



ESTUDO DA PROPRIEDADE MECÂNICA DE FILMES DE NANOCELULOSE ORIUNDOS DO MADEREIRO DA AMAZÔNIA

P.I.C. Claro¹, L. Bufalino², J.M. Marconcini³

- (1) Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, Rodovia Washington Luiz, Km 235, 13565-905, São Carlos, SP, pedrocunhaclaro@ymail.com
(2) Universidade Federal de Lavras, UFLA, Campus Histórico, 37200-000, Lavras, MG, linabufalino@yahoo.com.br
(3) Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP, jose.marconcini@embrapa.br

Resumo: Este trabalho teve como objetivo o estudo da propriedade mecânica de filmes constituídos a partir da nanofibras de lignocelulose de três espécies de madeira oriundo da Amazônia: *Cordia geoldiana*, *Brosimum parinarioides* e *Parkia gigantocarpa*. As três espécies foram comparadas com a espécie *E. grandis*. O estudo mostrou que houve um ganho mecânico da resistência, aumento no módulo elástico e na elongação dos filmes entre 20 e 30 ciclos no moinho microfibrilador. Os filmes com nanocelulose oriunda do madeira da Amazônia apresentaram propriedades equivalentes a da espécie *E. grandis*.

Palavras-chave: nanofibras, lignocelulose, filmes, propriedade mecânica.

STUDY OF MECHANICAL PROPERTY OF NANOCELLULOSE FILMS FROM AMAZON TREE

Abstract: This work aimed to study the mechanical properties of films made from lignocelulose's nanofibers of three species arising from Amazonia: *Cordia geoldiana*, *Brosimum parinarioides* e *Parkia gigantocarpa*. The three species were compared with *E. grandis*. The study showed that there was a gain of mechanical strength, increase in elongation and elastic modulus of films between 20 and 30 cycles in microfibrilador mill. The films made of nanocelulose Amazon showed similar properties the species *E. grandis*.

Keywords: nanofibers, lignocellulose, films, mechanical property.

1. Introdução

A nanociência e a nanotecnologia são termos correlacionados e são tratadas de forma multidisciplinar, no qual se obtém a máxima performance das propriedades mecânicas e funcionais do material. (MATTOSO; MEDEIROS, 2006).

Na área de biomateriais nanoestruturados, a madeira tem sido o recurso mais utilizado, tendo potencial para serem grandes fornecedoras de nanocelulose (EICHHORN et al., 2010).

A Amazônia abriga mais de 60000 espécies de plantas, das quais 30000 tem potencial para a síntese de nanofibras de celulose (ALBAGLI, 2001), dentre estas espécies estão as *Cordia geoldiana*, *Brosimum parinarioides* e *Parkia gigantocarpa*.

O objetivo deste estudo é comparar as vantagens na aplicação das nanofibras oriundas dessas espécies amazônicas em comparação ao eucalipto comercial *E. grandis*, de origem australiana.

Este trabalho comparará a máxima resistência mecânica das fibras macroscópicas, tratadas por branqueamento, chamadas de processo "0" (zero), e as passadas pelo moinho microfibrilar, em ciclos de 10, 20, 30 e 40 passes, para a obtenção de nanofibras. Os materiais foram tracionados e obteve-se a resistência máxima, o módulo elástico e a elongação para comparação dos mesmos.

2. Materiais e Métodos

Primeiramente foi realizado o tratamento de branqueamento das fibras *in-natura* de *Cordia geoldiana*, *Brosimum parinarioides*, *Parkia gigantocarpa* e *E. grandis*, resultando-se em filmes denominados de processo "0" (zero). Já as nanofibras foram produzidas por um moinho desfibrilador modelo Super Masscoloider (Masuko®), obtendo-se filmes com nanofibras com passes de 10, 20, 30 e 40 ciclos.

Os filmes foram condicionados por 48 horas e realizou-se ensaio de tração normalizado em uma máquina universal de ensaios (EMIC®), sob as condições de umidade relativa 50% (± 5) e temperatura de 25°C (± 1).

