

25. Meio Ambiente

Plastificación da proteína de soja para produção de utensílios biodegradáveis termoformados

Tessaro de Moraes, Charon; Coffferri, Patricia; Santana, Ruth Marlene Campomanes;

charon.tessaro@gmail.com; pcofferri@gmail.com; ruth.santana@ufrgs.br;

Programa de pós-graduação em ciência e tecnologia dos materiais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo

A substituição de materiais sintéticos por materiais de fonte natural vem se tornando indispensável. Dentre os polímeros naturais está a proteína de soja, a qual possui excelentes propriedades, tais como, capacidade de produzir filmes e lâminas com boa transparência e boa barreira ao oxigênio e a odores, comparadas a outros biopolímeros. No entanto, a utilização destes materiais ainda é bastante limitada devido à sua baixa resistência mecânica, estabilidade térmica e de barreira à umidade. Nesse sentido, este trabalho visa estudar a possibilidade de produzir lâminas para a produção de utensílios termoformados à base de proteína de soja isolada (PSI) plastificada com Glicerol (Gli). Foram produzidas três formulações de PSI/Gli com proporção mássica de: 60/40, 70/30 e 80/20. O processamento ocorreu em reômetro do tipo Haake acoplado em câmaras de misturas a temperatura ambiente. As lâminas foram produzidas pelo método de compressão térmica em prensa hidráulica e destas foram produzidos corpos-de-prova para a avaliação das propriedades reológicas, químicas, térmicas e mecânicas das amostras. Resultados mostraram que, um aumento no teor de proteína causa um aumento na estabilidade térmica e na resistência mecânica, conseqüentemente, causa uma queda no percentual de deformação do material.

Palavras chave: biopolímeros, proteína de soja, glicerol, lâminas termoformadas.

Introdução

Utensílios termoplásticos estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, mas, apesar da sua praticidade e versatilidade, estes materiais vêm perdendo sua credibilidade ao longo dos últimos anos. A causa disso está

relacionada a problemas gerados pelo descarte incorreto, associado ao alto período de permanência destes em contato com o meio ambiente, e ainda pelo efeito nocivo dos recursos (matérias-primas) utilizados para sua fabricação. Uma forma de resolver esses problemas,

sem retirar estes materiais de uso, é substituir as matérias-primas derivadas do petróleo por matérias-primas de fonte renovável, ou natural (Rocha, Farias, de Carvalho, Ascheri, Galdeano, 2014).

Os biopolímeros à base de recursos naturais como amido, celulose e proteína têm se destacado como alternativa devido à abundância e o baixo custo da matéria-prima e por ser totalmente biodegradável.

Dentre os recursos citados, a proteína de soja isolada (SPI) ainda se destaca devido a sua alta capacidade de formar filmes transparentes, flexíveis e macios e suas boas propriedades de barreira.

No entanto, o uso deste biopolímero ainda é bastante limitado devido as suas baixas propriedades mecânicas, alta sensibilidade à água e difícil processamento, tornando necessário o uso de aditivos (Rhim, Mohanty, Singh e Perry, 2006) (Song, Tang, Wang e Wang, 2011).

Para melhorar a propriedade de processamento da SPI, bem como para superar a fragilidade dos filmes puros de SPI, são adicionados plastificantes à matriz proteica, pois estes possuem tanto a capacidade de reduzir a ligação interna de hidrogênio entre as cadeias de proteínas quanto a de aumentar o espaçamento molecular destas.

Os plastificantes mais utilizados são aqueles que possuem estrutura semelhante a da matriz proteica, neste caso, compostos contendo grupos

hidroxila, como água e álcoois. Neste caso, o plastificante mais utilizado é o Glicerol (Gli) por causa do seu tamanho pequeno e natureza hidrofílica, o que o torna compatível com moléculas de SPI (Kokoszka, Debeaufort, Hambleton, Lenart, e Voilley, 2010) (Song, 2011) (Wang, Sue e Jane, 1996) (Guilbert e Cuq, 2005).

