

DURABILIDADE NATURAL E RESISTÊNCIA MECÂNICA DE MADEIRAS DE RÁPIDO CRESCIMENTO APÓS ENSAIOS DE CAMPO

Vanessa Lovatto Palma^{1*}, Elio José Santini², Amanda Grassmann da Silveira^{3*}, Maiara Talgatti³

SAP 20110 Data envio: 02/08/2018 Data do aceite: 16/08/2018
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 3, jul./set., p. 339-343, 2018

RESUMO - A durabilidade natural da madeira se refere a sua resistência temporal aos organismos biológicos de deterioração, e a sua determinação associada ao conhecimento da resistência mecânica permite uma melhor classificação de uso do material. Considerando a variação entre espécies, o objetivo deste trabalho foi avaliar a durabilidade natural e resistência mecânica de três espécies de eucalipto: *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. urophylla* S.T. Blake (Myrtaceae). As amostras foram levadas à câmara climatizada antes de serem submetidas aos campos de apodrecimento, até que atingissem biomassa constante a um teor de umidade de 12%. Calculou-se então a densidade aparente e posteriormente as amostras encaminhadas para área de exposição. Foram instaladas 48 amostras em campos de apodrecimento, sendo 24 em campo aberto e 24 em floresta fechada, e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Ao final de 13 meses avaliaram-se o percentual de perda de biomassa e a resistência ao impacto. Os melhores resultados quanto a durabilidade natural foram encontrados para as espécies *Eucalyptus cloeziana*, exposta na floresta e *E. grandis*, em campo aberto, ambas classificadas como resistentes pela norma utilizada como referência. A espécie que apresentou a maior perda de biomassa foi a *Eucalyptus urophylla*, no campo aberto, classificada como moderadamente resistente. O período exposição gerou redução na resistência ao choque em todas as espécies avaliadas. Porém, os resultados indicam que resistência ao impacto residual está relacionada com a densidade da espécie e, não com a classe de resistência.

Palavras-chave: decomposição, classe de resistência, perda de biomassa.

NATURAL DURABILITY AND MECHANICAL RESISTANCE OF FAST GROWING WOOD IN FIELD TESTS

ABSTRACT - The natural durability of wood refers to its temporal resistance to biological organisms of deterioration, and its determination your knowledge associated of mechanical resistance allows classification of use of the material. Considering the variation among species, the aimed of this study was to evaluate the natural durability and mechanical resistance of three eucalyptus species: *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. urophylla* S.T. Blake (Myrtaceae). The samples were taken to the climatic chamber before being submitted to the rotting fields until they reached a constant mass at a moisture content of 12%, so the apparent density was calculated and samples sent for exposition area. For this, 48 samples were installed in the rotting field, being 24 in the open field and 24 into a forest, and distributed by completely randomized design. At the end of 13 months, the percentage of mass loss and dynamic bending were evaluated. The *E. cloeziana*, exposed in the forest and *E. grandis*, in the field, presented the best results, both classified as resistant, the largest biomass loss was submitted to *E. urophylla*, in the field area. The results indicate that residual mechanical strength is more related to the density of the species than to the resistance class of the species.

Keywords: rotting, resistance class, weight loss.

INTRODUÇÃO

As restrições impostas pela legislação ambiental, no que se refere a utilização de espécies nativas de alta durabilidade natural, aliadas a dificuldade de produção destas espécies em plantios comerciais, resulta em elevados preços das madeiras reconhecidas como nobres (ARAÚJO et al., 2012). Como alternativa viável e sustentável, o emprego de espécies exóticas provenientes de reflorestamentos torna-se uma solução para suprir a demanda do setor, sendo importante conhecer qualidade do

material em relação a parâmetros físico-mecânicos e biológicos (LAZAROTTO et al., 2016).

Dentre as espécies de rápido crescimento, as quais têm-se mostrado como uma alternativa para assistir ao segmento do mercado madeireiro no Brasil, com maior amplitude de plantio são as do gênero *Eucalyptus*, essas são fontes de madeiras com utilização diversificada que abastecem a maior parte do setor florestal, apresentando desta forma grande importância econômica (HULLER et al., 2017).

¹Engenheira Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Professor Titular, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Pós-graduanda em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: amandagrassmann@gmail.com. *Autora para correspondência.

