

Durabilidade e resistência mecânica da madeira de *Bagassa guianensis* em testes de degradação em campo

Letícia da Silva Moreira¹; Letícia Alves Lima²; Antonio Francisco Oliveira dos Santos²;
Gabriel de Sousa Silvério²; Victor Hugo Pereira Moutinho²

¹ Programa de Pós-graduação em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento, Instituto de Biodiversidade e Florestas (IBEF), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém/PA, Brasil; ² Instituto de Biodiversidade e Florestas (IBEF), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém/PA, Brasil – moreira.leticia94@gmail.com

Resumo: A durabilidade da madeira, especialmente em condições de usos externos submetida a intempéries, consiste em um dos principais entraves para seu emprego na construção civil. O presente estudo teve como objetivo avaliar a degradação e resistência mecânica da madeira de *B. guianensis* em teste de campo. Foram realizadas quatro coletas durante o experimento com duração de 300 dias. Foram realizados ensaios mecânicos de compressão paralela às fibras e determinação da perda de massa. Verificou-se baixa suscetibilidade à deterioração para esta espécie, com perda de massa média de 5,5% aos 300 dias expostas. Por outro lado, a resistência à compressão paralela às fibras sofreu redução de 25% neste período de exposição, o que indica potencial relevância de complementação de avaliações visuais e de perda de massa da madeira para maior precisão e confiabilidade estrutural na avaliação da durabilidade da madeira.

Palavras-chave: Degradação da madeira, Perda de massa, Compressão paralela às fibras, Estrutura de madeira.

Durability and mechanical resistance of *Bagassa guianensis* wood species in field decay test

Abstract: The durability of wood, especially in adverse outdoor conditions, is one of the key obstacles to its use in civil construction. The present study aimed to evaluate the degradation and mechanical resistance of *B. guianensis* wood species in a field decay. Four collections were carried out during the experiment lasting 300 days. It was observed low susceptibility to deterioration for the species, with an average mass loss of 5.5% after 300 days of exposure. The compressive strength parallel to the fibers presented decrease around 25% after this exposure period, which indicates potential relevance of complementing visual assessments and wood mass loss for higher precision and structural reliability in assessing wood durability.

Keywords: Wood decay, Mass loss, Compression parallel to the fibers, Wood structure.

1. INTRODUÇÃO

A durabilidade da madeira consiste em um dos principais entraves em relação à sua utilização na construção civil (Medeiros *et al.*, 2020). Nesse contexto, a



expansão do conhecimento sobre a durabilidade é importante para viabilizar adequada seleção de espécies de madeira, para implantação de projetos estruturais cada vez mais sustentáveis utilizando madeira como material de construção (Gouveia, 2021).

As espécies de madeira apresentam diferentes desempenhos quando expostas a condições de serviço como em estruturas externas, pois possuem capacidades diversas de durabilidade natural. O uso da madeira como componente de uma estrutura requer avaliação da sua durabilidade e conservação do desempenho mecânico em condições de exposição a intempéries e fatores bióticos. Estes fatores podem comprometer a segurança da estrutura e a atratividade do emprego de madeiras para projetos estruturais utilizando madeira em alternativa ao concreto e aço.

A durabilidade pode limitar o uso da madeira em diferentes condições de utilização, especialmente em regiões tropicais. As condições climáticas de alta temperatura e umidade do ar são propícias para o desenvolvimento fúngico e atuação drástica de organismos xilófagos, acelerando significativamente a deterioração deste biomaterial (Sundararaj *et al.*, 2015). A região amazônica possui grande diversidade de essências florestais sendo grande fornecedora de espécies de madeiras tropicais altamente valorizadas no mercado interno e externo (ITTO, 2022). Entre estas, encontra-se a espécie *Bagassa guianensis*, denominada pelo comum tatajuba. É uma espécie de madeira de média densidade, com densidade básica equivalente a 0,66 g.cm⁻³ (Carneiro *et al.*, 2009).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a degradação da madeira de *Bagassa guianensis* Aubl., por meio do acompanhamento da perda de massa e teste mecânico de compressão paralela às fibras da madeira não-degradada e madeira expostas em teste de campo de curta duração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de instalação do experimento consiste em um campo aberto, com dimensões de 22 m x 20 m, localizado na Unidade Santana da Universidade Federal do Oeste do Pará, localizada no município de Santarém-PA.



O clima na região é do tipo tropical quente e úmido, com temperatura média anual variando entre 25 e 28°C e precipitação média anual de 1820 mm. Segundo a classificação de Köppen, a região enquadra-se no tipo climático Ami, ou seja, o clima é equatorial úmido, caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: uma estação chuvosa com elevados índices pluviométricos (entre os meses de outubro a abril) e outra estação seca (entre os meses de maio a setembro).

