

FREUDENBERG, A.; PETZKE, K. J.; KLAUS, S. Dietary L-leucine and L-alanine supplementation have similar acute effects in the prevention of high-fat diet-induced obesity. *Amino Acids*, vol. 44, n. 2, p. 519–528, 2012.

LEI, R., WU, C., YANG, B., MA, H., SHI, C., WANG, Q., YUAN, Y., LIAO, M. Integrated metabolomic analysis of the nano-sized copper particle-induced hepatotoxicity and nephrotoxicity in rats: a rapid in vivo screening method for nanotoxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, v. 232, n. 2, p. 292-301, Oct 15 2008.

MOREIRA, F. K. V. Desenvolvimento de nanocompósitos poliméricos biodegradáveis a partir de pectina, amido e nanofibras de celulose. São Carlos: UFSCar, 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 181 p., São Carlos, 2010.

OBERDÖRSTER, E.; ZHU, S.; BLICKLEY, T. M.; MCCLELLAN-GREEN, P.; HAASCH, M. L. Ecotoxicology of carbon-based engineered nanoparticles: Effects of fullerene (C 60) on aquatic organisms. *Carbon*, v. 44, p. 1112–1120, 2006.

OLIVEIRA, F.B.; TEIXEIRA, E.M.; TEODORO, K.B.R.; MARCONCINI, J.M.; MATTOSO, L.H.C. Obtenção de nanofibras de celulose a partir de fibras de sisal para atuar como reforço em matrizes biodegradáveis. In *Anais do 10º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, CBPol, 10, 2009, Foz do Iguaçu. Anais...* São Carlos: ABPol, 2009. 1 CD-ROM.

SCRAMIN, J.A.; BRITTO, D. de; ASSIS, O.B.G.; COLNAGO, L.A.; FORATO, L.A. Caracterização da ação protetora de filmes à base de zeínas e ácido oléico aplicados em maçãs in natura. *Circular Técnica Embrapa Instrumentação*, v. 37, 3 p., 2007.

OTIMIZAÇÃO NO MÉTODO DE PREPARO DE NOVOS FILMES COMESTÍVEIS CONTENDO POLPA DE CACAU

***Marcia R. de Moura**¹, **Thainara L. Castro**¹, **Luiz H. C. Mattoso**²

¹Departamento de Física e Química, FEIS, UNESP, Ilha Solteira, SP. ²LNNA, Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

*marciadqi@gmail.com

Classificação: Filmes, revestimentos comestíveis e embalagens funcionais para alimentos.

Resumo

A produção de filmes comestíveis a partir de biopolímeros com polpas de fruta tem-se mostrado uma alternativa para produção de novas embalagens. O intuito de diminuir o descarte de materiais não degradáveis no ambiente tem impulsionado o desenvolvimento de matérias-primas a partir de materiais naturais e renováveis para a aplicação em embalagens para alimentos. O objetivo do trabalho foi produzir filmes comestíveis de pectina contendo polpa de fruta, nesse caso o cacau, para análises das melhores condições de síntese que serão estudadas posteriormente em trabalhos futuros no nosso grupo de pesquisa.

Palavras-chave: Polpa de cacau; Filme comestível; Pectina.

Abstract

The production of edible films from biopolymers with fruit puree has been an alternative for production of new packaging. The purpose of reducing the disposal of non-degradable materials in the environment has driven the development of raw materials from natural and renewable materials for application in food packaging. The objective was to produce edible films containing pectin and fruit puree, in this case cocoa, for analysis of the best synthesis conditions that will be studied later in future work in our research group.

Keywords: Cocoa Puree; Edible films; Pectin.

Publicações relacionadas

Moura, M. R. de; Mattoso, L. H. C. Análise das melhores condições de síntese de novos filmes comestíveis sintetizados com polpa de cacau. 12º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2013, Florianópolis.

1 INTRODUÇÃO

O uso de materiais sintéticos como embalagem é grande, principalmente por sua disponibilidade, baixo custo e características funcionais, destacando-se as boas propriedades mecânicas, barreira aos gases e compostos aromáticos, e a facilidade de selagem térmica (ILES and MARTIN, 2013). No entanto, seu uso gera preocupação quando passamos a pensar em contaminação ambiental decorrente do descarte, uma vez que não são biodegradáveis e sua reciclagem consome grandes quantidades de energia térmica.

