



Desenvolvimento de compósitos biodegradáveis a partir de bagaço de cevada da agroindústria cervejeira

Amaral, D. P.¹; Ascheri, D.P.R.²; Carvalho, C. W. P.³; Ascheri, J.L.R.³; Takeiti, C. Y.³

(¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ; ²Universidade Estadual de Goiás, GO; ³Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, Guaratiba, CEP 23020-470, Rio de Janeiro/RJ, Brasil). E-mail: cristina@ctaa.embrapa.br

Plano de Ação: PA# n°: 02.07.06.003.00.04

Resumo

O aproveitamento de coprodutos gerados pela agroindústria faz-se necessário tanto pela correta destinação ambiental, como pela sua transformação em produtos de maior valor agregado. Mistura de bagaço de cevada de cervejarias (0 a 30%) e amido de mandioca foi processado por extrusão e termomoldados em filmes flexíveis, sendo suas propriedades mecânicas, óticas e de superfície determinadas. A adição de cevada nos filmes levou ao aumento da espessura média e da opacidade, entretanto, o alongamento foi reduzido. O filme com 20% de cevada apresentou o melhor desempenho.

Palavras-chave: extrusão termoplástica, filmes flexíveis, bagaço de cevada, amido de mandioca

Introdução

A cada dia que passa a busca por materiais alternativos e de fontes renováveis é crescente, uma vez que, as embalagens produzidas com plástico sintético se tornaram um problema ambiental pela deposição inadequada nos aterros sanitários após a utilização das mesmas.

Além da conscientização por parte da população para que se tenha a reciclagem dos materiais de embalagem, o desenvolvimento de novos materiais a partir de biopolímeros e de compósitos agroindustriais que apresentem características semelhantes aos polímeros sintéticos é um desafio.

No processo de fabricação de cerveja gera-se considerável quantidade de coprodutos. O bagaço de cevada apresenta-se na forma de casca ou de farelo, com umidade ao redor de 80% e sendo rico em proteína, além de possuir alto teor de fibra bruta (fibra insolúvel) (CABRERA, 2010), que ao serem

adicionados na matriz polimérica podem contribuir como carga reforçando as propriedades mecânicas de filmes flexíveis, além de agregar valor a este coproduto agroindustrial.

O objetivo deste trabalho foi elaborar filmes flexíveis de amido de mandioca adicionados de bagaço de cevada por extrusão termoplástica afim de se avaliar as propriedades mecânicas, de barreira à luz (opacidade) e superficiais.

Materiais e métodos

Bagaço de cevada com 90% de umidade foi doado por uma indústria cervejeira e seco em estufa de circulação de ar a 80°C, sendo posteriormente moído em um moinho planetário de bolas Fritsch (Idar-Oberstein, Alemanha) por 60 min, obtendo-se particulados micronizados com diâmetro médio de 20µm. Misturas de cevada micronizada e de amido de mandioca (polvilho doce, Yoki Alimentos, Cambará, PR) nas proporções de 0:100, 5:95, 10:90, 20:80, 30:70 foram submetidas ao processamento

termomecânico em uma extrusora de dupla rosca com 3 zonas de aquecimento da marca Clextral, modelo Evolun HT25 (Firminy, França), equipada com uma matriz laminar de 1 mm de espessura e com uma bomba de líquido utilizada para injetar uma mistura de água destilada e glicerol (P.A) de 1:1, de forma a plastificar as misturas.

O material extrudado em formato de fita, foi cortado em pedaços regulares com 5g cada um e depositado entre duas lâminas de Teflon® e termoprensados em prensa hidráulica manual de 30 ton (GJR Comércio e Usinagem Mecânica Ltda, São Carlos, Brasil) a 5 ton de força por 30 segundos sob temperatura de 95°C (Fig. 1A). Posteriormente, o material termoprensado foi resfriado por 5 minutos em freezer, o que permitiu uma remoção mais fácil das lâminas de Teflon® (Fig.1B).



(A)



(B)

Fig. 1 – Termomoldagem do filme de amido de mandioca e cevada (A); remoção do filme do Teflon® (B).

