OBTENÇÃO DE NANOCELULOSE POR HIDRÓLISE ENZIMÁTICA

Ericson Douglas Kiracz (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Luís Antonio Pinheiro (Orientador), e-mail: lapinheiro7@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.

Engenharia de Materiais e Metalúrgica. Materiais não Metálicos; Polímeros aplicações.

Palavras-chave: Nanocelulose, hidrólise enzimática, otimização.

Resumo

A obtenção de nanocelulose cristalina e sua aplicação no desenvolvimento de novos produtos é um tema que, cada vez mais, atrai o interesse dos setores industrial e acadêmico devido potencial de exploração e oportunidades de inovação. No entanto, a principal rota de produção da nanocelulose é através da hidrólise ácida, que apresenta um baixo rendimento e também é nociva ao meio ambiente. Como forma de diminuir o impacto ambiental em sua produção, este projeto tem como objetivo analisar a viabilidade da produção de nanocelulose, através da hidrólise enzimática, variando a concentração e o tipo de enzima utilizada.

Introdução

Presente na maioria das discussões do desenvolvimento científico e tecnológico, a sustentabilidade vem se tornando cada vez mais um interesse mundial para o aprimoramento de tecnologias a fim de um menor impacto ambiental. Dessa forma, os materiais plásticos sintéticos têm recebido especial atenção, principalmente no que tange a não-biodegradabilidade e os processos de produção nocivos ao meio ambiente, o que resulta no acúmulo de material inutilizável e excesso do uso e descarte de reagentes tóxicos.

Quando combinamos dois ou mais materiais com afinidade física e química temos como produto um material compósito. Os materiais de combinação possuem uma de duas das principais funções; a matriz, que é o material em maior volume e caracteriza a maior parte das propriedades, e o reforço, que tem como função suportar cargas residuais e assim aumentar a resistência do material[1 - 4].

Uma das maiores vertentes científica é o estudo de materiais compósitos de matriz polimérica reforçados com fibras naturais. Esses materiais possuem como material de reforço fibras de origem natural como por exemplo a celulose. O maior interesse na utilização dessas fibras, não é apenas pelas propriedades mecânicas resultantes mas também pelo aumento da biodegradabilidade do material[2].

Dentro deste contexto, as linhas de pesquisa que se ocupam em analisar a reutilização de resíduos de fontes renováveis e de sua conversão em material de reforço, bem como o estudo das propriedades mecânicas resultantes, se mostra mais rico e vasto[1,3 - 6]. Por outro lado, a exploração de novas rotas de produção, como por exemplo a produção de celulose e nanocelulose, sem reagentes químicos tóxicos ou com baixa toxicidade, tem se mostrado inerte as demandas sustentáveis.

A principal rota de produção de celulose é através do tratamento ácido de pó de madeira conhecido como Acetosolv, método que tem como principal agente

deslignificante o Ácido Acético. Ainda, para obtenção de nanowhisker de celulose, a principal rota de obtenção é a hidrólise ácida, que tem como principal agente químico para quebra das cadeias poliméricas o ácido sulfúrico.

Como rota alternativa para produção de nanowhisker de celulose, e possivelmente para produção de celulose, tem-se o processo de hidrólise enzimática que utiliza enzimas naturais para quebra das cadeias de celulose tratada acidamente. Por consequência, é possível excluir um dos processos tóxicos.

Tendo em vista a importante necessidade de produção de nanocelulose por meios sustentáveis , Faz-se necessário o estudo de alternativas que dispensam a utilização de agentes químicos malignos ao meio ambiente e também tenha eficiência produtiva e econômica equiparável dos métodos tóxicos.

Materiais e Métodos

O objeto principal de estudo é o pó de madeira oriunda de tábuas de pinus, peneirado em malha mesh #80, o qual foi submetido a técnicas de extração de celulose e analisado seu comportamento. A celulose é o subproduto de investigação, o qual é desejado encontrar no final dos processos de extração.

O processo de extração é constituído, da montagem do sistema de reação seguido pela introdução no ambiente de reação e por fim a preparação da amostra. O sistema foi construído utilizando um Erlenmeyer de 250 mL, no qual foi introduzido 20 mL's de água ultra pura, 2g de pó de pinus, pesado em balança analítica Shimadzu® Mod Auy-220, e peneirado, em peneira em malha Mesh #80 e pesada utilizando balança de precisão, e as enzimas segundo tabela abaixo:

TABELA 1 – Organização das variáveis tipo de enzima e a respectiva concentração.

Enzima	Volume/Massa
Hemicellulase Sigma® H2125-150KU	1 mg
	10 mg
Celulase Sigma®	600 µL

Fonte: O autor

Para o ambiente de reação, foi necessário a utilização de agitação constante, utilizando Shaker Tecnal® TE-420 Incubadora, sob rotação de 70 RPM e temperatura controlado em 40 °C, tendo em vista a temperatura máxima de desnaturação das enzimas. Além disso, os sistemas reagiram durante 30 minutos, 1 hora, 2 horas e 4 horas, totalizando assim a construção de 12 sistemas.

A preparação da amostra, foi necessário a separação da fase líquida e fase sólida do sistema, o qual foi efetuada através de centrifugação utilizando centrífuga Excelsa® 4 MOD. 280R, sob agitação de 5000 RPM durante 30 minutos. Por fim, as fases líquidas e sólidas foram transferidas para potes diferentes e identificadas.

