

## Témitas Associados à Degradação de Cinco Espécies Florestais em Campo de Apodrecimento

Janaína de Nadai Corassa<sup>1</sup>, Evaldo Martins Pires<sup>1</sup>,  
Valmir Rodrigues de Andrade Neto<sup>1</sup>, Tamara Cristina Tariga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Sinop/MT, Brasil

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar espécies de térmitas associados à degradação de cinco espécies florestais. Um estudo sobre durabilidade deste material foi realizado com cinco espécies vegetais de importância no setor florestal brasileiro. As espécies *Tectona grandis*, *Azadirachta indica*, *Inga* sp., *Trattinnickia rhoifolia* e *Bagassa guianensis* foram avaliadas por um período de 18 meses, para medir o nível de deterioração dessas madeiras, em função do ataque de térmitas nas partes aéreas e subterrâneas. A coleta de dados foi feita em função das partes aéreas e subterrâneas: para a primeira, as avaliações foram feitas a cada quatro meses, e para a segunda, a cada seis meses. Na parte aérea, as espécies de *A. indica* e *T. rhoifolia* apresentaram menor e maior suscetibilidade ao ataque por térmitas, respectivamente. Por outro lado, na parte subterrânea, as espécies *A. indica* e *T. rhoifolia* apresentaram maior e menor durabilidade natural, respectivamente.

**Palavras-chave:** biodeterioração, campo de apodrecimento, durabilidade, cupins.

## Termites Associated with the Degradation of Five Forest Tree Species in a Decay Field

### ABSTRACT

The objective of this study was to identify termite species associated with the degradation of five forest tree species. A study on the durability of this material was accomplished with five important plant species in the Brazilian forest sector. *Tectona grandis*, *Azadirachta indica*, *Inga* sp., *Trattinnickia rhoifolia*, *Bagassa guianensis* species were evaluated for 18 months to measure wood deterioration degree according to the attack of termites in their aerial and underground parts. Data collection was performed according to the aerial and underground parts; wherein for the first, evaluations were carried out every four months, while the second was assessed every six months. Regarding the aerial part, *A. indica* and *T. rhoifolia* species presented lower and higher susceptibility to termite attack, respectively. On the other hand, concerning the underground part, *A. indica* and *T. rhoifolia* species presented higher and lower natural durability, respectively.

**Keywords:** biodeterioration, putrefaction field, durability, termites.

## 1. INTRODUÇÃO

A durabilidade natural é um dos fatores que pode limitar o uso de diversas espécies de madeira em vários segmentos. Fatores físicos, químicos e biológicos, entre os quais a umidade, a temperatura, a presença de xilófagos e a baixa resistência natural, são importantes no estabelecimento de uma determinada espécie em função da sua aplicação (Araujo et al., 2012). Conhecer a resistência natural da madeira e, ainda, os aspectos da sua deterioração por agentes bióticos é importante na escolha deste produto, principalmente por indústrias como a da construção civil (Gonçalves et al., 2013).

A biodeterioração pode ser ocasionada por organismos xilófagos, que utilizam seus constituintes orgânicos como fonte de alimento, podendo ser destacados insetos das ordens Isoptera, Coleoptera e Hymenoptera como aqueles que comumente atacam a madeira. Pode-se, ainda, mencionar a ação de fungos deterioradores, como os do filo Basidiomycota.

A madeira, quando não se encontra adequadamente seca, pode favorecer o ataque de térmitas, que constroem galerias, causando injúrias que podem reduzir a resistência mecânica desse material.

Resultados obtidos em ensaios de campo sobre durabilidade natural da madeira em contato com o solo e exposta a organismos xilófagos possibilitam classificar o nível de deterioração, sendo esta uma questão importante na aplicação da madeira, principalmente em ambientes externos (Jesus et al., 1998). Esses estudos resultam, ainda, nas aplicabilidades – ou não – dessa madeira e apontam onde há riscos de danos ocasionados por organismos xilófagos e pelos fatores abióticos, podendo assim evitar os gastos advindos da utilização de produtos químicos empregados no tratamento de madeiras de baixa durabilidade, a fim de lhes conferir um desempenho satisfatório em serviço.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a durabilidade natural de cinco espécies florestais, submetidas a ensaios em campo de apodrecimento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado próximo a uma mata de regeneração secundária localizada na área de preservação permanente (APP) no município de Sinop-MT (latitude: 11°50'53" S; longitude: 55°38'57" O). Pela classificação climática de Köppen, o tipo climático predominante é AW, caracterizado como tropical quente úmido.