Objetivos

Produzir e caracterizar lâminas de PSI plastificada com Glicerol (Gli) para a produção de utensílios termoformados.

Materiais e Métodos

Foram elaboradas três formulações a base de PSI (fornecida pela empresa BREMIL) e Gli (marca Dinâmica) em câmara de mistura do tipo Haake, com velocidade de rotação dos rotores de 60rpm, sob temperatura ambiente e por um tempo de mistura de seis minutos com diferentes proporções mássicas de PSI/Gli (60/40%, 70/30% e 80/20%).

Depois de homogeneizadas as formulações foram submetidas à compressão térmica em prensa hidráulica a temperatura de 130°C, pressão de 6 toneladas e tempo total de 10 minutos, para obtenção de lâminas, e das quais foram retirados corpos-de-prova (CP) para a caracterização das formulações através do ensaio de Tração, análise Termogravimetria (TGA) e análise de Espectroscopia no Infravermelho com

transformada de Fourier em modo de refletância total atenuada (FTIR-ATR).

O ensaio de tração ocorreu segundo a norma ASTM D882-02, em Máquinas Universal de Ensaio Instron (Modelo 3367) com velocidade de 10mm/min, carga aplicada de 1KN e CP com dimensões de 80x20mm pré-condicionados.

A análise termogravimétrica foi realizada em termobalança TA Instruments Q50 com rampa de aquecimento de 20°C/min e intervalo de 40-820°C em atmosfera de Nitrogênio.

A análise de FTIR-ATR foi realizada em um Espectrômetro da marca Perkin Elmer modelo Spectrum 1000, foram feitas 32 leituras com resolução de 4cm⁻¹, por transmitância em intervalo de 4000-600cm⁻¹.

Resultados e Discussões

Propriedades Reológicas

A Figura 1 abaixo apresenta as curvas reológicas para as diferentes formulações.

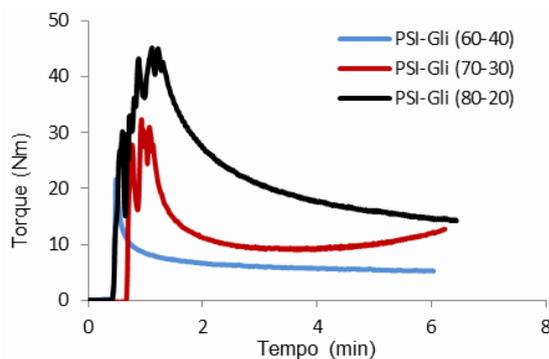


Figura 1. Curvas de torque em função do tempo para as diferentes formulações de PSI/Gli.

Foi possível perceber que à medida que aumenta o teor de plastificante, há um decréscimo nos valores de torque. Isso indica maior plastificação da proteína devido aos grupos polares do Glicerol que permitem maior interação desta com o plastificante e, conseqüentemente, menor resistência mecânica (Kokoszka et al., 2010) (Guilbert e Cuq, 2005).

Propriedades Mecânicas

Analisando as curvas obtidas através do ensaio de Tração (Figura 2) e os valores de Módulo Elástico, Tensão e Deformação na ruptura expostos na Tabela 1, foi possível perceber que uma maior proporção de plastificante causa uma queda na resistência mecânica dos filmes, sendo que de 20% para 30% houve uma queda de 62%, aproximadamente, e de 30% para 40% apenas 20% de queda. O mesmo comportamento foi observado quando avaliado o módulo elástico.

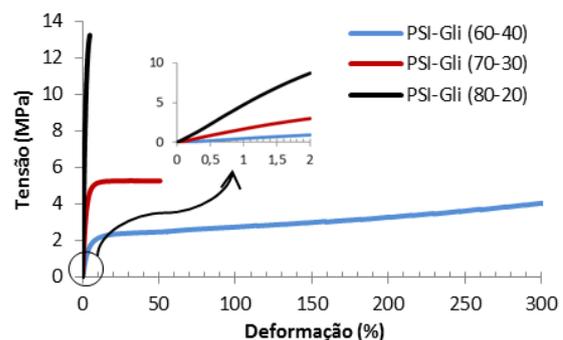


Figura 2. Curvas de Tensão versus Deformação das lâminas de PSI/Gli em diferentes concentrações com destaque para região da zona elástica.

