

**DURABILIDADE NATURAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS
EM ENSAIOS DE CAMPO**

NATURAL DURABILITY OF THREE WOOD SPECIES IN FIELD TESTS

Rafael Rodolfo de Melo¹ Diego Martins Stangerlin² Elio José Santini³
Clovis Roberto Haselein³ Darci Alberto Gatto⁴ Felipe Susin⁵

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a durabilidade natural da madeira, amostras de alburno e de cerne de *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Carya illinoensis* (nogueira-pecã) e *Platanus x acerifolia* (plátano), medindo 2,5 x 2,5 x 30,0 cm (radial x tangencial x longitudinal), foram submetidas a ensaios experimentais em um povoamento de *Pinus* e em campo aberto. Durante um ano, as amostras foram periodicamente pesadas e avaliadas pelo critério de notas, para determinar o percentual de perda de massa e índice de deterioração, respectivamente. Os resultados mostraram que, independente da espécie e do tipo de lenho, o ambiente dentro da floresta é mais favorável a deterioração da madeira do que fora dele. Apesar da elevada correlações entre a perda de massa e o índice de deterioração foram observadas variações na avaliação da durabilidade da madeira entre esses critérios. Para todas as espécies, a madeira proveniente do alburno foi a mais atacada. Para perda de massa não foi observada diferença entre as espécies avaliadas, entretanto, o índice de deterioração apontou o plátano como a mais atacada.

Palavras-chave: deterioração da madeira; perda de massa; índice de deterioração.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the natural durability of heartwood and sapwood of *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* and *Platanus x acerifolia*. Test samples measuring 2.5 x 2.5 x 30.0 cm (radial x tangential x longitudinal) were placed in a pine forest stand and an open field. During a year, the samples were repeatedly weighed and evaluated by a rating system to determine mass loss and decay index, respectively. The results showed that regardless of species and type of wood, the forest environment is more favourable to decay than that of the open field. Despite the high correlation between mass loss and decay index, variations in the durability of wood were found between these parameters. The wood from the internal section of the log (sapwood) was the more affected. For mass loss, no significant variation was observed for the species analyzed, however, for the decay index *Platanus x acerifolia* was shown to be the most affected.

Keywords: deterioration of wood; mass loss; field test.

1. Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor Assistente da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR 135 km 03, CEP 64900-000, Bom Jesus (PI). rrmelo2@yahoo.com.br
2. Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor do Assistente do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso, CEP 78550-000, Sinop (MT). diego_stangerlin@yahoo.com.br
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
4. Engenheiro Florestal, Dr. Professor Adjunto do Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas (RS). darcigatto@yahoo.com
5. Engenheiro Florestal, Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). felipets_86@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 17/03/2009 e aceito em 29/03/2010.

INTRODUÇÃO

Quando utilizada em contato direto com o solo ou em locais úmidos, a madeira é suscetível ao ataque de agentes biológicos, sendo os fungos e os térmitas os responsáveis pelos maiores danos. Toda madeira apresenta certa susceptibilidade a xilófagos e, dependendo das condições ambientais a que é submetida, apresentará uma maior ou menor deterioração (BARILLARI, 2002; LELIS et al., 2001; PAES et al., 2007). Segundo Mendes e Alves (1988), a durabilidade natural da madeira é um dos principais fatores que determina sua utilização especialmente em países tropicais, como o Brasil.

Para Trevisan (2006), os processos que envolvem a deterioração da madeira devem ser estudados visando a sua melhor compreensão para o correto aproveitamento das propriedades de cada madeira, resultando em uma contenção de gastos e de desperdícios desnecessários que ocorreriam com reposições de peças.

Para Gomes e Ferreira (2002), a durabilidade natural da madeira é interpretada pela capacidade que esta possui de resistir a ação dos agentes deterioradores, tanto os biológicos como os físico-químicos. Desse modo, a madeira pode apresentar alta, média ou baixa resistência a ação desses agentes. Segundo Botelho et al. (2000), a resistência a deterioração pode variar entre espécies e dentro de uma mesma árvore. Para quase todas as espécies, a madeira proveniente da porção interna, o cerne, é mais resistente que a da porção externa, o alburno (SANTINI, 1988; MENDES e ALVES, 1988).