A análise do material foi realizado através de potencial Zeta. Os valores encontrados, foram analisados com base no tamanho das partículas do pó antes do tratamento e a referência do tamanho da nanocelulose encontrados na literatura.

Resultados e Discussão

Como principal ponto de referência para comparação do diâmetro das partículas, tomamos o diâmetro de 0,177 mm equivalente ao tamanho da malha Mesh 80 da peneira utilizada. Dessa forma, podemos considerar o diâmetro inicial das partículas na ordem de 100 µm (10^{-4}). Na sequência, podemos analisar a magnitude das quebras das cadeias conforme o tempo de reação, enzima utilizada, concentração e diâmetro resultante. Dessa forma temos as seguintes tabelas:

TABELA 2 – Sistema de reação com enzima Celulase na concentração de 600 µL, tempo de reação e diâmetro de aferido

Amostra	**Diâmetro**
30 minutos	2008 *nm*
1 hora	2961 *nm*
2 horas	1861 *nm*
4 horas	1832 *nm*

Fonte: O autor

TABELA 3 – Sistema de reação com enzima Hemicelulase na concentração de 1 mg, tempo de reação e diâmetro de aferido

Amostra	**Diâmetro**
30 minutos	2113 *nm*
1 hora	1951 *nm*
2 horas	4569 *nm*
4 horas	3351 nm

Fonte: O autor

TABELA 4 – Sistema de reação com enzima Hemicelulase, concentração 10 mg, tempo de reação e diâmetro de aferido

Amostra	**Diâmetro**
30 minutos	3106 µm
1 hora	2446 µm
2 horas	5147 µm
4 horas	2861 µm

Fonte: O autor

No que tange o contexto geral das 3 tabelas, quando analisamos apenas os diâmetros decorrentes da reação, podemos observar uma diminuição do estado inicial entre 97.06%% e 98,97%.

Entretanto, quando adicionamos o tempo de reação em nossa análise, podemos observar uma não regularidade na ordem de diminuição do diâmetro das partículas. Na TABELA 2, podemos observar a maior proximidade de ordenamento de decréscimo em relação ao tempo, com exceção do sistema que reagiu durante 1 hora, que apresenta um aumento incompreensível do diâmetro.

Conclusões

Dentro das variáveis tempo, concentração e tipo de enzima é possível constatar a insuficiência diante do objetivo proposto e algumas inconsistências na compatibilidade de reação. Findamos por insuficiente a capacidade de quebra das cadeias poliméricas, atribuída neste caso para a enzima Celulase, e incompatibilidade de reação, atribuída a enzima Hemicelulase. No que tange a capacidade de quebras da enzima Celulase, foi possível analisar que as quebras das cadeias poliméricas foram de 98% a 99% em relação ao diâmetro inicial. Para que as quebras fossem suficientes para atingir a escala nanométrica, a ordem necessária deveria ser de no mínimo 99,05%.Relativamente à incompatibilidade de reação da enzima Hemicelulase, podemos considerar que o tempo de reação para efetuar quebras nas cadeias poliméricas independe do tempo e da concentração. Entretanto, não podemos afirmar com total veracidade pois existe uma diferença de 98,52% e 98,21% na ordem de quebras das cadeias poliméricas. Entretanto, essa quebra não é proporcional ao tempo e concentração das enzimas.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa e incentivo pela pesquisa e ciência Brasileira.

Referências

1. Marinelli, A.L. et al. Desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais naturais da biodiversidade: uma contribuição para a sustentabilidade amazônica. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 18, p. 92-99, 2008.
2. SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI, M. A. A Tecnologia da reciclagem de polímeros. Química Nova, v. 38, n. 1, p. 65-72, 2005.
3. Huda, M.S., Mohanty, A.K.; Drzal, L.T.; Schot, E. Misra, M. "Green" composites from recycled cellulose and poly(lactic acid): Physico-mechanical and morphological properties evaluation. J. Mat. Sci., v. 40, p. 4221-4229, 2005.
4. Mohanty, A.K.; Misra, M.; Drzal, L.T. Sustainable bio-composites from renewable resources: Opportunities and challenges in the green materials world. J. Polym. Envirom., v. 10, p. 19-26, 2002.
5. Jeong, K.Y.; Hong, C.H., Lee, S.H. US patent 0315209, 2009.
6. Quental, A.C.; Carvalho, F.P.; Tada, E.S.; Felisberti, M.I. Blendas de PHB e seus copolímeros: miscibilidade e compatibilidade. Química Nova, v. 33, p. 438-446, 2010.
7. Eichhorn, S.J. Current international research into cellulose nanofibres and nanocompósitos. J. Mater. Sci., v. 45, p. 1-33, 2010.
8. ORTS, W.J. et al. Application of Cellulose Microfibrils in Polymer Nanocomposites. J. Polym. Envirom., v. 13, p. 301-306, 2005.
9. MILANEZ, D. H.; AMARAL, R. M.; FARIA, L.I. L.; GREGOLIN, J. A. R. Assessing nanocellulose developments using science and technology indicators. Materials Research, v. 16, p. 635-641, 2013.