



DURABILIDADE NATURAL DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES AMAZÔNICAS EM ENSAIOS DE DETERIORAÇÃO DE CAMPO

Amilker ROMANINI^{1*}, Diego Martins STANGERLIN¹, Elisangela PARIZ²,
Adilson Pacheco de SOUZA¹, Darci Alberto GATTO³, Leandro CALEGARI⁴

¹Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

²Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Sinop, Universidade de Cuiabá, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

³Faculdade de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil.

*E-mail: amilker12@hotmail.com

Recebido em novembro/2013; Aceito em fevereiro/2014.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar a durabilidade natural da madeira de quatro espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. Para tanto corpos de prova de *Trattinnickia rhoifolia* (amescla), *Qualea albiflora* (cambará), *Dipteryx odorata* (cumarú) e *Mezilaurus itauba* (itaúba), com dimensões de 2 x 2 x 20 cm, foram submetidos durante 10 meses a ensaios de deterioração em ambiente de campo aberto. A cada dois meses foram realizadas amostragens no material ensaiado e retirados corpos de prova para determinação do percentual de massa seca residual e índice de deterioração. A madeira de amescla apresentou a menor durabilidade natural, o que pode ser explicado pelas suas propriedades físicas e químicas, já as madeiras de cambará, cumarú e itaúba não diferiram estatisticamente entre si.

Palavras-chave: biodeterioração, qualidade da madeira, madeira tropical, química da madeira.

NATURAL DURABILITY OF FOUR AMAZONIAN WOODS IN FIELD TESTS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate natural durability of four Amazonian woods in field tests. For this purpose samples of *Trattinnickia rhoifolia* (amescla), *Qualea albiflora* (cambará), *Dipteryx odorata* (cumarú) and *Mezilaurus itauba* (itaúba), with reduced dimensions of 2 x 2 x 20 cm, were submitted in open field tests during 10 months. Every two months samples were weighed and evaluated by a criterion of notes, to determine the percentage of residual dry mass and decay index, respectively. Amescla wood had lower natural durability, which can be explained by their physical and chemical properties, however cambará, cumarú and itaúba wood not differ statistically.

Keywords: biodeterioration, wood quality, tropical wood, wood chemistry.

1. INTRODUÇÃO

A resistência natural à deterioração é uma das propriedades tecnológicas com maior variabilidade em razão das diferenças de arranjo anatômico e da composição química (qualitativa e quantitativa) da madeira, de modo a proporcionar distintas classes de durabilidade entre espécies, dentro de uma mesma espécie e também dentro de uma mesma árvore (EATON; HALE, 1993). Por ser um material de origem orgânica, dependendo das condições ambientais (umidade, temperatura, pH e disponibilidade de oxigênio), a madeira é naturalmente suscetível ao ataque de organismos xilófagos, podendo apresentar maior ou menor durabilidade (ARCHER; LEBOW, 2006).

A durabilidade natural da madeira é um dos principais fatores que determina sua utilização, especialmente, em países tropicais, como o Brasil (MENDES; ALVES, 1988). As informações obtidas nesse tipo de estudo

complementam o conhecimento das demais propriedades tecnológicas, bem como fornecem planos adequados para o emprego da madeira, classificando quanto ao uso ou não em contato com o solo (TREVISAN, 2006).

Para definição do grau de durabilidade natural de uma determinada espécie, basicamente, dois tipos de ensaios, dependendo do propósito, podem ser executados: ensaios em laboratório e ensaios de campo (STANGERLIN, 2012).

Ao comparar os estágios de durabilidade de madeiras em ensaios de laboratório e de campo, observa-se que no primeiro os riscos de deterioração e de desgaste são inferiores aos contemplados no último (LUNZ, 2001). Madeiras submetidas aos ensaios de deterioração de campo estão expostas a períodos irregulares de radiação solar, lixiviação e secagem, além dos agentes químicos presentes no solo e de diversos organismos xilófagos que podem atuar em conjunto (COSTA et al., 2005).

