



XII Seminário Brasileiro de Tecnologia Enzimática ENZITEC 2016

Produção e Caracterização de Filmes de Gelatina com Tratamento Enzimático

E. B. BRANDALISE¹, K. H. BERWIG¹, M. E. R. DE SOUZA¹, C. BALDASSO¹ e
A. DETTMER¹

¹ Universidade de Caxias do Sul – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos e
Tecnologias
Caixa Postal 1352 – 95070-560 Caxias do Sul – RS - E-mail: elizetebaggio@yahoo.com.br

RESUMO

A maior parte dos materiais utilizados na agricultura são produzidos a partir de fontes não renováveis e não degradáveis, representando um grave problema ambiental. Dessa forma, os filmes obtidos a partir de fontes renováveis surgem como uma alternativa, podendo ser compostos por biopolímeros como, por exemplo, proteínas. No presente trabalho foram produzidos filmes de gelatina (4% m/v), com adição de glicerol como agente plastificante (20% sobre a massa de gelatina). Avaliou-se o efeito da utilização da enzima transglutaminase (TGase) (1% sobre a massa de gelatina) como agente reticulante. Os filmes foram caracterizados quanto à espessura, solubilidade e propriedades mecânicas. A espessura foi de $0,133 \pm 0,006$ mm para filmes de gelatina sem adição da TGase e $0,137 \pm 0,008$ mm para filmes produzidos com TGase. Observou-se que a adição da enzima provocou variação significativa na solubilidade dos filmes, mas não teve influência nas propriedades mecânicas.

Palavras-chave: Filmes, Gelatina, Glicerol, Enzima Transglutaminase.

INTRODUÇÃO

Proteínas têm atraído grande atenção como possíveis fontes para o desenvolvimento de novos materiais de constituição polimérica devido à sua estrutura macromolecular altamente polar e reativa (Ebnesajjad, 2012). Já, que o uso de filmes plásticos como cobertura de solo apresenta desvantagens devido a sua origem, e a matéria-prima utilizada na sua produção é proveniente de fonte não renovável. Além disso, após o uso os agricultores têm dificuldades em dar um destino adequado ao plástico remanescente (Moreno e Moreno, 2008).

A gelatina proveniente de fonte natural e renovável apresenta sequências de ácidos e numerosos grupos funcionais, tem sido explorada em estudos envolvendo a formação de filmes biodegradáveis (Kanmani e Rhim, 2014; Sousa, 2013). Isso se deve ao fato de que polímeros naturais, como as proteínas, apresentam boas propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais, embora sejam sensíveis à umidade e apresentem elevada permeabilidade a vapor de água (Fakhouri et al., 2007). Contudo, uma das formas de reduzir a permeabilidade e a solubilidade em água de filmes de gelatina é por meio do processo de reticulação ou também denominado “crosslinking”, o qual



XII Seminário Brasileiro de Tecnologia Enzimática ENZITEC 2016

promove a união de duas ou mais cadeias poliméricas por ligação covalente (Canevarolo, 2006).

A reticulação da gelatina por via enzimática, na qual a enzima transglutaminase vem sendo utilizada, é capaz de catalisar reações de transferência de grupos acil formando ligações cruzadas intra e intermoleculares em proteínas, peptídeos e várias aminas primárias, principalmente, através de ligações covalentes entre resíduos de glutamina e lisina. Esse tipo de tratamento além de promover diminuição do caráter hidrofílico de filmes de gelatina, também altera as propriedades mecânicas do material (Macedo e Sato, 2005). Portanto, o presente trabalho teve como objetivo produzir filmes poliméricos utilizando gelatina, glicerol, com e sem reticulação enzimática e avaliar os efeitos da adição da enzima transglutaminase na espessura, solubilidade e nas propriedades mecânicas dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Os seguintes materiais foram utilizados para produção dos filmes: enzima transglutaminase, cedida pela Ajinomoto do Brasil, Indústria e Comércio de Alimentos Ltda. (São Paulo, SP, Brasil), comercializada como ACTIVA® YG. A gelatina comercial GELNEX como matriz polimérica, glicerol CINÉTICA como plastificante e água como solvente.

