



Processamento de fibrilas lignocelulósicas a partir de resíduos da indústria madeireira para aplicação em biofilmes poliméricos.

Mariana de Oliveira Pimenta ¹(PQ), Alisson José da Silva e Silva ¹(PQ), Karen Beatriz Brito de Farias ¹ (PQ), Cristina Gomes da Silva ¹(OR).

¹ Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Engenharia Química, Sala 6 do Departamento de Estatística, Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, 69080-900, Manaus AM, Brasil.

* mariana.pimenta@ufam.edu.br

Palavras-Chave: Biocompósitos, polímeros naturais, PLA, surfactantes naturais;

Introdução

Como alternativa aos polímeros fósseis, o ácido polilático (PLA) vem se destacando como matéria-prima de diversos materiais por conta de sua biodegradabilidade e propriedades físico-químicas. Por mais que tenha um custo elevado de produção, o ácido polilático provém de fontes renováveis e é biodegradável, o que o torna extremamente promissor nessa área. Além disso, para compensar o seu custo de produção e melhorar seu comportamento mecânico, o PLA pode ser adequadamente misturado com fibras celulósicas. Este trabalho, consistiu na produção de filmes finos de biocompósitos de baixo custo e alto valor ecológico agregado, a partir da inserção, em matriz polimérica de PLA, de nanofibrilas celulósicas (NFCs) oriundas da serragem residual gerada pela indústria madeireira de quatro espécies de madeira comumente utilizadas na fabricação de móveis, obtidas a partir da moagem do material e aplicação de tratamento com surfactantes naturais, a fim de comparar suas propriedades mecânicas, estruturais e físico-químicas antes e depois dos procedimentos. As NFCs foram caracterizadas por difração de raios X (DRX) e por espectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Enquanto os biocompósitos foram avaliados também por DRX e FTIR, além de ensaio mecânico e ângulo de contato.

Material e Métodos

A metodologia deste projeto se baseou no trabalho de Silva et al (2016). O preparo das NFCs consistiu na moagem da serragem, previamente seca em estufa, em moinho de bolas de alumina por 6h, seguida da separação granulométrica em peneiras de até 200 mesh e da lavagem em duas condições diferentes: 1) em água quente e 2) tratamento com adição de surfactante natural aniônico. Ambos os sistemas foram mantidos em agitação por 1h a 45°C, filtrados e lavados até pH neutro, por fim as NFCs foram secas novamente para aplicação nos filmes. Os filmes foram feitos a partir da dissolução do PLA em Clorofórmio sob agitação constante e da adição das fibras, misturadas ao solvente, em duas concentrações diferentes, 0,5% e 1,0%, gerando 17 tipos de filme no total, Tabela 1. Após homogeneização, a solução foi disposta em uma placa de petri e armazenada em dessecador para evaporação do solvente.

Tabela 1 - Filmes sintetizados

Filme	Descrição	Concentração de fibra
PLA	PLA Puro	—
PAP e PAPT	PLA + Angelim Pedra (tratada e não tratada)	0,5%
		1,0%
PCP e PCPT	PLA + Cupiúba (tratada e não tratada)	0,5%
		1,0%
PLG e PLGT	PLA + Louro Gamela (tratada e não tratada)	0,5%
		1,0%
PLI e PLIT	PLA + Louro Itaúba (tratada e não tratada)	0,5%
		1,0%

Resultados e Discussão

No ensaio de DRX, Das quatro fibras, Cupiúba apresentou o maior índice de cristalinidade e Angelim-pedra, o menor, de forma que a variação do índice de cristalinidade foi de 32,75 a 43,29%, Figura 1.

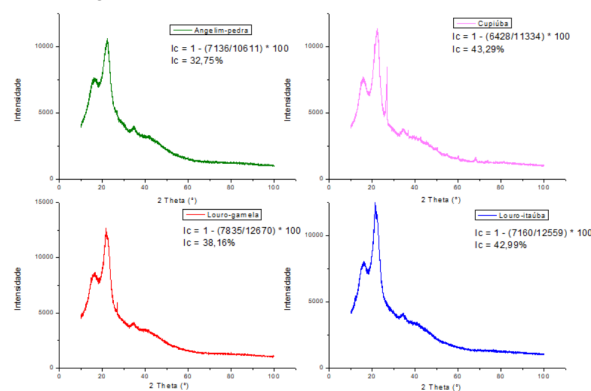


Figura 1 - DRX das fibras.

