4,25 AB b	3,45 A bc	12,75 A a
8 - Pau D'arco	0,89 C b	0,47 DE b	0,30 D b	2,20 CD a
9 - Pereiro	0,19 D c	0,23 E bc	0,94 D ab	1,22 D a

Mortalidade dos cupins (%)				
Espécies	Posições nas peças			
	1 - Interna	2 - Med. Int.	3 - Med. Ext.	4 - Externa
1 - Algaroba	74,4 B b	67,1 B b	71,7 B b	100,0 A a
2 - Angico	95,7 A ab	87,7 A b	97,0 A ab	99,5 A a
3 - Aroeira	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	94,0 A a
4 - Braúna	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	60,7 B b
5 - Cássia	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
6 - Craibeira	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
7 - Cumaru	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	95,7 A a
8 - Pau D'arco	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	97,0 A a
9 - Pereiro	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a

Tempo para morte dos cupins (dias)				
Espécies	Posições nas peças			
	1 - Interna	2 - Med. Int.	3 - Med. Ext.	4 - Externa
1 - Algaroba	25,6 A a	28,0 A a	26,6 A a	17,1 BC b
2 - Angico	21,1 A a	22,0 A a	21,9 A a	19,5 B a
3 - Aroeira	12,9 B b	12,1 B b	21,9 B b	21,4 AB a
4 - Braúna	12,6 B b	11,7 B b	12,5 B b	28,0 A a
5 - Cássia	10,4 B a	9,8 B a	9,4 B a	10,5 D a
6 - Craibeira	13,4 B a	11,7 B a	12,1 B a	11,2 CD a
7 - Cumaru	10,5 B b	9,5 B b	10,7 B b	17,2 BC a
8 - Pau D'arco	12,4 B b	12,3 B b	12,7 B b	21,0 B a
9 - Pereiro	12,6 B a	12,4 B a	10,2 B a	11,2 CD a

Continua...

To be continued...

Tabela 5. Continuação...**Table 5.** *Continued...*

Espécies	Desgaste provocado pelos cupins (nota)			
	Posições nas peças			
	1 - Interna	2 - Med. Int.	3 - Med. Ext.	4 - Externa
1 - Algaroba	7,92 B c	8,75 B b	9,17 B b	9,88 AB a
2 - Angico	9,38 A a	9,46 AB a	9,67 AB a	9,96 A a
3 - Aroeira	10,00 A a	10,00 A a	10,00 A a	9,25 ABC b
4 - Braúna	9,79 A a	10,00 A a	10,00 A a	4,83 Db
5 - Cássia	10,00 A a	10,00 A a	10,00 A a	10,00 A a
6 - Craibeira	9,17 A a	9,25 AB a	9,60 AB a	9,50 ABC a
7 - Cumaru	10,00 A a	10,00 A a	10,00 A a	8,58 C b
8 - Pau D'arco	10,00 A a	10,00 A a	10,00 A a	9,17 BC b
9 - Pereiro	10,00 A a	10,00 A a	10,00 A a	9,92 AB a

As médias de cada parâmetro seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si (Tukey; $p \geq 0,05$).

A mortalidade, exceto para o alburno da braúna, ficou entre 67,1% e 100% (Tabela 4), sendo as madeiras resistentes aos cupins por causarem alta mortalidade ou a morte de todos os insetos. A resistência do alburno da braúna foi moderada, enquanto que nos frascos controle, em que os cupins foram alimentados com fragmentos de sumaúma (*Ceiba pentandra*), a mortalidade foi baixa (ASTM D – 3345, 1994).

Algaroba, angico e braúna provocaram mortalidades diferentes entre as posições na direção medula-casca. Para algaroba, o alburno (posição 4) foi mais resistente que o cerne (posições 1, 2 e 3). Comportamento semelhante foi observado para o angico, porém para esta espécie, a posição 2 foi a menos resistente, enquanto que as posições 1 e 3 provocaram mortalidades intermediárias entre as posições 2 e 4. Para a braúna, a posição 4 (alburno) foi a menos resistente.

