

**Estudo dos efeitos da acetilação na proliferação de fungos em  
Compósitos de serragem de eucalipto e borracha natural****Study of the effects of acetylation on the proliferation of fungi in  
Eucalyptus and natural rubber sawdust composites**

DOI:10.34115/basrv4n6-008

Recebimento dos originais: 11/10/2020

Aceitação para publicação: 11/11/2020

**Mário dos Santos Bulhões**

Mestre em Engenharia Industrial - UFBA

Instituição: Doutorando em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia

Endereço: Rua Aristides Novis, nº 2 - Federação. Salvador - BA. CEP: 40160-170

E-mail: mario\_b\_7@hotmail.com

**João Miguel Santos Dias**

Mestre em Engenharia Ambiental Urbana - UFBA

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Endereço: Rua Topázio, nº 100 - Vila São Francisco. Açailândia - MA. CEP: 65930-000

E-mail: joao.dias@uemasul.edu.br

**Rita Dione Araújo Cunha**

Doutora em Engenharia de Produção - UFSC

Instituição: Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal da Bahia

Endereço: Rua Aristides Novis, nº 2 - Federação. Salvador - BA. CEP: 40160-170

E-mail: ritadi@uol.com.br

**Sandro Fábio César**

Doutor em Engenharia de Produção - UFSC

Instituição: Departamento de Construção e Estruturas da Universidade Federal da Bahia

Endereço: Rua Aristides Novis, nº 2 - Federação. Salvador - BA. CEP: 40160-170

E-mail: sfcesarpaz@uol.com.br

**RESUMO**

A reutilização de resíduos nos sistemas produtivos tem sido impulsionado pela GS (Gestão Ambiental). Organizações de vários segmentos estão cada vez mais preocupadas em atingir um desempenho ambiental adequado. Materiais obtidos através de métodos mais sustentáveis passam a ser um modelo a ser seguido pela indústria de maneira geral. Os compósitos foram produzidos utilizando-se serragem de madeira. Nesses experimentos empregou-se serragem não tratada e tratada por mercerização, látex industrializado sem modificação e com modificação, nas proporções (30g de látex, 3g de glicerol e 0,01ml de ácido acético). A cura do compósito foi realizada de modo a frio e a quente. O compósito produzido foi analisado quanto à proliferação de fungos. Os resultados mostram que o tratamento químico da serragem pela mercerização, tornou-a menos higroscópica, entretanto a utilização do glicerol como reagente plastificante para a modificação do látex tornou propício a absorção de umidade, ou seja, deixou-o mais higroscópico, favorecendo a proliferação de fungos. Os resultados permitem concluir que a utilização de serragem tratada e látex industrializado sem modificação, apresenta potencial para produção de ecocompósitos.

**Palavras-chave:** compósito, látex, mercerização, eucalipto

**ABSTRACT**

The reuse of waste in production systems has been driven by GS (Environmental Management). Organizations from various segments are increasingly concerned with achieving adequate environmental performance. Materials obtained through more sustainable methods become a model to be followed by the industry in general. Composites were produced using wood sawdust. In these experiments, untreated sawdust was used and treated by mercerization, industrialized latex without modification and with modification, in the proportions (30g of latex, 3g of glycerol and 0.01ml of acetic acid). The curing of the composite was done in a cold and hot way. The produced composite was analyzed for fungus proliferation. The results show that the chemical treatment of the sawdust by mercerization, made it less hygroscopic, however the use of glycerol as plasticizer reagent for the latex modification made it propitious to the absorption of humidity, that is, it made it more hygroscopic, favoring the fungus proliferation. The results allow us to conclude that the use of treated sawdust and industrialized latex without modification, presents potential for the production of ecocomposites.

**Keywords:** composite, latex, mercerization, Eucalyptus.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável nas organizações apresenta três dimensões, que são: econômica, social e ambiental, e está intrinsecamente relacionado com modificação nos padrões de produção e consumo estabelecidos pela sociedade moderna, de forma que seja promovido um equilíbrio entre estas dimensões (DIAS, 2011; HUESEMANN, M. 2003). Na maioria dos casos, os desperdícios nos sistemas produtivos estão relacionados a problemas operacionais, à qualidade das materiais primas empregadas na manufatura, e também diretamente ligados à falta de procedimentos e metodologia adequada, comprometendo a ecoeficiência do sistema (SISINNO CLS, 2011).

Produção mais limpa significa “a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo”, (CNTL, 2015).

