

## DURABILIDADE NATURAL DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS EM ENSAIOS DE DETERIORAÇÃO EM CAMPO

Janaína de Nadai Corassa<sup>1</sup>, Patrícia Aparecida Rigatto Castelo<sup>1</sup>, Diego Martins Stangerlin<sup>1</sup>,  
Iris Cristina Magistrali<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho objetivou avaliar a durabilidade natural da madeira de quatro espécies florestais, para que possam ser indicadas ou não, em situações de utilização em contato com o solo, para o uso em construção e estruturas de suporte, ou ainda em outras aplicabilidades, onde haja riscos de danos ocasionados por fatores abióticos e bióticos. Para isso, foram utilizadas toras de quatro espécies florestais da região Norte Matogrossense, com base na disponibilidade das mesmas e principalmente no interesse comercial de madeiras para ambientes externos. As espécies utilizadas foram: *Tectona grandis* (teca), *Azadaractina indica* (nim), *Inga* sp. (ingá), *Bagassa guianensis* (tatajuba). As toras dessas espécies foram submetidas aos ensaios de deterioração em campo ao longo de 18 meses e, ao final avaliou-se o percentual de perda de massa e o índice de deterioração da madeira. Dentre as espécies estudadas a madeira de *Azadirachta indica* foi a que apresentou melhores resultados, por outro lado, a madeira de *Bagassa guianensis* foi a que apresentou os piores resultados, tanto para o índice de deterioração quanto para a perda de massa. A massa específica não é o principal fator que agrega durabilidade natural à madeira, porém o teor e o tipo de extrativos são fatores que contribuem.

**Palavras-chave:** biodeterioração da madeira; simulador de campo; perda de massa; índice de deterioração.

## NATURAL DURABILITY OF FOUR WOOD SPECIES IN FIELD TRIALS

**Abstract:** This paper evaluates the natural durability of four wood species, so that they can be indicated or not, in situations of use in contact with the ground, the use in buildings and frame structures, or even in other applicability where there damage risks caused by biotic and abiotic factors. For this, was used four wood species from the north of the state of Mato Grosso, based on their availability, and especially in the commercial interest of woods for outdoors structures. The species used were: *Tectona grandis* (teca), *Azadaractina indica* (nim), *Inga* sp. (ingá),

---

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal/ Professor Adjunto do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT – Sinop, <janadenadai@gmail.com>, <patyrigatto@gmail.com>, <diego\_stangerlin@yahoo.com.br>.

<sup>2</sup> Engenheira Florestal/ Doutoranda da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ – Seropédica, <irismagistrali@gmail.com>.

*Bagassa guianensis* (tatajuba). Samples of the wood were exposed in field trials over 18 months and at the end was evaluated the percentage of mass loss and index decay. Among the species studied the *Azadirachta indica* wood showed the best results, however, the *Bagassa guianensis* wood showed the worst results for both the decay index as for mass loss. The density is not the main factor that adds natural durability of wood, but the content and type of extractives are contributing factors.

**Keywords:** biodeterioration of wood; field simulator; mass loss; decay index.

## 1 INTRODUÇÃO

A madeira encontra-se entre os materiais biológicos de mais difícil deterioração, devido à sua estrutura anatômica e à presença de grandes quantidades de substâncias recalcitrantes, como a lignina, além de outros compostos do metabolismo secundário (APRILE et al., 1999).

Nos países tropicais, como o Brasil, a durabilidade natural da madeira é um dos principais fatores que determina sua utilização (MENDES; ALVES, 1988). As informações obtidas neste tipo de estudo complementam o conhecimento das demais propriedades tecnológicas. Além disso, podem fornecer planos adequados para um uso específico da madeira, possibilitando resultados que classifiquem a madeira quanto ao uso ou não em contato com o solo (TREVISAN, 2006).

A qualidade da madeira está diretamente relacionada com sua finalidade, e devido a isso, é necessário realizar ensaios de deterioração em campo, com espécies florestais da região, para obter resultados que possibilitam a classificação da deterioração e a recomendação ou não do seu uso em ambientes externos (JESUS et al., 1998).