A madeira, por ser material de origem orgânica, dependendo das condições ambientais, é deteriorada principalmente por agentes biológicos (microrganismos, insetos e brocas marinhas) como descrito por Vivian et al. (2014). As espécies florestais possuem variações quanto a sua durabilidade natural, estando sujeitas à ação destes agentes deterioradores da madeira (CARVALHO et al., 2015).

Compreender as principais propriedades da madeira permite evitar problemas relacionados à segurança e prejuízos na reposição de peças inadequadas (SILVEIRA et al., 2016). Abruzzi et al. (2012) destacam a boa adequabilidade do material em situações que exijam resistência mecânica, como a utilização de postes e mourões, além da boa relação custo-benefício que a madeira apresenta quando comparada aos materiais como aço e concreto. A resistência a flexão dinâmica de um material é definida como sendo a capacidade de determinada peça em resistir ao impacto (TALGATTI et al., 2017). Essa propriedade mecânica tem importância na vida prática, pois contribui para o conhecimento da qualidade e utilização futura do material (SOUZA et al., 2013).

Para que seja caracterizada a durabilidade natural da madeira podem ser utilizados ensaios de campo ou de laboratório (BRISCHKE; ROLF-KIEL, 2010). De acordo com Mattos et al. (2013), ensaios de campo caracterizam de melhor forma a resistência natural da madeira, devido as condições reais de deterioração, principalmente por estar em contato com o solo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a durabilidade natural e resistência mecânica de três espécies de eucalipto: *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, por meio da perda de biomassa e resistência ao impacto.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo foram amostradas 5 árvores com 20 anos de idade de *Eucalyptus cloeziana*, *E. grandis* e *E. urophylla* de um povoamento localizado sob coordenadas geográficas de 29°43'04"S e 53°43'35"W. De cada árvore abatida, retirou-se a primeira tora de 3 m. As toras foram encaminhadas para a serraria local e desdobradas em pranchões centrais de 8 cm de espessura. Em seguida, foram confeccionados corpos de prova com dimensões de 2,0 x 2,0 x 30,0 cm de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997) e encaminhados para a câmara climatizada. Após estabilização do peso, determinou-se a densidade aparente pelo método direto, dada pela razão entre o volume e a biomassa do corpo de prova, ambos a 12% de umidade, por meio da Equação 1.

$$MEA = \frac{\text{Massa}_{12\%}}{\text{Volume}_{12\%}} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

MEA = densidade de uma amostra a 12% de umidade (g cm^{-3}),

Massa 12% = massa de uma amostra a 12% de umidade (g),

Volume 12% = volume de uma amostra a 12% de umidade (cm^3).

As amostras foram encaminhadas para exposição em campos de apodrecimento, para posterior avaliação da perda de massa e resistência ao impacto. As áreas possuíam dimensões de 5,06 m², onde foram dispostas 24 amostras no campo aberto (8 repetições de cada espécie), onde o solo apresentava cobertura natural de gramíneas e 24 (8 repetições de cada espécie) na Floresta Estacional Decidual.

Em delineamento inteiramente casualizado, o material foi distribuído, sendo enterrados verticalmente a uma profundidade de 15 cm do solo, com espaçamento de 30 cm entre as amostras, permanecendo nos campos por 13 meses. Foram separadas 8 amostras de cada espécie para serem mantidas na câmara climatizada, sendo estas as testemunhas, ou seja, amostras não expostas a deterioração.

A caracterização das áreas de apodrecimento foi realizada por meio da análise da porosidade, densidade e umidade do solo, sendo coletadas do centro de cada campo de apodrecimento e encaminhadas para o laboratório especializado em análises físicas do solo. Além disso, foi realizado o levantamento das condições climáticas do local, assim como as oscilações de temperatura, precipitação e umidade relativa, dados obtidos da Estação Meteorológica, próxima ao local.

A perda de biomassa das amostras foi determinada pela diferença entre a biomassa seca inicial e a final (Equação 2), visando a distribuição das amostras em classes de resistência (Tabela 1), de acordo com a norma ASTM D 2017 (2005).

$$PM = \frac{MSi - MSf}{MSi} * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

PM = perda de biomassa (%),

MSi = biomassa seca inicial (g),

MSf = biomassa seca final (g).

TABELA 1 - Classes de resistência sob o aspecto da perda de biomassa de espécies de *Eucalyptus* ao longo do tempo.

