

Subárea: 1.06.01 - Química / Química Orgânica.

OBTENÇÃO DE POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS A PARTIR DO BAGAÇO DA CANA E LÍQUIDO DA CASTANHA DE CAJU DA REGIÃO NORTE DE MS

Ana C. L. da Silva^{1*}, Adriana G. P. da Silva², Talina M. N. dos Santos², Joseila A. Bergamo³, Luís H. C. Costa³, Adilson Beatriz⁴, Felicia M. Ito⁵

1. Estudante de IC-EM do Inst. Fed.de Mato Grosso do Sul, *Campus Coxim* - IFMS
2. Estudante de IC-PIBIC do Inst. Fed.de Mato Grosso do Sul, *Campus Coxim* - IFMS
3. Técn. de Laboratório de Química do IFMS, *Campus Coxim*
4. Professor Colaborador do Instituto de Química - UFMG
5. Professora do Ens. Bás. Téc. Tecnológico em Alimentos do IFMS, *Campus Coxim*/ Orientadora

Resumo:

A restrição de espaço e a necessidade de atender cada vez mais as demandas de energia, água de boa qualidade e alimento, tem colocado alguns paradigmas a serem vencidos, os quais se relacionam principalmente à qualidade ambiental e à distribuição, disponibilidade e custo de energia. As atividades agropecuárias e de processamento de produtos agropecuários têm proporcionado sérios problemas de poluição no solo, em águas superficiais e em águas subterrâneas. A cana-de-açúcar é uma das atividades agropecuárias da região com grande geração de resíduos devido a proximidade de uma usina e o caju é um fruto bastante comum na cidade de Coxim-MS e estes foram a matéria-prima utilizada neste trabalho para obtenção de polímeros biodegradáveis com possível aplicação biotecnológica.

No presente trabalho, resíduo da cana-de-açúcar (bagaço) foi purificado para obtenção da celulose. Em seguida, a celulose foi acetilada para obtenção do acetato de celulose. O líquido da castanha de caju (LCC) foi obtido a partir do extrator de Soxhlet. O polímero obtido pela mistura do acetato de celulose e LCC foi analisado em IV-TF e em TG-DTG, para o estudo de comportamento de perda de massa característica de decomposição de compostos orgânicos alifáticos e estabilidade térmica. Além disso, o polímero foi submetido a ensaio de biodegradação em solo, mostrando resultados promissores.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais, polímeros, bagaço da cana, LCC.

Autorização legal: não aplicável.

Apoio financeiro: IFMS, Cnpq

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: não aplicável.

Introdução:

O Brasil é um dos países com recursos naturais mais abundantes. A busca por recursos naturais renováveis e sustentáveis vêm ganhando espaço tanto no cenário nacional quanto mundial, sendo assim, objetos de investigação para pesquisadores.

A cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) é uma planta herbácea, angiosperma, pertencente à classe Liliopsida (monocotiledônea), subclasse Commelinidae, ordem Poales (Cyperales) e a família (Gramineae)(Miranda, 2009). Pertencem a essa família, o arroz, a aveia, a braquiária, a cevada, o milho, o sorgo e o trigo.

A cana-de-açúcar apresenta rizomas, caule composto por colmos cheios (com nós e entrenós), que possuem grande capacidade de absorção de água e onde se concentra a sacarose. Suas folhas são longas e de nervação paralela, com bainha largas e abertas. Apenas uma folha é inserida cada nó. Sua reprodução é realizada por uma estrutura básica chamada espiguiha ou espícula. Cada espiguiha é composta por até 50 flores, que comumente são hermafroditas (Vidal, 2003).

O bagaço de cana-de-açúcar é um subproduto fibroso resultante da moagem da cana. Mesmo após a extração da sacarose e outros nutrientes, o bagaço ainda contém muita matéria orgânica, sendo assim uma possível fonte de mais energia e de outros produtos de química fina. O bagaço é matéria orgânica vegetal rica em polissacarídeos (açúcares complexos), como a celulose e a hemicelulose, compostos comumente encontrados nas paredes celulares das células vegetais. Também está contida nessa massa orgânica a lignina (biomassa lignocelulósica). Esses três materiais juntos compõem mais de 75% da biomassa vegetal e conferem resistência mecânica à planta. Outras substâncias podem ser extraídas do material vegetal, tais como ceras, álcoois, lipídeos, esteroides, ácidos graxos, hidrocarbonetos e flavonoides. Alguns desses compostos

extrativos podem ser tóxicos. Essas moléculas podem variar de acordo com a espécie analisada e o processamento ao qual será submetido o material vegetal (Soares, 2012).