2.2 *Obtenção do material*

Foram obtidas peças de madeira de *Bagassa guianensis* com dimensões de 25 mm x 25 mm x 600 mm de largura, espessura e comprimento, respectivamente, em um empreendimento industrial madeireiro no município de Santarém-PA.

Foram selecionados 40 corpos de prova livres de defeitos para exposição em campo e 10 corpos de prova utilizadas como amostras testemunha ou controle, ou seja, madeira não exposta a deterioração, as quais permaneceram no ambiente controlado de aclimatação (umidade relativa do ar = 65%; temperatura do ar = 20°C).

2.3 *Instalação do teste de campo*

O teste de campo foi conduzido baseado na metodologia de Lepage (1970) adaptado, com início em abril de 2023. O experimento foi instalado com delineamento em blocos casualizados com oito blocos. Em cada bloco foram distribuídas aleatoriamente quatro amostras, dispostas com distância de 25 cm entre linhas e colunas. Para exposição a fatores bióticos, as amostras foram inseridas parcialmente no campo, com 10 cm exposto acima da superfície do solo.

As duas primeiras coletas foram realizadas a cada 60 dias, sendo a terceira e quarta coleta a cada 90 dias, com o total de quatro coletas e 300 dias de exposição em campo, abrangendo os períodos secos e chuvosos ocorrentes na região. Em cada coleta, foi retirada uma amostra de cada bloco, resultando em oito repetições por coleta realizada.

2.4 *Perda de massa*

A degradação física da madeira foi analisada por meio da determinação da perda de massa das amostras após a exposição ao teste de campo, sendo calculada segundo Batista *et al.* (2022). Os corpos de prova foram condicionados em ambiente controlado (umidade relativa do ar = 65%; temperatura do ar = 20°C) até estabilização da massa e alcance de 12% de teor de umidade. Após a retirada do corpo de prova do campo, estes foram condicionados novamente ao mesmo ambiente controlado para retornar a 12% de teor de umidade e determinação da massa da madeira após degradação e posterior realização dos ensaios mecânicos.

2.5 **Ensaios mecânicos**

Foram retirados corpos de prova na região de transição da parte aérea e subterrânea das amostras enterradas. Posteriormente, em uma máquina universal de ensaios EMIC DL3000 foram realizados testes de compressão paralela às fibras segundo os procedimentos contidos na norma ASTM D143 (2022).

2.6. **Análise estatística**

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e, uma vez detectada normalidade para todos os parâmetros, prosseguiu-se a análise de variância (ANOVA). Após verificar significância ($p<0,05$), foi realizada comparação das médias utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3. **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores médios determinados para a perda de massa da madeira de *Bagassa guianensis* após exposição à degradação estão apresentados na Tabela 1. Verificou-se perda de massa mínima até o período de 210 dias de exposição em campo. Houve aumento significativo deste parâmetro após 300 dias expostas, com resultado médio de 5,45% (Tabela 1).

Tabela 1. Perda de massa média e desvio padrão encontrado no decorrer do tempo de exposição em campo de degradação da madeira de *Bagassa guianensis*

Tempo	Média	Desvio padrão
1	0,970 a	0,509



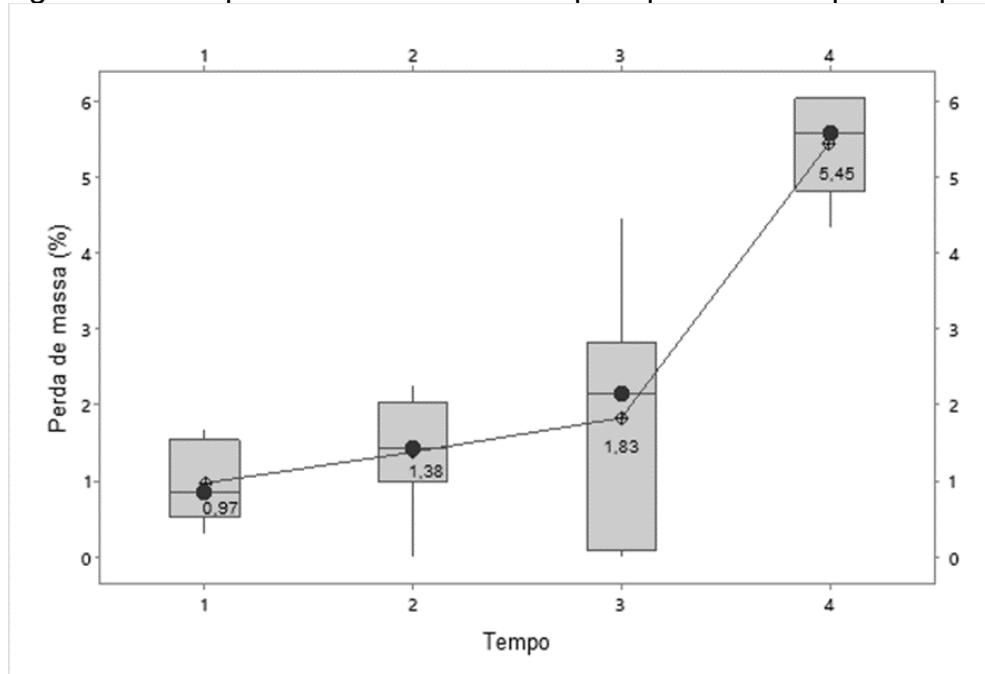
2	1,380 a	0,735
3	1,828 a	1,598
4	5,448 b	0,699

