

Durabilidade natural da madeira de jequitibá em ensaios de deterioração em campo aberto e floresta durante as estações de seca e chuva

Mariely Aparecida Ribeiro¹, Diego Martins Stangerlin^{1*}, Adilson Pacheco de Souza¹, Gabriel Valim Cardoso², Leandro Calegari³, Darci Alberto Gatto⁴

¹Universidade Federal de Mato Grosso – Sinop, MT, Brasil.

²Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS, Brasil.

³Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, Brasil.

⁴Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

*Autor correspondente, e-mail: diego_stangerlin@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a durabilidade natural da madeira de jequitibá em ensaios de deterioração em campo aberto e floresta durante as estações de seca e chuva. Para tanto, amostras de jequitibá, com dimensões de 1 x 2,5 x 20 cm (espessura, largura e comprimento, respectivamente), foram soterradas parcialmente no solo. Periodicamente, as amostras de jequitibá foram pesadas e avaliadas por um critério de notas, para determinar o percentual de massa seca residual e o índice de deterioração, respectivamente. Adicionalmente, foram determinados o potencial de ataque fúngico e as características edáficas (umidade volumétrica, matéria orgânica e pH). A madeira de jequitibá apresentou menor massa seca residual e índice de deterioração quando submetidas aos ensaios de deterioração em campo aberto no período de chuva e em floresta no período de seca. O ambiente de floresta apresentou características edáficas mais propícias à deterioração da madeira de jequitibá, exceto no período de chuva em que ocorreu saturação de água. O potencial de ataque fúngico apresentou comportamento semelhante à massa seca residual e ao índice de deterioração. Apesar da subjetividade na atribuição do índice de deterioração, verificou-se boa correlação com a massa seca residual das amostras de jequitibá.

Palavras-chave: ensaios de campo, madeira tropical, potencial de ataque fúngico, qualidade da madeira, resistência natural

Natural durability of the jequitibá wood in deterioration tests in open field and forest during the dry and rainy seasons

Abstract

This study aimed to evaluate the natural durability of the jequitibá wood in deterioration tests in open field and forest during the dry and rainy seasons. For this, samples jequitibá wood with dimensions of 1 x 2.5 x 20 cm (thickness, width and length, respectively) were partially buried in soil. Periodically, samples jequitibá wood were weighed and evaluated by a standard note to determine the residual percentage of dry mass and deterioration index, respectively. Additionally, were determined the potential of fungal attack and soil characteristics (soil moisture, organic matter and pH). The jequitibá wood showed lower residual dry mass and decay index when subjected to the deterioration tests in open field during the rainy season and in the forest during the dry season. The forest environment showed soil characteristics more favorable to wood deterioration, except during the rainy season when water saturation occurred. The potential of fungal attack showed similar behavior residual dry mass and the decay index. Despite the subjectivity in assigning the decay index, there was a good correlation with the residual dry mass of samples jequitibá wood.

Keywords: field tests, natural durability, potential of fungal attack, tropical wood, wood quality ,

Recebido: 17 Setembro 2012

Aceito: 16 Março 2013

Introdução

Dentre as diversas 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 biológicos (Costa, 2003).

Segundo Mendes & Alves (1988), a resistência natural da madeira é um dos principais fatores que determina sua utilização, especialmente em países tropicais, como o Brasil. Dentro do mercado madeireiro, espécies madeireiras que, reconhecidamente, são classificadas como resistentes à deterioração apresentam ampla aceitação e difusão de emprego e, conseqüentemente agregam maior valor ao produto final.

Quando utilizada em contato direto com o solo a madeira é suscetível ao ataque de agentes biológicos, sendo os fungos e os térmitas os responsáveis pelos maiores danos. Toda madeira apresenta certa suscetibilidade à ação de organismos xilófagos e, dependendo das condições de umidade, insolação, aeração e temperatura que é submetida, pode apresentar uma maior ou menor deterioração (Lelis et al., 2001, Barillari, 2002 e Paes et al., 2007).

Para definição do grau de resistência natural da madeira à ação de organismos deterioradores, basicamente, dois tipos de ensaios, dependendo do propósito, podem ser executados: ensaios em laboratório e ensaios de campo.

Conforme mencionado por Lunz (2001), 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 laboratório.