Os ensaios de deterioração de campo consistem basicamente no soterramento parcial de peças roliças de madeira seguido de inspeções periódicas, objetivando avaliar o seu estado de sanidade (COSTA et al., 2005). No entanto, destaca-se como principal desvantagem para os ensaios de deterioração de campo, o longo período (anos) necessário para obtenção de diagnósticos, em razão do uso de peças roliças de grandes dimensões (SANTINI, 1988). Nesse sentido, o emprego de ensaios de deterioração de campo com peças de pequenas dimensões é de extrema relevância, de modo a possibilitar o levantamento de informações relativas à durabilidade natural das madeiras em curto espaço de tempo (meses) (MELO et al., 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a durabilidade natural das madeiras de *Trattinnickia rhoifolia*, *Qualea albiflora*, *Dipteryx odorata* e *Mezilaurus itauba* em ensaios de deterioração de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido no *Campus* de Sinop da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, localizado na latitude -11,98°S, longitude -55,56°W e altitude 371 m, entre os meses de abril de 2011 a fevereiro de 2012. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido (Aw, segundo classificação de Köppen), caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: uma chuvosa (entre os meses de outubro a abril) e outra seca (entre os meses de maio a setembro). A amplitude térmica anual é baixa, com médias oscilando entre 24 e 27°C, sendo os meses de setembro e outubro os mais quentes com temperaturas máximas em torno de 36 °C (DIAS, 2007). A precipitação média é de 2000 mm.ano⁻¹, sendo acima de 50% entre os meses de dezembro e fevereiro e cerca de 1% ocorrem historicamente, entre junho e agosto (PRIANTE FILHO et al., 2004).

2.2. Coleta e preparo dos corpos de prova

Em diferentes estabelecimentos madeireiros no município de Sinop, Mato Grosso, foram amostradas oito toras de *Trattinnickia rhoifolia* (amescla), *Qualea albiflora* (cambará), *Dipteryx odorata* (cumarú) e *Mezilaurus itauba* (itaúba), sendo duas de cada espécie. As toras foram submetidas ao desdobro, por meio de cortes tangenciais, de modo a obterem-se tábuas centrais bem orientadas e livres da presença de defeitos, com as dimensões nominais de 20 x 2,5 x 300 cm em largura, espessura e comprimento, respectivamente.

Após secagem ao ar livre, até o teor de umidade de equilíbrio de 15%, as tábuas foram aplainadas com auxílio de desgrossadeira e desempenadeira, e seccionadas em serra circular de mesa para obtenção de corpos de prova com dimensões nominais de 2 x 2 x 20 cm em largura, espessura e comprimento, respectivamente. Foram selecionados 24 corpos de prova por espécie, livres de qualquer defeito, tais como rachaduras, presença de nós e esmoado, sendo posteriormente lixados com lixa grão 200.

Antecedendo a instalação dos ensaios de deterioração, os corpos de prova foram submetidos ao condicionamento em estufa de circulação forçada de ar a 50°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.

2.3. Caracterização física e química da madeira

A partir de corpos de prova excedentes (não empregados para os ensaios de deterioração), foram preparadas amostras para determinação, em triplicata, dos teores de extrativos, cinzas, lignina Klason e da massa específica básica, conforme a Norma Brasileira Reguladora – NBR 14853, 13999, 7989 e 11941 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2002, 2003a, 2003b e 2003c), respectivamente.

De modo complementar, foram determinados a porosidade (Equação 1) e o potencial de resistência natural (Equação 2), de acordo com Carneiro et al. (2009).

$$\phi = 1 - \frac{MEbs}{MEpc} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$Rn = MEbs \times Ext \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: ϕ = porosidade, em %; MEbs = massa específica básica, em g/cm³; MEpc = massa específica da parede celular, considerando valor de 1,54 g/cm³; Rn = potencial de resistência natural; MEbs = massa específica básica, em g/cm³; Ext = teor de extrativos, em %.

2.4. Instalação e avaliação dos ensaios de deterioração

A distribuição dos corpos de prova foi definida pela divisão em quatro blocos casualizados (cada qual com seis linhas), nesses foram alocados seis corpos de prova por espécie em cada bloco. Os blocos e as suas linhas foram distanciados 50 e 25 cm entre si, respectivamente, enquanto os corpos de prova foram distanciados 8 cm uns dos outros. De modo a proporcionar a exposição tanto do intemperismo biótico quanto abiótico, os corpos de prova foram soterrados até metade de seu comprimento, ou seja, 10 cm.