A madeira utilizada foi obtida de árvores cultivadas no mesmo município; foram utilizadas as seguintes espécies: *Tectona grandis* L. f. “Teca” (Lamiaceae), *Azadirachta indica* A. Juss. “Nim” (Meliaceae), *Inga* sp. “Ingá” (Mimosaceae), *Trattinnickia rhoifolia* Willd. “Amescla” (Burseraceae) e *Bagassa guianensis* Aubl. “Tatajuba” (Moraceae). A madeira de *Tectona grandis* foi proveniente de um plantio homogêneo de 13 anos e as demais, de um plantio heterogêneo de 11 anos de idade.

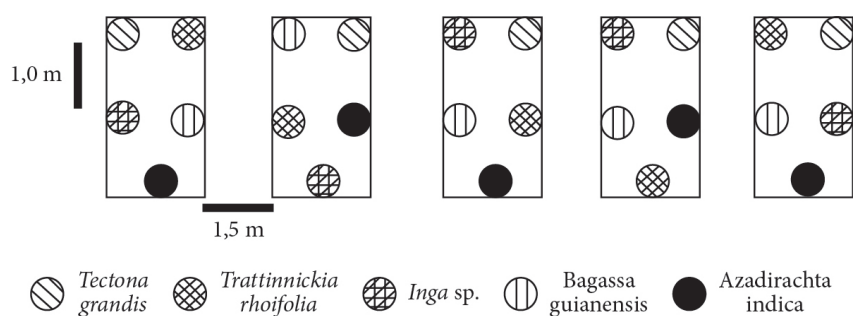
O ensaio foi composto por 25 corpos de prova, sendo cinco toras de cada espécie, padronizadas em 1,2 m de comprimento e entre 0,25 e 0,45 m de circunferência com casca (Figura 1), conforme metodologia proposta por Trevisan et al. (2003), com máxima uniformidade e sem defeitos na madeira, seguindo recomendações de Lopez & Milano (1986).

Imediatamente após a derrubada das árvores, as amostras (toras) retiradas de cada uma delas foram dispostas no campo de apodrecimento, dividido em cinco blocos, com cinco amostras para cada um deles. A disposição das amostras por espécie



**Figura 1.** Vista do ensaio de durabilidade natural em Sinop, Mato Grosso, 2009.

**Figure 1.** View of the natural durability test in Sinop, Mato Grosso, 2009.



**Figura 2.** Esquema ilustrado referente à disposição aleatória de toras no campo de apodrecimento.  
**Figure 2.** Illustrated scheme referring to the random arrangement of the logs on the putrefaction field.

florestal em cada bloco foi feita aleatoriamente, com espaçamento de 1 m entre amostras e 1,5 m entre blocos. As amostras foram enterradas verticalmente no solo a uma profundidade de 30 cm, conforme Trevisan et al. (2003) (Figura 2).

Os blocos permaneceram no campo de apodrecimento durante 18 meses. No local, foi instalado um termo-higrômetro, devidamente protegido da insolação e da precipitação, para coleta da temperatura e da umidade relativa.

Após a instalação do campo de apodrecimento, procedeu-se, em intervalos de quatro meses, a uma avaliação visual da parte aérea das toras quanto ao nível de deterioração das madeiras. Em intervalos de seis meses, procedeu-se a uma avaliação visual quanto ao nível de deterioração das toras da parte subterrânea da madeira em contato com o solo, em função do ataque dos insetos.