Por outro lado, houve grandes incrementos na elongação dos filmes, sendo um aumento de dez vezes quando o percentual de Gli sobe de 20% para 30% e de seis vezes quando o percentual aumenta de 30% para 40%. Resultados semelhantes foram obtidos por Wang et al (1996).

Tabela 1. Dados obtidos através do ensaio de Tração.

	Tensão (MPa)	Módulo (MPa)	Deformação (%)
PSI/Gli 60/40%	4±1	49±5	300±1
PSI/Gli 70/30%	5±1	174±11	51±36
PSI/Gli 80/20%	13±1	501±35	5±1

Imagens dos CP após a realização do ensaio podem ser visualizadas na Figura 3.

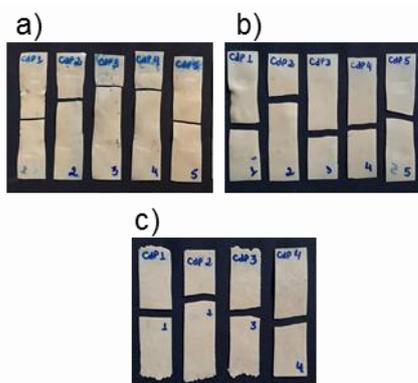


Figura 3. Imagens dos CP após ensaio de Tração das amostras de PSI/Gli nas concentrações de: a) 60/40%; b) 70/30%; c) 80/20%.

Esta maior flexibilidade das cadeias poliméricas está relacionada com a capacidade do Gli em diminuir as forças intermoleculares da proteína e penetrar entre as suas cadeias aumentando seu volume livre e, desta forma, sua mobilidade (Bozic, Majeric, Denac, e Kokol, 2014) (Wang et al, 1996) (Guilbert e Cuq, 2005).

Propriedades Térmicas

Foram submetidas à análise de TGA as duas composições com maior e menor teor de plastificante e a PSI pura e o resultado está exposto na Figura 4.

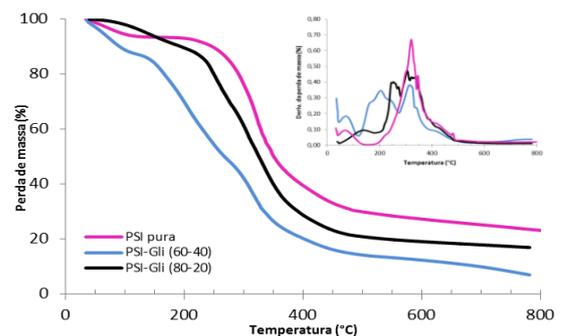


Figura 4. Curvas de TGA e DTG das amostras.

De acordo com as curvas termogravimétricas, houve uma pequena perda de massa em temperaturas próximas a 100°C, o que pode estar relacionado com a perda de umidade e também parte do plastificante não incorporado. Na curva da PSI pura há apenas um pico intenso e estreito em 320°C, enquanto que nas outras duas curvas este pico se divide em dois, sendo

um deles em torno de 200-250°C, indicando a perda de massa do glicerol incorporado na proteína, e outro por volta de 300°C representando a degradação da proteína. De acordo com as curvas, quanto maior o teor de plastificante, neste caso o Gli, menor é a estabilidade térmica do filme, uma vez que, a perda de massa da composição com maior teor de Gli ocorreu para temperaturas ainda mais baixas (Bozic et al., 2014).

Propriedades Químicas

Os espectros de FTIR dos filmes com diferentes composições estão apresentados na Figura 5. As curvas possuem comportamento bastante similar, mudando apenas a intensidade dos picos, sendo que a intensidade aumenta proporcionalmente a quantidade de plastificante.