Periodicamente, a cada 60 dias, durante 240 dias, foram retirados 4 corpos de prova por espécie, para avaliação parcial da durabilidade natural, e ao final dos ensaios (300 dias) foram retirados 8 corpos de prova. Após a remoção, os corpos de prova foram limpos com auxílio de uma escova, para retirada do solo aderido, e submetidos ao condicionamento em estufa de circulação forçada de ar a 50°C até obtenção de massa constante.

A determinação da massa seca residual de cada corpo de prova foi realizada por meio da diferença entre as massas inicial e final (Equação 3).

$$MSR = 100 - \left[\left(\frac{Mi - Mf}{Mi} \right) \times 100 \right] \quad (\text{Equação 3})$$

Em que: MSR = massa seca residual, em %; Mi = massa inicial, em g; Mf = massa final, em g.

Por sua vez, as avaliações visuais foram procedidas ao empregar um sistema subjetivo de notas (Tabela 1), o qual relaciona o estado de sanidade da madeira com um índice de deterioração, sugerido por Lepage (1970). Para a análise dos dados de massa seca residual e índice de deterioração realizou-se análise de variância e teste de médias de Fischer ($p > 0,05$). Adicionalmente, foram

desenvolvidas modelagens estatísticas, por meio de análise de regressão, em que foram avaliados o percentual de massa seca residual e o índice de deterioração em função do tempo de exposição dos corpos de prova aos ensaios de deterioração de campo.

Tabela 1. Classificação do índice de deterioração da madeira, sugerido por 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, 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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar a massa seca residual e o índice de deterioração constata-se que o fator espécie denotou diferença estatística para ambos os parâmetros (Tabela 2). Por conseguinte, mediante análise de teste de médias (Tabela 3), verifica-se que a madeira de amescla apresentou a menor durabilidade natural, devido a menor massa seca residual e índice de deterioração, enquanto as madeiras de cambará, cumaru e itaúba não se diferiram.

Tabela 2. Análise fatorial da massa seca residual e do índice de deterioração das madeiras de amescla, cambará, cumaru e itaúba submetidas aos ensaios de deterioração.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Massa seca residual					
Espécie	3	2328,60	776,20	50,87	<0,01**
Erro	28	427,26	15,26		
Total	31	2755,87			
Índice de deterioração					
Espécie	3	10937,50	3645,83	47,78	<0,01**
Erro	28	2150,00	76,79		
Total	31	13087,50			

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.

Tabela 3. Comparação das médias de massa seca residual e índice de deterioração das madeiras de amescla, cambará, cumaru e itaúba.

Espécies	MSR (%)	ID (%)
Amescla	76,30 A	40,00 A
Cambará	96,64 B	85,00 B
Cumaru	95,60 B	80,00 B
Itaúba	95,69 B	82,50 B

Em que: MSR = massa seca residual; ID = índice de deterioração. Médias não seguidas por letras iguais na vertical diferem estatisticamente (5% de probabilidade de erro, teste LSD de Fischer).

Em estudos realizados por Jesus et al. (1998), dentre 46 espécies amazônicas submetidas ao contato com o solo de ambiente florestal, as madeiras de cambará, cumaru e itaúba apresentaram boa estabilidade aos agentes bióticos e abióticos de deterioração, sendo a primeira classificada como durável (vida útil entre 5 a 8 anos) e as duas últimas como altamente duráveis (vida útil acima de 8 anos). Com relação à amescla, Carneiro et al. (2009) verificaram, dentre 28 madeiras amazônicas, que a mesma apresenta

uma moderada suscetibilidade ao ataque de fungos apodrecedores (podridão branca e parda), sendo considerada a quinta menos durável. A principal explicação para a menor durabilidade natural da madeira de amescla pode estar relacionada às características físicas e químicas desta espécie (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização física e química das madeiras de amescla, cambará, cumaru e itaúba.

Espécies	MEbs (g/cm ³)	Φ (%)	Ext (%)	Cz (%)	LK (%)	Rn
Amescla	0,49	68,20	3,20	0,71	20,50	1,57
Cambará	0,64	58,26	3,41	0,60	31,32	2,18
Cumaru	0,94	39,00	11,50	0,33	28,81	10,81
Itaúba	0,80	47,94	8,21	0,49	31,90	6,57

Em que: MEbs = massa específica básica; Φ = porosidade; Ext = teor de extrativos; Cz = teor de cinzas; LK = teor de lignina Klason; Rn = potencial de resistência natural.