Dez meses após a instalação do campo de apodrecimento, foram realizadas coletas de espécies de térmitas. Os insetos coletados foram acondicionados em frascos com álcool a 80%, etiquetados, sendo indicados o bloco e a amostra da espécie florestal dos quais foram coletados. Os insetos foram identificados em nível de espécie por Constantino (Data)<sup>1</sup>.

A avaliação de duas regiões das toras em separado objetivou verificar, de modo comparativo, os graus de degradação entre cada uma das espécies estudadas.

Para a obtenção do nível de deterioração das madeiras, em função do ataque dos térmitas na parte aérea das toras, foi realizada uma avaliação de

acordo com os seguintes critérios de notas, baseada no método *International Union of Forest Research Organizations* (IUFRO), adaptado por Lepage (1970): Toras sem ataque (sem nenhum sinal de ataque por térmitas); Toras levemente atacadas por térmitas (amostra apresentando visivelmente pelo menos uma galeria ocasionada por térmitas); Toras moderadamente atacadas por térmitas (amostra apresentando visivelmente pelo menos 30% de danos ocasionados por térmitas); Toras intensamente atacadas por térmitas (amostra apresentando mais de 50% de galerias no interior da madeira); Toras com a resistência reduzida, devido aos danos ocasionados por térmitas, a ponto de provocar a sua quebra com um leve movimento circular. As notas atribuídas para cada nível de deterioração são descritas na Tabela 1.

A avaliação da durabilidade natural da madeira procedeu-se por meio de análise visual da parte subterrânea das toras em contato com o solo, ao adotar o índice de deterioração proposto por Lepage (1970), o qual recomenda tal avaliação pelo critério subjetivo de notas. O índice de deterioração foi admitido para estabelecer o estado médio de cada amostra dentro de cada bloco, como descrito na Tabela 2.

As médias referentes à avaliação da durabilidade natural da madeira foram comparadas pelo teste LSD de Fisher com  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se que 20% da madeira de *Azadirachta indica* apresentou reação fisiológica, ou seja, emitiram brotações 5,5 semanas após a montagem dos blocos

<sup>1</sup> Constantino, Reginaldo. Doutor em Entomologia, Professor Associado da Universidade de Brasília.

**Tabela 1.** Classificação do nível de deterioração da parte aérea das madeiras em função do ataque dos térmitas, Sinop, Mato Grosso.

**Table 1.** Classification of the aerial part deterioration level according to termites attack, Sinop, Mato Grosso.

Nível de deterioração por térmitas	Nota
Toras sem ataque	10
Toras levemente atacada	9
Toras moderadamente atacada	7
Toras intensamente atacada	4
Resistência reduzida, quebra	0

Fonte: *International Union of Forest Research Organizations* (IUFRO), citado por Lepage (1970).

**Tabela 2.** Classificação do nível de deterioração da parte subterrânea das madeiras em contato com o solo (Lepage, 1970).

**Table 2.** Classification of the underground part deterioration level of the woods in contact with the ground (Lepage, 1970).

Estado de sanidade	Nota
Sadio, nenhum ataque	10
Ataque leve ou superficial de fungos ou térmitas	9
Ataque evidente, mas moderado, de fungos ou térmitas	7
Apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas	4
Quebra; perda quase total de resistência	0

Fonte: *International Union of Forest Research Organizations* (IUFRO), citado por Lepage (1970).

e perduraram por quatro meses. Esse registro torna-se importante para o estudo da resistência dessa espécie ao ataque de insetos xilófagos, na medida em que *Azadirachta indica* é capaz de se proteger contra grande número de pragas por meio de uma grande quantidade de compostos bioativos (Mossini & Kimmelmeier, 2005). Portanto, infere-se que, estando ativa fisiologicamente, compostos voláteis bioativos desta espécie poderiam estar inibindo o ataque de insetos sobre esta madeira, ganhando maior durabilidade do que as demais espécies.

