

Avaliação da madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis*, submetida ao ataque de cupim de madeira seca, *Cryptotermes brevis*

Evaluation of the *Eucalyptus grandis* thermorectificated wood submitted to the drywood termite attack, *Cryptotermes brevis*

Antonio Maria das Chagas Pessoa¹, Evôneo Berti Filho² e José Otávio Brito³

Resumo

Avaliou-se a resistência da madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis*, submetida ao ataque do cupim de madeira seca, *Cryptotermes brevis*. Para tanto, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 6 tratamentos (A – testemunha, madeira seca ao ar; B - madeira termorretificada a 120 °C; C - madeira termorretificada a 140 °C; D - madeira termorretificada a 160 °C; E - madeira termorretificada a 180 °C; F - madeira termorretificada a 200 °C) e 15 repetições. Em cada repetição foram colocados 40 cupins, na proporção 38 ninfas para 2 soldados. Foram avaliados os danos causados pelos cupins à madeira, bem como a mortalidade dos insetos. Considerando-se as condições do estudo, os tratamentos não foram suficientes para oferecer total imunidade da madeira ao ataque dos cupins. De qualquer forma, foram observadas incidências de menores danos à madeira, bem como aumento na mortalidade de insetos, em função da elevação da temperatura de termorretificação. Tais aspectos sugerem a continuidade dos estudos de termorretificação de madeira e a ação dos cupins, por exemplo, mediante a aplicação de testes, de preferência alimentar.

Palavras-chave: Termorretificação, *Eucalyptus grandis*, Madeira, Cupins, *Cryptotermes brevis*

Abstract

This research deals with the evaluation of the *Eucalyptus grandis* thermorectificated wood, against the attack of the drywood termite *Cryptotermes brevis*. To evaluate the association wood and termite, it was used a totally random experimental outline, with 6 treatments (A- wood dried at environmental temperature; B- wood thermorectified (wt) at 120 °C; C- wt at 140 °C; D- wt at 160 °C; E- wt at 180 °C; F- wt at 200 °C) and 15 replications. Each replication received 30 termite specimens (38 nymphs for 2 soldiers). The results indicated that the wood thermally treated is not totally resistant to termite attack, but it was observed a differential scale of damage. The less attacked was the wood treated at the most elevated temperatures, as well, they showed the highest termite mortality. The results suggest being interesting new studies on this subject.

Keywords: Wood thermorectification, *Eucalyptus grandis*, *Cryptotermes brevis*

INTRODUÇÃO

Existem várias modalidades de aplicação de calor à madeira, as quais podem ser usadas como instrumento para seu processamento. A secagem artificial, a carbonização e gaseificação são exemplos clássicos de tais possibilidades, as quais puderam ser propostas graças aos conhecimentos acumulados sobre a pirólise.

A pirólise pode ser definida como o fenômeno que leva a madeira à degradação, mediante a ação do calor, na ausência de agentes oxidantes ou de catalizadores e, portanto, sem que haja combustão (BRITO, 1992).

Nos anos 80, em função da crise de petróleo, que demandava materiais energéticos alternativos, a pirólise da madeira passou por uma nova e intensa fase de estudos, em nível mundial. Uma das decorrências desse fato foi o surgimento do chamado processo de torrefação da madeira.

A torrefação tem por finalidade a obtenção de um produto sólido da pirólise exotérmica e parcialmente controlada da madeira, na faixa de temperatura entre 200 e 280 °C, apresentando: a) elevado conteúdo energético; b) hidrofobia - praticamente não absorve umidade; c) ótima durabilidade e friabilidade (VERGNET, 1988).

