

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Instrumentação  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**ANAIS DO VII WORKSHOP DA REDE DE  
NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO**

Maria Alice Martins  
Odílio Benedito Garrido de Assis  
Caue Ribeiro  
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

**Editores**

Embrapa Instrumentação  
São Carlos, SP  
2013

**Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:**

**Embrapa Instrumentação**

Rua XV de Novembro, 1452  
Caixa Postal 741  
CEP 13560-970 - São Carlos-SP  
Fone: (16) 2107 2800  
Fax: (16) 2107 2902  
www.cnpdia.embrapa.br  
E-mail: cnpdia.sac@embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: João de Mendonça Naime  
Membros: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori  
Dr. Washington Luiz de Barros Melo  
Sandra Protter Gouvea  
Valéria de Fátima Cardoso  
Membro Suplente: Dra. Lucimara Aparecida Forato

Revisor editorial: Valéria de Fátima Cardoso  
Capa - Desenvolvimento: NCO; criação: Ângela Beatriz De Grandi  
Imagem da capa: Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus  
Loures Mourão, Viviane Soares

**1a edição**

1a impressão (2013): tiragem 50

Todos os direitos reservados.  
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).  
CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Instrumentação

---

Anais do VII Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio –  
2012 - São Carlos: Embrapa, 2012.

Irregular  
ISSN 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Assis, Odílio Benedito Garrido de.  
III. Ribeiro, Caue. IV. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. V. Embrapa Instrumentação.

---

© Embrapa 2013

---

## MODIFICAÇÃO SUPERFICIAL DE FIBRAS AMAZÔNICAS A PARTIR DO TRATAMENTO CORONA

---

Joabel Raabe<sup>1</sup>, Alessandra de Souza Fonseca<sup>1</sup>, Tattiane Gomes Costa<sup>1</sup>, Gustavo Henrique Denzin Tonoli<sup>1</sup>, Raimundo Vasconcelos<sup>2</sup>, José Manoel Marconcini<sup>3</sup>, Lourival M. Mendes<sup>1</sup>

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira (UFLA-DCF-PPGCTM); Laboratório de Materiais de Engenharia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM); Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio da Embrapa Instrumentação. joabeljr@hotmail.com

**Projeto Componente:** PC5    **Plano de Ação:** PA5

---

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento corona na modificação física da superfície de diferentes fibras amazônicas mediante microscopia eletrônica de varredura (MEV). Verificou-se que as fibras sofreram alteração na morfologia da superfície, aumentando sua rugosidade após o tratamento corona em comparação às não tratadas. Foi possível observar que a aplicação do tratamento corona modificou em escala manométrica a superfície das fibras lignocelulósicas.

**Palavras-chave:** Tratamento corona, fibras amazônicas, compósitos.

---

### Introdução

---

Estimativas indicam que o mercado para compósitos deve aumentar nos próximos anos (RAGOUBI et al. 2012). Neste domínio, os compósitos à base de fibras naturais representam uma alternativa importante em função do apelo social e ecológico por materiais ambientalmente corretos. As fibras vegetais vêm se consolidando como material de reforço em compósitos de diferentes naturezas, devido às diversas vantagens que apresentam frente aos reforços convencionais, entre as quais se destacam: a grande disponibilidade, o caráter renovável, a biodegradabilidade, a não toxicidade e a baixa densidade (SKREEKUMAR et al., 2011).

Entretanto, características como alta higroscopicidade, alta variabilidade em termos de qualidade e a baixa compatibilidade dificultam a formação de uma boa interface entre a fibra e as matrizes poliméricas apolares. Modificações na superfície das fibras vegetais, através de métodos químicos ou físicos, atuam como uma alternativa para melhorar a sua aderência com diferentes matrizes (FARUK et al., 2012). Dentre os métodos físicos destaca-se a utilização do tratamento corona que consiste no uso de uma descarga elétrica contínua de voltagem e frequência altas, que aumenta a umectabilidade da

superfície de materiais plásticos em diversas formas permitindo a aderência de outros materiais (CORONA BRASIL, 2006).

Tratamento corona é uma das mais interessantes técnicas para a ativação da oxidação de superfície. Este processo altera a energia da superfície das fibras de celulose (FARUK et al., 2012). Os efeitos do tratamento corona nas características de ligação das superfícies adesivas são discutidos em termos de alterações químicas e físicas observadas nas superfícies tratadas (BLAIS et al., 2003).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento corona na modificação física da superfície de diferentes fibras amazônicas mediante microscopia eletrônica de varredura.