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; Tempo 1 = 60 dias; 2 = 120 dias; 3 = 210 dias; 4 = 300 dias

Foram observados sinais de ataque e deterioração mais acentuados na região de transição da parte aérea e subterrânea das peças de madeira. Considerando que as amostras se encontravam inseridas parcialmente no solo, sobre a região de transição incide a ação de agentes bióticos e abióticos de deterioração. Durante o período chuvoso ocorre elevação da umidade do solo. Dessa forma, propicia-se condições de alta temperatura e umidade, as quais são favoráveis para o desenvolvimento da decomposição fúngica e comunidades de organismos xilófagos como cupins e besouros, os quais foram observados durante as coletas em campo.

Houve tendência de estabilidade da perda de massa em torno de 1%, ao longo dos primeiros períodos de exposição em campo (Figura 1). Após aproximadamente um ano de exposição em condições de campo, observou-se para o aumento significativo da perda de massa de *B. guianensis* com avanço do processo de degradação.

Figura 1. Dispersão dos dados encontrados para a perda de massa na madeira de *Bagassa guianensis* exposta em ensaio de campo representados por boxplots



Tempo 1 = 60 dias; 2 = 120 dias; 3 = 210 dias; 4 = 300 dias



A perda de massa verificada até o período de 300 dias (Figura 1) permite classificar *B. guianensis* como madeira muito resistente, conforme classificação da norma D2017 (ASTM, 2005). Os valores médios de perda de massa estão próximos ao encontrado por Carneiro *et al.* (2009) para *B. guianensis* em ensaio de laboratório durante 90 dias, que permitiu classificar esta espécie com alto potencial de resistência, parâmetro determinado pelo produto entre o teor de extrativos e densidade da madeira.

Os resultados médios referentes à resistência mecânica à compressão paralela às fibras de *B. guianensis* encontram-se na Tabela 2. Observou-se tendência de diminuição da resistência mecânica, porém estável e semelhante à testemunha, ao longo do período de 210 dias.

Tabela 2. Parâmetros estatísticos obtidos para o módulo de resistência à compressão paralela às fibras da madeira de *Bagassa guianensis* submetida a degradação em teste de campo

Tempo	Média (MPa)	Desvio padrão
0	69,95 a	4,76
2	64,60 ab	7,68
1	62,88 ab	7,83
3	59,95 bc	3,16
4	52,74 c	15,62

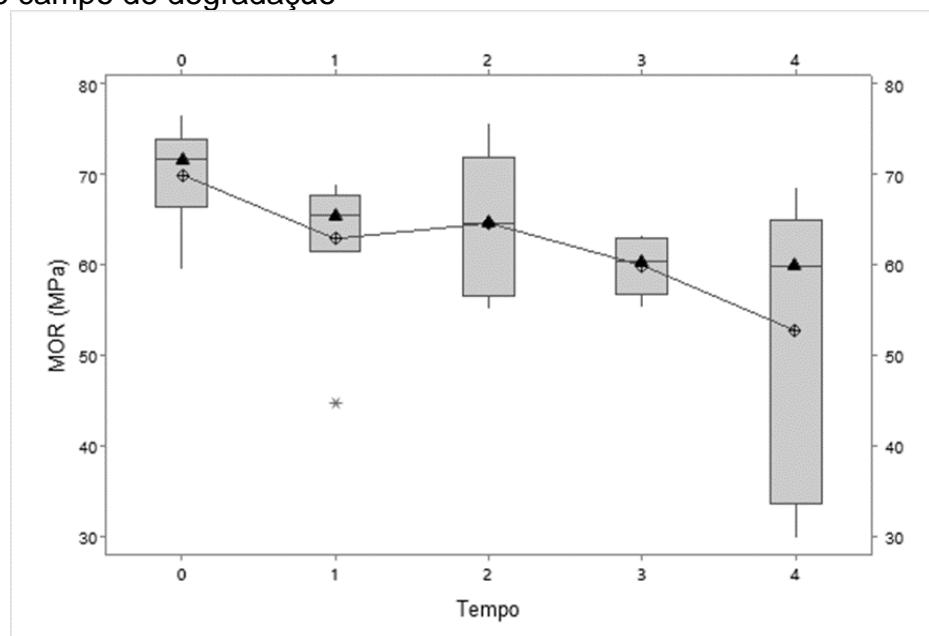
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; Tempo 0 = madeira não-degradada (testemunha); 1 = 60 dias; 2 = 120 dias; 3 = 210 dias; 4 = 300 dias

