

## Nanocelulose de Fibras de Coco Imaturo

Morsyleide de Freitas Rosa<sup>1</sup>  
Eliton de Souto Medeiros<sup>2</sup>  
Men de Sá Moreira de Souza Filho<sup>3</sup>  
Maria Cléa Brito de Figueirêdo<sup>4</sup>  
Diego Magalhães do Nascimento<sup>5</sup>  
Luiz Henrique Capparelli Mattoso<sup>6</sup>

O desenvolvimento de novos materiais biodegradáveis a partir de produtos e subprodutos agropecuários, com propriedades especiais e controláveis no nível molecular, tem atraído o interesse de muitas indústrias de processamento, graças ao seu enorme potencial de aplicação nos mais variados setores industriais e ao impacto que seus resultados podem dar ao desenvolvimento tecnológico, econômico e ambiental (DURAN, 2006). Nesse contexto, destacam-se as fibras vegetais, que podem ser empregadas como elemento de reforço na elaboração de compósitos, incluindo os nanoestruturados (materiais que apresentam em sua composição partículas que possuem pelo menos uma dimensão na faixa de 1 nm - 100 nm).

As fibras vegetais são estruturas organizadas em multicamadas, constituídas por microfibrilas de celulose, envolvidas por uma matriz amorfa,

composta geralmente por lignina e hemicelulose. Segundo o modelo estrutural proposto por Battista e Smith (1962), cada microfibrila de celulose pode ser considerada como uma corrente que contém uma sequência de unidades de celulose (cristalitos), ligadas por domínios amorfos (Figura 1). As regiões amorfas agem como defeitos estruturais e, quando submetidas a ataque ácido, são responsáveis pela quebra transversal das microfibrilas em pequenos monocristais (nanocristais, *whiskers*, cristalitos ou nanocelulose) (DUFRESNE, 2008).

O aproveitamento de fibras vegetais para a obtenção de nanocelulose destaca-se entre as pesquisas voltadas para novos usos de materiais lignocelulósicos. A nanocelulose apresenta características mecânicas excepcionais, que a credenciam como um elemento de reforço ideal para materiais avançados denominados nanocompósitos.

<sup>1</sup>Engenheira Química, D. Sc. em Processos Químicos e Biológicos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, morsy@cnpat.embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheiro de Materiais, D. Sc., professor da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa, PB.

<sup>3</sup>Engenheiro Químico, D. Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, msamoreira@cnpat.embrapa.br

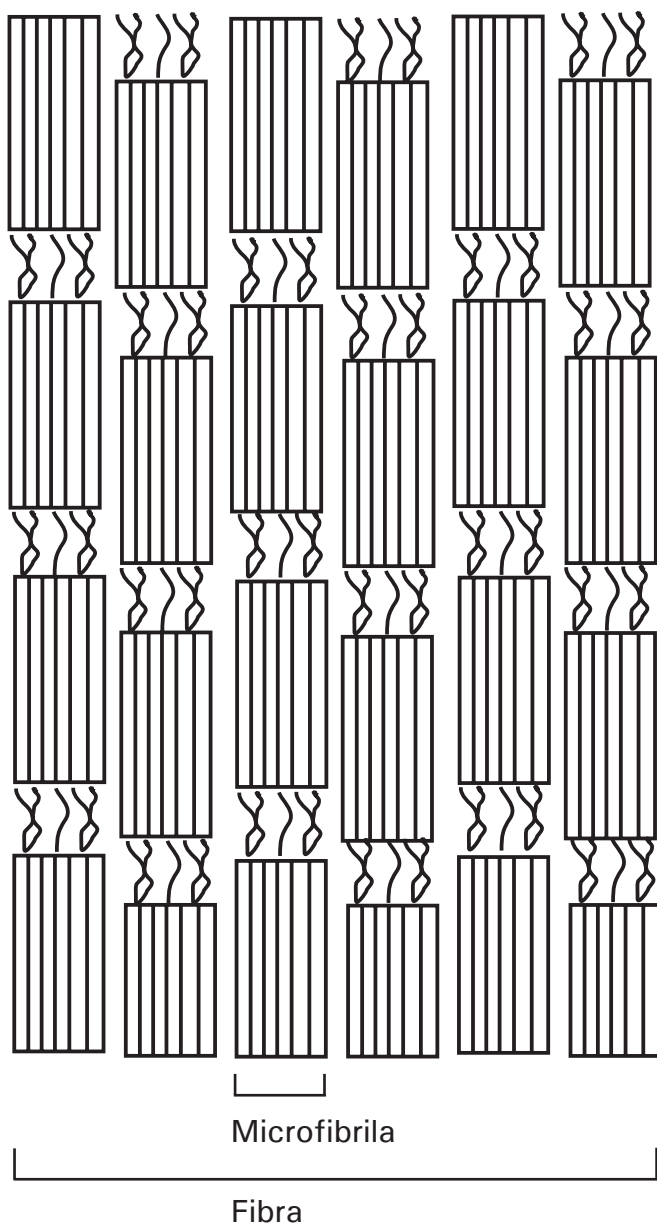
<sup>4</sup>Analista de Sistemas, D. Sc. Gestão da Qualidade Ambiental, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, clea@cnpat.embrapa.br