### Materiais e métodos

---

Espécies amazônicas não madeiras produtoras de fibras vegetais, provenientes do manejo e extrativismo de matas nativas do Estado do Amazonas, foram coletadas no município de São Gabriel da Cachoeira situado na bacia do Alto Rio Negro a 852 km, a extremo noroeste de Manaus (AM). A fibra de jacitara (*Desmoncus polyacanthos* Mart.), de piaçava (*Leolpoldinia piassaba*) e o cipó titica (*Heteropsis* sp.) foram

cedidos por comunidades ribeirinhas, para execução do presente trabalho. O material foi coletado de diversos indivíduos e em diferentes áreas, sendo a amostragem composta por vários indivíduos sem uma definição exata da área de coleta e da posição vertical no vegetal.

#### Tratamento corona

Os materiais lignocelulósicos foram moídos em moinho de facas tipo Willey e assim classificados em peneiras sobrepostas, sendo utilizada a alíquota que ficou retida entre as peneiras de 40-60 mesh. Após o processamento e classificação, amostras de aproximadamente 1 g de cada material foram fixadas sobre fita adesiva, onde receberam descarga elétrica produzida pelo equipamento Corona Plasma Tech da CORONA BRASIL, modelo PT-1. A voltagem de 10 KV, aplicada sobre cada amostra, manteve-se constante, durante 5 min. A distância entre a amostra e o cabeçote de descarga era de 2 cm.

#### Micrografia das superfícies tratadas

A morfologia das fibras vegetais tratadas com corona foi observada em microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo Evo40 LEO XVP, com auxílio do Software Leo User Interface (versão Leo 3.2). As fibras foram observadas em seção longitudinal, após serem recobertas com ouro.

## Resultados e discussão

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi utilizada para avaliar a morfologia das diferentes amostras estudadas. A Fig 1-A, C e E, mostram as micrografias das fibras de jacitara, piaçava e do cipó titica antes do tratamento corona. Percebe-se que os materiais são compostos por diferentes elementos celulares e que estes apresentam uma superfície lisa e suaves imperfeições causadas pelo processo de moagem. Após o tratamento corona, a morfologia da superfície dos materiais estudados, foi alterada (Figura 1-B, D e F), sendo possível observar aumento da rugosidade. Apesar das imagens de MEV não apresentarem boa resolução em grandes aumentos, foi possível verificar através da visualização destas imagens que a superfície dos materiais apresentaram um aumento de sua rugosidade após o tratamento corona, pelo aparecimento de estruturas em escala nanométrica. Outros estudos deverão ser desenvolvidos para identificação e caracterização destas nanoestruturas.

Molina et al. (2012), avaliando o efeito da aplicação do tratamento de plasma em tecido de poliéster, também observou através de MEV e microscopia de força atômica (AFM) alterações em escala nanométrica na superfície das fibras. Ragoubi et al. (2012), avaliando propriedades mecânicas e térmicas de compósitos reforçados com fibras vegetais sob efeito do tratamento corona, observou que o tratamento provocou oxidação da superfície das fibras. Esta modificação aumentou a relação oxigênio-carbono da superfície das fibras, garantindo boa interface entre o reforço e a matriz, que refletiu em melhoras consideráveis das propriedades físicas e mecânicas do compósito quando comparadas com o compósito preparado com fibras não tratadas.

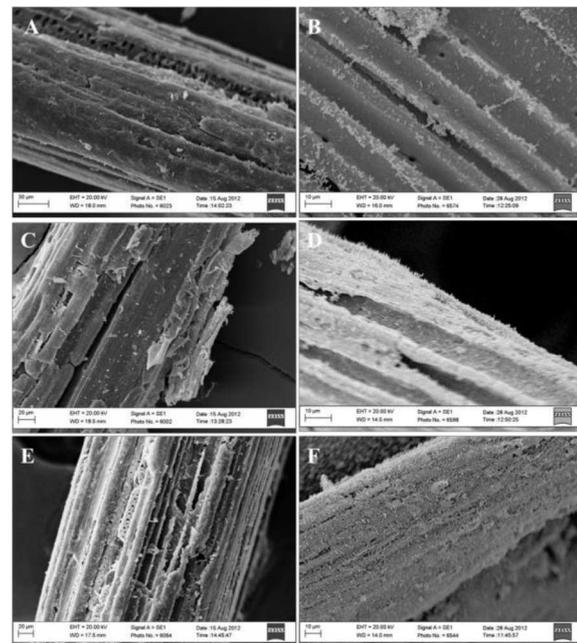


Fig 1 – Imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) das fibras de jacitara, piaçava e cipó titica antes (A, C e E) e após (B, D e F) aplicação do tratamento corona, respectivamente.