Produção dos filmes

Os filmes poliméricos foram produzidos utilizando-se o método de “casting”, com e sem adição de enzima TGase. Foram solubilizados 4 gramas de gelatina em 100 mL de água destilada, com adição do plastificante glicerol em uma concentração de 20 % sobre a massa de gelatina, com aquecimento a uma temperatura de 60°C sob agitação por 30 min. Paralelamente a enzima transglutaminase foi solubilizada em água, na concentração de 1% sobre a massa de gelatina e adicionada à solução filmogênica. O tempo de ação da enzima foi de 15 minutos a 50°C. Em seguida, as soluções foram vertidas em placas Petri e secas em ambiente com condições controladas (23±2 °C e umidade de 50%) por 48 h, para evaporação do solvente. Para amostra controle, foram produzidos filmes poliméricos sem adição de enzima. Todos os filmes foram produzidos em duplicatas.

Os filmes foram caracterizados quanto sua espessura, solubilidade e propriedades mecânicas (resistência à tração e alongação na ruptura). Os resultados para todas as propriedades foram avaliados através de análise estatística, software Statistica 12.0.

Propriedades dos filmes

Espessura

A espessura dos filmes foi determinada por meio de um micrômetro digital com resolução de 0,001 mm (Mitutoyo, Japão). Obtida a partir da média aritmética de dez pontos localizados nas extremidades e no centro dos filmes, expressa em (mm).

Solubilidade

A medida do percentual de material solúvel em água foi realizada conforme método descrito por Cuq et al. (1997), com algumas adaptações. Amostras foram recortadas no formato de quadrados (2X2) e secas em estufa a 70 °C por 24 horas, posteriormente as amostras foram pesadas para determinação da massa inicial. Em seguida, imergidas em 50 mL de água destilada e submetidas a banho termostático com agitação suave durante 24 h a 25°C. Transcorrido este período, as amostras foram



XII Seminário Brasileiro de Tecnologia Enzimática ENZITEC 2016

retiradas da água e secas em estufa durante 24 h a 70°C e pesadas para obtenção da massa final.

Propriedades mecânicas

A determinação das propriedades mecânicas: tensão máxima de ruptura, e alongamento na ruptura, consiste na média de duas repetições. Os testes de tração foram realizados em máquina universal (modelo DL 2000, Emic, Brasil). Os filmes foram cortados em formato padrão, retangulares (20 mm x 100 mm) de acordo com a ASTM D882-12.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Propriedades dos filmes

As propriedades dos filmes foram determinadas após a secagem dos mesmos, conforme descrito anteriormente. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1- Propriedades dos filmes: espessura, solubilidade e propriedades mecânicas.

Filmes	Espessura (mm)	Solubilidade (%)	Tensão de Ruptura (MPa)	Alongamento (%)
Gel	0,133 ± 0,006	66,66 ± 1,83	25,33 ± 3,61	25,11 ± 3,02
Gel/TGase	0,137 ± 0,008	57,74 ± 2,04	23,7 ± 2,67	26,53 ± 2,33

Gel: Filmes de gelatina. Gel/TGase: Filmes de gelatina com adição da enzima transglutaminase.

A Tabela 2 apresenta a análise de variância para espessura dos filmes.

TABELA 2- ANOVA: Espessura dos filmes

Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	Valor-P
Enzima	0,0002382	1	0,0002382	0,03801894
Erro	0,0016276	32	5,086E-05	
Total	0,0018659	33		

Valor-P: fator é considerado significativo quando $p < 0,05$.

Os filmes sem e com tratamento enzimático apresentaram espessura de 0,133 ± 0,006 mm e de 0,137 ± 0,008 mm. A diferença está associada á formação de ligações cruzadas nas proteínas.