A reutilização dos resíduos de madeira para a fabricação de compósitos sustentáveis esta diretamente relacionada à diminuição dos impactos ambientais gerado pelo descarte inadequado deste resíduo em locais inadequados, implicando também no uso racional desse recurso como fonte de matéria prima. A utilização de uma matriz polimérica proveniente da borracha natural possibilita a manufatura de um produto menos poluente e dispendioso, isso porque o processo de produção do látex envolve menos etapas de processamento e emissões, quando comparado aos polímeros sintéticos, (ABDELMOULEH, 2007).

Os compósitos são fáceis de moldar, permitem formas complexas sem emendas, “como também podem ser moldados na cor final do produto, permitem ótimo acabamento e são leves, dessa forma é possível obter materiais com qualidades superiores quando comparados a um material que utiliza um único componente”, (FURLAN, 2012). Os compósitos dependendo de sua aplicação podem substituir materiais como aço, alumínio dentre outros metais, já as madeiras pode ser substituídas em aplicações de uso geral na fabricação de utensílios domésticos e móveis. Alguns setores da indústria como o da construção civil, indústria de equipamentos esportivos e tubulações industriais, têm utilizado compósitos em muito de seus produtos, reduzindo significativamente o percentual de matéria prima virgem utilizada em seus processos produtivos.

O estudo direcionado para a reutilização da serragem da madeira se deve ao fato de que cerca de 40% a 60% do volume total de uma tora pode virar resíduo na forma de serragem ou pequenos segmentos de madeira sólida com baixo valor comercial. Aproveitar este grande volume de resíduo implica em um uso mais sustentável desse recurso natural, como também agrega mais valor comercial quando o mesmo passa a fazer parte de um compósito. Outro aspecto que estimula o reaproveitamento da serragem é a redução da demanda por matéria-prima “virgem”, contribuindo para a preservação das matas nativas e

florestas plantadas. Este trabalho tem como objetivo a reutilização da serragem de madeira eucalipto com látex industrializado para produção de compósito, visando aplicação termo acústica em construções “Wood frame” e “steel frame”

## 2 MATERIAIS E METODOS

Segundo (ARAUJO, 2012), “as células de madeira, denominada fibras, são como tubos de paredes finas alinhados na direção axial do tronco e colados entre si. As fibras longitudinais possuem diâmetro entre 10 e 80 micra e comprimento de 1 a 8 mm. A espessura das paredes das células varia de 2 a 7 micra”. Segundo John (2005), as fibras naturais são subdivididas de acordo com suas origens, podendo ser provenientes de plantas, animais ou minerais. Todas as fibras vegetais são compostas de celulose, enquanto que as fibras animais são constituídas de proteínas (cabelo, seda e lã). Fibras vegetais estão disponíveis em grandes quantidades na natureza, podendo ser extraídas de folhas, cascas de árvores, madeira, frutos, palha de cereais, sementes entre outros. A produção de compósitos utilizando fibras vegetais está intrinsecamente ligada aos diferentes tratamentos que podem ser aplicado às fibras, tornando-as mais resistentes, estáveis dimensionalmente e quimicamente menos reativa ao meio alcalino. A compatibilidade entre a matriz de borracha com características hidrofóbicas e da fibra de celulose hidrófila, pode ser melhorada através da modificação do polímero ou da superfície das fibras, (IBRAHIM, 2010). Alguns agentes de ligação e de modificação química das fibras, conhecidos como sistemas adesivos, são responsáveis por melhorar a área de contato e aderência entre as matrizes e as fibras de enchimento.

O processo de produção do compósito em estudo envolve as seguintes etapas:

### 2.1 SEPARAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA

01 quilograma de serragem foi coletado aleatoriamente no volume de resíduo junto a máquina de desgrosso presente em uma das etapas de beneficiamento da madeira. Na etapa de classificação utilizaram-se peneiras com aberturas normatizadas pela NBR 5734 (Peneiras para ensaio de 2, 4, 6.3, 9.5, 16 e 25 mm), através de um agitador elétrico (Abronzinox AG 59/12).

### 2.2 MERCERIZAÇÃO

A serragem foi imersa em solução de NaOH a 10% por 2h a uma temperatura de 65°C, em seguida ocorre a filtração e lavagem até que seu PH fique em torno de oito.

