

# Efeito do tratamento térmico sobre a resistência da madeira de cambará a cupins subterrâneos

## Effect of *Qualea paraensis* wood thermal treatment to termite attack resistance

Rafael R. de Melo<sup>1,3,\*</sup>, Andrey G. da M. F. e Silva<sup>2</sup>, Marlus Sabino<sup>2</sup>, Diego M. Stangerlin<sup>2</sup>, Felipe G. Batista<sup>3</sup> e Maila J. C. de Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN, Brasil  
(\*E-mail: rafael.melo@ufersa.edu.br)

<https://doi.org/10.19084/rca.17079>

Recebido/received: 2019.02.24

Aceite/accepted: 2019.06.03

### RESUMO

O trabalho avaliou a influência da termorreificação na resistência ao ataque de cupins em madeira de *Qualea paraensis*. A madeira utilizada no experimento foi submetida à termorreificação com duas temperaturas (180 e 200°C) e dois períodos de permanência em estufa (120 e 240 min.). Após os tratamentos térmicos, as amostras de madeira foram submetidas ao ensaio de biodegradação, sendo mantidas em ambiente controlado, com presença do cupim *Nasutitermes corniger*. (Dictyoptera: Termitidae), durante 45 dias. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os diferentes tratamentos térmicos alteraram as características avaliadas para a madeira de *Qualea paraensis*. Três dos quatro tratamentos térmicos avaliados aumentaram a massa específica da madeira. Contudo, também foi verificado um aumento da suscetibilidade da madeira ao ataque de cupins de madeira úmida.

**Palavra-chave:** Xilófagos, *Nasutitermes*, Biodegradação.

### ABSTRACT

The study evaluated the influence of heat treatment on termites attack of *Qualea paraensis*. wood. The wood used in the experiment was submitted to heat treatment with two temperatures (180 and 200°C) and two periods of stay in the oven (120 and 240 min.). After heat treatment the wood specimens were subjected to the biodegradation test, being maintained in a controlled environment with presence of the termites *Nasutitermes corniger*. (Dictyoptera: Termitidae) for 45 days. The results were submitted to variance analysis and the means compared to Tukey's test at 5% significance. The thermal treatments for the *Qualea paraensis* made modification characteristics of the wood. Three of the four thermal treatments evaluated increased the density. However, there was also an increase too in susceptibility of wood to the attack of humid wood termites.

**Keywords:** Xylophagous, *Nasutitermes*, biodegradation.

## INTRODUÇÃO

A madeira de *Qualea paraensis* (cambará) vem ganhando destaque e se tornando uma das espécies florestais mais valorizadas para o emprego estrutural na construção (Biasi & Rocha, 2007), sendo indicada para uso interno em construção civil, como caibros, vigas, esteios, ripas, para confecção de móveis, brinquedos, cabos de ferramentas e instrumentos agrícolas (Lorenzi, 2002). Contudo, apesar das suas propriedades que permitem ampla utilização, ainda existem algumas limitações no uso da madeira, como, por exemplo, a instabilidade dimensional e a biodeterioração (Araújo *et al.*, 2012).

Muitos estudos têm sido desenvolvidos na área da modificação da madeira, com o intuito de melhorar a estabilidade dimensional e a resistência biológica (Matsuda, 1996). Uma forma de melhorar a estabilidade dimensional da madeira é o emprego de tratamento térmico no material, que reduz a higroscopicidade pela degradação térmica das hemiceluloses (Severo & Calonego, 2009). De entre os constituintes químicos da madeira, a hemicelulose é a mais hidrófila, contribuindo para a variação dimensional da madeira em função da troca de água com o meio (Borges & Quirino, 2004). Porém, a degradação de um componente estrutural da madeira pode causar efeitos negativos às propriedades químicas e mecânicas, sendo esses efeitos irreversíveis (Winandy & Rowell, 2005).