3. Resultados e Discussão

Segue abaixo a ilustração dos filmes do processo “0” e obtidos do moinho desfibrilador:

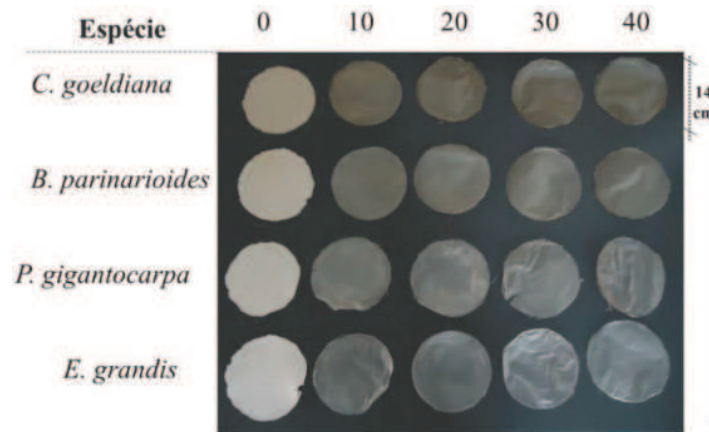


Figura 1. Representação dos filmes de cada espécie e obtidos no processo “0” e em cada processo de ciclo no moinho desfibrilador .

Com o ensaio de tração, de acordo com a norma ASTM D882, foram ensaiados cinco corpos de prova de cada processo e espécie, obtendo-se a tensão máxima, o módulo elástico e a elongação como ilustrado na Figura 2 e Tabela 1.

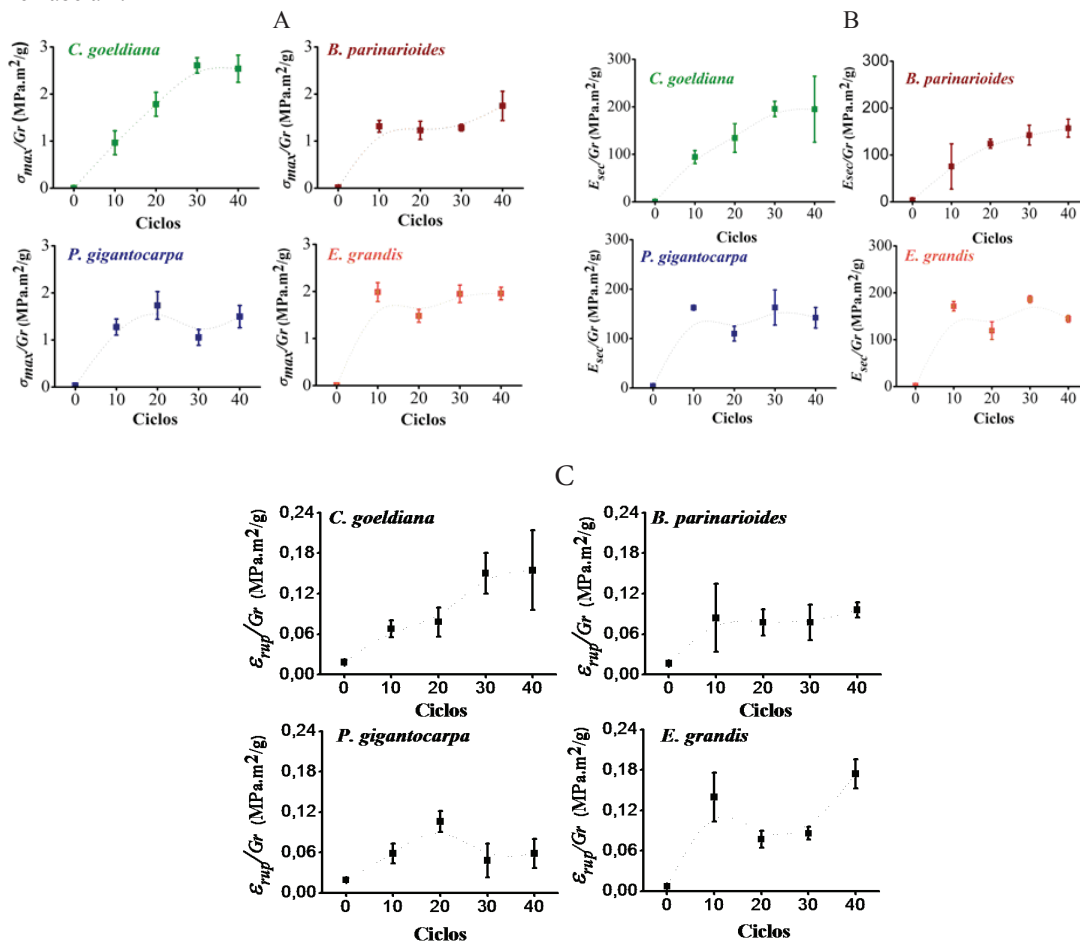


Figura 2. A- Gráficos representando a tensão máxima no processo “0” e nos filmes; B- Representação do módulo elástico ou módulo secante; C- Representação da elongação.