Classes de resistência	Perda de biomassa (%)	Biomassa residual (%)
Muito resistente	0-10	90-100
Resistente	11-24	76-89
Moderadamente resistente	25-44	56-75
Não resistente	>45	<55

As amostras foram submetidas ao ensaio de resistência ao impacto em pêndulo de Charpy, com capacidade de 100 J, valor adequado a recomendação da NBR 7190. A norma supracitada determina que o pêndulo utilizado deva ter capacidade entre três a cinco vezes o trabalho realizado para provocar a ruptura do material avaliado com maior resistência (32 J). Para realização do ensaio, o corpo de prova foi colocado sobre dois apoios, com vão de 24 cm, permitindo ao martelo atingir exatamente na metade do comprimento. Logo, realizou-se a leitura do valor referente ao trabalho absorvido pelo mesmo.

Para análise dos dados, o modelo experimental utilizado foi delineamento inteiramente casualizado, e analisados estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Complementarmente foram comparados os valores de densidade com os de perda de biomassa e resistência ao impacto pelo teste de correlação de Pearson. Ambas as análises foram executadas pelo pacote estatístico Genes (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies *Eucalyptus cloeziana* e *E. urophylla* apresentaram os maiores valores referentes a densidade aparente, 0,81 e 0,76 g cm⁻³, respectivamente, não apresentando diferença estatística entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro. O *E. grandis* apresentou valor de densidade de 0,56 g cm⁻³, diferindo estatisticamente das outras duas espécies.

O monitoramento das características edafoclimáticas dos campos de apodrecimento durante os

13 meses indicou valores médios de temperatura e umidade relativa do ar de 20°C e 82,5%, respectivamente. O solo apresentou porosidade total de 0,54 cm³ cm⁻³, densidade de 1,21 g cm⁻³ e umidade gravimétrica de 27,9%, no ambiente floresta. No ambiente campo aberto os valores encontrados foram 0,42 cm³ cm⁻³ para porosidade total; 1,50 g cm⁻³ para densidade e umidade de 23%. A menor densidade do solo no ambiente floresta está relacionada com a presença de raízes e microrganismos, enquanto que no campo aberto o pisoteio de animais implica na compactação do solo, com consequente aumento de sua densidade.

O ambiente é o que determina a classe de risco biológico em que o material está sujeito (SILVEIRA et al., 2015). Com o levantamento das principais características de cada área, é possível afirmar que ambos os ambientes foram considerados favoráveis ao desenvolvimento de organismos xilófagos, pois conforme Trevisan (2006), espécies de microrganismos apresentam diferentes condições ideais e de tolerâncias ao ambiente.

A temperatura ideal para a maioria dos organismos xilófagos, segundo Silva et al. (2005), situa-se entre 20 e 30°C, fator aliado a alta umidade relativa, solo menos denso e mais poroso, características estas que tornam as duas áreas de exposição propícias para perda de biomassa das amostras (Mendes e Alves, 1988). Isso indica o bom desempenho das espécies estudadas, que se classificaram entre resistentes a moderadamente resistentes à ação dos agentes deterioradores nos ambientes em que foram expostas (Tabela 2).

TABELA 2 - Valores médios de perda de biomassa de espécies de *Eucalyptus* avaliadas no campo aberto e floresta.

Espécies de <i>Eucalyptus</i>	Tratamentos	Perda de biomassa (%)
<i>E. cloeziana</i>	Campo aberto	20,10 ab*
	Floresta	16,93 a
<i>E. grandis</i>	Campo aberto	18,01 a
	Floresta	24,06 ab
<i>E. urophylla</i>	Campo aberto	26,23 b
	Floresta	21,15 ab

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Conforme observado pela perda de biomassa, as amostras de *Eucalyptus urophylla* situadas no ambiente campo foram as mais suscetíveis a decomposição, sendo a espécie classificada como moderadamente resistente no ambiente citado. O restante das espécies foi classificado como resistente, sendo os melhores resultados observados nas amostras *E. cloeziana* expostas na floresta e *E. grandis* localizadas no campo. O restante das amostras não apresentou diferença significativa com as amostras que perderam a menor porcentagem de biomassa, porém também não diferiram das que perderam a maior.

Em trabalho semelhante, Vivian et al. (2014) avaliaram a resistência de *Eucalyptus cloeziana* e *E. grandis*, também expostos em ambiente campo aberto e floresta, porém os resultados foram diferentes. Após quase 10 meses, os autores avaliaram a perda de biomassa como mínima, pois os valores não ultrapassaram 5%. Contudo,

Vivian et al. (2015) submeteram as espécies à exposição aos principais fungos deterioradores da madeira, onde o *Eucalyptus grandis* não apresentou resistência ao fungo da podridão branca e moderada resistência ao causador da podridão parda. Entretanto, o *E. cloeziana* demonstrou moderada resistência à podridão branca e resistência à parda, indicando a possibilidade da presença de tais organismos nas áreas de exposição, o que explicaria a maior porcentagem de perda de biomassa no presente estudo.