Diante das possibilidades da aplicação da madeira termorretrificada, é evidente que a questão da sua resistência ao ataque de cupins também faz parte do elenco das demandas existentes para avaliação do produto (Pessoa *et al.*, 2006). Assim, o conhecimento da resistência natural da madeira é de suma importância para a recomendação de empregos adequados e para evitar gastos desnecessários com a reposição de peças deterioradas e reduzir os impactos sobre as florestas remanescentes (Paes *et al.*, 2003).

Desta forma, este trabalho avaliou os efeitos da termorretrificação na resistência ao ataque de cupins na madeira de cambará (*Qualea paraensis*).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo foram utilizadas peças de madeira da espécie *Qualea paraensis*. (Cambará) obtida em estabelecimentos madeireiros do município de Sinop – MT. As peças foram encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop, onde foram confeccionadas amostras com dimensões de 25,0cm x 9,0cm x 1,7cm, sendo o maior tamanho no sentido axial, e submetido a tratamento de termorretrificação.

O processo da termorretrificação foi realizado em março de 2015 em estufa de circulação de ar forçada. Os tratamentos foram constituídos de variação na temperatura de 180°C e 200°C em períodos de permanência na estufa de 120 e 240 minutos, com acréscimo das amostras testemunha (Quadro 1).

**Quadro 1** - Tratamentos adotados para termorretrificação da madeira de *Qualea paraensis*

Tratamento	Tempo (min.)	Temperatura (°C)
T0 (Controle)	-	-
T2	120	180
T3	120	200
T3	240	180
T4	240	200

Após o tratamento térmico as peças foram redimensionadas, tornando-se proporções de 4,9cm x 1,7cm x 1,7cm, para a análise da biodegradação por cupim *Nasutitermes corniger*, e 25,0cm x 1,7cm x 1,7cm para caracterização mecânica.

A escolha desse grupo de cupins do gênero *Nasutitermes*, foi feita em função de sua ampla distribuição, além de proporcionar danos em madeiras e estruturas no Brasil, sendo responsável por uma percentagem considerável de estragos no Brasil (Paes *et al.*, 2003).

O ensaio de biodegradação por cupim foi realizada no Laboratório de Química da Madeira Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop, entre os meses de fevereiro e abril de 2016. Para o ensaio foram adotados 10 corpos de prova de cada tratamento. As amostras foram secas em

estufa de circulação de ar forçada, numa temperatura de 60 °C, durante 2 dias para obtenção do peso seco inicial, sendo em seguida expostas em ambiente controlado contendo uma colônia de *Nasutitermes corniger*.

As amostras permaneceram expostas por período de 45 dias sob ações dos agentes xilófagos. Após o período de exposição às amostras foram novamente secas em estufas para obtenção do peso seco final. A quantificação do ataque dos agentes xilófagos foi feita pela perda de massa das amostras antes e após serem expostas aos cupins. Foi realizada ainda uma avaliação qualitativa do ataque seguindo a normativa proposta pela American Society for Testing and Materials – ASTM D3345-17 (ASTM, 2017), na qual as amostras receberam notas conforme sua classe de intensidade de ataque (Quadro 2).

**Quadro 2** - Avaliação qualitativa do desgaste provocado pelas térmitas nas amostras

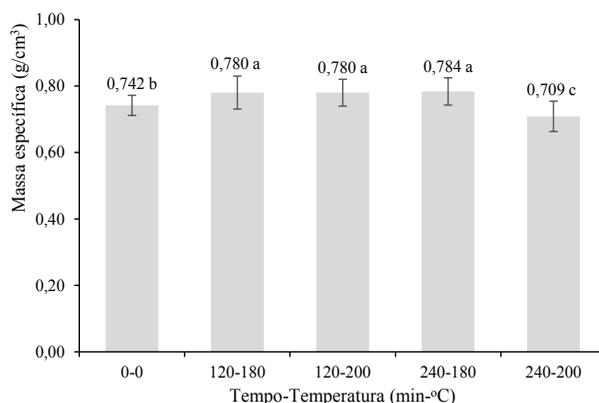
Nota	Descrição
10	Sadio, permitindo escarificação superficial
9	Ataque leve ou superficial
7	Ataque moderado, havendo penetração
4	Ataque intenso
0	Ruptura dos corpos de prova