De acordo com Costa et al. (2005) os ensaios de campo consistem basicamente no soterramento parcial de peças roliças de madeira seguido de inspeções periódicas, objetivando avaliar o seu estado de sanidade. No entanto, Santini (1988) destacou como principal desvantagem para os ensaios de campo, o longo período (anos) necessário

para obtenção de diagnósticos, em razão do uso de peças roliças de grandes dimensões. Nesse sentido, Melo et al. (2010) consideraram como de extrema relevância o emprego de ensaios de deterioração a 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 trabalho teve por objetivo avaliar a durabilidade natural da madeira de jequitibá em ensaios de deterioração em campo aberto e floresta durante as estações de seca e chuva.

Material e Métodos

Coleta e preparação das amostras

Para realização desse estudo utilizaram-se três pranchas de jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke, Lecythydaceae) bem orientadas e livres da presença de defeitos pronunciados, obtidas em diferentes estabelecimentos madeireiros de Brasília, Distrito Federal.

As pranchas foram aplainadas em plaina desengrossadeira e desempenadeira, e posteriormente foram confeccionadas 72 amostras de 1,0 x 2,5 x 20 cm (espessura, largura e comprimento, respectivamente), com auxílio de serra circular de mesa.

Antecedendo a instalação dos ensaios de deterioração, as amostras foram submetidas ao condicionamento em estufa de circulação forçada de ar a 103°C, até atingirem massa constante, obtida com auxílio de balança eletrônica de precisão de 0,01 g.

Instalação dos ensaios de deterioração

Os ensaios de deterioração foram desenvolvidos em dois ambientes, um de campo aberto (S 11° 51.793' e W 55° 29.115'), livre de vegetação rasteira, e outro de floresta nativa (S 11° 52.119' e W 55° 27.746'), em área de proteção permanente, ambos no município de Sinop, Mato Grosso. Em cada ambiente foram instalados dois ensaios de deterioração, ao considerar as duas estações bem definidas na região Norte Matogrossense, um no período chuvoso (outubro de 2010 a março de 2011) e outro no período seco (março de 2011 a

setembro de 2011).

A distribuição das amostras, em cada ambiente de deterioração e período do ano, foi definida pela divisão em três blocos casualizados (equidistantes 50 cm), nesses foram distribuídos seis amostras (equidistantes 20 cm) em cada bloco. De modo a proporcionar a exposição tanto do intemperismo biótico quanto abiótico, as amostras foram soterradas até metade de seu comprimento (10 cm).

Avaliação da perda de massa e do índice de deterioração

Periodicamente, a cada 30 dias, durante 180 dias, em cada período do ano (chuvoso e seco), foram retirados três corpos de prova por ambiente de deterioração (campo aberto e floresta). Após a remoção, as amostras foram limpas com auxílio de uma escova, para retirada do solo aderido, e submetidas ao condicionamento em estufa de circulação forçada de ar a 103°C até obtenção de massa constante, obtida com auxílio de balança eletrônica de precisão de 0,01 g.

A determinação da massa seca residual de cada corpo de prova foi realizada por meio da diferença entre as massas inicial e final (Equação 1).

$$MSR = 100 - \left[\left(\frac{M_i - M_f}{M_i} \right) * 100 \right] \quad (1)$$

em que: MSR= massa seca residual (%); M_i = massa inicial (g); M_f = massa final (g).

Por sua vez, as avaliações visuais foram procedidas ao empregar um sistema subjetivo de notas, o qual relaciona o estado de sanidade da madeira com um índice de deterioração, sugerido por Lepage (1970) (Tabela 1).

Caracterização edáfica dos ambientes de deterioração

A umidade gravimétrica do solo (Equação 2) foi monitorada mediante coleta semanal de três amostras da camada superficial, até 10 cm (profundidade referente à medida que as madeiras foram soterradas), com auxílio de trado de rosca. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em cadinhos metálicos e, tão logo, determinaram-se suas massas úmidas, com auxílio de balança eletrônica de precisão de 0,01 g, e então submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 103°C até obtenção de massa constante.

$$Ug = \left(\frac{Mu - Ms}{Ms} \right) \quad (2)$$

em que: Ug= umidade gravimétrica (g/g); Ms= massa seca (g); Mu= massa úmida (g).

No final dos ensaios de deterioração foi realizada a abertura de uma trincheira, no local de coleta das amostras de solo, visando à determinação da densidade do solo. Para tanto, empregou-se o método do anel volumétrico, conforme Embrapa (1997) (Equação 3).

$$\rho = \frac{Ms}{V_{anel}} \quad (3)$$

em que: ρ = densidade do solo (g.cm⁻³); Ms= massa seca (g); V_{anel} = volume do anel (cm³).