A análise para comparação das médias do trabalho absorvido, de acordo com os campos de apodrecimento, está apresentada na Tabela 3. Pode-se observar que os valores das amostras testemunhas que não passaram pelo tempo de exposição apresentaram as melhores médias.

Os testes indicaram que entre as espécies, a maior resistência ao impacto é apresentada pelo *E. urophylla*, seguido por *E. cloeziana* e então pelo *E. grandis*. A resistência do último é considerada estatisticamente igual a de tratamentos que sofreram exposição em área de apodrecimento, como a própria espécie quando submetida ao ambiente campo, ao do *E. cloeziana* (campo e floresta), *E. urophylla* (campo e floresta). O tratamento que apresentou menor resistência por meio da análise foi o *E. grandis* exposto ao ambiente florestal.

A norma ABNT NBR 7190 (1997), informa que valores médios usuais de resistência e rigidez de espécies de reflorestamento podem estar relacionados com a

densidade da espécie, ou seja, maiores valores de propriedades de resistência para madeiras de espécies com maior densidade. O que pode indicar ser esse o motivo da superioridade de *E. urophylla* e *E. cloeziana* em relação ao *E. grandis*, sendo as duas primeiras as espécies mais densas (OLIVEIRA et al., 2010).

Os resultados também apresentam o efeito da deterioração na propriedade mecânica estudada, ou seja, a capacidade das amostras de resistirem ao choque diminuiu após os 13 meses em campo de apodrecimento. Silveira et al. (2016) também verificaram uma redução significativa nas propriedades de flexão estática da madeira acácia-negra expostas em áreas de campo aberto e floresta.

TABELA 3 - Médias do trabalho absorvido (W) de espécies de *Eucalyptus* avaliadas no campo aberto, floresta e testemunha.

Espécies de <i>Eucalyptus</i>	Tratamentos	W (kgm)
<i>E. cloeziana</i>	Testemunha	3,00 ab*
	Campo aberto	2,21 bc
	Floresta	2,16 bc
<i>E. grandis</i>	Testemunha	2,25 bc
	Campo aberto	1,76 bc
	Floresta	1,20 c
<i>E. urophylla</i>	Testemunha	3,94 a
	Campo aberto	1,86 bc
	Floresta	2,20 bc

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Apesar dos valores médios da resistência decrescerem após o período de exposição, entende-se que o resultado está fortemente relacionado com a densidade aparente (Tabela 4), mesmo que a espécie de eucalipto seja exposta por um longo tempo, quanto maior sua densidade

maior resistência mecânica, conforme descrito por Abruzzi et al. (2012). O que justifica o fato do melhor tratamento em relação a perda de biomassa não ser o mesmo de quando avaliada a resistência ao impacto.

TABELA 4 - Coeficientes de correlação de Pearson entre densidade aparente, perda de biomassa e resistência ao impacto.

	Densidade	Perda de biomassa	Resistência ao impacto
Densidade aparente	1,00	-0,19	0,77*
Perda de biomassa		1,00	-0,15
Resistência ao impacto			1,00

*Significativo pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

A correlação entre os parâmetros estudados indica uma alta similaridade, isto é, uma elevada relação linear entre a densidade aparente com a resistência ao impacto. Isso representa que quanto maior o valor da primeira, maior será o trabalho necessário para danificar a madeira.

A correlação entre a densidade e a perda de biomassa foi negativa, indicando que espécies com maior densidade aparente tendem a perder menos biomassa, assim como a relação entre a perda de biomassa e resistência ao choque, representando que, quanto maior a porcentagem de perda, menor será a resistência da madeira.

CONCLUSÕES

Os melhores resultados quanto a durabilidade natural foram encontrados para as espécies *Eucalyptus cloeziana*, exposta na floresta e *Eucalyptus grandis*, em campo aberto, ambas classificadas como resistentes pela norma utilizada como referência.

A espécie que apresentou a maior perda de biomassa foi a *Eucalyptus urophylla*, no campo aberto, classificada como moderadamente resistente.