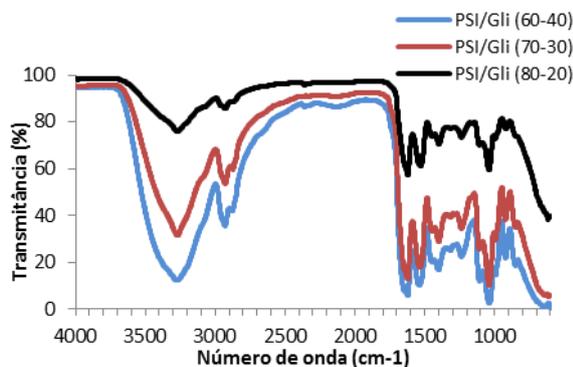


Figura 5. Espectros de FTIR-ATR das lâminas de PSI com diferentes concentrações de glicerol.

A banda em torno de 3270cm⁻¹ pode representar tanto a ligação O-H proteína-glicerol, como a ligação NH₂ de amidas presente nas moléculas da proteína.

Em torno de 2900cm⁻¹ estão apresentadas as bandas relacionadas a ligação C-H de cadeias alifáticas (proteína-glicerol). Em 1620cm⁻¹ e 1540cm⁻¹ são picos representando a ligação C=O e N-H de amidas (proteína), respectivamente.

Os picos em 1200-1420cm⁻¹ estão relacionados com a ligação C-O de ácidos carboxílicos (proteína). Picos de 1100-1150cm⁻¹ estão representadas as ligações C-O de álcoois (Glicerol). Os picos em 990cm⁻¹ e 840cm⁻¹ representam deformações angulares de grupos laterais e em 920cm⁻¹ deformação angular da ligação O-H devido a ligação C=O de amidas presentes nas cadeias da proteína (Bozic et al., 2014).

Conclusões

Diante do exposto, conclui-se que o Glicerol age como excelente plastificante, pois consegue interagir com as cadeias da matriz proteica, melhorando seu processamento e contribuindo nas propriedades de alongação do material. Porém, reduz a resistência mecânica e a estabilidade térmica do material biodegradável.

Bibliografía

Bozic, M., Majeric, M., Denac, M., e Kokol, V. (2014). Mechanical and barrier properties of soy protein isolate films plasticized with a mixture of glycerol and dentritic polyglycerol. *Applied Polymer Science*, 41837, 1-4.

Guilbert, S. e Cuq, B. (Ed). (2005). *Handbook of Biodegradable Polymers*. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK Rapra Technology Limited.

Kokoszka, S., Debeaufort, F., Hambleton, A., Lenart, A. e Voilley, A. (2010). Protein and glycerol contents affect physicochemical properties of soy protein isolate-based edible films. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 503-510.

Rhim, J., Mohanty, K.A., Singh, S.P. e Perry, K. W. Ng. (2006). Preparation and Properties of Biodegradable Multilayer Films Based on Soy Protein Isolate and Poly (lactide). *Ind. Eng. Chem. Res*, 45, 3059-3066.

Rocha, G. O., Farias, M. G., de Carvalho, C. W. P., Ascheri, J. L. R. e Galdeano, M.C. (2014). Filmes Compostos Biodegradáveis a Base de Amido de Mandioca e Proteína de Soja. *Polímeros* 24 (5) 587.

Song, F., Tang, D., Wang, X. e Wang, Y. (2011). Biodegradable Soy Protein Isolate-Based Materials: A Review. *Biomacromolecules*, 12, 3369-3380.

Wang, S., Sue, H.J., e Jane, J. (1996) Effects of Polyhydric Alcohols on the Mechanical Properties of Soy Protein Plastics, *J. Micromol. Sci. Pure Appl. Chem.* A33:557–569.

Agradecimientos

Ao LAPOL pelo espaço concedido.

À BREMIL pelo fornecimento da PSI.

Ao IFSUL pelo espaço concedido.

Financiamento

A CAPES pela bolsa concedida e a UFRGS.