Por meio da relação entre a umidade gravimétrica e a densidade foi determinada a umidade volumétrica do solo nos diferentes ambientes de deterioração e períodos do ano (Equação 4).

$$\theta = Ug * \rho \quad (4)$$

em que: θ = umidade volumétrica do solo (g.cm⁻³).

Adicionalmente, a partir de amostras retiradas da trincheira aberta em cada ambiente de deterioração, foram determinados, em duplicata, o pH e o teor de matéria orgânica do solo de acordo com Embrapa (1997).

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

Avaliação do potencial de ataque fúngico

Diariamente, foram obtidos os dados de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica, por meio de registradores meteorológicos e pluviômetros, respectivamente, instalados nos dois ambientes de deterioração e períodos do ano. Com base nesses dados meteorológicos determinou-se o potencial de ataque fúngico (PAF) seguindo a Equação 5 desenvolvida por Scheffer (1971) e adaptada para o Brasil por Martins et al. (2003).

$$PAF = \sum \frac{[(T - 2) * (D - 3)]}{16,7} \quad (5)$$

em que: PAF= potencial de ataque fúngico; T= temperatura média do mês (°C); D= número de dias no mês com precipitação pluviométrica igual ou superior a 0,3 mm.

Análise estatística

Para a análise dos resultados empregou-se o delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial, dos seguintes fatores: época do ano (dois níveis), ambiente de deterioração (dois níveis) e a interação entre os fatores. Os

fatores e as interações tidas como significativas pelo teste de F foram desdobrados e analisados, separadamente, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Adicionalmente, foram propostas análises de regressões, pelo método *stepwise*, em que se avaliou a predição do percentual de massa seca residual e do índice de deterioração em função do tempo de exposição aos ensaios de deterioração, bem como a relação entre a massa seca residual e o índice de deterioração.

Resultados e Discussão**Massa seca residual e índice de deterioração da madeira de jequitibá**

Ao analisar a Tabela 2 pode-se verificar que, isoladamente, os fatores ambiente de deterioração e período do ano, dentro dos seus níveis, não apresentaram diferença estatística significativa. No entanto, ao considerar a interação entre os fatores, verificou-se diferença estatística significativa, tanto para a massa seca residual quanto para o índice de deterioração. Nas Tabelas 3 e 4 as interações tidas como significativas pelo teste de F ($0,01 \leq p < 0,05$), foram desdobradas e analisadas separadamente.

Tabela 2. Análise de variância da massa seca residual e do índice de deterioração da madeira de jequitibá

Massa seca residual					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Ambiente	1	0,083	0,083	0,003	0,9609 ^{NS}
Período	1	36,75	36,75	1,131	0,3187 ^{NS}
Ambiente x Período	1	574,083	574,083	17,664	0,0030**
Erro	8	260,00	32,50		
Total corrigido	11	870,916			
Índice de deterioração					
Ambiente	1	408,33	408,33	1,00	0,3466 ^{NS}
Período	1	408,33	408,33	1,00	0,3466 ^{NS}
Ambiente x Período	1	3008,33	3008,33	7,367	0,0265*
Erro	8	3266,67	408,33		
Total corrigido	11	7091,67			

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 em 1% de probabilidade de erro; *= significativo em 5% de probabilidade de erro; ^{NS}= não significativo.

Tabela 3. Comparações múltiplas da massa seca residual (%) para a interação entre ambiente x período

Período	Ambiente	
	Floresta	Campo aberto
Chuva	92,42 Ba	78,57 Aa
Seca	81,94 Aa	95,83 Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na vertical, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4. Comparações múltiplas do índice de deterioração (%) para a interação entre ambiente x período

Período	Ambiente	
	Floresta	Campo aberto
Chuva	90,00 Ab	70,00 Aa
Seca	47,00 Aa	90,00 Ba

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na vertical, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

Verificou-se que, no período chuvoso, as amostras de jequitibá submetidas ao ambiente de campo aberto apresentaram menor massa seca residual, ou seja, maior perda de massa, e índice de deterioração, quando comparadas às sujeitas ao ambiente de floresta. Trevisan (2006), Melo et al. (2010) e Vivian (2011) em experimentos semelhantes afirmaram que o ambiente de floresta proporciona maior perda de massa e menor índice de deterioração do que a campo aberto.