A palavra polímero é utilizada para classificar moléculas orgânicas formadas por um grande número de unidades moleculares repetidas, denominadas meros. Mero significa partes e poli, muitos. Então o significado oriundo da palavra polímeros é muitas partes (Manrich, 2005).

Hoje em dia, podemos dizer que vivemos na chamada era dos polímeros, uma vez que fica difícil imaginarmos a vida sem os fantásticos plásticos, borrachas e fibras que nos proporciona conforto. Desde o momento em que acordamos até a hora em que vamos dormir à noite para um merecido descanso (ou não) nos deparamos com artefatos poliméricos: colchão, escova de dente, embalagens, CDs, cartões de crédito, roupas, cadeiras, até mesmo dinheiro (algumas notas de R\$ 10,00 são de plástico). Portanto, é evidente que os polímeros encontram destaque em nossa vida (Wan, 2001).

Os primeiros polímeros sintéticos resultaram da procura de substâncias que reproduzisse as propriedades encontradas nos polímeros naturais. Assim, a falta de borracha natural, no período da Segunda Guerra Mundial, motivou a pesquisa para obtenção de borracha Sintética (Buna S). Na tentativa de substituir a seda, descobriu-se a fibra de nylon (New York London, em referência aos dois maiores mercados consumidores da época). Posteriormente, surgiram vários tipos de polímeros, que permitiram uma modificação muito grande nos costumes do mundo atual (Brito, 2011).

Deste modo, gerar produtos que agregam valores ao resíduo agroindustrial, como o bagaço da cana, mantidos sem utilização e considerados como desperdício agrícola é uma das aplicações tecnológicas de maneira a colaborar para um desenvolvimento sustentável e contribuem para minimizar o impacto ao meio ambiente.

Metodologia:

Amostra de bagaço de cana-de-açúcar foi coletada na cidade e proximidades de Coxim-MS. Os reagentes e solventes foram adquiridos pelo projeto e outros foram utilizados do IFMS-Campus Coxim. Todos os experimentos foram realizadas no laboratório de química/92 do IFMS, exceto análise de infravermelho com transformada de Fourier (IV-TF) foram realizadas no INQUI-UFMS. As vidrarias e os equipamentos como balança analítica, agitador magnético e manta

aquecedora foram também utilizados os disponíveis em laboratório de química do Campus Coxim-IFMS.

O bagaço da cana-de-açúcar foi triturado e peneirado em partes menores para prosseguir com as reações. A purificação foi realizada segundo Supranto, 2007 com modificações.

O triacetato de celulose foi produzido de acordo com Cerqueira *et al.* 2010, cujo procedimento é descrito a seguir: Uma mistura composta por 1 g de bagaço purificado e 25 mL de ácido acético foi agitada durante 30 minutos. Então, uma solução composta por 0,1 mL H₂SO₄ e 9 mL de ácido acético foi adicionada ao sistema, o qual foi agitado durante 25 minutos. A mistura foi filtrada e 32 mL de anidrido acético foi adicionado ao filtrado. Essa solução foi recolocada no recipiente contendo bagaço e agitada durante 30 minutos. Água foi adicionada ao filtrado para parar a reação e precipitar o triacetato de celulose (TAC), o qual foi lavado com água destilada até a neutralidade e então seco à temperatura ambiente.

O líquido da castanha de caju (LCC) foi extraído da casca da castanha de caju por extração à quente com etanol comercial em sistema de soxhlet.

100mg de acetato de celulose foi solubilizado em clorofórmio (5mL) com acréscimo de 2 gotas (75mg) de LCC. A amostra obtida foi analisada em espectroscopia na região do Infravermelho com transformada de Fourier (IV-TF) e está em análise de termogravimetria (TG/DTG).

Os ensaios de degradação em solo foi realizado segundo a metodologia do teste *soil burial* com adaptação (Mazur, 2009).

Resultados e Discussão:

Visando o estudo das reações envolvidas nos processos de obtenção do material polimérico e subsequente obtenção do filme de celulose a partir do bagaço de cana acrescido de líquido da castanha de caju, foi realizada uma sequência de estudos: i) Reações para obtenção da celulose. ii) Reação de acetilação. lii) Obtenção do polímero com LCC. iv) Análise térmica e de infravermelho. v) ensaio de biodegradação em solo.

