

Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo

E. Marcondes¹; M. A. Ribeiro¹; D. M. Stangerlin¹; A. P. de Souza¹;
R. R. de Melo¹; D. A. Gatto²

¹ Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, 78557-267, Sinop-MT, Brasil

² Departamento de Eng. Industrial Madeireira, Universidade Federal de Pelotas, 96010-290, Pelotas-RS, Brasil

stangerlin@ufmt.br

(Recebido em 17 de julho de 2012; aceito em 25 de junho de 2013)

Este estudo teve como objetivo avaliar a resistência natural da madeira de marupá (*Simarouba amara*) e jequitibá (*Cariniana micrantha*) em ensaios de deterioração de campo. Para tanto, 30 corpos de prova de cada espécie amazônica, com dimensões reduzidas de 1 x 2,5 x 20 cm (espessura, largura e comprimento, respectivamente), foram submetidos aos ensaios de deterioração em dois ambientes: campo aberto e floresta. Periodicamente, a cada 30 dias, durante 150 dias, os corpos de prova foram pesados e avaliados por um critério de notas, para determinar o percentual de perda de massa e o índice de deterioração, respectivamente. Além disso, determinou-se o índice de susceptibilidade ao ataque da madeira de jequitibá em comparação a madeira de marupá. Quanto aos resultados destaca-se que a madeira de marupá apresentou maior perda de massa em comparação à madeira de jequitibá. No entanto quando considerado o índice de deterioração não foi constatada diferença estatística significativa. Com relação ao ambiente de deterioração, as madeiras das duas espécies apresentaram menor resistência natural quando submetidas aos ensaios em campo aberto. O emprego do índice de susceptibilidade ao ataque da madeira de jequitibá não diferiu quanto ao ambiente de deterioração.

Palavras-chave: durabilidade natural; qualidade da madeira; madeira tropical.

Natural resistance of the wood of two Amazonian species into field tests

This study aimed to evaluate the natural resistance of marupá (*Simarouba amara*) and jequitibá (*Cariniana micrantha*) wood in field tests. For this purpose, 30 specimens of each Amazonian wood, with reduced dimensions of 1 x 2.5 x 20 cm (thickness, width and length, respectively), were submitted to field tests in two environments: open field and forest. Periodically, every 30 days during 150 days, the specimens were weighed and evaluated by a criterion of notes, to determine the percentage of mass loss and decay index, respectively. Furthermore, was determined the decay susceptibility index of jequitibá wood compared marupá wood. About the results highlights that marupá wood showed greater weight loss compared to jequitibá wood. However when considered the decay index was not significant statistical difference. About environmental deterioration, two Amazonian species showed lower natural resistance when submitted in open field. Decay susceptibility index of jequitibá wood did not differ as to the environment deterioration.

Keywords: natural durability; wood quality; tropical wood.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as diferentes propriedades da madeira pode-se destacar a resistência natural à deterioração, a qual é definida como sendo a capacidade intrínseca à espécie de resistir à ação de agentes deterioradores, em que se podem citar os mecânicos, físicos, químicos e biológicos¹. A resistência natural da madeira é um dos principais fatores que determina sua utilização, especialmente, em países tropicais, como o Brasil².

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 que ocorreriam com reposições de peças³.

A madeira pode apresentar alta, média ou baixa resistência à ação dos agentes deterioradores, sendo que tal classificação está relacionada às características intrínsecas, do ponto de vista químico e físico, de uma determinada espécie⁴.

Por ser um material orgânico, a madeira quando utilizada em contato direto com o solo ou em locais úmidos, apresenta susceptibilidade em ser deteriorada, em especial por agentes biológicos. Além disso, o comportamento de uma mesma madeira pode ser diferente de acordo com o ambiente de exposição, visto que há características distintas de umidade, insolação, aeração, temperatura e presença de organismos xilófagos. Tais fatores atuam conjuntamente sobre a madeira, determinando sua resistência natural².

Para definição do grau de resistência natural de uma determinada espécie, basicamente, dois tipos de ensaios, dependendo do propósito, podem ser executados: ensaios em laboratório e ensaios de campo⁵.