Além disso, o comportamento de uma mesma madeira pode ser diferente em ambientes distintos, pois eles apresentam características de umidade, insolação, aeração, temperatura e presença de organismos xilófagos. Tais fatores atuam conjuntamente sobre a madeira, determinando sua durabilidade natural (MENDES e ALVES, 1988). Testes em campo têm reproduzido com fidelidade situações de uso da madeira com ou sem tratamento químico. Madeiras nessas situações estão expostas a períodos irregulares de lixiviação, secagem, exposição a luz solar, além dos agentes químicos presentes no solo e diversos micro-organismos xilófagos que podem atuar em conjunto. Esses ensaios consistem basicamente no soterramento parcial de amostras de madeira seguido de inspeções periódicas, objetivando avaliar o seu estado de

sanidade (COSTA et al., 2005).

Conforme mencionado por Lunz (2001), comparando os estágios de avaliação da durabilidade de madeiras em ensaios de laboratório e de campo, observa-se que os ensaios de campo submetem a madeira a riscos de deterioração e desgaste não contemplado nos ensaios realizados em laboratório. Por outro lado, Santini (1988), destaca como principal desvantagem para os ensaios em campo, o longo período necessário para obtenção de informações.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a durabilidade natural das madeiras de *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Carya illinoensis* (nogueira-pecã) e *Platanus x acerifolia* (plátano) em ensaio de campo, submetidas a dois diferentes ambientes. Foi avaliada, ainda, a metodologia empregada, com o desenvolvimento de ensaios em campo com amostras de pequenas dimensões e análises periódicas da perda de massa e do índice de deterioração.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparo das amostras

Foram utilizadas as madeiras de *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo), *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (nogueira-pecã) e *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. (plátano), coletadas na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Para cada espécie, foram derrubadas três árvores adultas, com diâmetro a altura do peito (DAP) superior a 30 cm. De cada árvore, foi retirada a primeira tora com dois metros de comprimento, que foi posteriormente desdobrada em pranchas com 2,5 cm de espessura, e destas, retiradas amostras com 2,5 x 2,5 x 30 cm de espessura, largura e comprimento respectivamente.

Para avaliação da resistência, as amostras foram subdivididas em dois grupos, madeiras provenientes do cerne e do alburno, conforme recomendado por PAES et al. (2007), e não apenas do cerne como sugerido pela American Society for Testing Materials – ASTM D 2017 (1994). Depois de secas em estufa a 103°C, até atingirem massa constante, determinaram-se o volume e a massa seca de cada amostra. Dados que foram utilizados para a determinação da massa específica e, posteriormente, para o cálculo da perda de massa das amostras submetidas ao ensaio de campo.

Instalação do campo de apodrecimento

As amostras foram submetidas a dois ambientes de deterioração: no sub-bosque de um plantio florestal de *Pinus* spp. de espaçamento 3 x 2 m e, em campo aberto, com vegetação predominante de gramíneas rasteiras. Para cada tipo de lenho utilizaram-se 36 amostras, que foram enterradas até metade de seu comprimento (Figura 1).

Coleta e avaliação das amostras

Após a instalação dos corpos-de-prova, retirou-se durante 8 meses (a cada 60 dias), um grupo de amostras constituído de uma amostra/lenho/espécie de cada bloco, totalizando um grupo de seis amostras de cada bloco, conforme especificado na Figura 1. Passados os oito primeiros meses, em razão

da maior severidade na deterioração das amostras, o tempo da coleta de dados foi reduzido para 30 dias, sendo concluído após um ano de avaliação. Depois de removidas do solo, as amostras foram limpas com auxílio de uma escova, pesadas para obter a massa seca e avaliadas pelo critério subjetivo de notas, sugerido por Lepage (1970) e apresentado na Tabela 1.