<sup>5</sup>Bolsista de graduação UFC/CNPq/Pibic

<sup>6</sup>Engenheiro de Materiais, D. Sc. em Ciência e Engenharia de Materiais, pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, mattoso@cnpdia.embrapa.br

Além disso, sua incorporação em matrizes poliméricas pode acrescentar vantagens desejáveis, como maior estabilidade térmica e melhoria das propriedades de barreira, mesmo quando em baixas concentrações.

Entre as fibras vegetais existentes na biomassa, as fibras de coco imaturo representam um resíduo agroindustrial volumoso que pode ser empregado como fonte de nanocelulose para elaboração de nanocompósitos.



**Figura 1.** Diagrama esquemático mostrando a estrutura hierárquica de uma fibra celulósica semicristalina

Fonte: Battista; Smith, 1962; Dufresne, 2008.

O processo de obtenção de nanocelulose de fibras de coco imaturo envolveu inicialmente uma etapa de moagem e tratamento com hidróxido de sódio, para remover impurezas e graxas e, em seguida, um branqueamento com clorito de sódio,  $\text{NaClO}_2$  (ROSA et al., 2010). A finalidade desse pré-tratamento é remover principalmente a lignina, que age como um aglutinante natural e dificulta o ataque ácido. Na Figura 2, é apresentada uma micrografia eletrônica de varredura, evidenciando o processo de desfibramento da fibra de coco, que ocorre em razão da remoção parcial de lignina. Após o branqueamento, as fibras de coco foram submetidas à hidrólise com solução de ácido sulfúrico concentrado (64%, m/m) a 45 °C por 120 minutos (ORTS et al., 2005; CRANSTON; GRAY, 2006).