Os ensaios de campo permitem reproduzir com fidelidade situações de uso da madeira com ou sem tratamento químico. Madeiras nessas situações estão expostas a períodos irregulares de lixiviação, secagem, exposição à luz solar, além dos agentes químicos presentes no solo e diversos organismos xilófagos que podem atuar em conjunto⁶. Ao comparar os estágios de 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 contemplados nos ensaios realizados em laboratório⁷. Como principal desvantagem para os ensaios de campo destaca-se o longo período (anos) necessário para obtenção de diagnósticos, em razão do uso de peças roliças de grandes dimensões⁸. Nesse sentido, é de extrema relevância o emprego de ensaios de deterioração de campo com peças de pequenas dimensões, de modo a possibilitar o levantamento de informações relativas à resistência natural das madeiras em curto espaço de tempo (meses).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a resistência natural da madeira de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) e jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke) em ensaios de deterioração de campo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Coleta e preparação dos corpos de prova

Para realização desse estudo foram utilizadas madeiras de duas espécies florestais nativas da Região Amazônica, sendo uma de baixa (marupá) e outra de média (jequitibá) massa específica básica.

De cada espécie foram obtidas, em diferentes estabelecimentos madeireiros de Brasília, Distrito Federal, seis pranchas, bem orientadas e livres da presença de defeitos pronunciados. Todas as pranchas foram anatomicamente identificadas no Setor de Anatomia da Madeira do Laboratório de Produtos Florestais (LPF) - Serviço Florestal Brasileiro (SFB).

As pranchas foram aplainadas com auxílio de uma plaina desengrossadeira e desempenadeira, e posteriormente confeccionados os corpos de prova, no setor de Marcenaria do LPF/SFB, com auxílio de serra circular de mesa.

Os corpos de prova para os ensaios de deterioração de campo tiveram dimensões nominais de 1 x 2,5 x 20 cm (espessura, largura e comprimento, respectivamente). Logo após a confecção, os mesmos foram lixados com lixa de grã n° 200, sendo selecionados 30 corpos de prova para cada espécie, livres de qualquer defeito, tais como rachaduras, presença de nós e esmoado.

Antecedendo a instalação dos ensaios de deterioração, os corpos de prova foram submetidos ao condicionamento em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 103°C, até atingirem massa constante (massa a 0% de umidade). A massa seca de cada corpo de prova foi obtida com auxílio de balança eletrônica com precisão de 0,001 g.

2.2. Caracterização física e química das madeiras

A partir dos corpos de prova excedentes foram preparadas amostras para determinação da solubilidade em água quente e da massa específica básica, de acordo com os procedimentos descritos na NBR 14577⁹ e NBR 1194¹⁰, respectivamente.

De modo complementar, foram determinados a porosidade e o potencial de resistência natural, conforme as Equações 1 e 2, respectivamente¹¹.

$$\Phi = 1 - \frac{MEbs}{MEpc} * 100 \quad (1)$$

Em que: Φ = porosidade (%); MEbs= massa específica básica (g.cm^{-3}); MEpc= massa específica da parede celular (g.cm^{-3}).

$$Rn = MEbs * Text \quad (2)$$

Em que: Rn= potencial de resistência natural; MEbs= massa específica básica (g.cm^{-3}); Text= teor de extrativos (%).

2.3. Instalação e avaliação dos ensaios de deterioração

A instalação dos ensaios de deterioração ocorreu em setembro de 2010, sendo realizada em dois ambientes no município de Sinop, Mato Grosso, sendo o primeiro em campo aberto (S 11° 51.793' e W 55° 29.115'), livre de vegetação rasteira, e o segundo em floresta nativa (S 11° 52.119' e W 55° 27.746'), em área de proteção permanente.

A distribuição dos corpos de prova em cada ambiente foi definida pela divisão em três blocos casualizados, onde foram distribuídos cinco corpos de prova por espécie em cada bloco. De modo a proporcionar a exposição tanto do intemperismo biótico quanto abiótico, os corpos de prova foram enterrados até metade de seu comprimento, ou seja, 10 cm.