Análise dos resultados

Para a análise dos resultados empregou-se o delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial, em que se analisaram os seguintes fatores: espécie (três níveis); tipo de lenho (dois níveis); ambiente (dois níveis) e a interação entre os fatores. Para permitir a homogeneidade das variâncias, foi realizada a transformação dos dados, conforme

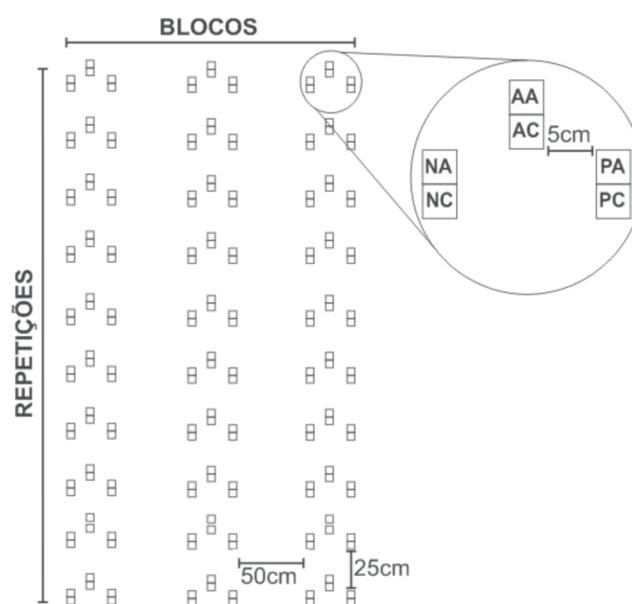


FIGURA 1: Disposição em blocos das amostras no campo. AA = açóita-cavalo alburno; AC = açóita-cavalo cerne; NA = noqueira-pecã alburno; NC = noqueira-pecã cerne; PA = plátano alburno; PC = plátano cerne.

FIGURE 1: Block-type format of the samples in field. AA = sapwood *Luehea divaricata*; AC = heartwood *Luehea divaricata*; NA = sapwood *Carya illinoensis*; NC = heartwood *Carya illinoensis*; PA = sapwood *Platanus x acerifolia*; PC = heartwood *Platanus x acerifolia*.

TABELA 1: Classificação do índice de deterioração da madeira (LEPAGE, 1970).

TABLE 1: Decay index classification of wood (LEPAGE, 1970).

Estado de sanidade	Nota	Índice de Deterioração
Sadio, nenhum ataque	0	100
Ataque leve ou superficial de fungos e térmitas	1	90
Ataque evidente, mas moderado de fungos e térmitas	2	70
Apodrecimento intenso ou ataque intenso de térmitas	3	40
Quebra, perda quase total de resistência	4	0

sugerido por Schneider et al. (2009). Os fatores e as interações tidas como significativas pelo teste de F, foram desdobrados e analisados separadamente pelo teste t de Student.

Para auxiliar na análise dos resultados, foi realizada uma análise de correlação simples (Pearson) entre as variáveis: perda de massa e índice de deterioração. Foi realizada, ainda, uma modelagem por meio de análises de regressões pelo método *stepwise*, com auxílio do software Statistical Analysis System – SAS® (1993), onde se avaliou o percentual de perda de massa em função do tempo que as amostras permaneceram em campo (Equação 1 – modelo máximo).

$$PM = f\left(t; t^2; \frac{1}{t}; \sqrt{t}; \text{Log}(t)\right) \quad (1)$$

Em que: PM = perda de massa (%); t = tempo em que as amostras permaneceram no campo (dias).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os campos experimentais apresentaram diferenças climáticas, observadas nas variações de temperatura e umidade relativa do ar. No campo aberto, as temperaturas médias (máxima e mínima), ficaram entre 19,4 e 16,5°C. No interior do povoamento de *Pinus*, por se tratar de ambiente com menores taxas de insolação e de alta umidade relativa, resultante da retenção de água no solo, esses valores ficaram entre 17,4 e 15,4°C. Resultados semelhantes foram observados por Trevisan et al. (2007; 2008), que constataram temperaturas médias mais amenas em ensaios conduzidos dentro da floresta, quando comparado ao conduzido em campo aberto.

Segundo Trevisan (2006), espécies de micro-organismos apresentam diferentes condições ideais e de tolerâncias ao ambiente. Silva et al. (2005), no entanto, afirmam que a temperatura ideal para a maioria dos organismos xilófagos situa-se entre 20 e 30°C, e a temperatura letal, também para a maioria deles é de 55°C, durante 10 horas de exposição, justificando a necessidade de secagem da madeira em estufa para a maioria dos usos. Durante os ensaios, as chuvas atingiram 1879,6 mm, correspondendo, em média, a 134,3 mm/mês, com distribuição relativamente regular durante o ano. A insolação média registrada foi de 179,0 horas/mês, e umidade relativa média de 75,7%.