Do ponto de vista físico, a massa específica e, conseqüentemente, a porosidade podem ser empregadas como indicativo da durabilidade natural (PANSIIN; DE ZEEUW, 1980), sendo que as madeiras menos densas e mais porosas, como no caso da amescla, oferecem menor estabilidade à deterioração. De modo geral, madeiras da Região Amazônica com teor de extrativos acima de 7% apresentam um elevado potencial de durabilidade natural e, conseqüentemente, as perdas de massa são mínimas (CARNEIRO et al., 2009). No entanto, pode-se observar que a madeira de cambará, apesar do baixo teor de extrativos, apresentou uma durabilidade natural similar às espécies de itaúba e cumaru. Apesar da relação direta entre o teor de extrativos e a massa específica da madeira (KOLLMANN, 1959), o potencial de resistência natural, conforme descrito por Carneiro et al. (2009), não pode ser associado apenas aos dois parâmetros, mas sim com as classes químicas dos extrativos que atribuem toxidez aos organismos xilófagos (PAES et al., 2007;).

Com relação ao teor de lignina, pode-se observar que as madeiras de maior durabilidade natural (cambara, cumaru e itaúba) apresentaram maiores valores em comparação à amescla, corroborando com o descrito por Perez et al. (1993) e Gonçalves et al. (2013). Entretanto, assim como para o teor de extrativos, a durabilidade natural não pode ser associada à quantidade de lignina. Stangerlin (2012) menciona que a lignina guaiacil confere maior resistência a biodeterioração em relação à lignina siringil.

Apesar de estar presente em menor proporção na madeira, o teor de cinzas pode influenciar na durabilidade natural, conforme observado por Paes et al. (2013) em madeiras de *Anadenanthera colubrina* e *Tabebuia aurea* submetidas ao ataque de térmitas. No presente estudo não foi constatada influência do teor de cinzas, uma vez que a madeira de amescla apresentou maior valor para tal parâmetro. Nesse sentido, o teor de cinzas, de modo isolado, não pode ser empregado como subsídio na explicação da maior ou menor durabilidade natural de uma determinada madeira (GONÇALVES et al., 2013).

Por meio dos parâmetros de regressão, verificou-se que os modelos estatísticos utilizados para predição da massa seca residual e do índice de deterioração em função do tempo de exposição aos ensaios de deterioração (Tabelas 5 e 6) foram satisfatórios. Todos os modelos

gerados foram significativos a 1% de probabilidade de erro. De modo geral, a madeira de itaúba foi a que apresentou os melhores ajustes, tanto para a estimativa da massa seca residual como para índice de deterioração.

Tabela 5. Equações ajustadas para a estimativa da massa seca residual das madeiras de amescla, cambará, cumaru e itaúba em função do tempo de exposição aos ensaios de deterioração.

E	Equação de Regressão	R ²	S _{yx}	F _{calc}
A	MSR= 101,768 - 2,172*(t)	89,32	2,78	42,84**
Ca	MSR= 100,139 - 1,012*(√t)	82,80	0,52	25,07**
Cu	MSR= 100,170 - 1,375*(√t)	88,78	0,55	40,57**
I	MSR= 99,999 - 1,363*(√t)	89,37	0,52	43,03**

Em que: E = espécies; A = amescla; Ca = cambará; Cu = cumaru; I = itaúba; MSR = massa seca residual, em %; t = tempo, em meses; R² = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão de estimativa; F_{calc} = valor de F calculado; ** = significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 6. Equações ajustadas para a estimativa do índice de deterioração das madeiras de amescla, cambará, cumaru e itaúba em função do tempo de exposição aos ensaios de deterioração.

E	Equação de Regressão	R ²	S _{yx}	F _{calc}
A	ID= 109,167 - 6,750*t	90,38	8,15	47,99**
Ca	ID= 98,929 + 1,839*(t)- 0,312*(t ²)	91,56	1,76	28,12**
Cu	ID= 98,661 + 2,379*(t)- 0,413*(t ²)	92,95	2,16	33,95**
I	ID= 98,929 + 2,000*(t)- 0,357*(t ²)	94,01	1,76	40,23**

Em que: E = espécies; A = amescla; Ca = cambará; Cu = cumaru; I = itaúba; ID = índice de deterioração, em %; t = tempo, em meses; R² = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão de estimativa; F_{calc} = valor de F calculado; ** = significativo a 1% de probabilidade de erro.