Para obtenção da celulose purificada, o bagaço de cana foi imerso em água por 24h para retirada de compostos inorgânicos solúveis em água e principalmente a fração de sacarose residual e polissacarídeos de baixa massa molecular não removidos no processo de moagem da cana. Em seguida foi colocado em NaOH 0,25 mol.L⁻¹ por 18h para o

rompimento das ligações da matriz lignocelulósica para remoção de grande parte da lignina. Após filtração e secagem, o material residual foi refluxado em ácido nítrico e etanol (1:4, v/v) por 3h para o branqueamento da celulose, obtendo a celulose purificada. A celulose então foi submetida à reação de acetilação ou também conhecida como uma reação de esterificação, obtendo como produto o acetato de celulose. A figura 1 apresenta o esquema de reação de acetilação da celulose do bagaço da cana de açúcar.

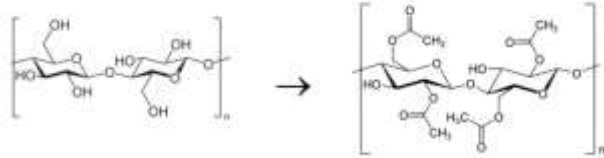


Figura 1. Esquema da reação de acetilação.

Após a preparação da matéria-prima, o de acetato de celulose, foi preparado o polímero com acréscimo de LCC (Figura 2). O polímero foi submetido as análises de espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (Figura 3) e análise de termogravimetria/termogravimetria diferencial (Figura 4).



Figura 2. Material polimérico obtido a partir do acetato de celulose do bagaço da cana e LCC.

O ensaio de degradação em solo foi apenas por método de análise visual, sendo que não prova a presença de processo de biodegradação, mas este parâmetro pode ser utilizado como uma primeira indicação de qualquer ataque microbiano (Shah, 2008). Sendo que após 90 dias de exposição a ação do intemperismo ambiental, mostrou ela análise visual, o decréscimo de tamanho do material. (Figura 5).

Title	cel do Brasil (GMT-3:00)	Comment	Amostra 116 por Isom data terça-feira, setembro 20 2016
Origin	cel do Brasil (GMT-3:00)	File Name	D:\2016 2º PROJ TOCITALINAITCC ARQUIVO FINAL\TMS-04_11.SP
Date Stamp	tue sep 20 16:36:33 2016 Hora oficial do Brasil (GMT-3:00)		
Date	tue sep 20 16:36:39 2016 Hora oficial do Brasil (GMT-3:00)		
Technique	Infrared	Instrument	Frontier FT-IR
Spectral Region	IR	X Axis	Wavenumber (cm-1)
Y Axis	% Transmittance	Spectrum Range	400.0000 - 4000.0000
Points Count	3601	Data Spacing	1.0000

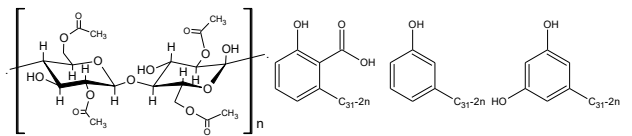
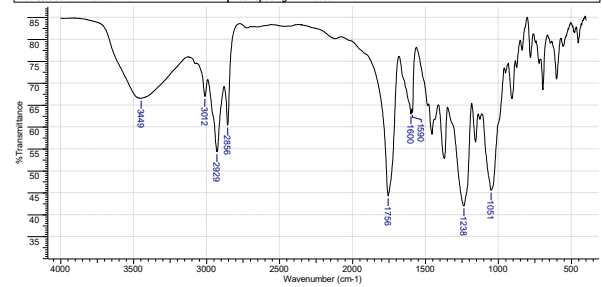


Figura 3. Principais bandas de absorção registradas na região do infravermelho do polímero produzido a partir do acetato de celulose e LCC.

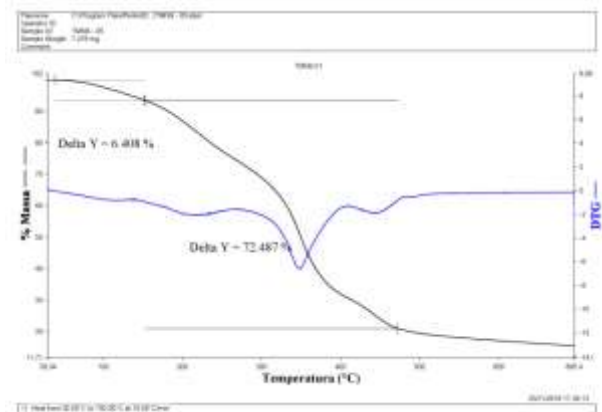


Figura 4. Curvas de TG/DTG - Polímero do acetato de celulose com LCC.