Tabela 1. Dados obtidos de resistência mecânica máxima, módulo secante e alongação.

| Tensão Máxima (Mpa) | | | | |
|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|
| Ciclos | C. goeldiana | B. parinarioides | P. gigantocarpa | E. grandis |
| Processo "0" | 0,0019±0,0011 | 0,0139±0,0018 | 0,0320±0,0014 | 0,0085±0,0007 |
| 10 | 0,9645±0,2547 | 1,3135±0,1246 | 1,2750±0,1707 | 1,9869±0,2010 |
| 20 | 1,7832±0,2542 | 1,2291±0,1945 | 1,7337±0,2957 | 1,4807±0,1378 |
| 30 | 2,6075±0,1643 | 1,2854±0,0701 | 1,0539±0,1685 | 1,9501±0,1869 |
| 40 | 2,5379±0,2895 | 1,7487±0,3113 | 1,4978±0,2361 | 1,9572±0,1342 |
| Módulo Elástico (MPa) | | | | |
| Ciclos | C. goeldiana | B. parinarioides | P. gigantocarpa | E. grandis |
| Processo "0" | 0,49±0,31 | 3,49±0,56 | 3,92±0,31 | 1,97±0,10 |
| 10 | 94,38±13,72 | 75,39±48,49 | 162,61±3,28 | 171,54±10,18 |
| 20 | 134,32±30,18 | 124,01±9,86 | 109,91±14,94 | 119,21±18,82 |
| 30 | 195,72±16,11 | 142,37±21,17 | 162,98±35,56 | 186,40±7,47 |
| 40 | 194,99±69,41 | 157,09±19,25 | 142,26±20,85 | 144,45±7,19 |
| Alongação (%) | | | | |
| Ciclos | C. goeldiana | B. parinarioides | P. gigantocarpa | E. grandis |
| Processo "0" | 1,79±0,29 | 1,67±0,23 | 1,90±0,24 | 0,71±0,14 |
| 10 | 6,79±1,24 | 8,41±5,07 | 5,84±1,44 | 13,98±3,65 |
| 20 | 7,81±2,16 | 7,73±1,91 | 10,59±1,56 | 7,70±1,25 |
| 30 | 15,01±3,02 | 7,74±2,63 | 4,82±2,50 | 8,57±0,97 |
| 40 | 15,47±5,91 | 9,58±1,16 | 5,85±2,15 | 17,41±2,20 |

De acordo com os autores Abe e Yano, a resistência mecânica dos filmes, tanto do processo "0" como obtida do moinho microfibrilar, esta diretamente relacionada às ligações de hidrogênio formadas entre as estruturas e não pela propriedade em si das fibras (ABE; YANO, 2009).

Desta forma, o aumento da resistência mecânica entrelaçado com a obtenção das nanofibras e o aumento de passes no moinho fizeram com que houvesse a diminuição do diâmetro das fibras, aumentando assim a área superficial e a possibilidade de formação de mais ligações de hidrogênio.

O aumento no número de passes possibilita também o aumento da resistência e rigidez do material causada pela relaxação de tensões interna do mesmo (CHUN et al., 2011).

4. Conclusões

Os materiais oriundos do madeiro da Amazônia apresentaram propriedades similares do eucalipto *E. grandis*. Os resultados obtidos com o ensaio de tração permitiram visualizar a possível utilização desses para fins de embalagem alimentícia.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG, CAPES, FINEP e Embrapa Instrumentação pelo suporte financeiro.

Referências

- ABE, K.; YANO, H. Comparison of the characteristics of cellulose microfibril aggregates of wood, rice straw and potato tuber. *Cellulose*, Bucharest, v. 16, n. 6, p. 1017-1023, 2009.
- ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, v. 421, n. 12, p. 5-19, set. 2001.
- CHUN, S. et al. Preparation of ultrastrength nanopapers using cellulose nanofibrils. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Washington, v. 17, n. 3, p. 521-526, 2011.
- EICHHORN, S. J. et al. Review: current international research into cellulose nanofibres and nanocomposites. *Journal of Materials Science*, Norwell, v. 45, n. 1, p. 1-33, 2010.
- MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. *Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. São Paulo: Artliber, p. 13-29, 2006.