A discrepância entre os resultados encontrados e os defendidos pelos autores supracitados, está relacionada ao fato do ensaio de deterioração instalado na floresta, estar próximo ao leito de rio (Rio Curupi) e o lençol freático ser superficial. Desse modo com o período chuvoso, o lençol freático elevou-se e a área ficou temporariamente inundada, favorecendo condições anaeróbicas, e criando um ambiente adverso a microfauna do solo.

Outra possibilidade, está relacionada à lixiviação proporcionada pela inundaçãõ da área experimental. De modo geral, constituintes químicos de baixa massa molecular como, amidos, proteínas e açúcares simples são facilmente solubilizados da madeira quando em contato com a água, mesmo em temperatura ambiente (Fengel & Wegener, 1984). Tais constituintes químicos são considerados

como desencadeadores do processo de deterioração por serem facilmente assimilados pelos organismos xilófagos (Eaton & Hale, 1993). Nesse sentido, a possível solubilização desses constituintes químicos nas madeiras instaladas no ambiente de floresta favoreceu a maior resistência natural das mesmas em comparação ao ambiente de campo aberto.

Entretanto, quando considerado o período seco, percebe-se comportamento contrário, em que as amostras de jequitibá submetidas ao ambiente de floresta apresentaram menor massa seca residual e índice de deterioração, quando comparadas às sujeitas ao ambiente de campo aberto.

Esse fato é absolutamente compreensível, em razão das características ecológicas inerentes ao ambiente florestal, as quais favorecem a diversidade e a atuação dos organismos deterioradores da madeira. Melo et al. (2010) destacaram que a menor durabilidade natural da madeira está relacionada a maior umidade existente no ambiente da floresta, do armazenamento de água no solo (permanece úmido, exceto os casos em que ocorre saturação) e da pouca transmissão de raios solares pelas copas, o que proporciona baixa luminosidade e temperaturas inferiores às alcançadas no ambiente de campo.

Umidade volumétrica, matéria orgânica e pH do solo

A análise fatorial da umidade volumétrica do solo (Tabela 5) indicou diferença significativa para os fatores ambiente de deterioração e período do ano, dentro dos seus níveis, porém a mesma não foi verificada para interação entre os fatores.

Tabela 5. Análise de variância da umidade volumétrica do solo

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Ambiente	1	0,72	0,72	214,26	0,0000**
Período	1	0,032	0,032	9,65	0,0055**
Ambiente x Período	1	0,093	0,093	2,77	0,11 ^{NS}
Erro	20	0,83	0,0034		
Total corrigido	23				

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 em 1% de probabilidade de erro; NS = não significativo.

De modo geral, o ambiente de floresta e o período chuvoso proporcionaram maior umidade volumétrica do solo, conforme se pode observar na Figura 1.

Em relação ao ambiente de floresta, pode-se justificar tal resultado devido as diferenças nas proporções da cobertura vegetal, a qual influenciou tanto na interceptação dos raios solares quanto na manutenção de um microclima com menores taxas de evaporação de água pelo dossel da floresta.

O maior teor de umidade no solo favorece a atividade biológica de organismos xilófagos da madeira, de modo a acelerar o processo deterioração (Melo et al., 2010), porém deve-se ressaltar que ambientes saturados, como no caso do experimento instalado na floresta durante o período de chuva, proporcionaram condições adversas à deterioração biológica.

Com base na análise realizada (Tabela 6), é possível observar que o pH dos ambientes

de deterioração foram semelhantes. Para o desenvolvimento de fungos xilófagos o pH ótimo situa-se na faixa ácida, entre 4,5 e 5,5 (Santini, 1988) que coincide com os valores de pH apresentados para os ambientes de floresta, 5,0 (pH ideal para a atividade dos fungos), e de campo aberto, 5,4 (pH quase no limite da faixa ideal).

Em relação à matéria orgânica (Tabela 6) observou-se que o ambiente florestal apresentou teor de 6,6%, enquanto o campo aberto, de 4,0%. Essa maior quantidade de matéria orgânica no ambiente florestal favoreceu a atividade biológica e, conseqüente deterioração da madeira. De acordo com Moreira; Siqueira (2006) a maior atividade biológica do solo situa-se na camada de 0 a 20 cm de profundidade, intervalo próximo ao adotado no presente ensaio. O maior acúmulo de matéria orgânica no ambiente de floresta está relacionado à deposição de material vegetal da parte aérea.