¹Mestre pelo Departamento de Ciências Florestais da ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da USP

²Professor Titular Departamento de Entomologia da ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da USP - Universidade de São Paulo - Caixa Postal 9 - Piracicaba, SP - 13400-970 - E-mail: eberti@esalq.usp.br

³Professor Titular Departamento de Ciências Florestais da ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da USP - Universidade de São Paulo - Caixa Postal 9 - Piracicaba, SP - 13400-970 - E-mail: jotbrito@esalq.usp.br

Um processo derivado da torrefação surgiu logo a seguir, também com a finalidade da obtenção de um produto sólido a partir da pirólise da madeira, mas sem o forte apelo do seu uso energético. O processo é então denominado de retificação térmica ou termorretificação, geralmente conduzido nas temperaturas inferiores àquelas usadas na torrefação (GOHAR e GUYONNET, 1998).

O produto pode ter como destino principal a construção civil, a fabricação de móveis, decorações, instrumentos musicais, dentre outros. Transformado em fragmentos, pode ainda ser usado para a manufatura de materiais compostos em associação com vidro, fibra de vidro, materiais colantes tais como gesso, cimento, etc. Pode ainda substituir o tratamento de espécies cuja impregnação com compostos químicos é proibida de acordo com a natureza do uso final da madeira. As informações e os estudos técnicos sobre termorretificação da madeira indicam que o processo é operacional em escala industrial e que os custos têm-se mostrado compatíveis com as possibilidades do mercado (GOHAR e GUYONNET, 1998; KAILA, 1999; PINCELLI, BRITO e CORRENTE, 2002; DUCHEZ e GUYONNET, 2002).

Diante das possibilidades da aplicação da madeira termorretificada, é evidente que a questão da sua resistência ao ataque de cupins também faz parte do elenco das demandas existentes para avaliação do produto. Nesse contexto, o conhecimento sobre a ação do chamado cupim de madeira seca, *Cryptotermes brevis*, torna-se uma importante referência. Este cupim tem grande potencial de destruição, causando danos em madeiras das estruturas de edificações, em móveis, livros e demais produtos oriundos da celulose, trazendo como consequência inúmeros prejuízos em áreas urbanas em todo o mundo (HARRIS, 1971). Ela é considerada a principal praga das construções do sudeste brasileiro, apesar de ocorrer também nas regiões norte e sul do Brasil infestando, sobretudo, o madeiramento das edificações (ARAUJO, 1977; FONTES, 1996).

Diante do exposto, os estudos que possam conduzir ao mecanismo de aumento da resistência da madeira ao ataque do cupim podem ser considerados como de extrema importância. Foi neste contexto que se propôs estudar a madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis*, em relação ao ataque de *Cryptotermes brevis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usadas pranchas de madeira de *Eucalyptus grandis*, com dimensões de 400 x 25 x 3 cm, obtidas de 5 árvores, com 21 anos de idade, plantadas na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi, Estado de São Paulo, Brasil.

As pranchas foram empilhadas e armazenadas durante 6 meses, sob abrigo, para pré-secagem ao ar livre. Após esse tempo, as pranchas foram processadas para a obtenção de 300 tábuas, nas dimensões de 28 x 15,0 x 2,5 cm. Desse lote 30 tábuas foram tomadas aleatoriamente, as quais foram armazenadas em sacos plásticos, para serem usadas como material testemunha. Outras 200 tábuas também foram aleatoriamente tomadas para serem secadas em estufa laboratorial a 100 °C, até peso constante. Após tal secagem, procedeu-se à seleção de um lote de 160 tábuas, as quais não apresentavam defeitos visuais expressivos, tais como empenamentos e rachaduras. O material desse lote foi usado nas termorretificações, em estufa elétrica laboratorial, conforme ilustra a Figura 1, com controle programável de temperatura.