Os filmes termomoldados foram colocados entre folhas de papel manteiga, sendo imediatamente acondicionados em dessecador contendo solução saturada de cloreto de magnésio hexahidratado ($MgCl_2 \cdot 6 H_2O$) por 7 dias até que atingissem a umidade relativa de equilíbrio de 53%. Este material foi submetido à determinação da espessura, das propriedades mecânicas (teste de tração e perfuração), das propriedades óticas (opacidade) e das propriedades de escoamento (medida do ângulo de contato). A análise de espessura foi realizada em micrômetro digital Fowler IP54 (Newton, EUA), medindo-se a espessura em 3 pontos aleatórios para cada filme, com três repetições para cada amostra.

As análises mecânicas foram realizadas no Texturômetro TA.XTPlus (Stable Microsystem, Sussex, England), onde determinou-se o ensaio de tração determinando-se os valores da tensão (σ), do alongamento (ϵ) e do módulo de elasticidade (E) dos filmes produzidos. A determinação da opacidade dos filmes foi realizada de acordo com a método espectrofotométrico (GONTARD et al., 1992). A medida do ângulo de contato foi determinada utilizando um medidor de ângulo de contato CAM 101 (KSV Instruments, Helsink, Finland) de acordo com a metodologia descrita por Bengtsson et al. (2003) utilizando uma gotícula de 3 μ L de água destilada depositada por uma seringa sobre o filme à temperatura ambiente de 25°C e umidade relativa de 43%. O ângulo de contato foi medido em ambos os lados da gotícula aos 59 s, em triplicata.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a espessura média dos filmes extrudados e termoprensados adicionados de 0%, 5%, 10%, 20% e 30% de cevada micronizada.

Tabela 1. Espessura média dos filmes extrudados e termoprensados de cevada e amido de mandioca.

Filme (Cevada:Amido)	Espessura média (μ m)
0:100	0,150 \pm 0,020
5:95	0,141 \pm 0,007
10:90	0,161 \pm 0,012
20:80	0,162 \pm 0,007
30:70	0,184 \pm 0,019

Observa-se que a adição de cevada nos filmes de amido levou ao aumento da espessura média. Este comportamento foi similar ao encontrado no trabalho de Ferreira et al. (2009) em filmes de amido de mandioca adicionados de torta de girassol micronizada.

No ensaio de tração (Figura 2), observou-se que nas amostras contendo até 20% de cevada micronizada, houve um aumento considerável na tensão, sendo duas vezes mais resistente à ruptura quando comparado ao filme elaborado com 100% de amido de mandioca. No entanto, o alongamento deste filme com 20% de cevada foi reduzido em cerca de 125%. Os filmes com 30% de cevada apresentaram queda acentuada na tensão com o menor valor de alongamento. Este comportamento pode ser devido a descontinuidade da matriz amilácea, causada pelas fibras insolúveis da cevada, dispersas no filme.

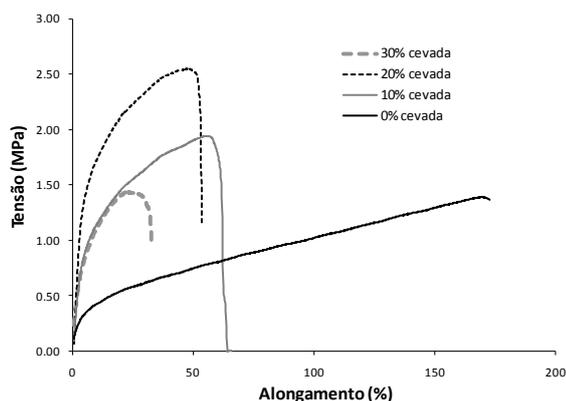


Fig. 2 – Curva de ensaio de tração a 25°C de filmes flexíveis de amido de mandioca adicionados de cevada micronizada.

Na análise de opacidade podemos observar que com o aumento no percentual de bagaço de cevada adicionado, houve um aumento de aproximadamente cinco vezes (30% de cevada) na opacidade dos filmes obtidos (Tabela 2) com 100% de amido. Resultado similar foi encontrado por Cho e Rhee (2004) em filmes comestíveis elaborados a partir de diferentes frações protéicas de um isolado de soja plasticizados com glicerol. Estes autores atribuíram o aumento da opacidade a maior concentração de antocianinas (pigmentos) presentes nas diferentes frações utilizadas. Este pigmento também é encontrado nos grãos de cevada.

Tabela 2. Opacidade média dos filmes flexíveis extrudados e termoprensados de cevada e amido de mandioca.