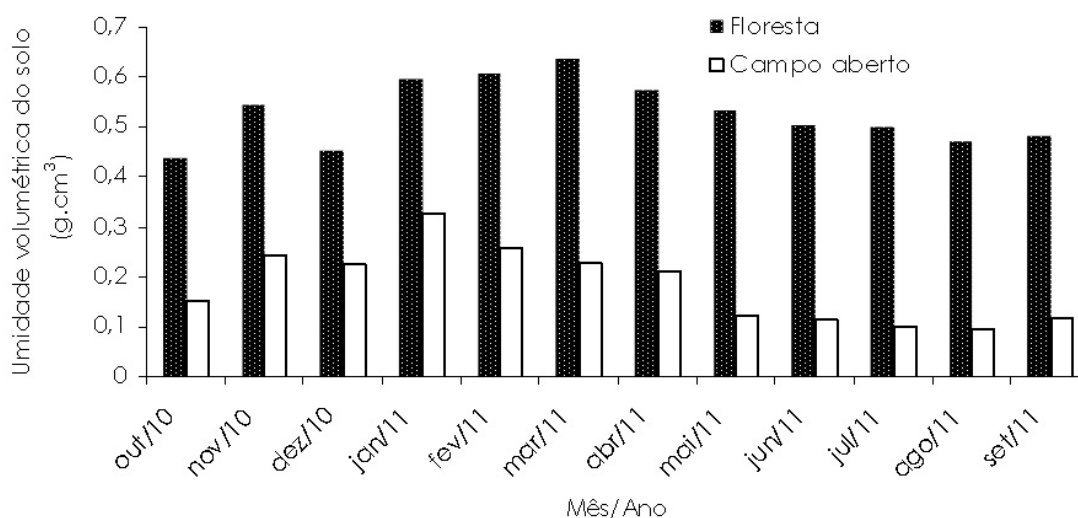


Figura 1. Umidade volumétrica do solo durante os ensaios de deterioração.

Tabela 6. Teor de matéria orgânica e pH nos ambientes de deterioração

Ambiente	Matéria orgânica (%)	pH
Floresta	6,6	5,0
Campo aberto	4,0	5,4

Potencial de ataque fúngico

Por meio da análise de variância do PAF (Tabela 7) verificou-se que apenas para o fator período do ano ocorreu diferença estatística significativa.

Na Figura 2 constata-se que os maiores valores ocorreram no período chuvoso, sendo

o ápice registrado após 120 dias de instalação do experimento (janeiro de 2011), para os dois ambientes de deterioração. Esse resultado justifica-se em razão do maior número de dias com precipitações pluviométricas superiores a 0,3 mm, que em janeiro de 2011 foram de 26 dias. Casavecchia et al. (2011) em estudo de

avaliação do PAF durante os anos de 2007 a 2009, para o mesmo município, apresentaram valores semelhantes. Com relação ao período seco, pode-se verificar que os valores de PAF foram negativos, exceto no primeiro mês (maio de 2011), independente do ambiente de deterioração. Da mesma forma, tal explicação está relacionada a precipitação pluviométrica, apesar desse período apresentar as maiores médias de temperatura do ar. Os meses de junho, julho, agosto e setembro de 2011 não

apresentaram precipitações pluviométricas superiores a 0,3 mm.

Adicionalmente, deve-se destacar o potencial do emprego do PAF na caracterização da biodeterioração da madeira. No presente estudo verificou-se que no período chuvoso e seco os maiores valores de PAF ocorreram nos ambientes de campo aberto e floresta, respectivamente, esse resultado demonstrou tendência semelhante à discutida para massa seca residual e o índice de deterioração.

Tabela 7. Análise de variância do potencial de ataque fúngico

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Ambiente	1	1,041	1,041	0,055	0,8170 ^{NS}
Período	1	4,082	4,082	215,506	0,0000 ^{**}
Ambiente x Período	1	2,041	2,04	0,108	0,7461 ^{NS}
Erro	20	378,83	18,94		
Total corrigido	23	4,463			

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 em 1% de probabilidade de erro; NS = não significativo.