O interesse de manter, ou melhorar, a qualidade dos produtos embalados e, ao mesmo tempo, reduzir o desperdício de embalagens, tem encorajado a exploração de novos materiais de embalagens, como os filmes biodegradáveis formulados com matérias-primas oriundas de recursos renováveis (AR-RIETA et al., 2013).

Diferentes compostos estão sendo incorporados a matrizes poliméricas, visando conferir-lhes propriedades diferenciadas. Uma das propriedades desejáveis é a produção de embalagens com ação antioxidante, que retardam ou diminuem o processo de oxidação do produto contido nela, e são de grande importância para a indústria, principalmente dos ramos alimentício e farmacêutico. A incorporação de antioxidantes naturais é uma alternativa interessante, apesar da diminuição das propriedades das matrizes com a adição desses antioxidantes naturais. Uma melhoria das propriedades pode ser alcançada com a incorporação de nanoestruturas na matriz desses filmes (MOURA et al., 2012).

O cacau (*Theobroma cacao*) fruto tipicamente brasileiro é uma das maiores fontes de polifenóis da alimentação – antioxidantes que desempenham um papel importante na prevenção da oxidação do LDL-colesterol (o colesterol “ruim”) e na inibição de processos inflamatórios no organismo, impedindo assim o acúmulo de gordura nas paredes dos vasos sanguíneos e reduzindo o risco de doenças cardiovasculares. Esta fruta contém também vitaminas do complexo B, que ajudam a manter a saúde dos nervos, a tonicidade muscular do aparelho gastrointestinal e atuam em casos de depressão. Sais minerais: fósforo (necessário para o cérebro, formação dos ossos e dentes e contração dos músculos cardíacos), ferro (que ajuda na produção de hemoglobina e oxigenação das hemácias), cálcio, além de proteínas. O objetivo do nosso trabalho é incorporar polpa de cacau em matrizes comestíveis de pectina, afim de primeiramente pesquisar a melhor condição de síntese de um filme ativo e carregado nutricionalmente. Para isso propriedades de dispersão do polpa na matriz foram estudadas em diferentes condições de síntese, para a escolha dos melhores materiais que serão utilizados em estudos futuros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo da polpa de cacau:

A polpa de cacau utilizada foi industrial (De Marchi Ind. e Com. de Frutas Ltda (Sao Paulo, Brazil). Primeiramente a polpa foi filtrada, para remoção de partes sólidas não homogeneizadas na polpa como um todo, e posteriormente armazenada em geladeira.

2.2 Preparo dos filmes:

O filme controle de pectina foi preparado utilizando o método “casting” a partir de uma solução de pectina e água. Filmes constituídos somente de polpa não apresentaram propriedades satisfatórias; propriedades estas encontradas nos filmes em que a pectina foi adicionada, mantendo-se ainda coloração característica do cacau e aroma da fruta. Para o preparo dos filmes com polpa foi utilizado 3,0 gramas de polpa para 2 gramas de pectina em água destilada.

2.3 Análise Subjetiva dos filmes:

Na avaliação subjetiva são observadas as seguintes características: continuidade, homogeneidade e manuseabilidade (MONTERREY and SOBRAL, 1999). Essas características são observadas em

filmes sintetizados de diferentes formas, para poder haver comparação e escolha da melhor condição através de um planejamento fatorial.

2.4 Propriedade Mecânica:

A análise de tensão máxima (MPa) e alongação (%) foi realizada com base no método ASTM D882-975, cortando-os em forma retangular com dimensões controladas. Em seguida, realizou-se o ensaio de tração para obter: a tensão máxima (σ) de cada um dos filmes e o quanto esse filme alonga até se romper.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feita no início do trabalho uma avaliação subjetiva dos filmes. Na avaliação subjetiva foram observadas as seguintes características: continuidade (ausência de rupturas e fraturas após a secagem), homogeneidade (ausência de partículas insolúveis visíveis a olho nú, zonas de opacidade ou de cores diferenciadas) e manuseabilidade (possibilidade de manusear o filme sem riscos de ruptura).

Os filmes foram classificados de acordo com um padrão em excelente, bom ou deficiente. Para elaboração desse experimento foi montado um planejamento fatorial de 2^3 . Os fatores e níveis se encontram na Tabela 1.

Foi desenhado um protocolo experimental a partir do cruzamento das variáveis A, B e C a partir de uma análise fatorial 2^3 , gerando um total de 8 ensaios. As variáveis A, B e C significam concentração de pectina adicionada na polpa, pectina adicionada indiretamente ou diretamente à polpa (com mistura de solução de pectina na solução de polpa ou adicionada a pectina diretamente na solução de polpa) e temperatura de secagem do filme, respectivamente.