O primeiro registro de ataque por cupins ocorreu um mês após a instalação do campo de apodrecimento, nas madeiras de *Bagassa guianensis* e *Inga* sp., em que as médias de temperatura e umidade relativa do ar no período, obtidas no campo experimental, foram de 28,41°C e 77,85%, respectivamente. Os insetos estavam construindo caminhos para o deslocamento ao longo da tora

e, conseqüentemente, para o estabelecimento da colônia

Foram coletadas 11 espécies de térmitas nas amostras das madeiras avaliadas: *Dolichorhinotermes longilabius* Emerson, *Coptotermes* cf. *testaceus* Linnaeus, *Cyrilliotermes angulariceps* Mathews, *Nasutitermes corniger* Motschulsky, *Heterotermes tenuis* Hagen, *Armitermes peruanus* Holmgren, *Embiratermes neotenicus* Holmgren, *Anoplotermes* sp. 1, *Anoplotermes* sp. 2, *Anoplotermes* sp. 3 e *Labiotermes pelliceus* Emerson & Banks. Entre as espécies, apenas as dos gêneros *Dolichorhinotermes*, *Coptotermes*, *Heterotermes*, *Nasutitermes* e *Armitermes* são xilófagas, sendo as demais humívoras.

Foi registrado ataque de cupins em 100% das espécies de madeira do campo de apodrecimento, sendo coletadas cinco espécies de térmitas associadas a madeiras de *Tectona grandis*: *Anoplotermes* sp. 3, *Anoplotermes* sp. 1, *Coptotermes* cf. *testaceus*, *Cyrilliotermes angulariceps* e *Embiratermes neotenicus*; sete espécies associadas à madeira da *Bagassa guianensis*: *Labiotermes pelliceus*, *Coptotermes* cf. *testaceus*, *Anoplotermes* sp. 1, *Cyrilliotermes angulariceps*, *Heterotermes tenuis*, *Anoplotermes* sp. 2 e *Embiratermes neotenicus*; seis espécies associadas à madeira de *Trattinnickia rhoifolia*: *Embiratermes neotenicus*, *Armitermes peruanus*, *Cyrilliotermes angulariceps*, *Heterotermes tenuis*, *Anoplotermes* sp. 1 e *Nasutitermes corniger*; quatro espécies associadas à madeira de *Azadirachta indica*: *Nasutitermes corniger*, *Armitermes peruanus*, *Cyrilliotermes angulariceps* e *Heterotermes tenuis*; cinco espécies associadas à madeira de *Inga* sp.: *Dolichorhinotermes longilabius*, *Coptotermes* cf. *testaceus*, *Cyrilliotermes angulariceps*, *Nasutitermes corniger* e *Heterotermes tenuis*.

Entre os térmitas que se alimentam de madeira, o de maior ocorrência foi *H. tenuis*, registrado em quatro das espécies de madeira, não estando presente apenas em *T. grandis* (Tabela 3). Jesus et al. (1998) também registraram ataque de *H. tenuis* nas espécies de *Pithecelobium racemosum* Ducke (angelim-rajado), *Vochysia guianensis* Aublet (quari) e *Vochysia maxima* Ducke. Verificou-se que 40% das amostras das espécies de *Inga* sp., *B. guianensis* e *T. grandis* apresentaram ataque de *Coptotermes* cf. *testaceus*.



**Tabela 3.** Nível de ataque (%) de térmitas xilófagos nas amostras das espécies de madeira avaliadas. Sinop, Mato Grosso, 2011.

**Table 3.** Attack level (%) of termites xylophagous in the evaluated wood species samples. Sinop, Mato Grosso, 2011.

Espécies de térmitas	Espécies florestais				
	<i>Inga</i> sp.	<i>A. indica</i>	<i>T. rhoifolia</i>	<i>B. guianensis</i>	<i>T. grandis</i>
<i>Dolichorhinotermes longilabius</i>	20				
<i>Coptotermes</i> cf. <i>testaceus</i>	40			40	40
<i>Heterotermes tenuis</i>	20	20	20	20	
<i>Nasutitermes corniger</i>		20	20		
<i>Armitermes peruanus</i>	20	20	20		