A literatura sugere que estas modificações causadas pela aplicação do tratamento corona podem aumentar a rugosidade e a energia de superfície dos materiais, diminuindo o ângulo de contato da água com estes substratos modificados (BUZETO; CAMPOS, 2004; MENDES; SINÉZIO, 2005; MOLINA et al., 2012). Estas novas características morfológicas e físicas contribuem diretamente para uma melhor interface entre a fibra tratada com corona e a matriz, pois a ancoragem mecânica entre os elementos do compósito é melhorada.

O tratamento corona mostrou ser eficiente para o tratamento de fibras vegetais, principalmente em função da modificação da rugosidade da superfície verificada em escala nanométrica. No entanto, neste tipo de tratamento há alguns fatores e parâmetros que influenciam diretamente na qualidade da modificação superficial, e que merecem ser observados, como por exemplo: tensão aplicada, distância entre o cabeçote e a amostra, tempo de tratamento, atmosfera utilizada, umidade relativa e temperatura (SELLIN, 2002).

---

## Conclusões

---

Mediante observação das imagens de MEV verificou-se que o tratamento corona alterou a rugosidade da superfície das fibras pela geração de estruturas em escala nanométrica, em comparação as fibras não tratadas, indicando que o tratamento mostra-se eficiente para modificação física das fibras aqui estudadas.

Outros estudos devem ser conduzidos para identificação e caracterização destas nanoestruturas, na busca de uma melhor compreensão dos efeitos causados pelo tratamento corona sobre a superfície destas fibras e de outros materiais lignocelulósicos.

---

## Agradecimentos

---

Os autores agradecem ao CNPq, FAPEMIG, Finep, CAPES, Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa, Rede Brasileira de Pesquisa em Compósitos e Nanocompósitos Lignocelulósicos – RELIGAR e Laboratório multiusuário de microscopia eletrônica e análise ultraestrutural da UFLA (LME)

---

## Referências

---

BLAIS, P.; CARSSON, D.J.; WILES, D.M. Effects of corona treatment on composite formation. Adhesion between incompatible polymers. *Journal of Applied Polymer Science*, v.15, n. 1, p. 129-143, 2003.

BUZETO F. A.; CAMPOS, J. S. C. Modificação do ângulo de contato de amostras de borracha natural submetida a tratamento por descarga corona. IN: CONGRESSO CONAMET/SAM, 2004. Departamento de tecnologia de polímeros, FEQ, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil. Proceedings... Campinas. CD-ROM.

CORONA BRASIL. Tratamento corona. 2006. Disponível em: <<http://www.coronabrasil.com.br/tratamento-corona.html>>. Acesso em: 01 abr. 2013

FARUK, O.; BLEDZKI, A. K.; FINK, H. P.; SAIN, M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. *Progress in Polymer Science*, v. 37, p. 1552–1596, 2012.

MENDES, L. H.; SINÉZIO, J. C. C. Efeitos do tratamento corona em filmes de poliéster. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6, 2005, Unicamp/FEQ. Anais... Unicamp/FEQ, 2005.

MOLINA, J.; OLIVEIRA, F. R.; SOUTO, A. P.; ESTEVES, M. F.; BONASTRE, J.; CASES, F. Enhanced Adhesion of Polypyrrole/PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub><sup>3-</sup> Hybrid Coatings on Polyester Fabrics. *Journal Applied Polymer Science* (published online), 2012.

RAGOUBI, M.; GEORGE, B.; MOLINA, S.; BIENAIMÉ, D.; MERLIN, A.; HIVER, J. M.; DAHOUN, A. Effect of corona discharge treatment on mechanical and thermal properties of composites based on miscanthus fibres and polylactic acid or polypropylene matrix. *Composites: Part A*, v. 43, p. 675–685, 2012.

SELLIN, N. Análise da superfície de polímeros pós-tratamento corona. 2002, 125 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, 2002.

SKREEKUMAR, P. A.; KURUVILLA, J.; UNNIKRISSHANNAN, G.; SABU, T. Surface-modified sisal fiber-reinforced eco-friendly composites: mechanical, thermal and diffusion studies. *Polym Compos*, v. 32, n. 1, p. 131 – 138, 2011.