Percentual de perda de massa

Os resultados obtidos da análise fatorial para o percentual de perda de massa das espécies estudadas, para os dois tipos de lenho e de ambiente, encontram-se na Tabela 2. Dentre estes, os parâmetros tidos como significativos pelo teste de F ($0,01 < p < 0,05$), foram desdobrados e analisados separadamente (Tabela 3). Ainda, na Tabela 2, pode-se observar que dentre os fatores e interações avaliados, o parâmetro espécie e a interação (espécie versus ambiente) foram os únicos que não apresentaram diferença estatística significativa.

Na interação (espécie e tipo de lenho) apresentada na Tabela 3, observa-se que, para a madeira proveniente do cerne, o plátano apresentou a maior perda de massa. Já para peças obtidas do alburno, a nogueira-pecã foi a mais atacada. Ao analisar as variações entre cerne e alburno dentro de uma mesma espécie, observam-se padrões

TABELA 2: Análise fatorial para o percentual de perda de massa.

TABLE 2: Factorial analysis for mass loss percentage.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Espécie	2	2,79	1,40	0,04 ^{NS}
Lenho	1	2696,22	2696,22	71,48**
Ambiente	1	1673,00	1672,00	44,33**
Espécie x Lenho	2	468,77	234,39	6,21**
Espécie x Ambiente	2	178,89	89,44	2,37 ^{NS}
Lenho x Ambiente	1	138,48	138,48	3,67*
Espécie x Lenho x Ambiente	2	340,75	170,38	4,51*
Tratamentos	11	5497,91	499,81	13,25**
Resíduo	84	3168,27	37,72	
Total	95	8666,18		

Em que: **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} = não significativo ($p \geq 0,05$).

TABELA 3: Comparações múltiplas da perda de massa para as interações entre espécie versus tipo de lenho e tipo de lenho versus ambiente.

TABLE 3: Multiple comparisons among averages of wood mass loss for interactions between species and wood type, and between wood type and environment.

Espécie	Tipo de Lenho	
	Cerne	Alburno
Açoita-cavalo	29,85 bB	41,87 bA
Nogueira-pecã	28,70 bB	43,86 aA
Plátano	33,75 aB	38,37 bA

Tipo de Lenho	Ambiente	
	Campo	Floresta
Cerne	25,36 bB	36,14 bA
Alburno	38,40 aB	44,34 aA

Em que: Médias seguidas na horizontal, pela mesma letra maiúscula ou na vertical, pela mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ($p \geq 0,05$).

semelhantes, com os menores percentuais de perda de massa observados para as madeiras provenientes do cerne. Resultados semelhantes foram observados por Melo e Paes (2006) e Paes et al. (2003; 2004; 2007) para madeiras de diferentes espécies. Vários autores, dentre eles Mendes e Alves (1988) e Santini (1988), afirmam que o cerne é mais resistente ao ataque de organismos xilófagos que o alburno. Isso ocorre por que, ao perder a função fisiológica, uma grande quantidade de extrativos é depositada nas células do cerne. Esses extrativos podem ser tóxicos aos organismos xilófagos e, no caso específico dos fungos, dificultam o desenvolvimento das hifas e a ação de enzimas decompositoras (PAES et al., 2007).

Na interação (tipo de lenho e ambiente) em que as espécies foram ensaiadas, a madeira de alburno foi a que apresentou a maior perda de massa, tanto no campo aberto, como na floresta. Na comparação entre os diferentes ambientes, tanto as amostras retiradas do cerne como as do alburno apresentaram maior perda de massa na floresta de *Pinus* (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Trevisan et al. (2008), que atribuíram a maior umidade existente no ambiente de floresta e uma maior estabilidade das condições ambientais (temperatura e umidade) daquele local como fatores favoráveis a maior incidência de térmitas e coleópteros nesses ambientes, quando comparado ao ensaio em campo aberto.