Nas avaliações visuais da parte aérea das toras quanto ao nível de deterioração da madeira, em função do ataque de térmitas, foi possível observar que a madeira de *Azadirachta indica* foi a mais resistente ao ataque, seguida por *Inga* sp. e *T. grandis*. De acordo com Quintela & Pinheiro (2004), alguns dos principais componentes biologicamente ativos da espécie *A. indica* são azadiractina, meliantriol, limoneno, odoratone e outros triterpenoides, entre os mais de cem compostos já isolados. A azadiractina encontrada na espécie de *A. indica*, principalmente nas sementes e, em menor quantidade, na casca e nas folhas, é o principal composto responsável pelos efeitos tóxicos aos insetos (Mordue & Nisbet, 2000).

Dentre as madeiras avaliadas, os térmitas atacaram mais severamente a madeira de *T. rhoifolia*, com 100% das amostras com a resistência reduzida, a ponto de provocar a sua quebra com um leve movimento circular (Figuras 3 e 4). Ressalta-se que os térmitas xilófagos colonizaram as peças de madeira antes do aparecimento de fungos, os quais causam podridão na madeira. O aparecimento dos cupins que se alimentam da madeira em estágio avançado de apodrecimento se deu após o ponto de ruptura da peça. Apesar de a literatura registrar os fungos como principais deterioradores de madeira em regiões úmidas, Jesus et al. (1998) constataram que as espécies de *Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl, *Couratari guianensis* Aublet, *Jacaranda copaia* Aublet, *Parkia multijuga* Benth, *Parkia* sp. e *Vochysia maxima* Ducke também apresentaram vida útil entre 0 e 2 anos; os autores apontaram também que, de um modo geral, as madeiras infestadas pelos térmitas apresentaram vida útil entre 0 e 5 anos, e as madeiras colonizadas por fungos apresentaram vida útil maior.

Das avaliações quanto ao ataque de térmitas, foi registrado que em 40% das amostras de *Tectona grandis* não ocorreu ataque, enquanto que as demais

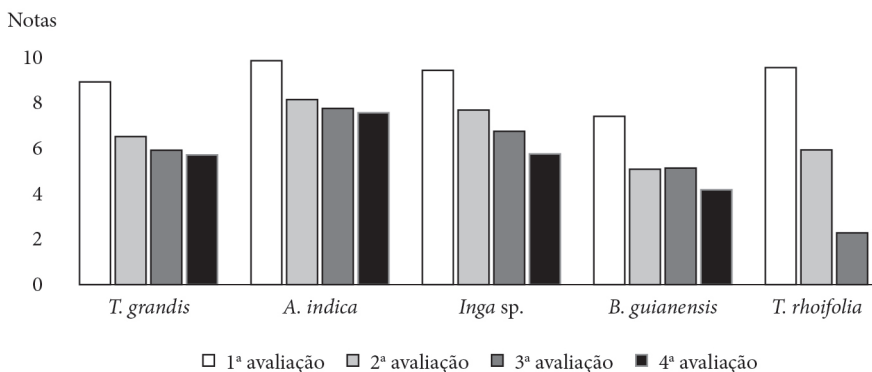


**Figura 3.** Ruptura da amostra de *T. rhoifolia* após 18 meses exposta no campo experimental. Sinop, Mato Grosso, 2011.

**Figure 3.** Disruption of the *T. rhoifolia* samples after 18 months exposed on the experimental field. Sinop, Mato Grosso, 2011.

amostras foram severamente atacadas, ocasionando danos significativos nas mesmas. Pode-se inferir que isso deve ter ocorrido, pois amostras de menor diâmetro são compostas por madeira de menor massa específica. Abreu & Silva (2000) registraram que os térmitas têm preferência por madeiras de menor massa específica, pela facilidade mecânica de fragmentá-las. Paes et al. (2007) também observaram que a madeira de menor massa específica das espécies de *Croton sanderianus* Muell. Arg., *A. indica* e *T. grandis* foram as mais deterioradas por fungos xilófagos e cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. A variação em resistência dentro da árvore está correlacionada à concentração dos extrativos tóxicos presentes no lenho.