Periodicamente, a cada 30 dias, durante 150 dias, foram retirados três corpos de prova por espécie e ambiente. Após a remoção, os corpos de prova foram limpos com auxílio de uma escova para retirada do solo aderido e então submetidos ao condicionamento nas mesmas condições iniciais. A determinação da perda de massa de cada corpo de prova foi realizada por meio da diferença entre as massas inicial e final (Equação 3).

$$PM = \frac{Mi - Mf}{Mi} * 100 \quad (3)$$

Em que: PM= perda de massa (%); Mi= massa inicial (g); Mf= massa final (g).

Por sua vez, as avaliações visuais foram procedidas ao empregar um sistema subjetivo de notas¹², o qual relaciona o estado de sanidade da madeira com um índice de deterioração (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação do índice de deterioração da madeira.

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

Adicionalmente, os corpos de prova de jequitibá foram avaliados quanto ao índice de susceptibilidade ao ataque¹³, que relaciona a perda de massa de uma determinada espécie de interesse com a perda de massa de uma espécie de referência, nesse caso o marupá (Equação 4).

$$ISA = \frac{PMi}{PMr} * 100 \quad (4)$$

Em que: ISA= índice de susceptibilidade ao ataque (%); PMi= perda de massa da espécie de interesse (%); PMr= perda de massa da espécie de referência.

2.4. Análise estatística

Para a análise dos resultados de perda de massa, índice de deterioração e de susceptibilidade ao ataque utilizou-se análise de variância. Adicionalmente, foram desenvolvidas modelagens estatísticas, por meio de análises de regressões, em que se avaliou o percentual de perda de massa e o índice de deterioração em função do tempo de exposição dos corpos de prova nos ambientes de floresta e campo aberto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar a perda de massa (Tabela 2) constata-se que os fatores espécie e ambiente apresentaram diferença estatística significativa a 5% e 1%, respectivamente. Por sua vez, ao considerar o índice de deterioração (Tabela 2), apenas o fator ambiente apresentou diferença estatística significativa a 1%. Estes resultados evidenciam que a subjetividade do índice de deterioração (avaliado por meio de notas) pode subestimar ou superestimar a resistência natural do material testado.

Tabela 2: Análise fatorial da perda de massa e do índice de deterioração das madeiras de marupá e jequitibá submetidas aos ensaios de deterioração em floresta e campo aberto.

Perda de massa					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Espécie	1	468,75	468,75	8,42	0,02*
Ambiente	1	2436,75	2436,75	43,77	< 0,01**
Espécie x Ambiente	1	290,08	290,08	5,22	0,05 ^{NS}
Erro	8	445,33	55,67		
Total corrigido	11	3640,92			
Índice de deterioração					
Espécie	1	918,75	918,75	3,00	0,12 ^{NS}
Ambiente	1	4218,75	4218,75	13,78	< 0,01**
Espécie x Ambiente	1	918,75	918,75	3,00	0,12 ^{NS}
Erro	8	2450,00	306,25		
Total corrigido	11	8506,25			

Em que: FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; Fc= valor de F calculado; Pr= probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade de erro; *= significativo a 5% de probabilidade de erro; ^{NS}= não significativo.

Os fatores tidos como significativos pelo teste de F ($0,01 \leq p < 0,05$) foram desdobrados e analisados separadamente (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3: Teste de médias da perda de massa das madeiras de marupá e jequitibá submetidas aos ensaios de deterioração em floresta e campo aberto.

Ambiente	Perda de massa (%)	Espécie	Perda de massa (%)
Campo aberto	34,83 a	Marupá	26,83 a
Floresta	6,33 b	Jequitibá	14,33 b

Em que: Médias seguidas na vertical por letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD de Fischer ($p > 0,05$).

Tabela 4: Teste de médias do índice de deterioração das madeiras de marupá e jequitibá submetidas aos ensaios de deterioração em floresta e campo aberto.

Ambiente	Índice de deterioração
Floresta	90,00 a
Campo aberto	52,50 b

Em que: Médias seguidas na vertical por letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD de Fischer ($p > 0,05$).

A principal explicação para a maior resistência natural da madeira de jequitibá se deve aos maiores valores de massa específica básica e de extrativos em água quente em comparação a madeira de marupá (Tabela 5).