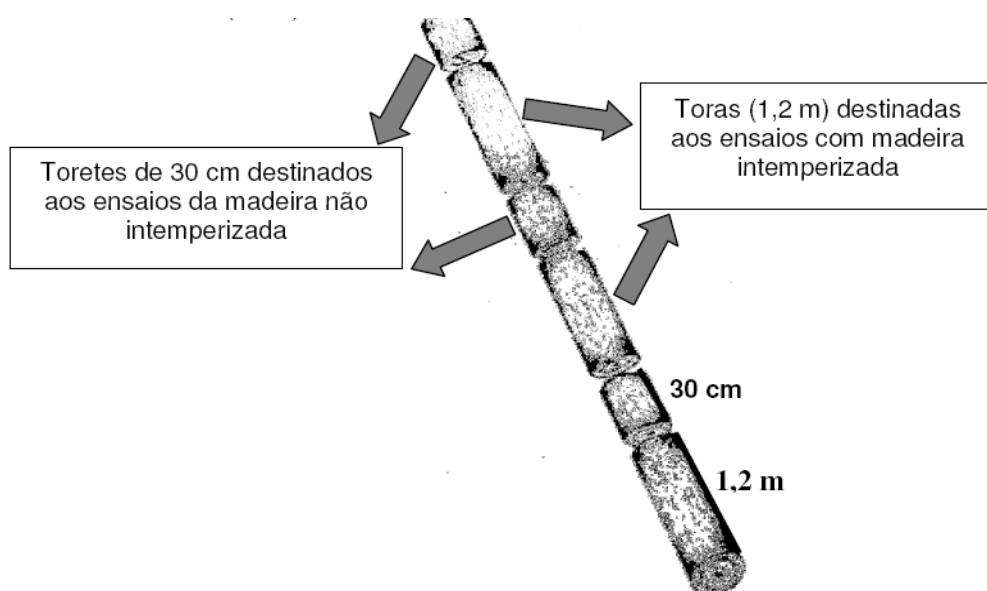
Os ensaios de deterioração em campo, conhecidos como campos de apodrecimento, expõem a madeira ao solo, às intempéries do ambiente e a uma vasta gama de microorganismos e insetos xilófagos (PAES et al., 2009; VIVIAN, 2011). O comportamento de uma mesma espécie pode ser diferente em dois ambientes distintos, pois cada ambiente apresenta diferentes condições como, por exemplo, umidade, insolação, aeração, temperatura, entre outras (CAVALCANTE, 1985). Nesse sentido, Galvão (1972) afirma que os ensaios de deterioração em campo são uma maneira efetiva para se avaliar a durabilidade natural de moirões e estacas, bem como a eficiência de processos de tratamentos preservativos da madeira. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é avaliar a durabilidade natural da madeira de quatro espécies florestais em ensaios de deterioração em campo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coleta e preparo do material

Foram utilizadas as madeiras de *Tectona grandis* Linn. F. (teca), *Azadirachta indica* A. Juss. (nim), *Inga* sp. (ingá), *Bagassa guianensis* Aub. (tatajuba) coletadas no município de Sinop, região Norte do Estado do Mato Grosso.

Após o corte de cada espécie florestal escolhida para compor o experimento, foi demarcada com giz para posterior serragem, adotando-se o seguinte ordenamento: a cada 1,2m marcou-se uma tora, do mesmo modo em sequência, marcou-se um torete de 30cm, e assim por diante (Figura 1). Procedeu-se dessa forma, até a obtenção de quatro toras e quatro toretes, de cada espécie florestal, para montagem dos ensaios de deterioração em campo (utilizando as toras) e confecção de corpos-de-prova não intemperizados (utilizando os toretes).



**Figura 1.** Ordenamento da confecção dos corpos-de-prova.

**Figure 1.** Planning the making of the samples.

A partir dos toretes foram confeccionados cinco corpos-de-prova de 2 x 2 x 20 cm (maior dimensão no sentido axial), os quais foram submetidos a climatização até teor de umidade de equilíbrio de 12%. Posteriormente procedeu-se a determinação da massa específica aparente a 12%, por meio do método estereométrico, e da massa seca, por meio de pesagem, essa última visando posterior comparação da perda de massa.