Tabela 1. Fatores e níveis utilizados no planejamento fatorial.

Variáveis	nível inferior (-)	nível superior (+)
A	Concentração do polímero 1,5%	Concentração do polímero 2%
B	Solução indireta	Solução direta
C	25 °C	35 °C

As suspensões (tanto de nanoesferas quanto de nanocápsulas) não apresentaram precipitados, ao serem deixadas em repouso por um período de um mês. Essa propriedade, em se tratando de futuras aplicações, é de extrema importância.

Na Tabela 2 é possível avaliar cada fator analisado e cada experimento com sua resposta.

Tabela 2. Matriz planejamento e valores das respostas para cada experimento realizado.

Experimentos	A	B	C	Continuidade	Homogeneidade	Manuseabilidade
1	+	+	+	●	■	♥
2	-	+	+	■	●	■
3	+	-	+	■	●	♥
4	-	-	+	♥	■	■
5	+	+	-	♥	●	♥
6	-	+	-	♥	●	●
7	+	-	-	●	■	♥
8	-	-	-	●	■	●

♥ excelente; ● boa; ■ deficiente

Como podem ser observados na Tabela 2, os filmes formados a partir dos experimentos 2 e 8

foram os que apresentaram piores características, sendo considerados deficientes.

No entanto, os filmes formados a partir dos experimentos 5 e 6 foram os que apresentaram melhores características, sendo considerados excelentes.

Com base nesses resultados é que escolhemos a concentração de polímero, modo de mistura e preparo da solução filmogênica (direta adição da pectina ou indireta na polpa de fruta) e a temperatura de síntese a fim de sintetizarmos os filmes para caracterizações.

De uma maneira geral os melhores filmes apresentaram-se com coloração característica da polpa de cacau e com um bom aspecto visual.

Outra preocupação no início foi controlar a espessura dos filmes, pois de acordo com GENNADIOS et al., 1993 o controle da espessura é importante para a uniformidade dos filmes formados, reprodutibilidade das medidas realizadas e validade da comparação entre filmes. Os filmes sintetizados por nós apresentaram similar espessura em todas as análises, onde a média da espessura foi de 0,05 mm.

Como a idéia do trabalho é a preocupação com a permanência do odor da fruta no filme, após um período de estocagem, nós comparamos o odor no filme com o da polpa pura um dia depois da síntese e 15 dias depois. O odor praticamente permanece no filme não descaracterizando o odor característico da fruta de preparo da solução filmogênica, nesse caso o cacau.

Na Tabela 3 é possível observarmos os valores de tensão máxima e alongação dos filmes (experimento 5 da matriz planejamento). Os filmes sintetizados apenas com pectina apresentaram tensão em torno de 17 MPa. Com a adição de polpa de fruta a tensão máxima nos filmes ficou em torno de 4,9 MPa.

Tabela 3. Tensão máxima de filmes contendo pectina pura e pectina com polpa de cacau.

Filme	Espessura (mm)	Tensão Máxima (MPa)	Elongação (%)
Somente Pectina	0,043 ± 0,001	17,0 ± 2,1	6,0 ± 0,4
Pectina + polpa de cacau	0,058 ± 0,003	4,9 ± 0,4	52,0 ± 4,1

Os valores de tensão dos filmes contendo polpa são menores que do polímero puro, mas o resultado está coerente se comparado com filmes de polpa de fruta sintetizados em outros trabalhos na literatura.

Os valores de alongação dos filmes de polpa de cacau destacaram-se em relação a outros, ou seja, esses filmes apresentam maior tenacidade. Tenacidade é uma medida de quantidade de energia que um material pode absorver antes de fraturar. Essa propriedade dá ao material capacidade de se deformar antes de se romper, aumentando seu campo de aplicação.

Testes adicionais de propriedades mecânicas e algumas análises térmicas do material estão em andamento, para o entendimento de novas propriedades. Estes testes contribuirão para a escolha do melhor filme de polpa proposto nessa pesquisa.

4 CONCLUSÃO

Os filmes de polpa de fruta apresentaram boa propriedade de alongação. São manuseáveis e de odor e cor característicos da polpa de origem. As propriedades mecânicas podem ser melhoradas em trabalhos futuros com a adição de agentes de reforço na matriz, como por exemplo, nanopartículas. A aplicabilidade dos materiais é de importância para inovação em materiais para embalagens.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, FAPESP, FINEP, CAPES, DFQ-FEIS-UNESP e Projeto MPI Rede Agronano – Embrapa.