Filme (Cevada:Amido)	Opacidade (nm DO ³ /μm)
0:100	0,581±0,007
5:95	1,094±0,108
10:90	1,096±0,340
20:80	2,168±0,460
30:70	2,817±0,340

^aDensidade ótica

Os valores médios dos ângulos de contatos dos filmes extrudados e termoprensados de amido e cevada estão apresentados na Tabela 2. Com uma pequena adição de cevada (5%), houve uma considerável diminuição do ângulo de contato (50%) indicando aumento da hidrofiliabilidade. Visualmente todos os filmes adicionados de cevada apresentaram elevada rugosidade superficial, o que deve ter contribuído para redução de seus ângulos de contato indicando um aumento do caráter polar desta superfície e/ou aumento de área superficial

que a água pode se ligar (Fig. 3B), o que também foi observado no trabalho de Zhou et al. (2009) em filmes mistos de amido termoplástico modificado com adição de poli(álcool vinílico)(PVA). Estudos adicionais são necessários para entender os mecanismos de interação superficial e grupos hidroxílicos por meio de técnicas a serem consideradas neste estudo tais como microscopia de força atômica (AFM) e microscopia confocal de varredura a laser (CLSM).

Tabela 2. Ângulo de contato médio dos filmes extrudados e termoprensados de cevada e amido de mandioca.

Filme (Cevada:Amido)	Ângulo de contato médio
00:100	60,6±2,2
05:95	30,2±2,0
10:90	30,3±1,6
20:80	40,9±2,1
30:70	33,2±1,9

^aDensidade ótica

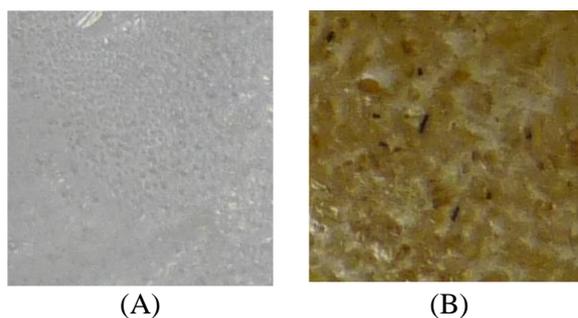


Fig. 3 – Fotografia digital dos filmes extrudados e termomoldados, nas proporções de cevada:amido, 0:100 (A) e 30:70 (B).

Conclusões

A adição de cevada em filmes de amido de mandioca alteraram as características mecânicas, de superfície e óticas.

A adição de cevada nos filmes de amido levou ao aumento da espessura média, sendo a maior espessura média encontrada para o filme com 30% de cevada.

O ensaio de tração demonstrou que o alongamento foi reduzido com a adição de cevada. A maior tensão observada foi para o filme elaborado com 20% de cevada.

A opacidade dos filmes aumentou com a incorporação de cevada.

O ângulo de contato dos filmes adicionados de cevada diminuiu em aproximadamente 50%, quando comparado com o filme elaborado exclusivamente com amido.

Baseado nestas conclusões, o filme elaborado com 20% de cevada apresentou melhor propriedade mecânica, óptica e de superfície quando comparado ao filme produzido somente com amido de mandioca.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, EMBRAPA e FAPERJ pelo apoio institucional e financeiro para a condução desta atividade. Os autores também agradecem à Adriana Paula da Silva Minguita pela realização das análises de ângulo de contato.

Referências

CHO, S.Y.; RHEE, C. Mechanical properties and water vapor permeability of edible films made from fractionated soy proteins with ultrafiltration. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology*, v. 37, n. 8, p. 833-839, 2004.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Edible Wheat Gluten Films - Influence of the Main Process Variables on Film Properties Using Response-Surface Methodology. *Journal of Food Science*, v. 57, n. 1, p. 190-&, 1992.

FERREIRA, R.C.; COSTA, C.V.; AMARAL, D. P.; SOUZA, L.G.V.; CARVALHO, C.W.P.; ASCHERI, J.L.R.; TAKEITI, C.Y. Uso de glicerol e torta de girassol na elaboração de filmes biodegradáveis. In: *Anais do I Seminário sobre Biodiesel sobre Coprodutos*, ITAL, Campinas/SP, 2009.

ZHOU, J.; MA, Y.H.; REN, L.L.; TONG, J.; LIU, Z.Q.; ME, L. Preparation and characterization of surface crosslinked TPS/PVA blend films. *Carbohydrate Polymers*, v. 76, n. 4, p. 632-638, 2009.