## 2.2 Instalação do campo de apodrecimento

As toras selecionadas foram dispostas na área experimental situada a 11°50'53" de latitude Sul e longitude Oeste de 55°38'57", com altitude média de 380m, a qual foi dividida em cinco blocos com quatro toras para cada bloco. Posteriormente, foram enterradas verticalmente no solo a uma profundidade de 30cm do solo, ficando expostas 90cm na superfície. A disposição das toras por espécie florestal em cada um dos blocos foi aleatória, com espaçamento de 1,0m entre amostras e 1,5m entre blocos.

A área experimental encontra-se em uma Área de Preservação Permanente em estágio secundário de regeneração. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo "aw" tropical, quente e úmido. No local foi instalado um termo-higrômetro, devidamente protegido da insolação e da precipitação, para obtenção diária da umidade relativa e das temperaturas máxima e mínima.

## 2.3 Determinação do índice de deterioração e da perda de massa

Após 18 meses nos ensaios de deterioração em campo as toras foram retiradas e submetidas à análise visual para atribuição do índice de deterioração, conforme classificação proposta por Lepage (1986) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Classificação do índice de deterioração da madeira.

**Table 1.** Decay index classification of wood.

Estado de sanidade	Nota
Sadio	10
Leve a moderado	9
Moderado a intenso	7
Apodrecimento intenso	4
Perda total	0

Para determinação da perda de massa foram obtidos, de cada tora, quando possível, três corpos-de-prova de dimensões de 2 x 2 x 20 cm (maior dimensão no sentido axial), localizados na base (parte totalmente enterrado), na ponta (exposta) e na região de afloramento (transição da parte enterrada com a parte exposta). Em seguida os corpos-de-prova foram submetidos à climatização até obtenção de massa estabilizada a 12% de umidade.

Os dados referentes aos índices de deterioração e a perda de massa foram submetidos a análise de variância (teste F) com posterior comparação de médias pelo teste de LSD de Fischer ( $p \leq 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 18 meses dos ensaios de deterioração em campo, período que compreendeu as estações de chuva e seca, a média de temperatura e umidade relativa do ar foi de 28,4°C e 77,8%, respectivamente.

Os resultados de perda de massa das espécies foram maiores para *Bagassa guianensis* com 43,30% e *Inga* sp. com 31,56%. Já os valores para as espécies *Tectona grandis* e *Azadirachta indica* foram de 25,43% e 19,05%, respectivamente. No entanto, os valores encontrados apresentaram uma relação inversa, diferindo com os que geralmente são encontrados na literatura, pois geralmente associa-se alta massa específica com alta resistência à perda de massa devido à deterioração (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980).

Uma possível explicação para alta perda de massa das espécies pode estar associado ao ambiente florestal em que estavam expostas. Segundo Trevisan (2006), dentro da cadeia da sucessão ecológica do processo de deterioração da madeira, notou-se que os corpos-de-prova oriundos de dentro da mata, foram mais deteriorados em comparação com os de fora da mata. Este fato é absolutamente compreensível em função das características ecológicas inerentes ao ambiente florestal, características estas que favorecem a diversidade e a atuação dos organismos deterioradores da madeira.

Na Tabela 3, são apresentadas as médias das massas das espécies, antes e após intemperismo e as análises estatísticas de comparação de perda de massa entre as espécies e dentro da espécie.

**Tabela 3.** Médias das massas das madeiras, antes e após a exposição à deterioração.

**Table 3.** Mass average of the wood, before and after exposure to deterioration.

Espécies	Massa (g) não intemperizada	Massa (g) intemperizada	Dentro da Espécie	Entre Espécie
<i>Tectona grandis</i>	76,392	56,966	0,0001 *	0,0006 *
<i>Inga</i> sp.	74,328	50,871	0,0001 *	
<i>Bagassa guianensis</i>	84,120	47,693	0,0000 *	
<i>Azadirachta indica</i>	67,584	54,709	0,0045 *	

\* Diferença significativa a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Como se pode observar na Tabela 3, todas as espécies apresentaram diferenças significativas para os valores médios de massa antes e após intemperismo, assim como, houve diferença significativa da perda de massa entre as espécies.