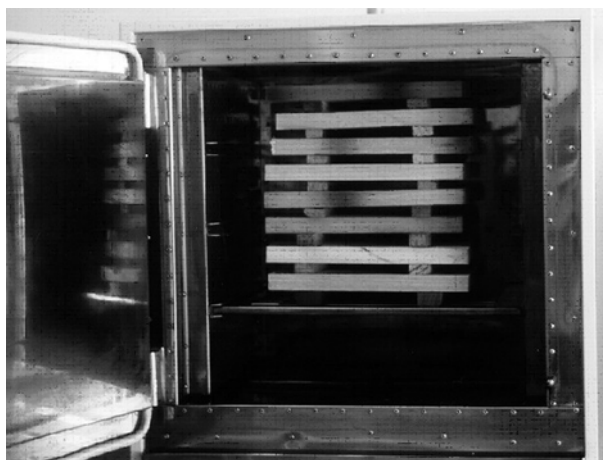


Figura 1. Madeira na unidade de termorretificação. (Wood in the thermorettification unit)

As termorretificações foram realizadas tendo como referência as seguintes temperaturas finais de tratamento: T1- madeira termorretificada a 120 °C; T2- madeira termorretificada a 140 °C; T3- madeira termorretificada a 160 °C; T4- madeira termorretificada a 180 °C e T5- madeira termorretificada a 200 °C, conforme indicado na Figura 2. Em todos os casos, foi usada uma taxa de aquecimento de 0,135° min⁻¹.

Atingida a temperatura final preconizada para cada tratamento, a estufa era desligada e as madeiras permaneciam no seu interior para resfriamento, até a temperatura de 30 °C, sendo

então pesadas e armazenadas em sacos plásticos. Em seguida, procedeu-se ao cálculo do rendimento de madeira termorretificada, segundo a equação: $R = P2/P1 \times 100$

onde R = Redução de massa (%);

P1 = peso da madeira antes da termorretificação (g);

P2 = peso da madeira após termorretificação (g).

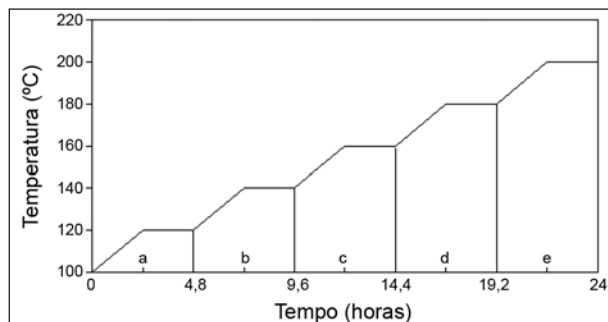


Figura 2. Programa de termorretificação: a = 120° C; a+b = 140° C; a+b+c = 160° C; a+b+c+d = 180° C; a+b+c+d+e = 200° C. (Thermoretification programme: a = 120° C; a+b = 140° C; a+b+c = 160° C; a+b+c+d = 180° C; a+b+c+d+e = 200° C).

A capacidade de carga da estufa era de 16 tábuas e, tendo sido realizadas 2 repetições para cada tratamento, obteve-se um total de 32 tábuas para cada temperatura final de termorretificação. Na seqüência, este material foi novamente processado, no sentido do preparo dos corpos de prova para os testes com cupins. Isto compreendeu a transformação das tábuas em peças 7 x 2,3 x 0,6 cm, procedimento este que também foi conduzido nas tábuas inicialmente selecionadas como material testemunha. Tais peças foram destinadas aos estudos com os cupins.

Os cupins foram obtidos em experimento instalado no Laboratório de Entomologia da ESALQ/USP, em criação conduzida em peças de madeira seca. Os insetos foram retirados da criação e colocados inicialmente em placas de Petri, onde permaneceram por 24 horas, visando dar oportunidade para o reconhecimento entre os indivíduos.

O experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado, composto por 6 tratamentos (A- testemunha, madeira seca ao ar; B- madeira termorretificada a 120 °C; C- madeira termorretificada a 140 °C; D- madeira termorretificada a 160 °C; E- madeira termorretificada a 180 °C; F- madeira termorretificada a 200 °C) e 15 repetições cada.

Para cada repetição foram utilizados 40 cupins, na proporção de 38 ninfas para 2 soldados. A montagem do experimento baseou-se no Método IPT - n0 1157 - D/D2 DIMAD - 1980, Ensaio Acelerado de Laboratório da Resistência Natural ou de Madeira Preservada ao Ataque de Térmitas do Gênero *Cryptotermes* (Família Kalotermitidae), conforme referenciado por Pessoa (2002). Esse método preconiza a avaliação dos danos causados pelos cupins à madeira. A Figura 3 mostra como o experimento foi montado segundo o procedimento descrito.