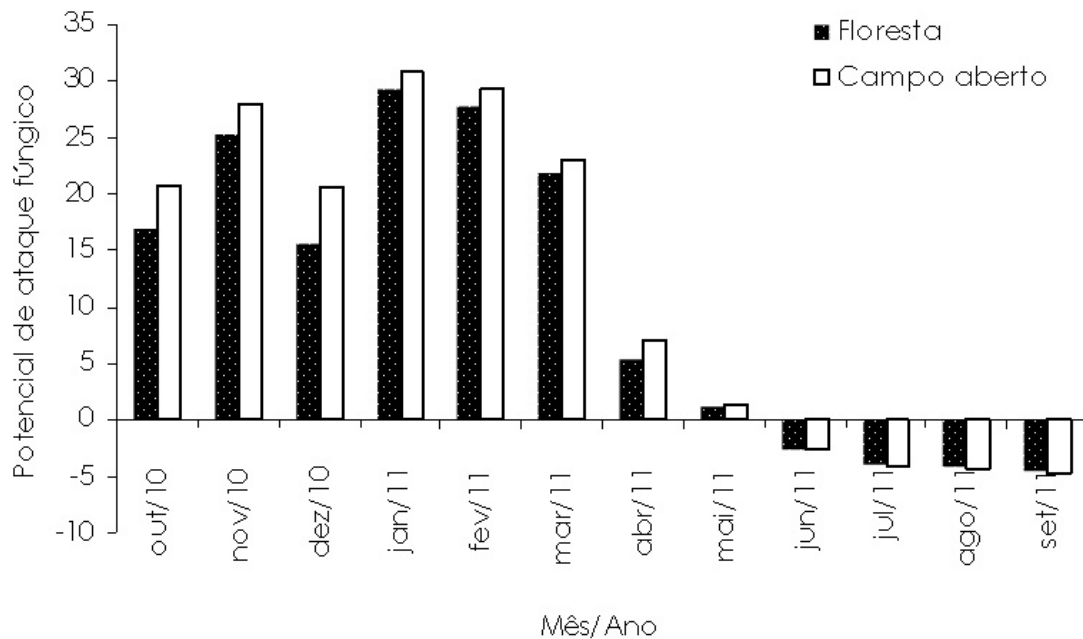


Figura 2. Potencial de ataque fungico nos ambientes de deterioração

Correlação entre a massa seca residual e o índice de deterioração

Na Figura 3 pode-se constatar a existência de altos coeficientes de correlação (r) entre as variáveis massa seca residual e índice de deterioração. Esse resultado, de maneira geral, evidenciou que a subjetividade do índice de deterioração não subestimou ou superestimou a resistência natural das amostras de jequitibá. Entretanto, a análise subjetiva, atribuída por meio

de notas, proporcionou diferenças contrastantes em alguns casos, quando comparada a massa seca residual. Verificou-se que o emprego do índice de deterioração foi mais sensível em prever a resistência natural, por meio da massa seca residual, quando considerada as amostras submetidas a deterioração em campo aberto no período de chuva e em floresta no período de seca.

De acordo com Melo et al. (2010) a

análise subjetiva atribuída por notas é o principal parâmetro para avaliação da durabilidade de madeiras em ensaios de deterioração a campo. No entanto, Lopez & Milano (1986) citaram que além das avaliações visuais do índice de deterioração deve-se empregar um segundo parâmetro, ensaio mecânico ou perda de massa/massa seca residual, para melhor caracterizar a resistência natural de uma madeira, conforme realizado no presente estudo.

Por meio dos parâmetros de regressão verificou-se que os modelos estatísticos de predição da massa seca residual (Figura 4) e do índice de deterioração (Figura 5) em função do tempo 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 quando considerada a variável dependente massa seca residual, em comparação ao índice de deterioração.