Nas avaliações da durabilidade natural da parte subterrânea das toras, verificou-se que 20% das amostras de *T. grandis* não apresentaram ataque de insetos ou fungos xilófagos, e que 60% das amostras de *Inga* sp. apresentaram-se levemente atacadas por térmitas. Já a madeira de *T. rhoifolia* foi a mais susceptível ao ataque, apresentando 100% das



**Figura 4.** Classificação das espécies de madeira quanto ao nível de deterioração por térmitas. Sinop, Mato Grosso, 2011.

**Figure 4.** Classification of wood species as to the level of deterioration by termites. Sinop, Mato Grosso, 2011.

**Tabela 4.** Classificação das espécies de madeira quanto ao nível de deterioração da parte subterrânea das toras (Média ± desvio padrão), Sinop, Mato Grosso, 2011

**Table 4.** Classification of wood species to the deterioration level of the underground part of the logs, (Average ± standard deviation), Sinop, Mato Grosso, 2011.

Espécie	1ª Avaliação (Média ± desvio padrão)	2ª Avaliação (Média ± desvio padrão)	3ª Avaliação (Média ± desvio padrão)
<i>A. indica</i>	8,2 <sup>a</sup> ± 1,095	8,2 <sup>a</sup> ± 1,095	8,2 <sup>a</sup> ± 1,095
<i>T. grandis</i>	6,8 <sup>a</sup> ± 2,774	6,6 <sup>b</sup> ± 2,510	6,2 <sup>b</sup> ± 3,033
<i>Inga sp.</i>	9,2 <sup>a</sup> ± 0,447	8,6 <sup>a</sup> ± 0,894	6,2 <sup>b</sup> ± 4,086
<i>B. guianensis</i>	6,8 <sup>a</sup> ± 1,789	5,2 <sup>c</sup> ± 1,643	4,4 <sup>c</sup> ± 2,880
<i>T. rhoifolia</i>	7,0 <sup>a</sup> ± 2,739	3,6 <sup>d</sup> ± 3,507	0 <sup>d</sup>

Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste LSD 5%.

amostras com apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas.

Avaliando-se a média das amostras de cada espécie, verificou-se que a madeira de *T. rhoifolia* apresentou menor resistência à biodeterioração ocasionada por térmitas e fungos. Diversamente, a madeira de *A. indica* apresentou maior resistência natural aos agentes biodeterioradores (Tabela 4).

A possível explicação da maior resistência natural das madeiras de *A. indica*, *T. grandis* e *Inga sp.* pode estar associada ao maior conteúdo de extrativos, quando estas são comparadas com as madeiras de *B. guianensis* e *T. rhoifolia*. Segundo Thulasidas & Bhat (2007), a madeira de *T. grandis* apresenta o conteúdo de extrativos médios em torno de 12%; já a madeira de *A. indica*, segundo Araújo et al. (2000), apresenta 8,4% de teor de extrativos totais. Quanto às espécies *B. guianensis* e *T. rhoifolia*, Carneiro et al. (2009) verificaram valores em torno de 8% e 2%, respectivamente. Vale ressaltar que a presença de extrativos na madeira pode proporcionar maior ou menor resistência à espécie florestal; assim, para

uma conclusão mais segura, sugere-se a realização de análise dos extrativos das madeiras em estudo.

Apesar de a literatura apresentar maiores valores de extrativos para a madeira de *T. grandis*, comparada à madeira de *A. indica*, verificou-se que a primeira foi menos resistente do que a segunda. Tal fato, segundo Lange & Faix (1999), está relacionado com a qualidade dos extrativos e não com a quantidade.

As condições ambientais podem favorecer ainda mais o processo de deterioração das amostras em razão da alta umidade existente no ambiente de floresta, do armazenamento de água no solo, que permanecia úmido por vários dias após as chuvas, e da pouca infiltração de raios solares pelas copas, o que proporcionou baixa luminosidade e temperaturas mais baixas. De acordo com Trevisan (2006), as variações ambientais, principalmente com relação a temperatura e umidade, têm importância fundamental no desenvolvimento dos micro-organismos aptos ao ataque e na velocidade de decomposição da madeira.