Após 60 dias, os corpos de prova foram avaliados em relação aos danos provocados pelos cupins, sendo atribuídas notas de 0 (zero) a 4 (quatro) de acordo com a seguinte escala: nota 0 (zero) - nenhum dano; nota 1 (um) - dano superficial ou leve; nota 2 (dois) - dano moderado; nota 3 (três) - dano acentuado; nota 4 (quatro) - dano profundo, correspondente ao observado no tratamento testemunha.

A avaliação de danos foi realizada por um único operador treinado e compreendia a detecção ou não de dano visual aparente, devido a desgastes superficiais e orifícios causados pelos cupins, conforme recomendado pelo método. Além dos danos causados às madeiras, foi avaliado também o número de insetos mortos. A Figura 4 apresenta alguns danos causados pelos insetos às madeiras e suas respectivas notas.



Figura 3. Ensaio de ataque de cupins. (Tests of the termite attack).

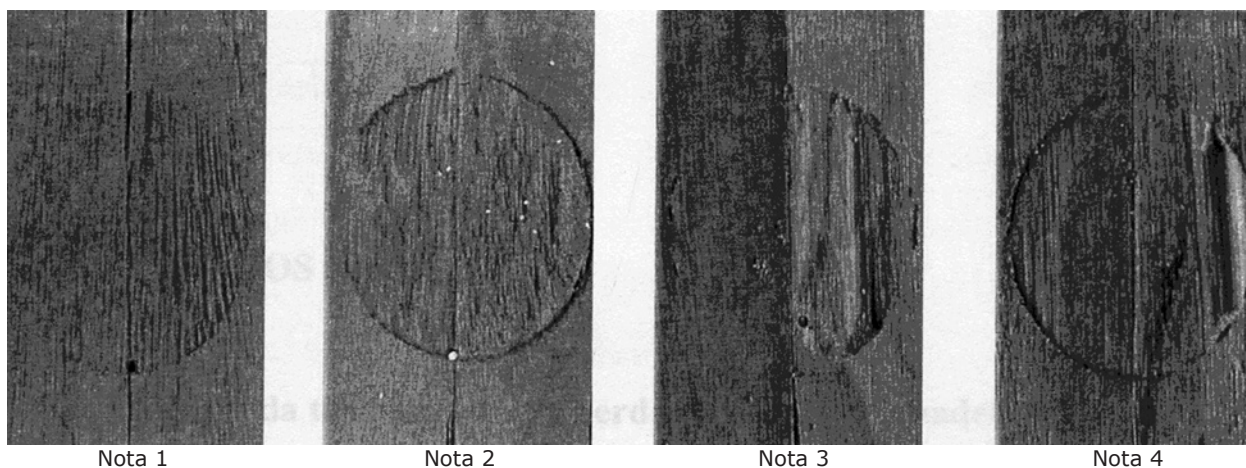


Figura 4. Classificação de danos dos cupins às madeiras. (Classes of wood damages caused by termites)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do experimento são apresentados na Tabela 1 e Figuras 5 e 6.

Observou-se que todos os corpos de prova foram afetados pelos cupins havendo, no entanto, diferenças nos graus de ataque em função dos tratamentos.

Independentemente de qualquer outro aspecto, vale a observação de que os danos ocorreram em todos os tratamentos, indicando que, para as condições específicas do estudo, a termorretrificação não foi capaz de proteger totalmente a madeira contra o ataque dos cupins. Deve ser mencionada, contudo, a tendência da redução do grau de ataque, com o aumento da temperatura. A madeira do tratamento testemunha foi a mais atacada, apesar das diferenças entre as médias dos tratamentos não terem sido estatisticamente significativas.