Tabela 5. Teores de solubilidade em água quente, massa específica básica, porosidade e potencial de resistência natural das madeiras de marupá e jequitibá.

Espécie	TE H ₂ O quente (%)	MEbs (g.cm ⁻³)	Φ (%)	Rn
Jequitibá	7,28 a	0,51 a	66,88	3,71
Marupá	5,42 b	0,39 b	74,67	2,11

Em que: TE H₂O quente= teor de extrativos em água quente; MEbs= massa específica básica; Φ= porosidade; Rn= potencial de resistência natural. Médias seguidas na vertical por letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD de Fischer ($p > 0,05$).

A perda de massa, o teor de extrativos e o potencial de resistência natural são diretamente relacionados. Em estudo realizado com espécies nativas da Região Amazônica foi observado que madeiras com teor de extrativos acima de 7% apresentam um elevado potencial de resistência natural e, conseqüentemente, as perdas de massa são mínimas¹¹.

Adicionalmente, a massa específica e, conseqüentemente, a porosidade podem ser empregadas como indicativo da resistência natural, sendo que madeiras mais densas e menos porosas oferecem maior estabilidade à deterioração¹⁴.

É preciso enfatizar que, apesar da relação direta entre o teor (quantidade) de extrativos e a massa específica da madeira¹⁵, o potencial de resistência natural, conforme descrito por¹¹, não pode ser associado, apenas, aos dois parâmetros, mas sim com as classes químicas (qualidade) dos extrativos^{5,16}.

Com relação ao ambiente de deterioração, em campo aberto foram observados os maiores percentuais de perda de massa, bem como os menores índices de deterioração. Por outro lado, em estudos semelhantes descritos na literatura observou-se que o ambiente de floresta proporcionou maior perda de massa e menor índice de deterioração do que em campo aberto^{3,4,17}.

A discrepância entre os resultados encontrados e os defendidos pelos autores supracitados, talvez possa estar relacionada ao fato de que o ambiente de floresta, em que foram instalados os ensaios de deterioração, apresenta lençol freático superficial. Além disso, os ensaios foram realizados durante o período de chuvas na Região Norte Matogrossense (setembro de 2010 a março de 2011). Desse modo, com a elevada precipitação pluviométrica e o lençol freático superficial a área de estudo na floresta permaneceu temporariamente inundada, favorecendo condições anaeróbicas, e criando um ambiente adverso a microfauna do solo.

Outra possibilidade é ao fato da lixiviação proporcionada pela inundação da área experimental. De modo geral, constituintes químicos de baixa massa molecular (amidos, proteínas e açúcares simples) são facilmente solubilizados da madeira quando em contato com a água. Tais constituintes químicos são considerados como desencadeadores do processo de biodeterioração por serem os primeiros a serem assimilados pelos organismos xilófagos. Nesse sentido, a ausência desses constituintes químicos nas madeiras instaladas no ambiente de floresta pode ter favorecido à maior resistência natural das mesmas em comparação ao ambiente de campo aberto.

É importante ressaltar que a maior exposição solar no ambiente de campo aberto também proporciona processos mais bruscos de secagem e umedecimento na madeira, favorecendo o surgimento de tensões e, conseqüentemente, de rachaduras superficiais. As rachaduras na

madeira favorecem o acréscimo de umidade, condição essa que é propícia ao desenvolvimento do ataque de organismos xilófagos, em especial os fungos apodrecedores.

Na Figura 1 pode-se verificar a existência de correlações satisfatórias entre as variáveis de perda de massa e índice de deterioração. Entretanto, a análise subjetiva, atribuída por meio de notas, proporcionou diferenças contrastantes em alguns casos, quando comparada a perda de massa. Verificou-se que o emprego do índice de deterioração foi mais sensível em prever a resistência natural, por meio da perda de massa, quando considerada as madeiras submetidas à deterioração em ambiente de campo aberto.