Para as posições 1, 2 e 3 (cerne), a algaroba foi a menos resistente. Porém, para a posição 4 (alburno), a menos resistente foi a braúna, enquanto que as demais espécies não apresentaram diferenças estatísticas entre as posições na direção medula-casca.

Houve grande variação no número de dias para morte dos cupins. De modo geral, sobreviveram mais tempo em algaroba e angico, média geral de 24,33 e 21,13 dias e menos em pau d'arco, cumaru, pereiro e cássia, média de 12,10, 11,98, 11,60, 10,01 dias. Em braúna, aroeira e craibeira, a média foi de 16,20, 14,83, 14,60 dias respectivamente (Tabela 4).

A análise de variância revelou que a posição nas peças não influenciou a resistência do angico, cássia, craibeira e pereiro. Mas, a posição exerceu efeito na resistência da algaroba, aroeira, braúna, cumaru e pau d'arco. Nestas espécies, com exceção da algaroba com maior sobrevivência no cerne (posições 1, 2 e 3), os cupins sobreviveram por mais tempo em contato com o alburno (posição 4). Foi detectada a presença de cupins vivos, após o término do ensaio (28 dias) em todos os frascos com amostras da posição 2 da algaroba e 4 da braúna, com 32,9% e 39,3% de sobrevivência, respectivamente (Tabela 4).

O efeito das espécies revelou que, para o cerne, a maior sobrevivência dos cupins (madeiras menos resistentes) foi observada na algaroba e angico. Para alburno, cássia, pereiro e craibeira, foram as mais resistentes e para braúna

e aroeira, as de menor resistência. Para essa posição, algaroba, angico, cumaru e pau d'arco apresentaram resistência intermediária entre as espécies avaliadas. Em valores absolutos, a espécie em que os cupins sobreviveram menos tempo, para todas as posições avaliadas, foi a cássia.

O número de dias é um dos fatores utilizados por Jankowsky (1986) e Paes (1997) para avaliarem a eficiência de tratamentos preservativos, pois, quando os cupins morrem mais rapidamente, significa que o produto empregado ou os extrativos tóxicos presentes no lenho são letais aos insetos.

Com relação ao desgaste, o alburno da braúna (posição 4) sofreu ataque intenso. Em seguida, as mais atacadas foram algaroba (posições 1 e 2) e cumaru (posição 4), que sofreram ataque moderado. Todas as demais madeiras sofreram ataque superficial ou não foram atacadas (Tabela 2).

A análise dos dados (Tabela 5) indicou que a resistência de angico, cássia, craibeira e pereiro não foi afetada pela posição nas peças. Para aroeira, braúna, cumaru e pau d'arco, o cerne (posições 1, 2 e 3) foi mais resistente que o alburno. No entanto, para algaroba houve diferenças entre as posições no cerne, sendo a posição 1 obtida próxima à medula, mais resistente que as posições mais externas do cerne. Já o alburno foi menos resistente.

Para a posição 1, a algaroba foi mais desgastada que as outras espécies. Porém, não houve diferenças significativas entre algaroba, angico e craibeira para as posições 2 e 3. Algaroba, para essas posições, diferiu das demais espécies utilizadas.

A maior variação no desgaste foi observada para a braúna (posição 4), sendo a mais atacada pelos cupins. Depois da braúna, as mais atacadas foram o cumaru, pau d'arco, aroeira e craibeira. As mais resistentes foram cássia, angico, pereiro e algaroba. A aroeira e craibeira tiveram comportamento intermediário, sendo semelhantes à cássia e ao cumaru. A cássia obteve no-

ta 10 (Tabela 2) para todas as posições analisadas, ao causar morte total dos cupins (ASTM D – 3345, 1994).