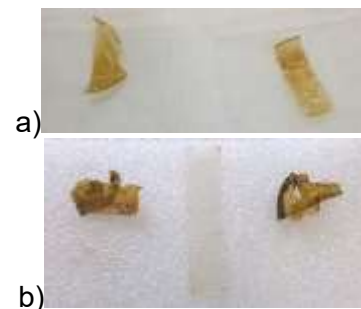


Figura 5. Ensaio de degradação em solo. a) material inicial. b) material após 90 dias.

Conclusões:

A partir do bagaço de cana de açúcar obteve-se um material polimérico acrescido de LCC na qual foi submetido a análises térmicas de TG/DTG e espectroscopia de IV/FT.

Os espectros de infravermelho para o biopolímero de acetato de celulose acrescido de LCC apresentaram bandas características de grupamentos do acetato de celulose e do LCC. Através da análise dos resultados de IV verificou-se a eficiência do processo de obtenção do acetato de celulose e a preparação do biopolímero com LCC.

As análises térmicas por TG/DTG realizadas nas amostras do material polimérico mostrou comportamento de perda de massas características de decomposição de compostos orgânicos alifáticos apresentaram estabilidade térmica.

Os ensaios de degradação em solo, até o momento, foi apenas pelo método visual, sendo indicativo da degradação microbiológica a partir da redução do tamanho do material em comparação com o dia inicial com o final de 90 dias.

O produto obtido poderá ser destinado à obtenção de plásticos, embalagens, adesivos e filmes como um produto de alto valor comercial.

Referências bibliográficas

ABIB – Associação Brasileira de Indústrias da Biomassa. Inventário residual Brasil. 2011. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/accounts/200968>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

Brito, G. F., Agrawal, P., Araújo, E. M., Mélo, T, J. A. Biopolímero, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. *Revista eletrônica de materiais e processos*, v. 6, n. 2, p. 127-139. 2011.

Cerqueira, D. A. et al. Caracterização de Acetato de Celulose Obtido a partir do Bagaço de Cana-de-Açúcar por ¹H-RMN. *Polímeros*, v. 20, n. 2, p. 85-91, 2010.

Chuba, C. A. M.; Argandona, E. J. S.; Homem, G. R.; Tommaselli, M. A. G. **Modelo de Viabilização da Produção do Consórcio:** Macaúba (*Acrocomia aculeata*) e Cana-De-Açúcar (*Saccharum officinarum*). In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENEGEP, São Carlos, 2010.

Godoy, S. G. M. **O Protocolo de Kyoto e o mecanismo de desenvolvimento limpo: uma avaliação de suas possibilidades e limites.** 2005. 164 f. Dissertação (Mestrado

em Economia Política) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC, São Paulo, 2005.

IPEA, 2012. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf Acesso em: 20 jul 2016. Manrich, S. **Processamento de termoplásticos.** 1 ed, São Paulo: Artiliber Editora, 2005. 431 p.

Mazur, L.; Amaral, F.; Lopes, R.V.V.; Schneider, A.L.S.; Pezzin, A.P.T. Avaliação da degradação em solo de embalagens plásticas oxidegradáveis. Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros- Foz do Iguaçu, PR – Outubro 2009. Pessôa, A. **Agricultura.** Brasília: MRE, 2009. Disponível em: <<http://www.brazil.guide.com.br/port/economia/agric/apresent/index.php>>. Acesso em: 12 mai. 2016.

Shah, A.; Hasan, F.; Hameed, A.; Ahmed, S.; *Biotechnology Advances*, v. 26, p. 265-, 2008.

Soares, L. C. S. R. Destoxificação biológica do hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar para utilização em processos fermentativos. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2012.

Supranto, S.; Tawfiequrrahman, A.; Yunanto, D. E. *Journal of Engineering Science and Technology. Special Issue on Somche 2014 & RSCE 2014 conference*, p.35. 2015.

ÚNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Etanol e Bioeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/Downloads/estudosmatrizenergetica/pdf/livro-etanol-bioeletricidade.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2016.

Vilaça, A.C.; Pinto, D. C. A. **Sustentabilidade do setor sucroalcooleiro.** 2012. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/viewFile/467/359>> acesso em 24 de mai. de 2016.

Wan, E., Galembeck, E., Galembeck, F. Polímeros sintéticos. *Química Nova na Escola*, Edição especial, p. 5-8. 2001.