

## ENCAPSULAÇÃO DO CARVACROL EM FILMES COMESTÍVEIS DE AMIDO DE MANDIOCA E GELATINA

\*Ana P. Romio<sup>1</sup>, Alessandra M. Lunkes<sup>1</sup>, Claiton Z. Brusamarello<sup>1</sup>, Larissa C. Bertan<sup>3</sup>, Luma Oliveira<sup>1</sup>, Odílio B. Assis<sup>2</sup>, Tais Téó<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Francisco Beltrão. <sup>2</sup> Embrapa Instrumentação. <sup>3</sup> Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeira do Sul.  
\*anaromio@utfpr.edu.br

**Classificação:** Processamento de filmes nanoestruturados para embalagens e conservação de alimentos

### Resumo

O objetivo do trabalho foi incorporar o carvacrol na matriz do filme composto de amido de mandioca/gelatina. O filme comestível obtido pelo método *casting* foi caracterizado por microscopia eletrônica de varredura e suas propriedades mecânicas avaliadas no texturometro. A incorporação do carvacrol reduziu ligeiramente a resistência mecânica dos filmes, justificando um possível efeito plastificante na matriz, e os tornou mais elásticos. A partir das análises microscópicas foi possível observar uma estrutura contínua e homogênea com a presença de partículas esféricas (200 a 800 nm) onde possivelmente o carvacrol estava encapsulado na matriz densa e dúctil.

**Palavras-chave:** Filme comestível; encapsulação; carvacrol; amido mandioca; gelatina.

## ENCAPSULATION OF CARVACROL IN EDIBLE FILMS OF CASSAVA STARCH AND GELATIN

### Abstract

The aim of the work was to incorporate the carvacrol into the matrix of the composite film of cassava starch/gelatin. The edible film obtained by the casting method was characterized by scanning electron microscopy and its mechanical properties were evaluated in a texturometer. The incorporation of carvacrol slightly reduced the mechanical resistance of the films, justifying a possible plasticizing effect in the matrix, and made them more elastic. From the microscopic analysis it was possible to observe a continuous and homogeneous structure with the presence of spherical particles (200 to 800 nm) where possibly the carvacrol was encapsulated into the dense and ductile matrix.

**Keywords:** Edible film; encapsulation; carvacrol; cassava starch; gelatin.

## 1 INTRODUÇÃO

Os filmes comestíveis têm sido usados como uma barreira alternativa que visa melhorar a qualidade e a segurança dos produtos alimentares. Esta tecnologia protege o alimento da desidratação, além de regular a troca gasosa do produto com o meio externo. Além disso, podem servir de veículo de compostos ativos com ação antioxidante e antimicrobiana, e assim retardar a taxa de deterioração e prolongar a vida útil dos alimentos (QUIRÓS- SAUCEDA et al., 2014).

Um dos biopolímeros mais estudados para a elaboração de filmes comestíveis, devido à abundância e baixo custo, é o amido de mandioca. Ele exibe propriedade termoplástica quando um plastificante, como o glicerol ou sorbitol, é adicionado na formulação. Os filmes proteicos são mais resistentes e menos permeáveis ao vapor de água do que aqueles produzidos a partir de polissacarídeos. A gelatina é um hidrocolóide de alta solubilidade em água que produz filmes com boa resistência mecânica. No entanto, uso de coberturas hidrofílicas, como os amidos e as proteínas, tem limitações quanto a propriedades de barreira ao vapor d'água. Essa propriedade pode ser modificada pela adição de ácidos graxos às formulações.

A incorporação de compostos naturais, como o carvacrol, componente majoritário do óleo essencial de orégano (OEs), é uma alternativa promissora para reduzir a incidência de microrganismos indesejáveis na superfície de alimentos (PALOU et al., 2016). Estudos relatam que a incorporação de carvacrol em alguns polímeros, produziram filmes ativos que apresentaram atividade antifúngica

(TASTAN et al., 2016). Os óleos essenciais têm baixa solubilidade em água, o que limita sua dispersão em produtos à base de água. Assim, nanoemulsões estão sendo cada vez mais utilizadas para encapsular, prolongar e liberar compostos lipofílicos para alimentos (BHARGAVA et al., 2015).