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise de variância para a solubilidade dos filmes.

TABELA 3- ANOVA: Solubilidade dos filmes

Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	Valor-P
Enzima	260,71236	2	130,35618	0,000357
Erro	30,1204	7	4,302914286	
Total	290,83276	9		

Valor-P: fator é considerado significativo quando $p < 0,05$.



XII Seminário Brasileiro de Tecnologia Enzimática ENZITEC 2016

Os filmes obtidos a partir da gelatina tratada com e sem a TGase apresentaram solubilidade de 66,66% e 57,74%, respectivamente. A partir dos resultados da Tabela 3 observa-se que houve diferença significativa na solubilidade do filme com tratamento enzimático em relação ao filme não tratado.

A solubilidade possui uma ligação direta com os componentes estruturais do filme, e como consequência, filmes à base de proteínas, pela natureza hidrofílica, são altamente higroscópicos e desintegram-se rapidamente em água (Farias et al., 2012). Estudos prévios mostraram elevada solubilidade em água de filmes baseados em biopolímeros (proteínas e carboidratos), tais como filmes de fécula de mandioca (73%) (Tongdeesoontorn et al., 2011), filmes de gelatina (88%) (Pérez-Mateos et al., 2009). Os resultados para as propriedades mecânicas dos filmes de gelatina com e sem tratamento enzimático estão apresentados na Tabela 1. A análise estatística indicou que não há diferença nas propriedades mecânicas dos filmes tratados ou não com a enzima.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados conclui-se que a adição da enzima fez com que os filmes tivessem aumento de espessura, e aumento da solubilidade. Todas as propriedades obtidas são interessantes do ponto de vista de aplicação dos filmes, uma vez que poderão contribuir para o aumento da vida útil dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM-D882-12, 2012. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. *Book of Standards.: ASTM International*, v. 08.01.
- CARVALHO, R. A. D.; GROSSO, C. R. F. 2006. Efeito do tratamento térmico e enzimático nas propriedades de filmes de gelatina. *Food Science Technol. (Campinas)*, v. 26, p. 495-501.
- FARIAS, M. G.; CARVALHO, C. W. P.; TAKEITI, C. Y.; ASCHERI, J. L. R. 2012. O efeito da permeabilidade ao vapor de água, atividade de água, molhabilidade e solubilidade em água em filmes de amido e polpa de acerola. In: VI Workshop da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Fortaleza. Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa. Embrapa Agroindústria Tropical, p.3.
- CUQ, B. et al. 1997. Selected Functional Properties of Fish Myofibrillar Protein-Based Films As Affected by Hydrophilic Plasticizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 45, n. 3, p. 622-626.
- EBNESAJJAD, S. 2012. *Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, Processing and Applications*. Elsevier Science.
- FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. 2007. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 369-375, abr./jun.
- KOŁODZIEJSKA, I.; PIOTROWSKA, B. 2007. The water vapour permeability, mechanical properties and solubility of fish gelatin-chitosan films modified with transglutaminase or 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide (EDC) and plasticized with glycerol. *Food Chem.*, v. 103, n. 2, p. 295-300.
- MACEDO, J. A.; SATO, H. H. 2005. Propriedades e aplicações da transglutaminase microbiana em alimentos. *Alim. Nut. Araraq.*, v. 16.
- MORENO, M. M.; MORENO, A. 2008. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. *Scientia Horticulturae*, 116: 256-263.
- PÉREZ-MATEOS, M.; MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. 2009. Formulation and stability of biodegradable films made from cod gelatin and sunflower oil blends. *Food Hydrocolloids*, v. 23, n. 1, p. 53-61.
- TONGDEESOONTORN, W.; MAUER, L. J.; WONGRUONG, S.; SRIBURI, P.; RACHTANAPUN, P. 2011. Effect of carboxymethyl cellulose concentration on physical properties of biodegradable cassava starch-based films. *Chemistry Central Journal*, v. 5, n. 6, p. 1-8.