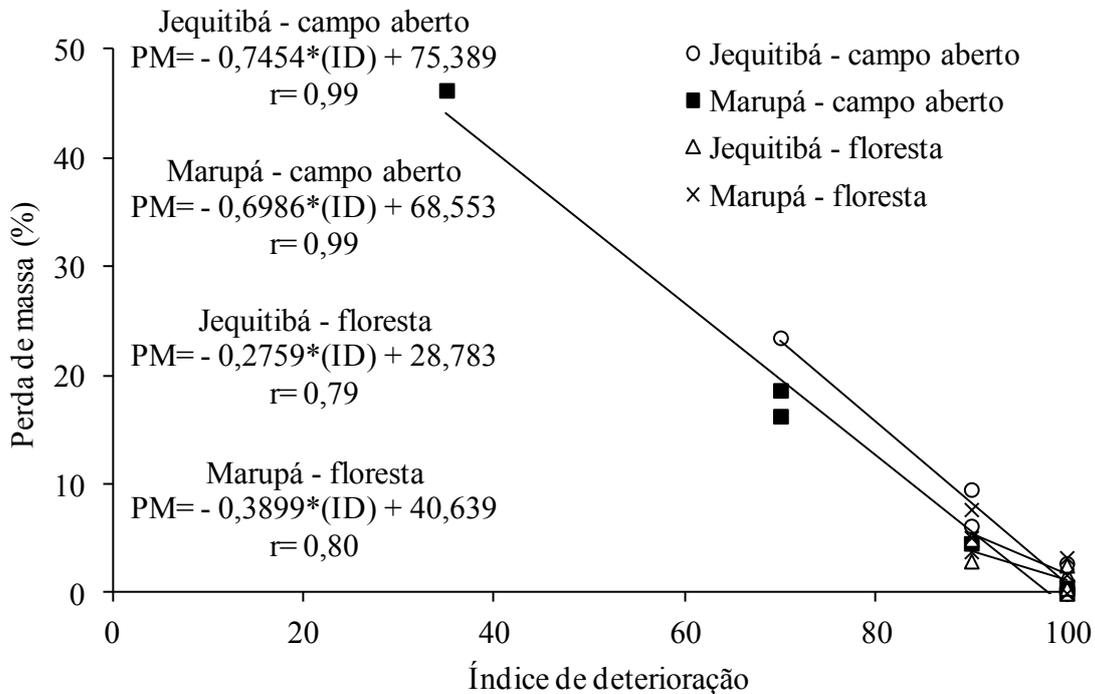


Figura 1: Correlações entre a perda de massa e o índice de deterioração das madeiras de marupá e jequitibá submetidas aos ensaios de deterioração em floresta e campo aberto.

A análise subjetiva atribuída por notas é o principal parâmetro para avaliação da durabilidade de madeiras em ensaios de deterioração de campo. Esta metodologia é empregada em ensaios com amostras de grandes dimensões, nas quais são realizadas avaliações visuais periodicamente, com posterior reintrodução no ambiente de teste. No entanto, 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 resistência natural de uma madeira em ensaio de deterioração¹⁸.

Na Figura 2 pode-se constatar que os índices de susceptibilidade ao ataque da madeira de jequitibá apresentaram durante o estudo valores abaixo de 100, independente do ambiente de deterioração. Índices de susceptibilidade ao ataque abaixo de 100 indicam que a madeira de interesse é mais resistente à deterioração que a madeira de referência¹³.

Ao se repetir o ensaio de deterioração com a mesma madeira em diferentes locais ou ao se analisar uma série de resultados de ensaios realizados no mesmo local com a mesma madeira, vê-se que os resultados absolutos costumam ser diferentes¹⁹. Estas diferenças ocorrem devido à variação nas condições ambientais, bem como às características intrínsecas das madeiras. Nesse sentido, o emprego do índice de susceptibilidade ao ataque favorece a comparação de resultados obtidos em diferentes ensaios, pois se tem um material estável (madeiras de referência) que é o mesmo em todos os ensaios²⁰.

