

**BLENDA À BASE DE POLISSACARÍDEO E PROTEÍNA COMO POTENCIAL EMBALAGEM PARA A SEGURANÇA DOS ALIMENTOS**

**BLEND BASED ON POLYSACCHARIDE AND PROTEIN AS POTENTIAL PACKAGING FOR FOOD SAFETY**

Marília de Albuquerque Oliveira<sup>1</sup>; Roselayne Ferro Furtado<sup>1</sup>; Maria do Socorro Rocha Bastos<sup>1</sup>, Selene Daiha Benevides<sup>1</sup>, Atanu Biswas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Agroindústria Tropical, Brasil

<sup>2</sup>USDA Agricultural Research Service, National Center for Agricultural Utilization Research, 1815 North University Street, Peoria, IL 61604, USA.

**Resumo**

*Anacardium occidentale* L. (goma do cajueiro-CG) tem sido alvo de muitos estudos para formação de filmes e revestimentos a serem utilizados como materiais de embalagem para alimentos. A incorporação de gelatina em matrizes de CG tem sido sugerida para melhorar as características físico-químicas de filmes. Os filmes de CG/gelatina desenvolvidos de acordo com um delineamento composto central, sendo escolhida para este estudo a razão mássica de GC:gelatina de 2:1. O teste de intumescimento indicou a sensibilidade do filme a diferentes faixas pH. O ângulo de contato indicou superfície molhável com deformação em sua estrutura. O TGA mostrou que a adição da gelatina à CG promoveu pequena melhora em sua estabilidade térmica. O filme biodegradável de CG e gelatina indica que possui características interessantes para futura aplicação em alimentos. O objetivo deste estudo foi desenvolver uma embalagem com potencial para substituir embalagens convencionais não biodegradáveis.

**Palavras chave:** goma do cajueiro, gelatina, filme biodegradável.

**Introdução**

O apelo para alimentos de conveniência é um dos seguimentos de maior crescimento na indústria alimentícia na atualidade, devido a alterações relacionadas a questões sócio-econômicas. Com essa mudança de hábito, a indústria se preocupa cada vez mais em produzir alimentos cuja embalagem seja de fácil armazenamento e rastreabilidade, que tenha resistência à adulteração e que seja biodegradável. A biodegradabilidade atualmente é objeto de estudo de inúmeras pesquisas na área de embalagens com finalidade de substituir as que sejam depolímeros sintéticos (AIDER, 2010; OLSSON et al., 2013; HIGUERAS et al., 2015; NARZIRA, IRZA e SARBON, 2016).

A literatura revela que há um crescente interesse em obtenção de blendas poliméricas compostas de polissacarídeos e proteínas, devido a alta interação entre os dois tipos de moléculas, além da obtenção das vantagens de ambas isoladamente e combinadas em uma blenda (NAGAHAMA et al., 2009). A goma do cajueiro (GC), por ser um heteropolissacarídeo, permite a formação de filmes com uso de plastificante e água. Contudo, mesmo com o uso do plastificante em altas concentrações, os filmes de GC são pouco flexíveis e quebradiços, tornando-se necessário a combinação de outro material polimérico ou protéico para melhorar essas características mecânicas (GOWTHAMARAJAN, 2011). O objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar filmes de goma do cajueiro e gelatina (filme GCG) e avaliar algumas de suas características tais como seu potencial em substituir embalagens convencionais não biodegradáveis visando a segurança dos alimentos de origem animal ou vegetal.

**Materiais e Métodos**

**Material biológico**

## Trabalhos Apresentados

A goma do cajueiro foi obtida do Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical em Pacajus (Fortaleza-Ceará). Foi triturada e processada em moinho com granulometria de 100 mesh, solubilizada em água na proporção de 1:3 (m/v) durante 4 horas, centrifugada a 10.000 rpm a 4°C por 20 minutos e filtrada à vácuo. A precipitação ocorreu em etanol na proporção 1:4 (v/v) e filtrada em funil de placa sinterizada nº1. O polissacarídeo foi lavado com acetona PA e seco em estufa de circulação de ar a 50°C. A gelatina 225H<sup>+</sup> foi cedida pela Empresa Rousselout.

### Formulação do filme

As soluções filmogênicas foram produzidas seguindo o DCCR, variando a massa de CG e Gelatina de 2.5 a 7.5 g, permanecendo constante o teor de glicerol em 10% m/m. A gelatina e o glicerol permaneceram em agitação *overnight* com temperatura controlada de 50 °C. A goma do cajueiro foi adicionada e a solução foi levada ao agitador ultra turrax T25 (IKA) onde permaneceu por 10 minutos a 10.000 rpm. A solução foi deixada em repouso por alguns minutos e o filme foi elaborado pelo método casting.

### Caracterização do filme

#### Análise de infravermelho

As amostras foram trituradas em moinho analítico (modelo A11 basic, IKA) para a formação da pastilha com KBr. Em seguida, foram analisadas na região do infravermelho médio com comprimento de onda entre 4000 a 400 cm<sup>-1</sup> e resolução de 4 cm<sup>-1</sup>, utilizando o aparelho da marca Perkin Elmer.

#### Análise térmica

A termogravimetria foi realizada em equipamento STA6000 (Perkin Elmer) em cadinho de alumina. As condições de processo para todas as amostras foram de razão de aquecimento de 10 °C.min<sup>-1</sup> em atmosfera de N<sub>2</sub>, vazão de 20 mL.min<sup>-1</sup> e massa de 15 ± 0,5 mg na faixa de temperatura de 25-800 °C.