### 2.3 MODIFICAÇÃO DA MATRIZ (LÁTEX)

A matriz adesiva (látex) foi modificada através de reação química utilizando-se glicerol e ácido acético glacial, nas quantidades de 30g de látex, 3g de glicerol e 0,01ml de ácido acético. A reação ocorre a temperatura controlada de 80°C por um tempo de 30min.

### 2.4 DEFINIÇÃO DO PERCENTUAL DE SERRAGEM

O traço escolhido foi de 38%, 33%, 29% de granulometria Fina, Média e Grossa, respectivamente. (FINA- iguais ou menores que 0,59mm, MÉDIA peneiras entre 4,76 e 0,59mm, GROSSA-peneiras entre 4,76 e 19,10mm).

### 2.5 PREPARAÇÃO DO COMPÓSITO

O processo de mistura da matriz e enchimento foi realizado através de um misturador elétrico (Arno Planetária), onde 70 gramas de serragem foram misturadas a 56 gramas de látex por um tempo de 3min, numa rotação de 85rpm.

### 2.6 CURA DO COMPÓSITO

3,35g de mistura (látex e serragem) foi separado e colocado em formas para cura a frio ou a quente, em estufa a 65°C. Ambos os lotes permaneceram por um período de 48h, até a finalização da cura.

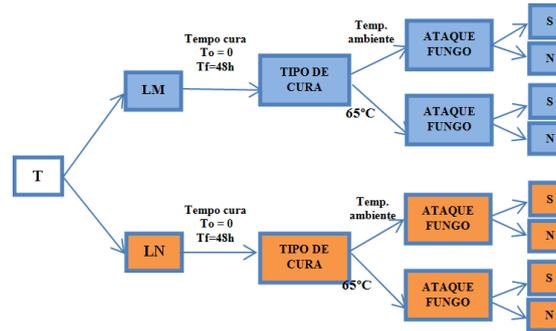
### 2.7 VERIFICAÇÃO DA PROLIFERAÇÃO DE FUNGOS

Os compósitos produzidos foram mantidos em um recipiente escuro, tampado, a temperatura ambiente e com presenças de umidade por 60 dias, sendo observados semanalmente para constatar se haveria ou não a proliferação de fungos.

## 3 ÁRVORE DE DECISÃO

A natureza hidrofílica das fibras vegetais é considerada como um fator restritivo na manufatura de compósitos a base de madeira. Dependendo da aplicação, a presença de umidade nos compósitos favorece ao ataque biológico e proliferação de fungos, diminuído significativamente seu tempo de vida útil. Com isso a observação das variáveis implícitas no processo de fabricação, através de uma árvore de decisão foi realizada com finalidade do controle ao ataque e proliferação de fungos nos compósitos desenvolvidos. A figura 1 apresenta a árvore de decisão para o sistema de corpos de prova observados.

Figura1- Árvore de decisão para serragem com e sem tratamento químico.



Para os dois lotes de corpo de prova (CP), definiu-se o mesmo traço (T) de enchimento para duas matrizes diferentes, uma com látex modificado (LM) e outra com látex natural (LN). O tempo estabelecido para cura das matrizes foi de 48h tanto para cura a temperatura ambiente como para cura a 65°C. Através do estudo das variáveis presentes no processo de produção dos corpos de prova, levando-se em consideração o tipo de tratamento adotado para serragem e matriz (látex) utilizado foi possível observar quais fatores se relacionam com a proliferação de fungos nos corpos de prova.

#### 4 RESULTADOS

A modificação da matriz (látex) utilizando o glicerol e o ácido acético melhorou sua reticulação, facilitando a adesão das partículas em relação à matriz. Este tipo de modificação foi feita devido à ausência de experimentos semelhantes realizado por outros pesquisadores. Este fato estimulou o interesse pelo experimento, no intuito de verificar o comportamento do látex após modificação.

O processo de mercerização modificou a estrutura das fibras presentes na serragem, através da utilização de hidróxido de sódio NaOH diluído em água em concentrações variadas. Este processo induziu a solubilização da hemicelulose e da lignina, tornado as fibras de madeira menos higroscópica, além de alterar a cristalinidade da celulose, reduzindo a dificuldade de adesão entre materiais hidrofílicos (fibra de madeira) e hidrofóbico (látex), resultados semelhante após o tratamento da serragem por mercerização, foram encontrados por (ALBINANTE et al. 2012; JAYAMANI et al., 2014; TITA et al. 2002; CARVALHO, 2009).