A maior perda de massa na floresta pode ter ocorrido em razão da alta umidade existente no ambiente de floresta, ao armazenamento de água no solo (permanecia úmido por vários dias após as

chuvas) e a pouca infiltração de raios solares pelas copas, o que proporciona baixa luminosidade e temperaturas inferiores as alcançadas no ambiente de campo. Esse resultado está de acordo com o trabalho de Trevisan (2006), que afirma que variações ambientais, principalmente com relação a temperatura e umidade, têm importância fundamental no desenvolvimento dos microorganismos aptos ao ataque, e na velocidade de decomposição da madeira. Em contrapartida, uma maior exposição solar no ambiente de campo ocasiona processos mais bruscos de secagem e umedecimento, o que proporciona o surgimento de tensões de secagem que podem provocar rachaduras na madeira. As aberturas produzidas pelas rachaduras podem acumular umidade, criando deste modo, uma região de maior fragilidade ao ataque de fungos e, em seqüência, aos térmitas.

Índice de deterioração

Considerando o índice de deterioração isoladamente para avaliar a durabilidade natural da madeira das espécies ensaiadas, observa-se que apenas os parâmetros espécie, lenho e a interação entre eles foram significativos (Tabela 4). Comparando esses resultados com as análises de perda de massa, verifica-se que o fator espécie (não-significativo) e o fator ambiente (significativo) foram as únicas diferenças observadas entre as duas avaliações (Tabela 2 e Tabela 4). Esses resultados evidenciam que a subjetividade do índice de deterioração, avaliado por meio de notas, pode

TABELA 4: Análise fatorial para o índice de deterioração.
TABLE 4: Factorial analysis for decay index percentage.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Espécie	2	2563,02	1281,51	3,15*
Lenho	1	39002,34	39002,32	96,00**
Ambiente	1	137,76	137,76	0,34 ^{NS}
Espécie x Lenho	2	9329,69	4664,84	11,48**
Espécie x Ambiente	2	128,65	64,32	0,16 ^{NS}
Lenho x Ambiente	1	137,76	137,76	0,34 ^{NS}
Espécie x Lenho x Ambiente	2	78,65	39,32	0,10 ^{NS}
Tratamentos	11	51377,86	46070,71	11,50**
Resíduo	84	34128,13	406,29	
Total	95	85505,99		

Em que: **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{NS}= não significativo ($p \geq 0,05$).

subestimar ou superestimar a resistência do material testado. Não foi detectada diferença significativa entre os ambientes de deterioração, o que indica que esta variável não teve influência na deterioração das espécies ou tipo de lenho, comportamento diferente daquele observado quando a perda de massa foi o critério utilizado.

As interações significativas foram desdobradas e analisadas na Tabela 5. Na interação espécie e tipo de lenho, para todas as espécies e ambientes, o alburno foi o tipo de lenho mais atacado. Entre as espécies, considerando apenas as amostras provenientes do cerne, o plátano foi a mais atacada. Já com relação ao alburno, o plátano foi a mais resistente, e as madeiras de açoita-cavalo e nogueira-pecã, as mais deterioradas.

Correlação entre perda de massa e índice de deterioração

As correlações para a perda de massa e o índice de deterioração para as espécies analisadas

são mostradas na Figura 2. A análise detectou a existência de altos coeficientes de correlação (r) entre estas variáveis (açoita-cavalo, 0,89; nogueira-pecã, 0,78; plátano, 0,86); entretanto, a análise subjetiva, atribuída por meio de notas, proporcionou diferenças contrastantes em alguns casos, quando comparada a perda de massa.

A análise subjetiva atribuída por notas é o principal parâmetro para avaliação da durabilidade de madeiras em ensaios de campo de apodrecimento. Essa metodologia é empregada em ensaios realizados com amostras de grandes dimensões, nas quais são feitas avaliações visuais periodicamente, com posterior reintrodução no ambiente de teste. No entanto, Lopez e Milano (1986) citam que diversos pesquisadores utilizam, além das avaliações visuais como o índice de deterioração, um segundo parâmetro, ensaio mecânico ou perda de massa, para melhor caracterizar a durabilidade natural de uma madeira em ensaio de campo.