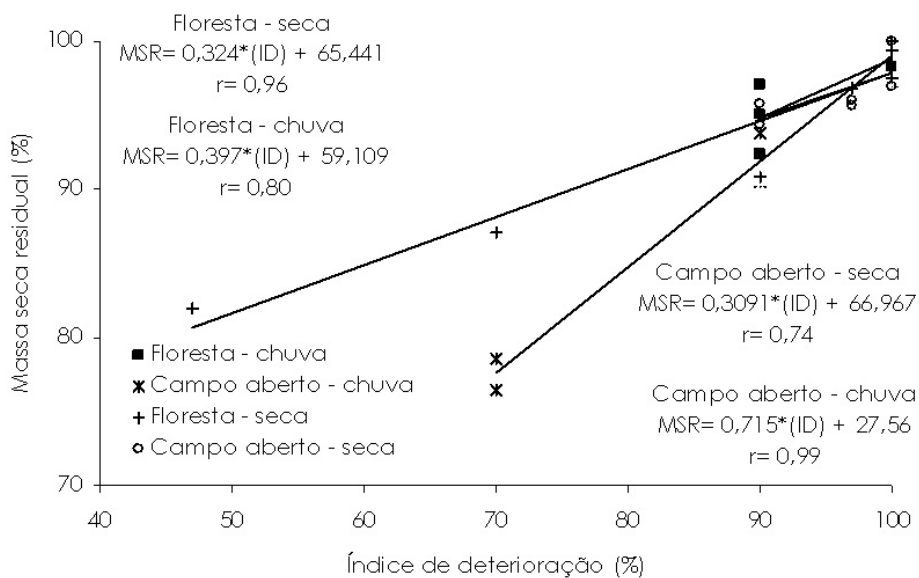


Figura 3. Correlação entre a massa seca residual e o índice de deterioração.

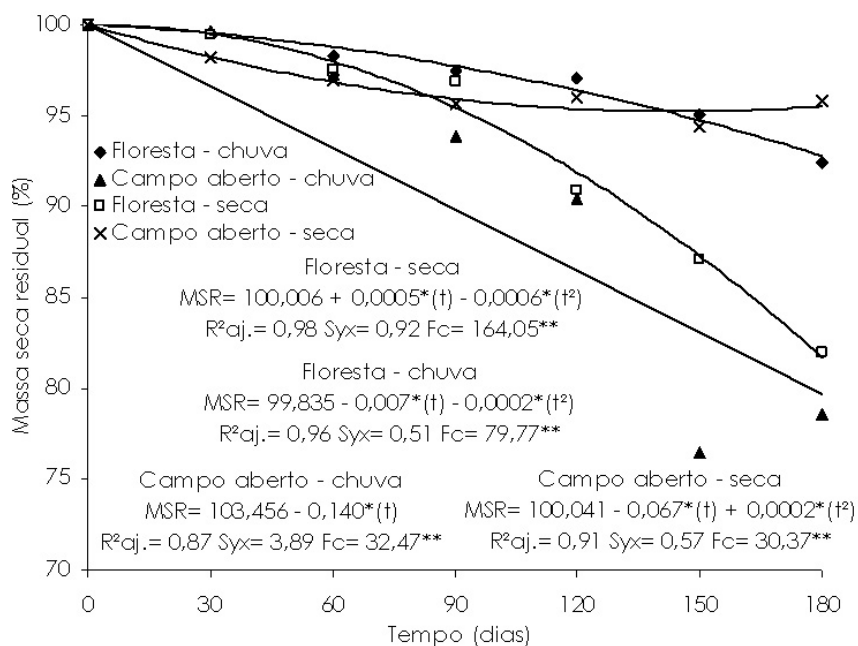


Figura 4. Modelos estatísticos de predição da massa seca residual em função do tempo de exposição aos ensaios de deterioração.