O período exposição gerou redução na resistência ao choque em todas as espécies avaliadas. Porém, os resultados indicam que resistência ao impacto residual está relacionada com a densidade da espécie, e não com a classe de resistência.

REFERÊNCIAS

ABRUZZI, R.C.; PIRES, M.R.; DEDAVID, B.A.; KALIL, S.B. Relação das propriedades mecânicas e densidade de postes de madeira de eucalipto com seu estado de deterioração. *Revista Árvore*, v.36, n.6, p.1173-1181, 2012.

- ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-2017**: standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Philadelphia; 2005. 5p. Annual Book of ASTM Standards.
- ARAÚJO, H.J.B.; MAGALHÃES, W.L.E.; OLIVEIRA, L.C. Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico. **Acta Amazônica**, v.42, n.1, p.49-58, 2012.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeiras. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_10544nby_-_7190_-_projeto_de_estruturas_de_madeira_pdf.pdf>. Acesso em: 21 set. 2018.
- BRISCHKE, C.; ROLF-KIEL, H. Durability of European oak (*Quercus* spp.) in ground contact - a case study on fence posts in service. **European Journal of Wood and Wood Products**, v.68, n.2, p.129-137, 2010.
- CARVALHO, D.E.; SANTINI, E.J.; GOUVEIA, F.N.; ROCHA, M.P. Resistência natural de quatro espécies florestais submetidas a ensaio com fungos apodrecedores. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.2, p.271-276, 2015.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa; Editora UFV, 2001. 648p.
- HULLER, L.A.S.; HASELEIN, C.R.; SILVEIRA, A.G.; MENEZES, W. M.; TALGATTI, M., SOUZA, J.T.; SANTINI, E.J. Modificação térmica e propriedades tecnológicas da madeira de *Eucalyptus cloeziana*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, n.90, p.183-188, 2017.
- LAZAROTTO, M.; CAVA, S. D.S.; BELTRAME, R.; GATTO, D.A.; MISSIO, A.L.; GOMES, L.G.; MATTOSO, T. R. Resistência biológica e colorimetria da madeira termoretificada de duas espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, v.40, n.1, p.135-145, 2016.
- MATTOS, B.D.; GATTO, D. A.; CADEMARTORI, P.H.G.; STANGERLIN, D.M.; BELTRAME, R. Durabilidade a campo da madeira de três espécies de *Eucalyptus* tratadas por imersão simples. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.648-655, 2013.
- MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, p. 10-15, 1988.
- OLIVEIRA, J.T.D.S; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N.C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.929-936, 2010.
- SILVA, I.D.D.; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, M. R. D.; CUNHA, M. G. D. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.109-115, 2005.
- SILVEIRA, A.G.; SANTINI, E.J.; TREVISAN, R.; CANCIAN, L.C.; MARIANO, L.G. Ocorrência e danos de térmitas na madeira de *Acacia mearnsii* (Fabaceae) em dois campos de apodrecimento. **Revista do Instituto Florestal**, v.27, n.2, p.183-189, 2015.
- SILVEIRA, A.G.; TREVISAN, R.; SANTINI, E.J.; CANCIAN, L.C.; MARIANO, L.G. Deterioração da madeira de acácia-negra em dois ambientes de exposição. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.15, n.3, p.251-255, 2016.
- SOUZA, J.T.; FILIPINI, F.R.; BORTOLUZI, R.N.G.; BELTRAME, R.; VIVIAN, M.A.; MENEZES, W.M. Comportamento da flexão dinâmica na madeira de *Patagonula americana* L. e *Ocotea catharinensis* Mez. **Ciência da Madeira**, v.4, n.2, p.228-237, 2013.
- VIVIAN, M.A.; SANTINI, E.J.; MODES, K.S.; CARVALHO, D.E.; CORRÊA, W.W. Resistência biológica da madeira tratada de duas espécies de *Eucalyptus* em ensaio de campo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.34, n.80, p.425-433, 2014.
- VIVIAN, M.A.; SANTINI, E.J.; MODES, K.S. GARLET, A. MORAIS, W.W.C. Resistência biológica da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* a fungos apodrecedores em ensaios de laboratório. **Ciência Florestal**, v.25, n.1, p.175-183, 2015.
- TALGATTI, M.; SUSIN, F.; CARVALHO, D.E.; SANTINI, E.J. Bulk density density and its implications on dynamic bending of *Hovenia dulcis* Thunb Wood. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.16, n.1, p.21-26, 2017.
- TREVISAN, H. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**. 2006. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.