No FTIR das fibras, percebeu-se que apesar do comportamento semelhante no geral, as amostras de angelim-pedra e cupiúba apresentaram as bandas entre 2800 e 3000 cm^{-1} com menor transmitância, bem como o pico de 3300 cm^{-1} levemente menos acentuado. Mesmo com essas diferenças, pode-se afirmar que as quatro amostras possuem em sua composição os mesmos grupos funcionais, Figura 2.

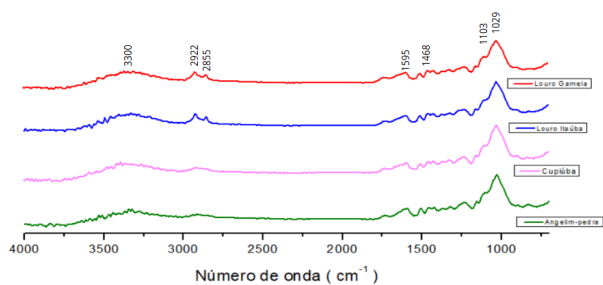


Figura 2 - Espectrograma das fibras.

No teste de ângulo de contato, apenas os filmes reforçados com louro-itaúba, Figura 3, seguiram as expectativas acerca da variação da interação entre o material e a água. Enquanto, o os filmes com angelim-pedra parecem não ter sofrido tanta influência do tratamento e podem ter mantido o ângulo alto porque apenas 0,5% de fibra não foi suficiente para gerar a influência esperada, o que se confirma uma vez que os filmes com o dobro de reforço já tiveram seu ângulo reduzido. Já os biocompósitos reforçados com cupiúba demonstraram o que se pretendia com o tratamento e com o filme 1,0%, apenas com o filme com menor concentração fugindo do padrão. Por fim, os filmes reforçados com louro-gamela contrariam todas as previsões para a mudança da molhabilidade do material.

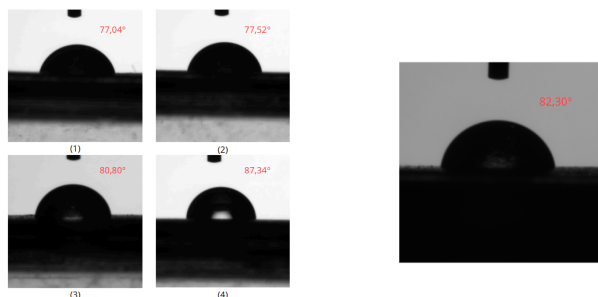


Figura 3 - As imagens à esquerda: (1)PLI 0,5%, (2) PLI 1,0%, (3) PLIT 0,5%, (4) PLIT 1,0%. A imagem à direita, o PLA puro.

No FTIR dos filmes, mesmo com a adição da serragem, os reforçados apresentaram os mesmos picos que o filme base. Isso ocorre porque a intensidade dos picos das fibras é desprezível em comparação à intensidade do espectrograma do PLA, dessa forma as bandas do polímero se sobrepõem às bandas das NFCs, Figura 4.

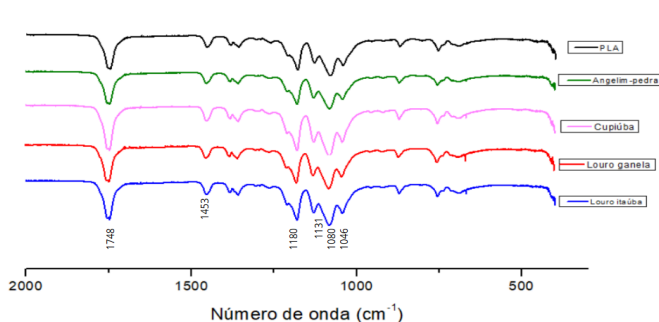


Figura 4 - Espectrograma dos filmes.