Em estudos em que foram avaliadas a durabilidade natural das madeiras de *Simarouba amara* e *Cariniana micrantha* submetidas a ensaios de deterioração de campo, Marcondes et al. (2013) verificaram melhores predições ao empregarem a variável dependente perda de massa em comparação ao índice de deterioração, uma vez que o último caracteriza-se pela subjetividade na atribuição das notas. No entanto, verificam-se no presente estudo resultados distintos para cada espécie, em que para as madeiras de amescla e cambará as melhores predições foram obtidas ao empregar o índice de deterioração, por sua vez a massa seca residual foi mais satisfatória para as madeiras de cumaru e itaúba.

4. CONCLUSÕES

A madeira de amescla apresentou a menor durabilidade natural ao considerar os baixos percentuais de massa seca residual e de índice de deterioração. Por sua vez, a massa seca residual e o índice de deterioração das madeiras de cambará, cumaru e itaúba não se diferiram entre as mesmas.

A baixa durabilidade natural da madeira de amescla foi relacionada aos baixos teores de extrativos e de lignina, a menor massa específica e a maior porosidade, em comparação às demais espécies.

Independente do parâmetro, massa seca residual ou índice de deterioração, os modelos ajustados em função do tempo de exposição aos ensaios de deterioração de campo proporcionaram uma estimativa fidedigna da durabilidade natural.

5. REFERÊNCIAS

ARCHER, K.; LEBOW, S. Wood preservation. In: WALKER, J. C. F. (Ed.). **Primary wood processing: principles and practice**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 297-338.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11941**: Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003c. 6 p.

_____. **NBR 13999**: Papel, cartão, pastas celulósicas e madeira - Determinação do resíduo (cinza) após a incineração a 525°C. Rio de Janeiro: ABNT, 2003a. 4 p.

_____. **NBR 14853**: Madeira - Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 3 p.

_____. **NBR 7989**: Pastas celulósicas e madeira - Determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro: ABNT, 2003b. 5 p.

CARNEIRO, J. S. et al. Decay susceptibility of Amazon wood species from Brazil against white rot and brown rot decay fungi. **Holzforschung**, Berlin, v. 63, n. 6, p. 767-772, jun. 2009.

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, jan./mar. 2005.

DIAS, C. A. A. **Procedimentos de medição e aquisição de dados de uma torre micrometeorológica em Sinop-MT**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

EATON, R. A.; HALE, M. D. C. **Wood: decay, pests and protection**. Londres: Chapman e Hall, 1993. 546 p.

GONÇALVES, F. G. et al. Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 110-116, jan./mar. 2013.

JESUS, M. A. et al. Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônicas em contato com o solo em ambiente florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 54, p. 81-92, dez. 1998.

KOLLMANN, F. **Tecnología de la madera y sus aplicaciones**. Madrid: Gráficas Reunidas S.A., 1959. 674 p.

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

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, 2001.

MARCONDES E. et al. Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 9, n. 6, p. 1-9, jun. 2013.

MELO, R. R. et al. Durabilidade natural da madeira de três espécies florestais em ensaios de campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 357-365, abr./jun. 2010.

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. Efeitos dos extrativos e cinzas na resistência natural de quatro madeiras a cupins xilófagos. **Cerne**, Larvas, v. 19, n. 3, p. 399-405, jul./set. 2013.

PAES, J. B. et al. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, Larvas, v. 13, n. 2, p. 160-169, abr./jun. 2007.

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

PEREZ V. et al. In vitro decay of *Aextoxicon punctatum* and *Fagus sylvatica* woods by white and brown-rot fungi. **Wood Science and Technology**, Berlin, v. 27, n. 4, p. 295-307, abr. 1993.

PRIANTE FILHO, N. et al. Comparison of the mass and energy exchange of a pasture and a mature transitional tropical forest of the southern Amazon Basin during the season transition. **Global Change Biology**, Malden, v. 10, n. 5, p. 863-876, maio 2004.

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

STANGERLIN, D. M. **Monitoramento de propriedades de madeiras da Amazônia submetidas ao ataque de fungos apodrecedores**. 2012. 259 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

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 Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.