Após o avanço da exposição e degradação até 300 dias, verificou-se redução significativa do módulo de resistência à compressão paralela às fibras, com diminuição em torno de 25% em relação a madeira não-degradada (Tabela 2).

Essa observação corrobora com Wilcox (1978) ao discorrer que as propriedades de compressão paralela às fibras e cisalhamento podem sofrer reduções em aproximadamente 20% antes que a presença de deterioração possa ser identificada.



Figura 2. Resultados encontrados para o módulo de resistência encontrada nos ensaios de compressão paralela às fibras da madeira de *B. guianensis* exposta em ensaio de campo de degradação



MOR = Módulo de ruptura; Tempo 0 = madeira não-degradada (testemunha); 1 = 60 dias; 2 = 120 dias; 3 = 210 dias; 4 = 300 dias

Considerando que Wilcox (1968) relata que a deterioração da madeira nos estágios iniciais pode ser de difícil detecção visual com precisão, este comportamento pode ser encontrado para *B. guianensis*, pois, apesar da perda de massa mínima (abaixo de 10%) no período de 300 dias de exposição (Figura 1), verificou-se redução da resistência à compressão paralela às fibras (Figura 2), com maior dispersão dos resultados para este período.

4. CONCLUSÃO

A madeira de *Bagassa guianensis* apresentou potencial de alta resistência à degradação submetidas a condições externas.

Apesar da baixa perda de massa e aparente degradação incipiente da madeira, houve redução da resistência à compressão paralela às fibras da espécie avaliada.

É recomendável a realização de análises complementares dos tipos de extrativos presentes na espécie de madeira estudada, densidade básica, além de outros tipos de testes de resistência mecânica também essenciais quanto a avaliação do uso estrutural da madeira tais como flexão estática e cisalhamento.



5. REFERÊNCIAS

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D2017: Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods.** 5p. Annual Book of ASTM Standards, 2005.

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D143-22: Standard test methods for small clear specimens of timber.** Annual Book of ASTM Standards, 2022.

BATISTA, F. G.; MELO, R. R.; MEDEIROS, D. T. et al. Natural durability of five tropical wood species in field decay tests. *Maderas. Ciencia y tecnología*, v. 24, n. 51, p. 1-10, 2022.

CARNEIRO, J. S.; EMMERT, L.; STERNADT, G. H. et al. Decay susceptibility of Amazon wood species from Brazil against white rot and brown rot decay fungi. *Holzforschung*, v. 63, p. 767-772, 2009.

GOUVEIA, F. N.; DA SILVEIRA, M. F.; GARLET, A. Natural durability and improved resistance of 20 Amazonian wood species after 30 years in ground contact. *Holzforschung*, v. 75, n. 10, p. 892-899, 2021.

ITTO. International Tropical Timber Organization. **Criteria and indicators for the sustainable management of tropical forests.** ITTO Policy Development Series No. 21, 2022.

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

MEDEIROS, P.N.; PAES, J.B.; OLIVEIRA, J. T. S. et al. Durability of Eucalyptus wood in soil bed and field decay tests. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, v. 22, n. 4, p. 447-456, 2020.

SUNDARARAJ, R.; SHANBHAG, R. R.; NAGAVENI, H. C. et al. Natural durability of timbers under Indian environmental conditions - an overview. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 103, p. 196-214, 2015.

WILCOX, W. **Changes in wood microstructure through progressive stages of decay.** USDA Forest Service Research Paper FPL-70, 1968.

WILCOX, W. Review of literature on the effects of early stages of decay on wood strength. *Wood and Fiber*, v. 9, n. 4, p. 252-257, 1978.