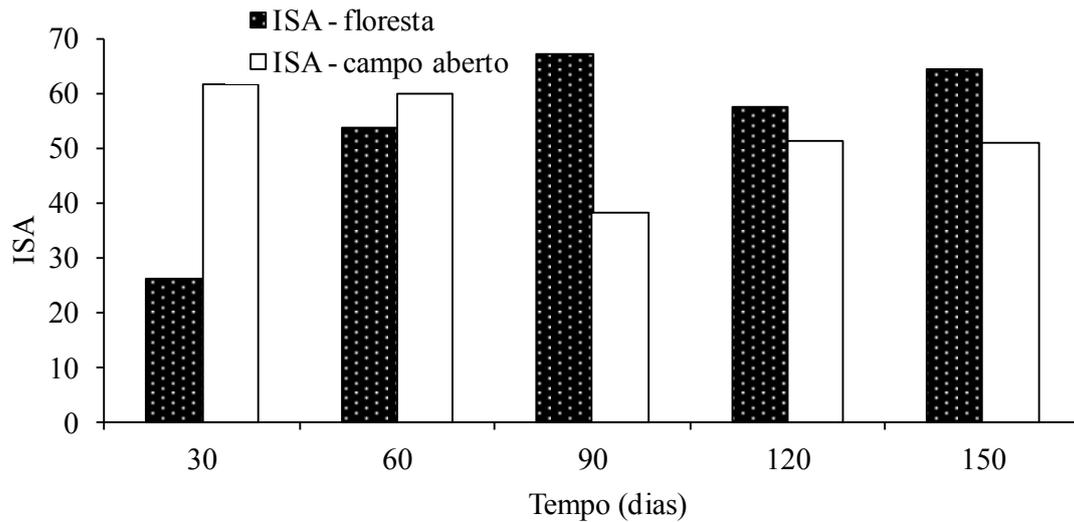


Figura 2: Índice de susceptibilidade ao ataque da madeira de jequitibá durante o período de exposição aos ensaios de deterioração em floresta e campo aberto.

Conforme se verifica na Tabela 6, o índice de susceptibilidade ao ataque da madeira de jequitibá não apresentou diferença estatística significativa quanto ao ambiente de deterioração. Nesse sentido, pode-se destacar a importância do emprego do respectivo índice em avaliações de campo, visto que o mesmo permitiu comparar os resultados obtidos em dois ambientes de deterioração.

Tabela 6: Análise de variância do índice de susceptibilidade ao ataque da madeira de jequitibá submetida aos ensaios de deterioração em floresta e campo aberto.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Ambiente	1	3,60	3,60	0,020	0,8907 ^{NS}
Erro	8	1430,40	178,80		
Total corrigido	9	1434,00			

Em que: FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; Fc= valor de F calculado; Pr= probabilidade; ^{NS}= não significativo.

Por meio dos parâmetros de regressão (Tabela 7), verificou-se que os modelos estatísticos de predição da perda de massa e do índice de deterioração em função do período de exposição aos ensaios de deterioração foram satisfatórios, visto que os mesmos foram significativos ($0,01 \leq p < 0,05$). De modo geral, pode-se observar que a resistência natural foi melhor estimada em função do tempo de exposição, quando considerada a variável dependente perda de massa, em comparação ao índice de deterioração, exceto para a madeira de marupá exposta ao ambiente de campo aberto.

Tabela 7: Modelos de predição da perda de massa e do índice de deterioração em função do tempo de exposição das madeiras de jequitibá e marupá aos ensaios de deterioração em floresta e campo aberto.

Perda de massa				
Madeira - ambiente	Equação de regressão	r^2_{aj}	S_{yx}	$F_{calc.}$
Jequitibá - campo aberto	PM= - 3,54026 + 0,141356*(t)	0,76	4,34	16,66*
Jequitibá - floresta	PM= - 0,254124 + 0,031517*(t)	0,95	0,42	89,11**
Marupá - campo aberto	PM= - 6,81716 + 0,283005*(t)	0,78	8,20	18,75*
Marupá - floresta	PM= 0,0754338 + 0,047033*(t)	0,96	0,52	126,39**
Índice de deterioração				
Jequitibá - campo aberto	ID= 105,238 - 0,180952*(t)	0,69	6,47	12,31*
Jequitibá - floresta	ID= 102,381 - 0,0761905*(t)	0,61	3,24	8,73*
Marupá - campo aberto	ID= 108,571 - 0,414286*(t)	0,84	9,80	28,14**
Marupá - floresta	ID= 101,429 - 0,0857143*(t)	0,71	2,93	13,50*

Em que: r^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa; $F_{calc.}$ = valor de F calculado; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{NS}= não significativo; PM= perda de massa (%); ID= índice de deterioração; t= tempo de exposição (dias).