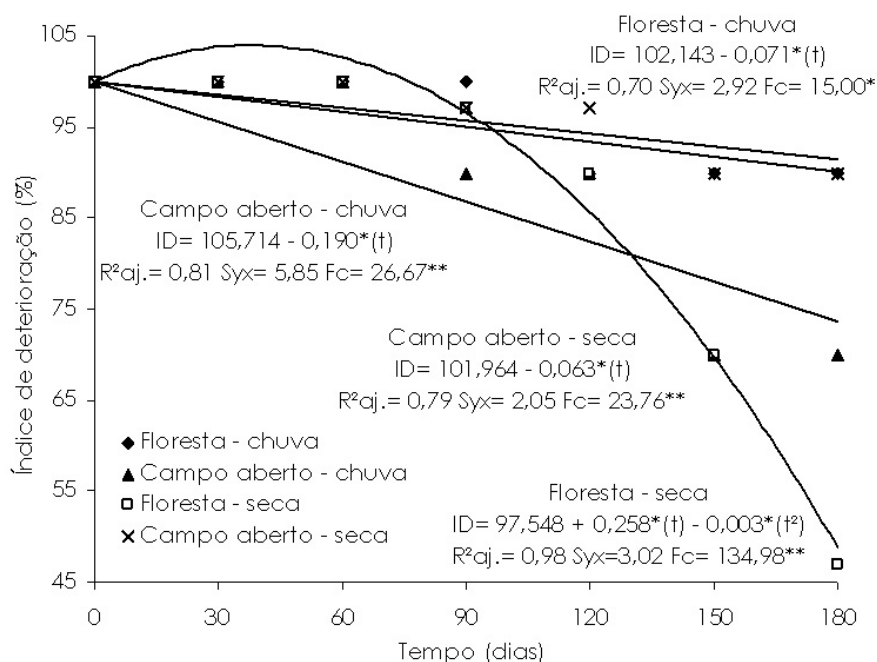


Figura 5. Modelos estatísticos de predição do índice de deterioração em função do tempo de exposição aos ensaios de deterioração.

Conclusão

A madeira de jequitibá apresentou menor massa seca residual e índice de deterioração quando submetida aos ensaios de deterioração em campo aberto no período de chuva e em floresta no período de seca.

O ambiente de floresta apresentou condições edáficas (umidade volumétrica, matéria orgânica e pH) mais propícias à deterioração da madeira de jequitibá, exceto no período de chuva em que ocorreu saturação de água.

O potencial de ataque fúngico apresentou comportamento semelhante à massa seca residual e ao índice de deterioração, em que nos períodos de chuva e seca os maiores valores foram registrados nos ambientes de campo aberto e floresta, respectivamente.

Apesar da subjetividade na atribuição do índice de deterioração, verificou-se boa correlação com a massa seca residual das amostras de jequitibá.

Referências

Barillari, C.T. 2002. *Durabilidade da madeira do gênero Pinus tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento*. 68f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.

Casavecchia, B.H., Souza, A.P., Stangerlin, D.M. 2011. Determinação do potencial de ataque fúngico na madeira para Sinop-MT. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Programa e resumos... Guarapari, Brasil. p.1-5.

Costa, A.F. 2003. *Processos práticos de tratamento de madeiras para o meio rural*. UnB, Brasília, Brasil. 26 p.

Costa, A.F., Vale, A.T., Gonzalez, J.C., Souza, F.D.M. 2005. Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento. *Floresta e Ambiente* 12: 7-14.

Eaton, R.A., Hale, M.D.C. 1993. *Wood: decay, pests and protection*. Chapman & Hall, London, UK. 546 p.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, Brasil. 212 p.

Lelis, A.T., Brazolin, S., Fernandes, J.L.G., Lopez, G.A.C., Monteiro, M.B.B., Zenid, G. 2001. *Biodeterioração de madeiras em edificações*. IPT, São Paulo, Brasil. 54 p.

Lopez, G.A.C., Milano, S. 1986. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua preservação. In: Lepage, E.S. (ed.) *Manual de preservação de madeiras*. IPT, São Paulo, Brasil. p. 473-521.

Lunz, A.M. 2001. *Degradação da*

madeira de seis essências arbóreas causadas por Scolytidae (Coleoptera). 160f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil.

Martins, V.A., Alves, M.V.S., Silva, J.F., Rebello, E.R.G., Pinho, G.S.C. 2003. Umidade de equilíbrio e risco de apodrecimento da madeira em condições de serviço no Brasil. *Brasil Florestal* 22: 29-34.

Melo, R.R., Stangerlin, D.M., Santini, E.J., Haselein, C.R., Gatto, D.A., Susin, F. 2010. Durabilidade da madeira de três espécies florestais em ensaios de campo. *Ciência Florestal* 20: 357-365.

Mendes, A.S., Alves, M.V.S. 1988. *A degradação da madeira e sua preservação*. IBDF/LPF, Brasília, Brasil. 57 p.

Moreira, F.M.S., Siqueira, J.O. 2006. *Microbiologia e bioquímica do solo*. UFLA, Lavras, Brasil. 729 p.

Paes, J.B., Melo, R.R., Lima, C.R. 2007. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. *Cerne* 13: 160-169.

Santini, E.J. 1988. *Biodeterioração e preservação da madeira*. CEPEF/FATEC, Santa Maria, Brasil. 125 p.

Scheffer, T.C. 1971. A climate index for estimating potential for decay in wood structures above ground. *Forest Products Journal* 21: 25-31.

Trevisan, H. 2006. *Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais*. 56f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil.

Vivian, M.A. 2011. *Resistência biológica da madeira tratada de Eucalyptus cloeziana em ensaios de laboratório e campo*. 104f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.