Sabendo que a combinação dos biopolímeros tem como vantagem agregar os pontos positivos de cada um dos constituintes utilizados, o objetivo deste trabalho foi incorporar o carvacrol na matriz do filme composto de amido de mandioca/gelatina. Para produzir uma emulsão estável foi utilizado lecitina como surfactante e Miglyol 812 como hidrófobo, e assim foi avaliada as propriedades mecânicas e as microestruturas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O amido de mandioca foi adquirido da Pinduca Alimentos (Araruna-PR, Brasil). A gelatina tipo A foi fornecida pela Gelita (Brasil, LTDA). O glicerol foi adquirido com grau analítico (Synth) com 99% de pureza. O carvacrol foi adquirido da Sigma-Aldrich (Brasil, LTDA) com grau de pureza > 98%. O hidrófobo Miglyol 812, uma mistura de triglicerídeos caprílico (50-65%) e cáprico, foi adquirido Sasol Germany (GmbH). A lecitina foi adquirida da Alfa Aesar, de massa molar média ponderal de 734 g/mol.

Para a elaboração do filme composto (FC), primeiramente a gelatina tipo A (GEL) foi hidratada com água destilada em temperatura ambiente, sob agitação magnética. Após a solução foi aquecida à 75 °C e o glicerol (GLI) foi adicionado. Simultaneamente, o amido de mandioca foi gelificado à 75 °C, sob agitação mecânica. Após o processo de geleificação a temperatura da solução de gelatina foi reduzida à 40 °C e o carvacrol juntamente com o Miglyol 812 e a lecitina (20% lecitina em relação ao Miglyol+carvacrol) foram adicionados e está homogeneizada usando Ultra Turrax D500 (DragonLab, China). Por fim, a nanoemulsão resultante foi misturada na solução do amido termoplástico (ATP). Os géis foram preparados segundo as formulações dispostas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Formulações empregadas no processamento dos filmes (quantidade em 100 mL de água)

Formulação <sup>a</sup>	ATP (g)	GEL (g)	GLI (g)	CA (g)	Miglyol (g)
ATP/GLE 1	1,5	2,5	0,40	0	0
ATP/GLE 2	1,5	2,5	0,40	0,6	0,6
ATP/GLE 3	1,5	2,5	0,40	0,8	0,8
ATP/GLE 4	1,5	2,5	0,40	1,0	1,0

<sup>a</sup> ATP/GEL (filme composto de amido termoplástico e gelatina), GLI (glicerol), CA (carvacrol).

Os filmes foram produzidos pela técnica de *casting* e a sua secagem foi efetuada em estufa durante 24 horas à 25 °C. As propriedades mecânicas e espessuras dos FC's foram realizadas segundo método descrito por Fakhouri et al. (2015). As imagens microscópicas foram realizadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Joel JSM-6510 LV, em tiras recobertas com ouro sob a voltagem de 2,5 kV. Além disso, o filme foi fraturado em nitrogênio líquido, e as fraturas foram fixadas em *stubs* recobertas com ouro. O programa Statistica® (StatSoft, USA) foi usado para avaliar se existe diferenças significativas entre as propriedades de todos os filmes, no intervalo de 95% de confiança.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Propriedades Mecânicas

Filmes compostos de ATP/GLE 3 e ATP/GLE 4 apresentaram valores similares para a resistência máxima à tensão ( $p < 0,05$ ) em relação ao filme padrão (ATP/GLE 1, sem adição de CA). A adição do carvacrol nos filmes compostos, reduziu ligeiramente a resistência mecânica dos filmes, e os tornou mais elásticos (Tabela 2). Comportamento semelhante foi observado Pelissari et al. (2009) que relatou a diminuição da resistência mecânica à tração e aumento da elongação em filmes de amido e quitosana adicionados de óleo essencial de orégano. De fato, neste trabalho o óleo apresenta efeito plastificante, reduzindo assim, as forças interatômicas da matriz biopolimérica. Consequentemente, quando 1 g de carvacrol foi incorporada no filme composto este produziu o menor módulo de elasticidade.