#### 5 DISCUSSÕES

Apesar do processo de mercerização da serragem torná-la menos suscetível a absorção de umidade e, conseqüentemente, menos propensa ao ataque biológico, ocorreu o surgimento de fungos em alguns corpos de prova produzidos. Foram feitos 16 corpos de prova, sendo 04-látex modificado e serragem tratada, 04-látex modificado e serragem não tratada, 04-látex não modificado e serragem tratada, 04-látex não modificado e serragem não tratada. Foi observada a proliferação de fungos em 07

## Brazilian Applied Science Review

dos 08 compósitos produzidos com látex modificado, enquanto que os 08 corpos de prova produzido com látex não modificado, não sofreram ataque de fungos. Este fenômeno foi favorecido pela utilização do glicerol como reagente plastificante, para o processo de modificação do látex, devido suas propriedades higroscópicas. A (Figura 3), mostra o compósito produzido com látex modificado (Figura 1) e com presença de fungos em sua superfície, já na (Figura 4) é possível verificar a superfície do compósito produzidos com látex não modificado (Figura 2) e sem a presença de fungos.

Figura 1- Látex modificado após a cura.



Figura 2- Látex não modificado após a cura.



Figura 3- Compósito com presença fungo



Figura 4- Compósito sem presença fungo



**6 CONCLUSÃO**

É possível concluir que apesar da utilização do glicerol e do ácido acético serem agentes promotores para uma reticulação mais eficiente da matrix látex, a utilização desses materiais tornou o látex propício a absorção de umidade, ou seja, deixou-o mais higroscópico. Dessa forma os compósitos produzidos com látex modificado, serragem tratada e não tratada através da mercerização sofreram ataque de fungos, enquanto que os compósitos preparados com o látex industrializado não modificado, serragem tratada e não tratada por mercerização, não apresentaram a formação de fungos após um período de 60 dias.

**REFERÊNCIAS**

- ALBINANTE et al: **Revisão dos tratamentos químicos da fibra natural para mistura com poliolefinas**, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Janeiro de 2012.
- ARAUJO, BORGES H. J.; MAGALHÃES, ESTEVES W. L.; DE OLIVEIRA, CLÁUDIO L. **Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (Corymbia citriodora (Hook.) KD Hill & LAS Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico**. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 42, n. 1, p. 49-58, 2012.
- ABDELMOULEH, M. et al. **Short natural-fibre reinforced polyethylene and natural rubber composites: effect of silane coupling agents and fibres loading**. *Composites Science and Technology*, v. 67, n. 7, p. 1627-1639, 2007.
- CARVALHO, S.B., BECKER, D., BALZER, P.S. **"Compósitos de poli (cloreto de vinila) e fibra de bananeira: Estudo da influência do tratamento alcalino da fibra de bananeira nas propriedades do compósito"** In: *10 Congresso Brasileiro de Polímeros*, Foz de Iguaçu, out. 2009.
- CNTL. **Cinco fases da implantação de técnicas de produção mais limpa**. UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI: Porto Alegre, 2003. (Série Manuais de Produção mais Limpa). Disponível em: . Acesso em: 16 jul. 2015
- DIAS, R.: **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade** – 2ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2011.
- FURLAN, Luciano Gomes; DUARTE, Ueiler Lisoski; MAULER, Raquel Santos. **Evaluation of oat-reinforced polypropylene composite properties**. *Química Nova*, v. 35, n. 8, p. 1499-1501, 2012.
- HUESEMANN, M. (2003). **The limits of technological solutions to sustainable development**. *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 5, pp. 21-34.
- IBRAHIM, N. A. et al. **Effect of fiber treatment on mechanical properties of kenaf fiber-ecoflex composites**. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Westport, v. 29, n. 14, p. 2192-2198, July 2010.
- JAYAMANI et al: **The Effect of Natural Fibres Mercerization on Natural Fibres/Polypropylene Composites: A Study of Thermal Stability, Morphology and Infrared Spectrum**- *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(15) Special 2014, Pages: 332-340
- JOHN, Maya Jacob; THOMAS, Sabu. **Biofibres and biocomposites**. *Carbohydrate polymers*, v. 71, n. 3, p. 343-364, 2008.
- SISINNO, C. L. S.; RIZZO, A. C. L.; SANTOS, R. L. C. **Ecoeficiência aplicada à redução da geração de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2011
- TITAT, S. P. S.; PAIVA, J. M. F.; FROLLINI, E.; **Polímeros: Ciência e Tecnologia** 2002, 12, 228.