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema unifatorial 5 x 10 (tratamento térmico x repetição, respectivamente), sendo os parâmetros analisados a perda de massa e o desgaste (obtido por meio de análises subjetivas), atribuídas por nota da avaliação qualitativa da intensidade de ataque. Os resultados dos parâmetros foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação de massa específica para os diferentes tratamentos avaliados pode ser observada na Figura 1. Verificou-se que as variações de tempo e

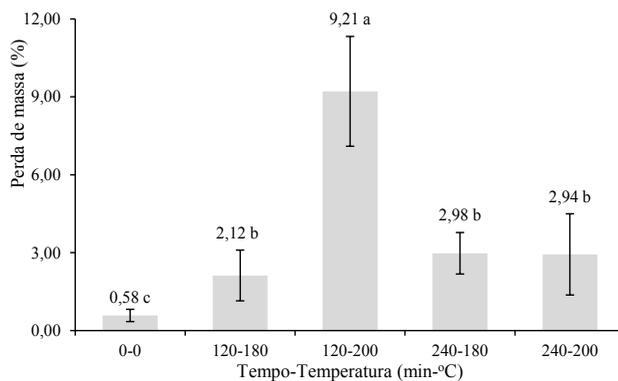
temperatura do tratamento proporcionaram alterações em sua massa específica. De acordo com os resultados, os tratamentos de 120 min e o de 240 min a 180°C não apresentaram diferenças significativas entre eles, sendo que a massa específica média aumentou quando comparado ao caso do tratamento mais agressivo (240 min e 200°C) e as amostras testemunha onde houve uma diminuição da massa específica. De acordo com Tiemann (1915), os processos de modificação térmica podem ser aplicados a uma ampla variedade de espécies de madeira, mas precisam ser otimizados para cada espécie. As propriedades melhoradas são altamente dependentes de condições de processo, como intensidade de tratamento (duração, temperatura), espécies de madeira e as dimensões da madeira serrada, que pode ter contribuído para o aumento e diminuição da massa específica.



**Figura 1** - Variação de massa específica para a madeira de *Qualea paraensis* submetida a diferentes tratamentos térmicos.

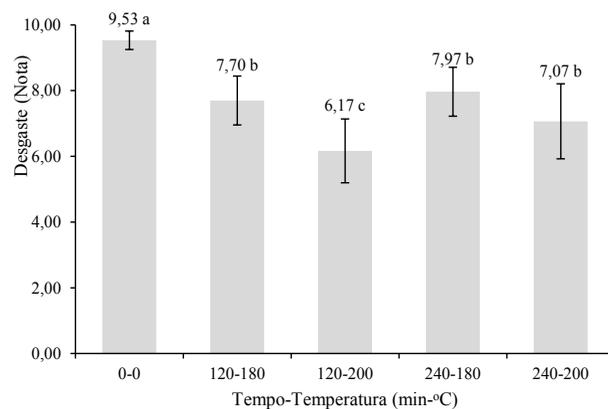
A perda de massa da madeira durante a modificação térmica é um efeito característico, onde a diminuição de massa de até 20% pode ocorrer dependendo do tipo de processo. A maioria das propriedades de madeiras termicamente modificadas são semelhantes às propriedades da matéria-prima, afetadas pela intensidade do processo de tratamento de calor, ou seja, pela duração e a temperatura do processo. A maior parte dos processos de modificação térmica, mesmo em temperaturas amenas, diminui a higroscopia da madeira, ou seja, sua capacidade de absorção de umidade do ar, no entanto, em alguns casos, a diminuição da higroscopia pode ser recuperada por umidificação (Maejima *et al.*, 2015).