**Tabela 2.** Espessura e propriedades mecânicas dos filmes compostos ATP/GLE.

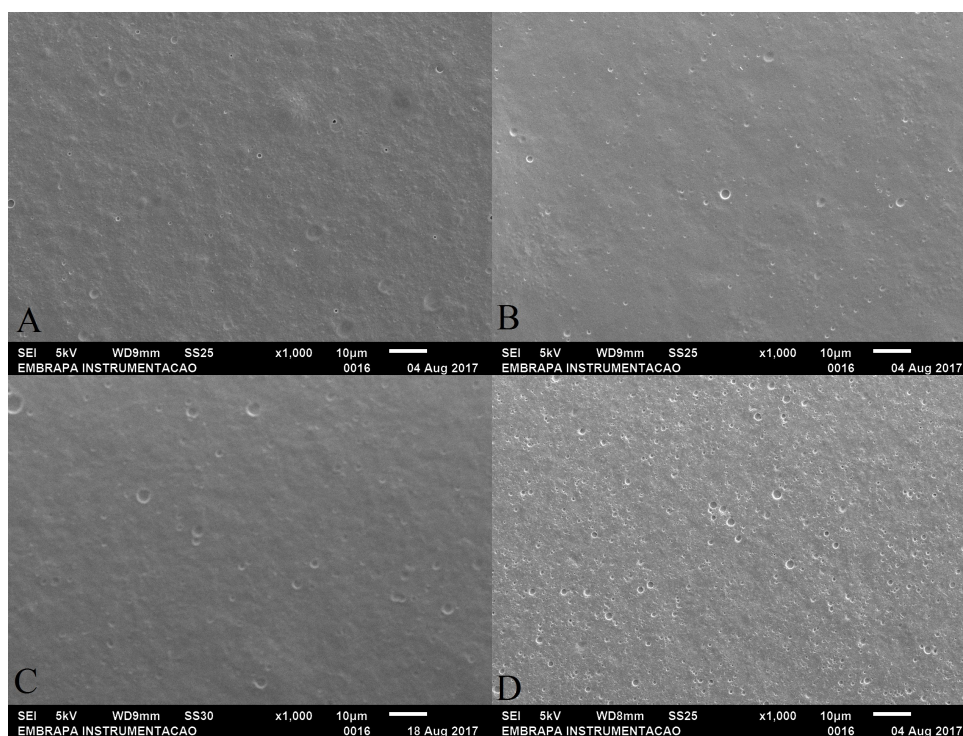
Formulação	CA (g)	Espessura (mm) <sup>a</sup>	Resistência máxima à ruptura (MPa) <sup>a</sup>	Elongação (%) <sup>a</sup>	Modulo de Elasticidade (MPa)
ATP/GLE 1	0	0,057 <sup>a</sup>	34,19 <sup>a</sup>	3,24 <sup>b</sup>	1767,10
ATP/GLE 2	0,6	0,062 <sup>a</sup>	29,45 <sup>ab</sup>	19,43 <sup>a</sup>	1591,98
ATP/GLE 3	0,8	0,064 <sup>a</sup>	26,07 <sup>b</sup>	13,09 <sup>a</sup>	1278,97
ATP/GLE 4	1,0	0,057 <sup>a</sup>	24,49 <sup>b</sup>	11,37 <sup>a</sup>	1174,10

<sup>a</sup> Valores nas colunas seguidos de mesma letra não diferenciam pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3.2 Análise da Microestrutura