As equações geradas para estimar o percentual de perda de massa em função do tempo

TABELA 5: Comparações múltiplas do índice de deterioração para a interação (espécie e tipo de lenho).
TABLE 5: Multiple comparisons among averages of wood decay index for interaction between species and wood type.

Espécie	Tipo de Lenho	
	Cerne	Alburno
Açoita-cavalo	62,50 aA	11,46 bB
Nogueira-pecã	65,94 aA	10,09 bB
Plátano	32,50 bA	23,12 aB

Em que: Médias seguidas na horizontal, por uma mesma letra maiúscula ou na vertical, por uma mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ($p \geq 0,05$).

que as amostras permaneceram em campo, são observadas na Tabela 6. Para todos os tratamentos foram geradas equações significativas ($p < 0,01$). No geral, os maiores coeficientes de determinação foram observados para as madeiras de cerne e alborno, instaladas na floresta. Analisando as espécies separadamente, o açoita-cavalo foi a que apresentou os maiores coeficientes de determinação, entre 53,44 e 84,04%.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

a) A madeira proveniente do alborno é mais severamente atacada para todas as espécies.

b) As amostras ensaiadas no ambiente da floresta apresentam os maiores percentuais de perda de massa, mas não foi constatada variação

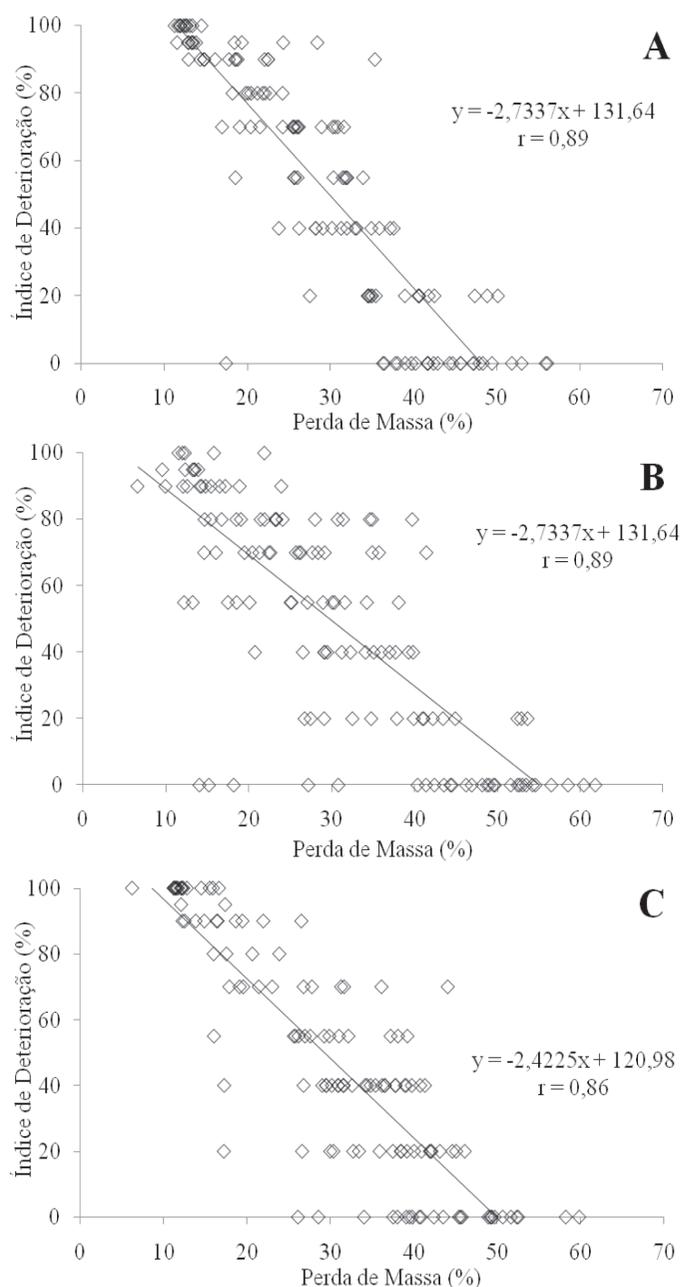


FIGURA 2: Correlações entre o índice de deterioração e a perda de massa para as madeiras de açoita-cavalo (A), nogueira-pecã (B) e plátano (C).