REFERÊNCIAS

ARRIETA, M.P.; LOPEZ, J.; FERRANDIZ, S.; PELTZER, M.A. Characterization of PLA-limonene blends for food packaging applications. *Polymer Testing*, v. 32, n. 4, p. 760-768, 2013.

GENNADIOS, A.; MCHUGH, T. H.; WELLER, C. L.; KROCHTA, J. M. Technomic Publishing Co, Inc. Lancaster USA, 1993.

ILES, A.; MARTIN, A. N. Expanding bioplastics production: sustainable business innovation in the chemical industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 45, p. 38-49, 2013.

MONTERREY, E.S.; SOBRAL, P. J. A. Caracterização de propriedades mecânicas e óticas de biofilmes a base de proteínas miofibrilares de tilápia do nilo usando uma metodologia de superfície-resposta. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, n. 2, p. 294-301, 1999.

MOURA, M. R de; MATTOSO, L. H. C.; ZUCOLOTTI, V. Development of Cellulose-based Bactericidal Nanocomposites containing Silver Nanoparticles and their Use as Active Food Packaging. *Journal of Food Engineering*, v. 109, n. 3, p. 520-524, 2012.

PROPRIEDADES DE BARREIRA E MECÂNICAS DE NANOCOMPÓSITOS CONTENDO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO

Ronaldo S. Sasaki, Márcia *R. de Moura

Departamento de Física e Química, FEIS, UNESP, Ilha Solteira, SP.

*marciadqi@gmail.com

Classificação: Filmes, revestimentos comestíveis e embalagens funcionais para alimentos.

Resumo

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de filme nanocompósito produzido com pectina e nanoemulsão de óleo essencial de cravo. Para a caracterização das características do filme foram realizados testes de tração e permeabilidade de vapor de água (WVP). Para o filme de pectina pura obteve-se ruptura do filme em 12 MPa, com a presença da nanoemulsão o ponto de ruptura aumentou para 37MPa. No teste de permeabilidade de vapor no filme pectina pura de $3,12 \text{ g mm K}^{-1} \text{ Pa}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$, com nanoemulsão obteve-se uma diminuição da permeabilidade para $1,3 \text{ g mm K}^{-1} \text{ Pa}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$. Observando-se assim valores superiores aos do filme sem nanoemulsão.

Palavras-chave: Nanoemulsão; Permeabilidade ao vapor de água; Nanocompósito.

FEASIBILITY OF CLOVE NANOEMULSION ADDITION FOR PHYSICAL PROPERTIES IN PECTIN FILM

Abstract

The objective of this paper is developing a nanocomposite film with pectin with clove essential oil nanoemulsion. For characterization of this film were realized traction testing and WVP analysis. Obtaining as results for pure pectin film the rupture occurred at 12 MPa and in presence of nanoemulsion the rupture occurred at 37 MPa. In WVP analysis the permeability of pure pectin film was $3.12 \text{ g mm K}^{-1} \text{ Pa}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ and in presence of nanoemulsion was obtained a decrease of permeability by $1.3 \text{ g mm K}^{-1} \text{ Pa}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$. Observing in these way interesting results when comparing with film without nanoemulsion.

Keywords: Nanoemulsion; Vapor Water Permeability; Nanocomposite.

Publicações relacionadas: Resumo aceito no CBECIMAT 2014.

1 INTRODUÇÃO

Para atender as necessidades do mercado, estão sendo desenvolvidas as chamadas embalagens “ativas”, que podem ser definidas como embalagens interagem de forma desejável com o alimento, aumentando sua estabilidade. Um exemplo de embalagem ativa é aquela que libera compostos antimicrobianos (CHOJNICKA-PASZUN et al., 2014). Este processo de liberação controlada de compostos antimicrobianos pode ocorrer sobre a superfície do alimento, prevenindo o crescimento de microrganismos deterioradores e patogênicos (HILL et al., 2013).

A crescente exigência do consumidor e os avanços no conhecimento sobre obtenção e estabilidade dos sistemas dispersos viabilizam o desenvolvimento de materiais diferenciados como, por exemplo, nanoemulsões, que além da inerente estabilidade, apresentam aspecto sensorial agradável, além de alto poder de dispersão. Uma classe de materiais que estão sendo bastante estudados na preparação de