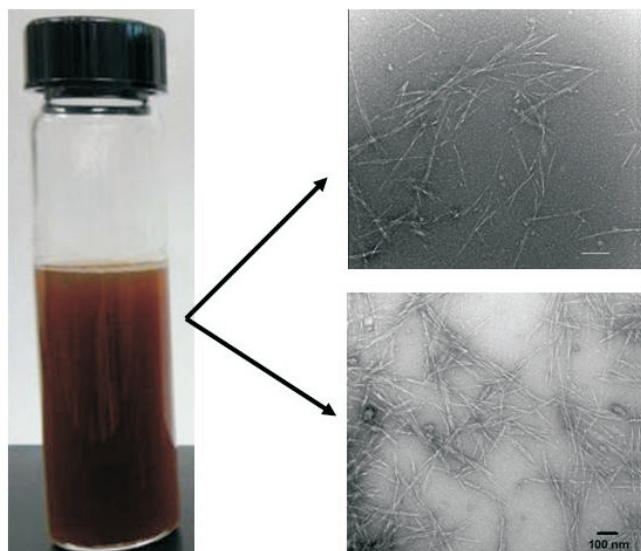


Foto: Tima G. Williams

**Figura 2.** Microscopia eletrônica de varredura de fibra de coco imaturo.

A nanocelulose extraída das fibras de coco imaturo apresentou-se como uma suspensão estável, de coloração marrom, o que evidenciou a existência de lignina remanescente do tratamento de branqueamento (Figura 3). Tipicamente, os monocristais apresentaram cristalinidade de aproximadamente 65%, comprimentos (L) de  $194 \text{ nm} \pm 70 \text{ nm}$  e diâmetros (d) situados em torno de 5 nm, o que reproduziu razões de aspecto (L/d) tão altas quanto 53 nm. Estruturas com alta razão de aspecto, ou seja, alta relação entre a maior e a menor dimensão, são especialmente eficientes por causa de sua alta área superficial específica, o que lhes confere elevada capacidade de reforço (DALMAS et al., 2007).

O uso da fibra de coco imaturo como fonte de nanocelulose reforça o conceito de que as cascas de coco imaturo, geradas pelo consumo da água de coco, representam uma matéria-prima renovável capaz de gerar produtos de alto valor agregado.



**Figura 3.** Aspecto físico e micrografias de transmissão eletrônica de uma suspensão de nanocelulose de fibra de coco imaturo.

Fonte: Rosa et al., 2010.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro e suporte técnico dado pelo Programa Labex/EMBRAPA, CNPq, FINEP, CAPES e ARS/USDA.

## Referências

BATTISTA, O. A.; SMITH, P. A. Microcrystalline cellulose. The oldest polymer finds new industrial uses. **Industrial and Engineering Chemistry**, v.54, n.9, 1962.

CRANSTON, E. D.; GRAY, D. G. Morphological and optical characterization of polyelectrolyte multilayers incorporating nanocrystalline cellulose. **Biomacromolecules**, v.7, p. 2522-2530, 2006.

DALMAS, F.; CAVAILLÉ, J. Y.; GAUTHIER, C.; CHAZEAU, L.; DENDIEVEL, R. Viscoelastic behavior and electrical properties of flexible nanofiber filled polymer nanocomposites. Influence of processing conditions. **Composites Science and Technology**, v. 67, p. 829-839, 2007.

DUFRESNE, A. Cellulose-based composites and nanocomposites. In: BELGACEM, M. N.; GANDINI, A. (Ed.). **Monomers, polymers and composites from renewable resources**. Amsterdam: Elsevier, 2008. 560 p.

DURAN, N.; MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. de. **Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação**. São Paulo: Artliber, 2006. 208 p.

ORTS, W. J.; SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; GUTTMAN, M. E.; REVOL, J. F. Application of cellulose microfibrils in polymer nanocomposites. **Journal of Polymers at the Environment**, v.13, n.4, p. 301-306, 2005.

ROSA, M. F.; MEDEIROS, E. S.; MALMONGE, J. A.; GREGORSKI, K. S.; WOOD, D. F.; MATTOSO, L. H. C.; GLENN, G.; ORTS, W. J.; IMAM, S. H. Cellulose nanowhiskers from coconut husk fibers: effect of preparation conditions on their thermal and morphological behavior. **Carbohydrate polymers**. v. 81, p. 83-92, 2010.

### Comunicado Técnico, 158

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agroindústria Tropical**  
**Endereço:** Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici,  
 CEP 60511-110 Fortaleza, CE  
**Fone:** (0xx85) 3391-7100  
**Fax:** (0xx85) 3391-7109 / 3391-7141  
**E-mail:** vendas@cnpat.embrapa.br

1ª edição: *on line* (2010)

### Comitê de Publicações

**Presidente:** Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior  
**Secretário-Executivo:** Marco Aurélio da R. Melo  
**Membros:** Diva Correia, Marlon Vagner Valentim Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley Herbster Moura

### Expediente

**Supervisor editorial:** Marco Aurélio da Rocha Melo  
**Revisão de texto:** Jane Maria de Faria Cabral  
**Editoração eletrônica:** Arilo Nobre de Oliveira  
**Normalização bibliográfica:** Rita de Cassia Costa Cid