Já no DRX dos filmes, em todas as fibras houve o aumento da amorfia nas amostras com tratamento. Ademais, com exceção do louro-gamela, todas as fibras apresentaram redução dos picos com as amostras com menor concentração de reforço.

Quando ao ensaio de tração, o filme base obteve módulo de Young de 2035,45 MPa, valor um pouco abaixo do que é encontrado na literatura [], isso quer dizer que o polímero

apresenta certa rigidez, porém baixa resistência ao impacto, mas isso se altera com a adição das fibras, Tabela 2. Dos filmes PAP, apenas o sem tratamento com 0,5% de fibra apresentou aumento no módulo de young por ter tido, também, a maior tensão máxima. O restante seguiu com módulo menor por terem maiores deformações. Quanto aos PCPs, nota-se que a presença de tratamento tem grande influência nas propriedades mecânicas, uma vez que as NFCs não tratadas tiveram módulo bem maior do que o filme base e as com tratamento apresentaram um número significativamente abaixo por conta da grande deformação apresentada. Já entre os filmes PLG, o filme 0,5% tratado e o com 1,0% sem tratamento apresentaram alto valor de módulo de elasticidade, o primeiro por conta da baixa deformação e o segundo devido à alta tensão máxima. Por fim, os filmes com adição de louro-itaúba apresentaram todos módulos de elasticidade menores que o filme de PLA puro, por conta das grandes deformações.

Tabela 2 - Resultados do ensaio mecânico

Amostras	Tensão (MPa)	Deformação (mm/mm)	Módulo de Young (MPa)	Tensão de Cedência (MPa)
PLA puro	0,02239	0,011	2,03545	0,02668
PAP ST 0,5%	0,03667	0,017	2,15706	0,04533
PAP ST 1,0%	0,03486	0,021	1,66	0,04143
PAP T 0,5%	0,02686	0,02	1,843	0,03171
PAP T 1,0%	0,02629	0,015	1,75267	0,03724
PCP ST 0,5%	0,03219	0,013	2,47615	0,04386
PCP ST 1,0%	0,02467	0,01	2,467	0,03181
PCP T 0,5%	0,02924	0,021	1,39238	0,03848
PCP T 1,0%	0,03124	0,021	1,48762	0,04219
PLG ST 0,5%	0,03314	0,018	1,84111	0,03867
PLG ST 1,0%	0,026	0,01	2,6	0,04352
PLG T 0,5%	0,03857	0,016	2,41063	0,05276
PLG T 1,0%	0,02971	0,016	1,85688	0,04838
PLI ST 0,5%	0,02676	0,025	1,0704	0,03185
PLI ST 1,0%	0,02743	0,015	1,82867	0,04276
PLI T 0,5%	0,02524	0,019	1,32842	0,03705
PLI T 1,0%	0,03133	0,021	1,4919	0,05067

Conclusões

O filme de referência (PLA) teve alterações quanto à cristalinidade, molhabilidade e resistência mecânica quando as fibras de madeira sem tratamento ou com tratamento foram adicionadas à matriz polimérica. Estes e outros parâmetros podem ser explorados para diversas aplicações. Foram observados valores de destaque para os filmes com fibrilas de louro-gamela tanto na molhabilidade dos filmes quanto na propriedade de resistência, quando comparado aos demais filmes. Para pesquisas posteriores, os filmes preparados ainda serão analisados quanto às suas propriedades térmicas, sua biodegradabilidade e tempo de prateleira como embalagem alimentícia, para compará-las e identificar quais são as melhores para aplicação como embalagens alimentícias.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo apoio financeiro.

Referências

[1] SILVA, C. G.; KANO, F. S.; ROSA, D. S. Lignocellulosic nanofiber from eucalyptus waste by a green process and their influence in bionanocomposites. **Waste and Biomass valorization**, v. 11, p. 3761-3744, 2020.