*Azadirachta indica* apesar da menor massa específica (0,56 g/cm<sup>3</sup>), apresentou maior durabilidade natural, conseqüentemente, menor percentual de perda de massa. A concentração e a natureza dos extrativos presentes no lenho talvez tenham sido as causas da resistência natural satisfatória. Essa espécie apresenta o cerne rico em tanino e sais inorgânicos de cálcio, potássio e ferro, possuindo um ingrediente ativo, a azadiractina que tem ação inseticida (ARAÚJO et al., 2000). Dessa forma, pode se inferir que a baixa preferência dos agentes xilófagos por essa madeira tenha se dado em função dessas características químicas.

Juntamente com *Azadirachta indica*, a madeira de *Tectona grandis* também apresentou boa resistência natural, com perda de massa de 25,43%. A durabilidade natural da madeira deve-se a tectoquinona, um extrativo da classe dos flavonoides, que atua como um preservante natural (WALKER 2006). Adicionalmente, tanto o alburno, quanto o cerne apresentam uma substância denominada caucho, que reduz a absorção de água e, conseqüentemente o desenvolvimento de fungos xilófagos. De acordo com Lorenzi (1992), a madeira de teca apresenta resistência moderada ao apodrecimento e alta ao ataque de cupins de madeira seca. Entretanto, em contato com o solo e a umidade, apresenta baixa durabilidade.

A alta massa específica da *Bagassa guianensis* (0,70 g/cm<sup>3</sup>), em relação às demais espécies não foi suficiente para impedir a alta perda de massa de 43,30%. Talvez isso possa ser explicado pelo fato da madeira apresentar menor quantidade de extrativos tóxicos, conferindo menor resistência à deterioração por agentes xilófagos, sendo sua massa específica, nesse caso, irrelevante.

Conforme Trevisan (2006), o fator massa específica da madeira de *Lophantera lactescens* (lanterneira), segunda mais densa dentre as espécies estudadas pelo autor, não foi relevante para conferir resistência ao ataque dos térmitas, sendo esta a mais preferida, e conseqüentemente a que perdeu mais massa. Nesse sentido, o estudo da química da madeira é também de extrema importância, uma vez que existem espécies que possuem grupos químicos que agem como preservantes, servindo de fungicida e inseticida e atuam incisivamente no processo de deterioração.

Ao estudar a resistência natural de nove espécies de madeiras ao ataque de *Coptotermes gestroi*, durante 45 dias, Pêgas (2007) classificou a espécie *Inga uruguensis* como altamente resistente. Contudo, Trevisan et al. (2008) registraram a madeira de *Inga marginata* susceptível ao ataque das espécies de coleópteros *Euplatypus parallelus* e *Teloplatus ratzeburgi*. No presente estudo, a madeira de *Inga* sp. não apresentou uma boa resistência natural, uma vez que a perda de massa foi de 31,56%, segundo Santos (1987), essa madeira tem como característica moderada resistência natural quando protegida de intempéries. Esse comportamento está

associado à presença de compostos voláteis que podem atuar na atratibilidade da madeira de *Inga* sp. perante aos térmitas xilófagos.

Na Tabela 4 pode-se verificar que não houve diferença significativa na perda de massa entre as espécies *Azadirachta indica* e *Tectona grandis*, assim como essa última e *Inga* sp. Entretanto, há diferença significativa na perda de massa entre as espécies *Tectona grandis* e *Bagassa guianensis*; *Azadirachta indica* e *Inga* sp.; *Azadirachta indica* e *Bagassa guianensis*; *Inga alba* e *Bagassa guianensis*. Portanto, *Azadirachta indica* e *Tectona grandis* apresentaram melhores resultados, com menor deterioração (Figura 2A e 2B). Porém a *Bagassa guianensis* com maior deterioração (Figura 2C), diferenciou significativamente de todos os grupos.

**Tabela 4.** Perda de massa e massa específica aparente a 12% da madeira das quatro espécies florestais.

**Table 4.** Mass loss and density of the four wood species.

Espécie	Perda de massa (%)	Massa específica aparente a 12%
<i>Azadirachta indica</i>	19,05 a	0,56 a
<i>Tectona grandis</i>	25,43 ab	0,64 b
<i>Inga</i> sp.	31,56 bc	0,62 c
<i>Bagassa guianensis</i>	43,3 d	0,70 d

Grupos homogêneos que apresentam mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste LSD de Fischer a 5% de probabilidade de erro.