4. CONCLUSÃO

A madeira de marupá apresentou maior perda de massa em comparação à madeira de jequitibá. No entanto, quando comparadas pelo índice de deterioração, não se constatou diferença estatística significativa.

Com relação ao ambiente de deterioração, as madeiras de ambas espécies apresentaram menor resistência natural quando submetidas aos ensaios em campo aberto, em comparação ao ambiente de floresta.

O emprego do índice de susceptibilidade ao ataque da madeira de jequitibá não diferiu quanto ao ambiente de deterioração.

A resistência natural pode ser melhor estimada em função do tempo, quando considerada a variável dependente perda de massa, em comparação ao índice de deterioração.

1. COSTA, A.F. da. *Processos práticos de tratamento de madeiras para o meio rural*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, (2003) 26p.
2. MENDES, A.S.; ALVES, M.V.S. *A degradação da madeira e sua preservação*. Brasília: IBDF/LPF, (1988) 57p.
3. TREVISAN, H. *Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica, 2006. 56p.
4. MELO, R.R. de.; STANGERLIN, D.M.; SANTINI, E.J.; HASELEIN, C.R.; GATTO, D.A.; SUSIN, F. Durabilidade natural da madeira de três espécies florestais em ensaios de campo. *Ciência Florestal* 20 (2): 357-365 (2010).
5. STANGERLIN, D.M. *Monitoramento de propriedades de madeiras da Amazônia submetidas ao ataque de fungos apodrecedores*. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2012. 259p.
6. COSTA, A.F. da.; VALE, A.T. do.; GONÇALEZ, J.C.; SOUZA, F.D.M. de. Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento. *Floresta e Ambiente* 12 (1): 7-14 (2005).
7. LUNZ, A.M. *Degradação da madeira de seis essências arbóreas causadas por Scolytidae (Coleoptera)*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica, 2001. 160p.
8. SANTINI, E.J. *Biodeterioração e preservação da madeira*. Santa Maria: CEPEF/FATEC, (1988) 125p.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14577: Determinação do material solúvel em água*. Rio de Janeiro: ABNT, (2003) 4p.

10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 11941*: Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro: ABNT, (2003) 6p.
11. CARNEIRO, J.S.; EMMERT, L.; STERNADT, G.H.; MENDES, J.C.; ALMEIDA, G.F. Decay susceptibility of Amazon wood species from Brazil against white rot and brown rot decay fungi. *Holzforschung* 63 (6): 767-772 (2009).
12. LEPAGE, E.S. Método sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. *Preservação de madeiras* 1 (4): 205-216 (1970).
13. CURLING, S.F.; MURPHY, R.J. The use of the Decay Susceptibility Index (DSI) in the evaluation of biological durability tests of wood based board materials. *Holz als Roh und Werkstoff* 60 (3): 224-226 (2002).
14. PANSIN, A.J.; DE ZEEUW, C. *Text book of wood technology*. New York: McGraw Hill, (1980) 722p.
15. KOLLMANN, F. *Tecnologia de la madeira y sus aplicaciones*. Madrid: Gráficas Reunidas S.A., (1959) 674p.
16. PAES, J.B.; MELO, R.R.; LIMA, C.R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. *Cerne* 13 (2): 160-169 (2007).
17. VIVIAN, M.A. *Resistência biológica da madeira tratada de Eucalyptus cloeziana em ensaios de laboratório e campo*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, 2011. 104p.
18. EATON, R.A.; HALE, M.D.C. *Wood: decay, pests and protection*. Londres: Chapman e Hall, (1993) 546p.
19. DIROL, D.; DEGLISE, X. *Durabilité de bois et problèmes associés*. Paris: Hermès Science Publications, (2001) 415p.
20. STANGERLIN, D.M.; MELO, R.R.; GARLET, A.; GATTO, D.A. Durabilidade natural de painéis aglomerados confeccionados com *Eucalyptus grandis* e *Bambusa vulgaris* em ensaio de apodrecimento acelerado. *Ciência Rural* 41 (8): 1369-1374 (2011).