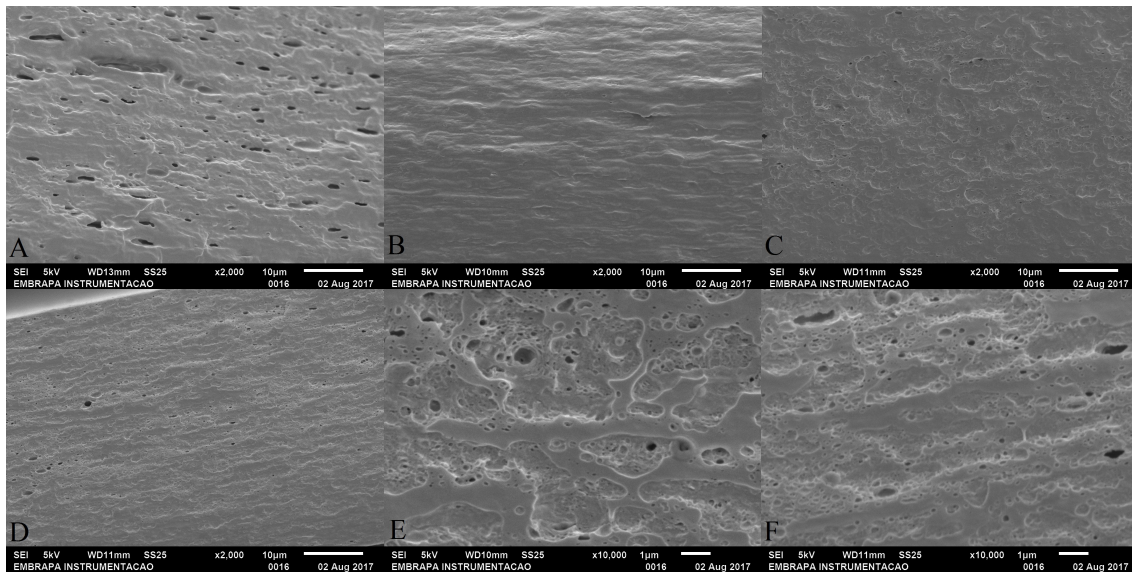
A microestrutura de filmes comestíveis com incorporação do carvacrol foi examinada para obter algumas informações sobre a organização da matriz biopolimérica. Os filmes apresentam superfície homogênea e contínua com alguns microporos ao longo da matriz. Estes microporos devem-se a evaporação contínua da água no processo de secagem do filme, o qual é possível observar na micrografia como poros escuros e arredondados (Figura 1 A-D).

Além disso observa-se a presença de esferas com tamanho entre 200 a 800 nm, que provavelmente tratam-se do carvacrol encapsulado na matriz biopolimérica. Com o aumento da concentração do CA foi possível evidenciar um aumento no número de esferas, as quais apresentaram-se homogeneamente distribuídas na matriz, isto é, sem separação de fase (Figuras 1 B-D).



**Figura 1.** Micrografias obtidas por MEV das superfícies dos filmes compostos em diferentes quantidades: (A) sem CA, (B) 0,6 g CA, (C) 0,8 g CA e (D) 1,0 g CA.

A micrografia da fratura dos filmes demonstrou que ATP/GLE 1 apresenta poros alongados, com orientação preferencial no sentido horizontal, e que se trata de um material com alta porosidade (Figura 2 A). Neste filme foi adicionado o hidrófobo Miglyol 812 (mistura de ácido caprílico e caprótico), e este pode ser o responsável pela formação destes microporos. Na Figura 2 (E e F) observa-se vales com tamanhos micrométricos, que se tratam de sítios que podem corresponder ao local onde estavam o carvacrol e o Miglyol 812. Além disso é possível observar que é um material denso e dúctil, com tensão de ruptura entre 24,49 e 29,45 MPa.



**Figura 2.** Micrografias obtidas por MEV das fraturas dos filmes compostos em diferentes concentrações: (A) sem CA, (B) 0,6 g CA, (C e E) 0,8 g CA e (D e F) 1,0 g CA, em 2.000 e 10.000x.

#### 4 CONCLUSÃO

Os filmes elaborados a partir da mistura de amido de mandioca e gelatina com incorporação do carvacrol apresentaram, segundo análises de microscópicas, uma estrutura contínua e homogênea e a presença de partículas esféricas com tamanho entre 200 e 800 nm onde provavelmente o carvacrol estava encapsulado na matriz densa e dúctil.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos a UTFPR-FB, a EMPRAPA Instrumentação e a Gelita (Brasil, LTDA) que forneceu amostra de gelatina tipo A para o desenvolvimento deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- BHARGAVA, K. et al. Application of an oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce. *Food Microbiology*, v. 47, p. 69-73, 2015.
- QUIRÓS- SAUCEDA, A. E. et al. Edible coatings as encapsulating matrices for bioactive compounds: a review. *Food Science and Technology*, v. 51, n. 9, p. 1674-1685, 2014.
- PALOU, L et al. GRAS, plant- and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biological and Technology*, v. 122, p. 41-52, 2016.
- TASTAN, Ö. et al. Understanding the effect of formulation on functionality of modified chitosan films containing carvacrol nanoemulsions. *Food Hydrocolloids*, v. 61, p. 756-771, 2016.
- FAKHOURI, F. M. et al. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biological and Technology*, v.109, p. 57-64, 2015.
- PELISSARI, F. et al. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil. *Journal Agriculture Food Chemistry*, v. 57, n. 16, p. 7499-7504, 2009.