**Figura 2.** Amostra de *Azadirachta indica* atacada por térmitas (A); Amostra de *Tectona grandis* atacada por térmitas (B); Amostra de *Bagassa guianensis* intensamente atacada por térmitas (C).

**Figure 2.** *Azadirachta indica* attacked by termites (A); *Tectona grandis* attacked by termites (B); *Bagassa guianensis* heavily attacked by termites (C).

Os dados referentes à avaliação do índice de deterioração da madeira estão apresentados na Tabela 5. De acordo com Melo et al. (2010) a análise subjetiva atribuída por notas é o principal parâmetro para avaliação da durabilidade natural de madeiras em ensaios de deterioração. Esta 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. Apesar da atribuição de notas, no presente estudo, ter se mostrado uma ferramenta adequada na caracterização da durabilidade natural, Lopez e Milano (1986) citam que diversos pesquisadores utilizam adicionalmente um segundo parâmetro, ensaio mecânico ou perda de massa.

**Tabela 5.** Sanidade e grupos homogêneos das espécies.

**Table 5.** Sanity and homogeneous groups of species.

Espécies	Médias	Sanidade	Entre espécies
<i>Azadirachta indica</i>	8 a	Leve a moderado	0,0404 *
<i>Inga</i> sp.	6,6 ab	Moderado a intenso	
<i>Tectona grandis</i>	5,8 bc	Moderado a intenso	
<i>Bagassa guianensis</i>	4,9 d	Moderado a intenso	

Grupos homogêneos que apresentam mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste LSD de Fischer a 5% de probabilidade de erro. \* Diferença significativa das médias entre espécies a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

*Azadirachta indica* teve diferença significativa do índice de deterioração entre todas as espécies, exceção do *Inga alba* que teve diferença significativa apenas da *Bagassa guianensis*. A espécie *Tectona grandis* apresentou diferença significativa de todas as espécies com exceção do *Inga alba*; *Bagassa guianensis* apresentou a menor média e diferiu estatisticamente das demais.

#### 4 CONCLUSÕES

Dentre as espécies estudadas *Azadirachta indica* foi a que apresentou melhores resultados para os testes realizados, podendo ser indicada para uso em ambiente externo.

*Bagassa guianensis* foi à espécie que apresentou os piores resultados, tanto para o índice de deterioração quanto para a perda de massa.

A utilização das espécies estudadas deve ser analisada de forma criteriosa em função da baixa resistência observada, principalmente se forem empregadas em ambientes externos em contato com o solo.

#### 5 REFERÊNCIAS

APRILE, F.M.; DELITTI, W.B.C.; BIANCHINI JR., L. Aspectos cinéticos da degradação de laminados de madeira em ambientes aquático e terrestre. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 3, p. 485-492, 1999.



ARAÚJO, L.V.C.; RODRIGUEZ, L.C.E.; PAES, J.B. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 153-159, 2000.

CAVALCANTE, M.S. Métodos para aumentar a durabilidade da madeira. **Boletim da Associação Brasileira de Preservadores de Madeira**, São Paulo, n. 36, p. 159-170, 1985.

GALVÃO, A.P.M. A durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos avaliados através de ensaios de campo primeira avaliação. **IPEF**, Piracicaba, n. 4, p.15-22, 1972.

JESUS, M.A.; MORAIS, J.W.; ABREU, R.L.S. Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônica em contato com o solo em ambiente florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 54, p. 81-92, 1998.

LEPAGE, E.S. Química da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1986. p. 69-97.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 1992. 352 p.

MELO, R. R.; 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**, Santa Maria, v. 20, n 2, p. 357-365, 2010.

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

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R.; SANTOS, J.C. dos. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 511-520, 2009.

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

PÊGAS, M.R.A. **Resistência natural de nove espécies de madeiras ao ataque de *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 2007. 24 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SANTOS, E. **Nossas Madeiras**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987. 133p.

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 Ciência Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TREVISAN, H.; MARQUES, F.M.T.; CARVALHO, A.G. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 33-40, 2008.

VIVIAN, M.A. **Resistência biológica da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* em ensaios de laboratório e campo.** 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

WALKER, J.C.F. **Primary wood processing: principles and practice.** Dordrecht: Springer, 2006. 596p.