#### 4. CONCLUSÃO

Após 18 meses de avaliações, a espécie de *A. indica* apresentou menor suscetibilidade ao ataque por térmitas, enquanto a espécie de *T. rhoifolia* apresentou maior suscetibilidade em relação à parte aérea; diversamente, as avaliações da parte subterrânea apresentaram, respectivamente, maior e menor durabilidade natural das toras.

Por meio das avaliações das espécies em campo experimental, foi possível constatar que as espécies de *T. rhoifolia* e *B. guianensis* não apresentam características favoráveis ao uso em ambientes externos sem tratamento com produtos químicos, em razão de sua alta suscetibilidade aos agentes bióticos.

#### STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 26/11/2013

Aceito: 12/02/2014

Publicado: 31/02/2014

#### AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

##### Janaina de Nadai Corassa

Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT,  
CEP 78557-267, Sinop, MT, Brasil  
e-mail: janadenadai@gmail.com

#### REFERÊNCIAS

- Abreu RLS, Silva KES. Resistência natural de dez espécies de madeiras da Amazônia ao ataque de *Nasutitermes macrocephalus* (Silvestre) e *N. surinamensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). *Revista Árvore* 2000; 24(2): 229-234.
- Araújo LVC, Rodriguez LCE, Paes JB. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. *Scientia Forestalis* 2000; 57: 153-159.
- Araujo HJB, Magalhães WLE, Oliveira LC. Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico. *Acta Amazonica* 2012; 42(1): 49-58. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100006>
- Carneiro JS, Emmert L, Sternadt GH, Mendes JC, Almeida GF. Decay susceptibility of Amazon wood species from Brazil against white rot and brown rot decay fungi 10th EWLP Stockholm, Sweden August 25-28. *Holzforchung* 2009; 63: 767-772. <http://dx.doi.org/10.1515/HF.2009.119>
- Gonçalves FG, Pinheiro DTC, Paes JB, Carvalho AC, Oliveira GL. Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. *Floresta e Ambiente* 2013; 20(1): 110-116. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2012.063>
- Jesus MA, Morais JW, Abreu RLS. Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônica em contato com o solo em ambiente florestal. *Scientia Forestalis* 1998; 54: 81-92.
- Lange W, Faix O. Lignin-polyphenol interaction in azobe (*Lophira alata*) heartwood. A study on milled wood lignin (MWL) and Klason residues. *Holzforchung* 1999; 53: 519-524. <http://dx.doi.org/10.1515/HF.1999.085>
- Lepage ES. Método Sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. *Preservação de madeiras* 1970; 1: 205-216.
- Lopez GA, Milano S. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção. *Manual de preservação de madeiras*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; 1986. v. 2, p. 473-510.
- Mordue AJ, Nisbet AJ. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachata indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 2000. 29: 615-632. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80592000000400001>
- Mossini SA, Kimmelmeier C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. *Acta Farmaceutica Bonaerense* 2005; 24 (1): 139-48.
- Paes JB, Melo RR, Lima CR. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. *Cerne* 2007; 13: 160-169.
- Quintela ED, Pinheiro PV. Efeito de extratos botânicos sobre a oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B em feijoeiro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; 2004. 6 p. Comunicado Técnico, n. 92.
- Thulasidas PK, Bhat KM. Chemical extractive compounds determining the brown-rot decay resistance of teak wood. *Holz als Roh- und Werkstoff* 2007; 65 (2): 121-124. <http://dx.doi.org/10.1007/s00107-006-0127-7>
- Trevisan H. *Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais* [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2006. <http://dx.doi.org/10.1007/s00107-006-0127-7>
- Trevisan H, De Nadai J, Lunz AM, Carvalho AG. Ocorrência de térmitas subterrâneos (Isoptera: Rhinotermitidae e Termitidae) e durabilidade natural da madeira de cinco espécies florestais. *Ciência Florestal* 2003; 13(2): 153-158.