Pela análise geral dos dados, pode-se afirmar que as madeiras mais resistentes ao ataque foram o pereiro e pau d'arco, que estiveram entre as menos atacadas, para todos os parâmetros e posições analisadas. Outra observação é que espécies reconhecidamente resistentes à degradação biológica, como aroeira e braúna (Rizzini, 1981; Braga, 1985), foram atacadas pelos cupins, não estando entre as mais resistentes.

Karlin & Ayerza (1982), Souza & Tenório (1982) e Azevedo (1984) fazem várias referências sobre a boa durabilidade natural da algaroba, o que não foi comprovado por esta pesquisa.

4 CONCLUSÕES

A perda de massa foi o parâmetro que melhor discriminou a resistência das espécies estudadas. As perdas sofridas pelas madeiras testadas, com exceção do alburno da braúna e do cumaru, foram baixas ($\leq 10\%$), sendo resistentes ao ataque de cupins *Nasutitermes corniger*.

Pereiro e pau d'arco foram as mais resistentes ao ataque de cupins. Estas espécies apresentam potencial para serem utilizadas em locais infestados por *Nasutitermes corniger*.

Para todos os parâmetros analisados, o cerne de algaroba e o alburno de braúna foram os mais atacados pelos cupins.

A resistência das madeiras, exceto para a algaroba e craibeira, foi influenciada pela posição na direção medula-casca. A braúna apresentou a maior variação entre o cerne e alburno, tendo o desgaste passado de sadio ao ataque intenso e a mortalidade de total a moderada.

A resistência natural ao ataque de cupins não está associada à densidade das madeiras e à quantidade de substâncias extraídas em água quente.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Reginaldo Constantino, Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília, pela identificação dos cupins e ao CNPq, pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM D-1110. Standard test methods for water solubility of wood. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 0410, p. 195-6, 1994.
- 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. 119-21, 1994.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D-2017. Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 0410, p. 324-328, 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. 439-41, 1994.
- AZEVEDO, N. V. As mil e uma utilidades da algaroba. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 13, p. 24-24, jul./ago. 1984.
- BANDEIRA, A. G. Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira. In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 87-98.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste: especialmente do Ceará**. 4. ed. Natal: ESAM, 1985. 540 p.
- CARBALLEIRA LOPEZ, G. A.; MILANO, S. Avaliação de durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação da madeira**. São Paulo: IPT, 1986. v. 2, p. 473-521.
- CAVALCANTE, M. S. **Deterioração biológica e preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1982. 40 p. (Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
- FINDLAY, W. P. K. The nature and durability of wood. In: FINDLAY, W. P. K. (Ed). **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers, 1985. p. 1-13.
- HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. **Wood preservation**. 3. ed. New York: Mc Graw Hill, 1967. 433 p.
- JANKOWSKY, I. P. **Potencialidade do creosoto de *Eucalyptus* spp, como preservativo para madeiras**. 1986. 159 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- KARLIN, U. O.; AYERZA, H. R. O programa da algaroba na Republica Argentina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982. p. 146-197.
- LELLES, J. G.; REZENDE, J. L. P. Considerações gerais sobre tratamento preservativo da madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p.83-90, set. 1986.
- MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **Curso sobre a degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF, 1986. 51 p.
- OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LEPAGE, E. S. et al. Agentes destruidores da madeira. In:

- LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 1, p. 99-279.
- PAES, J. B. **Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas**. 1997. 143 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- 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, jan./mar. 2000.
- PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1980. 722 p.
- PNUD/FAO/IBAMA/UFPB/GOV. PARAÍBA. **Diagnóstico do setor florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: PNUD / FAO / BRA. 87-007, 1994. 84 p.
- RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 296 p.
- SCHEFFER, T. C. Microbiological deterioration and its casual 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.
- SOUZA, R. F.; TENÓRIO, Z. Potencialidade da algaroba no Nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARоба, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982. p. 198-216.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2. ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 633 p.
- 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).