A análise da perda de massa pela ação dos agentes xilófagos entre os tratamentos pode ser observada na Figura 2. De acordo com os resultados com exceção do tratamento 120 min e 200°C (com maior perda percentual de massa) todos os outros são estatisticamente idênticos, mas diferentes da testemunha. De modo geral, o tratamento térmico não resultou na melhoria da resistência da madeira. A maior resistência foi observada para as amostras testemunha, ou seja, aquelas que não foram submetidas ao tratamento térmico. Romanini *et al.* (2014); Jesus *et al.* (1998) e Carneiro *et al.* (2009), encontraram resultados semelhantes quanto à resistência da madeira de cambará sem tratamento térmico contra a ação de agente xilófagos, sendo esta considerada uma espécie altamente resistente.



**Figure 2** - Variação da perda de massa para a madeira de *Qualea paraensis* submetida a diferentes tratamentos térmicos.

Em relação aos desgastes causados pelos agentes xilófagos nas amostras, onde esses dados são endossados pela análise qualitativa do ataque (notas), observou-se que as madeiras não tratadas (testemunha) apresentaram menor intensidade de ação dos cupins, com valor médio de 9,53, sendo as madeiras submetidas a maiores temperaturas que apresentaram as maiores intensidades de ataque (Figura 3). Trevisan (2014), não encontrou diferença significativa para o ataque de cupins em *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes condições de termorreificação e a amostra testemunha, contudo notou-se maior susceptibilidade de madeiras submetidas ao tratamento térmico à ação de cupins de madeira seca.



**Figura 3** - Variação do desgaste para a madeira de *Qualea paraensis* submetida a diferentes tratamentos térmicos.

Na avaliação do ataque de cupins, em 11 espécies de madeira, realizada por Gonçalves *et al.* (2013), observou-se altas taxas de mortalidades, sendo para a espécie *Anadenanthera peregrina*, cujo valor de densidade é próximo ao do cambará, a taxa de mortalidade foi superior a 90% dos cupins. De acordo com Haygreen & Bowyer (1998), madeiras mais densa tendem a apresentar teores de extrativos mais elevados e uma maior resistência a organismos xilófagos. Explicando a alta mortalidade, visto que a *Qualea paraensis* é uma espécie de densidade moderada a alta.

Pessoa *et al.* (2006), ao analisar madeiras termorreificadas de *Eucalyptus grandis* com algumas variações de temperaturas similares ao que foi investigado (120 a 200°C), constatou que o grau de desgaste provocados pelos cupins é menor nas amostras tratadas em temperaturas mais elevadas, ocorrendo assim, acréscimo na mortalidade desses agentes deterioradores. Silva (2012), ao avaliar madeiras de *Eucalyptus citriodora* ao ataque de cupins subterrâneos (*Nasutitermes* sp.), concluiu também que os tratamentos térmicos ocasionaram maior resistência nas amostras tratadas com altas temperaturas.

Romanini *et al.* (2014), ao avaliarem a durabilidade de madeiras da região amazônica em campo, encontraram alta durabilidade para madeira de cambará, associando essa característica à densidade e ao teor de extrativos da espécie. Paes *et al.* (2003), contudo, ao avaliarem o ataque de cupins subterrâneos a diversas espécies de madeira,

afirmaram que a resistência não está associada somente à densidade e à quantidade de substâncias presentes na madeira, mas a outras características intrínsecas da espécie.

Esteves & Pereira (2009), conclui que o tratamento térmico altera a composição química da madeira, levando à perda de massa, mas tem o intuito de melhorar a durabilidade da madeira, aumentando a resistência à podridão causada pelos fungos, exceto em contato com o solo, e limitado ao intemperismo e insetos, mas com pouco efeito sobre a resistência a cupim.