Apesar de ter sido observada a presença de cupins mortos em todos os tratamentos, constatou-se também diferenças no grau de mortalidade de acordo com a temperatura aplicada. Este grau foi bem maior e com diferença estatisticamente significativa para a madeira termorretrificada a 200 °C.

Uma razão que pode justificar a mortalidade dos cupins seria a presença de compostos orgânicos resultantes da degradação térmica, os quais podem ser nocivos aos cupins. É o caso dos compostos fenólicos, que podem permanecer como resíduo no produto sólido obtido (BRITO, 1992). Nesse sentido, é importante destacar a existência de estudos referentes à correlação entre compostos químicos da madeira e sua resistência natural ao ataque de insetos xilófagos.

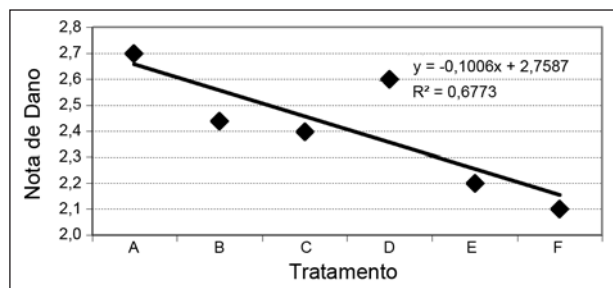


Figura 5. Danos à madeira causados pelos cupins. (Damage in the wood caused by the termites)

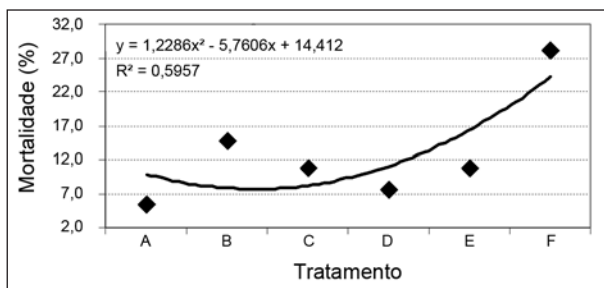


Figura 6. Mortalidade dos cupins. (Termite mortality)

Tabela 1. Danos à madeira e mortalidade de cupins. (Wood damage and termite mortality)

Tratamento	Temperatura (°C)	Nota de dano à madeira		Número de cupins mortos	
		Média ⁽¹⁾	CV (%)	Média ⁽¹⁾	CV (%)
A	Testemunha	2,70 a	12,84	5,33 a	13,23
B	120	2,44 a	9,86	14,67 a	7,88
C	140	2,40 a	11,77	10,80 a	12,56
D	160	2,60 a	8,90	7,50 a	13,85
E	180	2,20 a	12,5	10,83 a	9,56
F	200	2,10 a	13,2	28,17 b	10,56

⁽¹⁾ Média de 15 repetições. Tratamentos seguidos da mesma letra não apresentam diferenças entre si (Teste t, $\alpha = 5\%$)

Diversos são os autores que relatam a ação de substâncias químicas como terpenóides, terpenos, quinonas, polifenóis e outros extrativos como repelentes e/ou substâncias tóxicas aos cupins ou aos seus simbioses (HILLIS e YAZAKI, 1973; TISSEVERASINGHE e JAYATILLEKE, 1973; BULTMAN e PARRISH, 1979; SCHEFFRAHN, 1991; CORNELIUS *et al.*, 1995). Diante disso, pode-se lançar a hipótese de que os componentes químicos gerados durante a termorreificação da madeira possam ter contribuído para a morte dos cupins. A mortalidade poderia ser resultante da ação direta sobre os cupins ou do desequilíbrio causado sobre seus simbioses. A quantidade desses microorganismos presentes no intestino dos cupins pode se tornar insuficiente para digerir a celulose, influenciando o hábito alimentar desses insetos, o que poderia causar-lhes a morte (Supriana, 1985, citado por ABREU e SILVA, 2000).