FIGURE 2: Correlation between decay index and mass loss for *Luehea divaricata* (A), *Carya illinoensis* (B) and *Platanus x acerifolia* (C).

TABELA 6: Equações ajustadas para a estimativa do percentual de perda de massa (PM) em função do tempo (dias) que as amostras permaneceram instaladas nos diferentes ambientes.

TABLE 6: Adjusted equation for mass loss as a function of time (days) of testing.

Espécie	Lenho/Ambiente	Equação	R ² (%)	S _{xy}	F
Açoita-cavalo	Cerne/Campo	PM = -23,38+8,87Log(t)	53,44	4,82	30,99**
	Alburno/Campo	PM = 12,36 + 8,87(t) ²	71,62	4,30	68,13**
	Cerne/Floresta	PM = 4,36+0,10(t)	74,73	6,39	79,84**
	Alburno/Floresta	PM = -7,40+0,14(t)+607,39(1/t)	84,04	5,56	68,45**
Nogueira-pecã	Cerne/Campo	PM = 27,74-984,91(1/t)	46,84	4,54	23,79**
	Alburno/Campo	PM = -33,17+11,54Log(t)	40,24	8,19	18,18**
	Cerne/Floresta	PM = 5,48+0,10(t)	65,57	7,87	51,43**
Plátano	Alburno/Floresta	PM = 0,41+0,13(t)	70,82	8,77	65,51**
	Cerne/Campo	PM = -32,70+10,61Log(t)	43,12	7,09	20,47**
	Alburno/Campo	PM = -14,67+3,06√t	74,22	6,81	77,73**
	Cerne/Floresta	PM = 4,96+0,09(t)	77,34	5,36	92,18**
	Alburno/Floresta	PM = -14,50+2,93√t	79,32	5,65	103,55**

Em que: PM = perda de massa; t = tempo que as amostras permaneceram em campo (dias); ** = modelo significativo (p < 0,01).

significativa entre as espécies.

c) Ao considerar o índice de deterioração, a madeira de plátano é a mais resistente, e não foram observadas diferenças significativas entre os ambientes avaliados.

d) Embora tenha sido observada boa correlação entre a perda de massa e o índice de deterioração, em alguns casos as diferenças entre essas avaliações proporcionaram resultados divergentes na comparação pelo teste de médias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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, Universidade de São Paulo, 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 *Eucalyptus* plantadas no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 115-121, 2000.

COSTA, A. F. et al. Durabilidade de madeiras tratadas

e não tratadas em campo de apodrecimento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 1, p. 7-14, 2005.

GOMES, J. I.; FERREIRA, G. C. **Durabilidade natural de quatro madeiras amazônicas em contato com o solo**. Belém:: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. 6 p. (Comunicado Técnico v. 66).

LELIS, A. T. et al. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: IPT, 2001. 54 p.

LEPAGE, E. S. Método sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. **Preservação de madeiras**, v. 1, n. 4, p. 205-216. 1970.

LOPEZ, G. A. C.; MILANO, S. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua preservação. In: LEPAGE, E.S. et al. **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT – Divisão de Madeiras, 1986. v. 2, p. 473-521.

LUNZ, A. M. **Degradação da madeira de seis essências arbóreas causadas por *Scolytidae* (Coleoptera)**. 2001. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.

MELO, R. R.; PAES, J. B. Resistência natural de quatro madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 169-175, 2006.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/LPF, 1988. 57 p.

PAES, J. B. et al. 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.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, Lavras, v. 13, p. 160-169, 2007.
- 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.
- SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1988. 125 p.
- SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, C. A. M. **Análise de regressão aplicada a Engenharia Florestal**. 2. Ed. FACOS-UFSM, Santa Maria, 2009, 294 p.
- SILVA, I. D. et al. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 109-115, 2005.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **Software computacional**: Ambiente VM. Cary, New York, Versão 6.08, 1993.
- TREVISAN, H. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.
- TREVISAN, H.; TIEPPO, F. M.; CARVALHO, A. G. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 33-41, 2008.
- TREVISAN, H. et al. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 93-101, 2007.