Apesar de qualquer outro aspecto, é de salientar que, para as condições específicas do estudo, os danos ocorreram em todos os tratamentos, indicando que o tratamento térmico não foi capaz de proteger completamente a madeira contra o ataque dos cupins. Portanto, mediante os resultados obtidos, acredita-se na existência de componentes tóxicos na madeira de *Qualea paraensis*, que conferem alta resistências aos agentes xilófagos, sendo, contudo, necessários estudos químicos para determinação dos mesmos.

A correlação entre a perda de massa e o desgaste atribuídas por notas (obtido por meio de análises subjetivas), analisada para madeira de *Qualea paraensis*, pode ser observado na Figura 4. De modo geral, verificou-se uma boa correlação entre as variáveis (perda de massa e o índice de desgaste), constando alto coeficiente de correlação ( $r = 0,81$ ), o que indica que a atribuição de nota se apresenta como uma ferramenta eficiente para análise qualitativa da sanidade das amostras pós-ataque. Resultados similares foram observados por Melo *et al.* (2010), ao avaliar a durabilidade da madeira de três diferentes espécies florestais – *Luehea divaricata* (açoita cavalo), *Carya illinoensis* (nogueira

pecã) e *Platanus acerifolia* (plátano) onde apresentou altos coeficientes de correlação ( $r = 0,89$ ,  $0,78$  e  $0,86$ , respectivamente).

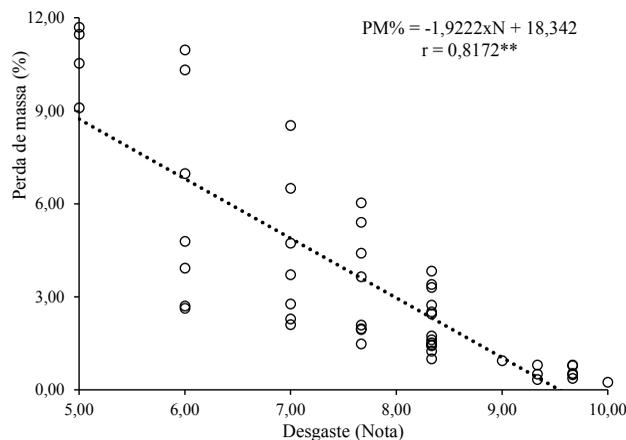


Figura 4 - Correlação entre perda de massa e o desgaste das madeiras de *Qualea paraensis*.

## CONCLUSÕES

A utilização de tratamento térmico afetou as características de massa específica e resistência a biodegradação por cupins da madeira de *Qualea paraensis*.

Os tratamentos que utilizaram temperatura de 180 e 200°C por 120 min e, 180°C por 240 min promoveram um aumento da massa específica da madeira. O aumento da temperatura durante o processo de termorretificação proporcionou um aumento da suscetibilidade da madeira ao ataque de cupins de madeira úmida.

As madeiras de *Qualea paraensis* pode ser considerada altamente resistentes aos agentes xilófagos, mesmo sem tratamento térmico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM (2017) – ASTM D3345-17: Standard test method for laboratory evaluation of solid wood for resistance to termites. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials International, 4p.
- Araújo, S.O.; Vital, B.R.; Mendoza, Z.M.S.H.; Vieira, T.A. & Carneiro, A.C.O. (2012) – Propriedades de madeiras termorretificadas de *Eucalyptus grandis* e SP. *Scientia Forestalis*, vol. 40, n. 95, p. 327-336.
- Biasi, C.P. & Rocha, M. P. (2007) – Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. *Floresta*, vol. 37, n. 1, p. 95-108. <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v37i1.7845>