CONCLUSÕES

Nas condições do estudo, o tratamento térmico não foi suficientemente eficaz para conceder à madeira total resistência contra a ação de cupins *Cryptotermes brevis*. No entanto, madeiras submetidas a tratamentos de temperaturas mais elevadas sofreram menores danos e apresentaram maior número de cupins mortos. Além de evidenciar a existência de algum potencial a ser explorado em futuras pesquisas, deve-se considerar que os testes sobre a ação dos cupins foram realizados em condições limites, ou seja, mediante a oferta de uma única alternativa de alimento. Desse modo, recomenda-se a condução de novos ensaios, mediante a aplicação de testes, de preferência alimentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R.L.S.; SILVA, K.E.S. Resistência natural de dez espécies madeireiras da Amazônia ao ataque de *Nasutitermes macrocephalus* (Silvestri) e *N. surinamensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). *Revista Ávore*, Viçosa, v.24, n.2, p.229-234, 2000.
- ARAUJO, R.L. *Catálogo dos Isoptera do novo mundo*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. 92p.
- BRITO, J.O. *Estudo das influências da temperatura, taxa de aquecimento e densidade da madeira de Eucalyptus maculata e Eucalyptus citriodora sobre os resíduos sólidos da pirólise*. 1992. 81p. Tese (Livro Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- BULTMAN, J.D.; PARRISH, K.K. Evaluation of some wood extractives and related compounds as anti-borer, anti-fungal, and anti-termitic agents. *International Biodeterioration Bulletin*, Birmingham, v.15, n.1, p.19-27, 1979.
- CORNELIUS, M.L.; GRACE, JK.; FORD, P.W.; DAVIDSON, B.S. Toxicity and repellency of semiochemicals extracted from a *Dolichoderine ant* (Hymenoptera, Formicidae) to the formosan subterranean termites (Isoptera, Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, College Park, v.24, n.5, p.1263-1269, 1995.
- DUCHEZ, L.; GUYONNET, R. **Principles and applications of wood rectification**. Disponível em: <http://techtp.com/twopapers/fao>. Acesso em: 20 mar.2002.
- FONTES, L.R. Controle de cupins em ambientes urbanos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE CONTROLE DE PRAGAS URBANAS, 2., São Paulo, 1996. *Anais*. São Paulo: EXPOPAG, 1996. p.53-68.
- GOHAR, P.; GUYONNET, R. Development of wood rectification process at the industrial stage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WOOD PRESERVATION, 4., Cannes, 1998. *Proceedings*. Cannes: IRG, 1998. p.173-178.
- HARRIS, W.V. **Termite: their recognition and control**. 2.ed. London: Longman Group, 1971. 186p.
- HILLIS, W.E.; YAZAKI, Y. Polyphenols of *Intsia heartwood*. *Phytochemistry*, Oxford, v.12, p.2491-2495, 1973.
- KAILA, P. *Arquitectura en Finlandia: tecnologia de la construcción. Los paneles: Revista Internacional para la Industria Maderera para Latino América*, v.19, n.202, p.8-19, 1999.
- PESSOA, A.M.C. **Termorreificação da madeira de Eucalyptus grandis Hill Ex Maiden (Myrtaceae) submetida ao cupim de madeira seca, Cryptotermes brevis (Walker, 1853) (Isoptera: Kalotermitidae) para teste de resistência**. 2002. 39p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- PINCELLI, A.L.P.S.; BRITO, J.O.; CORRENTE, J. E. Avaliação da termorreificação sobre a colagem na madeira de *Eucalyptus saligna* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.61, p.122-132, 2002.

SCHEFFRAHN, R.H. Allelochemical resistance of wood to termites. *Sociobiology*, Chico, v.19, n.1, p.257-281, 1991.

TISSEVERASINGHE, A.E.K.; JAYATILLEKE, M.P. A preliminary study of the feeding preferences of the dry wood termites. *Sri Lanka Forestry*, v.11, p.13-18, 1973.

VERGNET, L.F. **Torrefied wood: characteristics, economics and prospects at the present stage of process development.** Nogent Sur Marne: CIRAD, Head of Energy Department, 1988. 1v.