- Borges, L.M. & Quirino, W.F. (2004) – Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado termicamente. *Revista Biomassa & Energia*, vol. 1, n. 2, p. 173-182.
- Carneiro, J.S.; Emmert, L.; Sternadt, G.H.; Mendes, J.C. & Almeida, G.F. (2009) – Decay susceptibility of Amazon wood species from Brazil against white rot and brown rot decay fungi. *Holzforschung*, vol. 63, n. 6, p. 767-772. <https://doi.org/10.1515/HF.2009.119>
- Esteves, B. & Pereira, H. (2009) – Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources*, vol. 4, n. 1, p. 370-404.
- Ferreira, D.F. (2010) – SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA.
- Gonçalves, F.G.; Pinheiro D.T.C.; Paes J.B.; Carvalho A.C. & Oliveira G.L. (2013) – Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. *Floresta e Ambiente*, vol. 20, n. 1, p. 110-116. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2012.063>
- Haygreen, J.G. & Bowyer, J.L. (1998) – Forest products and wood science: an introduction. *Forestry*, vol. 71 n. 1, p. 79-80.
- Jesus, M.A.; Morais, J.W.; Abreu, R.L.S. & Cardias, M.F. (1998) – Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônicas em contato com o solo em ambiente florestal. *Scientia Forestalis*, vol. 54, p. 81-92.
- Lorenzi, H. (2002) – *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v.2.
- Maejima, H.; Endo, K. & Obataya, E. (2015) – Effects of moistening treatment on the hygroscopicity and the vibrational properties of aged wood. In: *Proceedings of the "International Association of Wood Products Societies (IAWPS) – International Symposium on Wood Science and Technology"*. Tower Hall Funabori, Tokyo (Japan), p. 247.
- Matsuda, H. (1996) – Chemical modification of solid wood. In: Hon, D.N.S. (Ed.) – *Chemical modification of ligno cellulosic materials*. Marcel Dekker, Inc.; New York, Basel, Hong Kong: p. 159-183.
- Melo, R.R.; Stangerlin, D.M.; Santini, E.J.; Haselelein, C.R.; Gatto, D.A. & Susin, F. (2010) – Durabilidade natural da madeira de três espécies florestais em ensaios de campo. *Ciência Florestal*, vol. 20, n. 2, p. 357-365. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981858>
- Paes, J.B.; Morais, V.M.; Sobrinho D.W.F. & Bakke, O. (2003) – Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. *Cerne*, vol. 9, n. 1, p. 36-47.
- Pessoa, A.M.C.; Filho, E.B. & Brito, J.O. (2006) – Avaliação da madeira termorretilhada de *Eucalyptus grandis*, submetida ao ataque de cupim de madeira seca, *Cryptotermes brevis*. *Scientia Forestalis*, vol. 72, p. 11-16.
- Romanini, A.; Stangerlin, D.M.; Pariz, E. Souza, A.P.; Gatto, D.A. & Calegari, L. (2014) – Durabilidade Natural da Madeira de Quatro Espécies Amazônicas em Ensaio de Deterioração de Campo. *Nativa*, vol. 2, n. 1, p. 13-21. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v02n01a03>
- Severo, E.T.D. & Calonego, F.W. (2009) – *Processo de modificação térmica, por irradiação de calor, para a melhora da estabilidade dimensional e da durabilidade biológica de madeira sólida*. Patente n. BR PI0902/38-8A2.
- Silva, M.R. (2012) – *Efeito do tratamento térmico nas propriedades químicas, físicas e mecânicas em elementos estruturais de Eucalyptus citriodora e Pinus taeda*. Tese (Doutorado em Estruturas de Madeira) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos. 223 p.
- Tiemann, H.D. (1915) – The effect of different methods of drying on the strength of wood. *Lumber World Review*, vol. 28, n. 7, p. 19-20.
- Trevisan, H.; Latorraca, J.V.F.; Santos, A.L.P.; Teixeira, J.G. & Carvalho, A.G. (2014) – Analysis of rigidity loss and deterioration from exposure in a decay test field of thermorectified *Eucalyptus grandis* wood. *Maderas. Ciencia y Tecnologia*, vol. 16, n. 2, p. 217-226. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2014005000017>
- Winandy, J. & Rowell, R.M. (2005) – Chemistry of wood strength. In: Rowell, R.M. (Ed.) – *Handbook of wood chemistry and wood composites*. Boca Raton, Florida: CRC, p. 303-347.