#### Efeito do pH sobre o Intumescimento

O grau de intumescimento foi determinado segundo metodologia proposta por Xu et al. (2003). A massa total inicial (m<sub>i</sub>) da amostra de filme é quantificada e imersa em água destilada durante um período de tempo suficiente para estabelecer um equilíbrio de absorção. O filme foi enxugado por leve compressão entre folhas de papel de filtro, e sua massa final úmida (m<sub>f</sub>) determinada. O grau de intumescimento foi calculado em função da massa inicial da amostra, conforme a Equação 1.

$$G.I. = \frac{m_f - m_i}{m_f} \quad (1)$$

#### Ângulo de contato

As medidas de ângulo de contato foram realizadas em sistema GBX - Digidrop MCAT (*modular contact angle technology*) acoplado ao tensiômetro CAN101 Optical Contact Angle Meter (KSV Instruments). Cinco gotas de água deionizada foram consideradas na superfície. Os ângulos foram registrados por sistema óptico imediatamente após a disposição das gotas, sendo todas as medidas determinadas digitalmente. O ensaio foi realizado em temperatura ambiente (~25 °C).

## Resultados e Discussão

### Formulação do filme

A blenda de goma do cajueiro e gelatina originou um filme com aspectos visuais semelhantes aos filmes plásticos convencionais já comercializados. A Figura 1 mostra que o filme possui características de homogeneidade, transparência e alongação apropriadas.

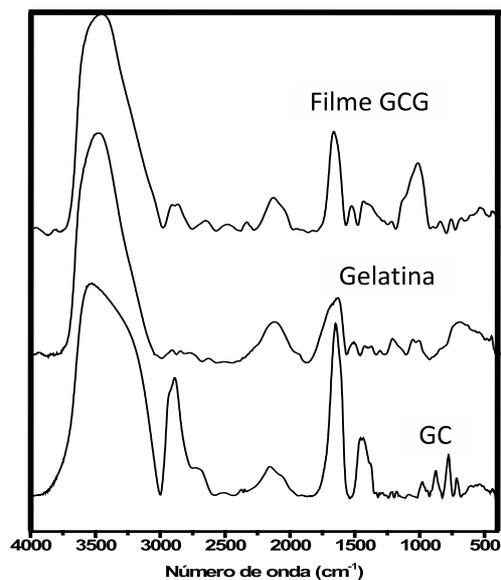
**Figura 1.** Filme de goma de cajueiro e gelatina na razão mássica 2:1, seco em temperatura ambiente.



### Análise de infravermelho

O infravermelho (Figura 2) para o filme GCG confirma a sobreposição de bandas características de ambos os polímeros isoladamente com um aumento significativo da banda em torno de  $1030\text{ cm}^{-1}$ , referente ao estiramento C-O. As demais bandas que aparecem em maior ou menor intensidade no espectro do filme de GCG em torno de  $1447\text{ cm}^{-1}$ ,  $1657\text{ cm}^{-1}$ ,  $2890\text{ cm}^{-1}$  e  $3500\text{ cm}^{-1}$  correspondem a deformação de C-H ( $\text{CH}_2$ ) da gelatina, estiramento C=O da ligação do H acoplado ao  $\text{COO}^-$  (tanto do ácido urônico de GC como dos amino ácidos da gelatina), estiramento assimétrico de C-H ( $\text{CH}_2$ ) de GC e estiramento de N-H e O-H respectivamente, sugerindo boa miscibilidade entre os polímeros.

**Figura 2.** Espectros de *Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) para GC, gelatina e filme GCG.

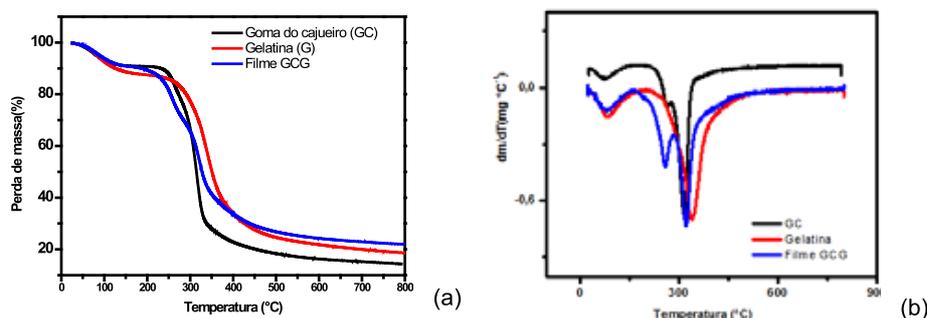


### Análise térmica

As curvas termogravimétricas e suas derivadas são mostradas na Figura 3. Observou-se que as curvas consistem em três eventos para GC e filme, e dois eventos para a gelatina (Figura 3a). O primeiro evento foi atribuído à perda de água por meio de quebra de pontes de hidrogênio relacionadas a umidade, ocorrendo nas temperaturas de 74, 83 e 77 °C para GC, gelatina e filme, respectivamente. O segundo e terceiro evento de decomposição, provavelmente estão relacionados a despolimerização que ocorre entre 259 e 315 °C para a GC e filme, respectivamente, e 339 °C para a gelatina, como indica a DTG na Figura 3b.

**Figura 3.** Curvas de TGA (a) e DTG (b) para a goma do cajueiro isolada, gelatina e filme GCG.

## Trabalhos Apresentados

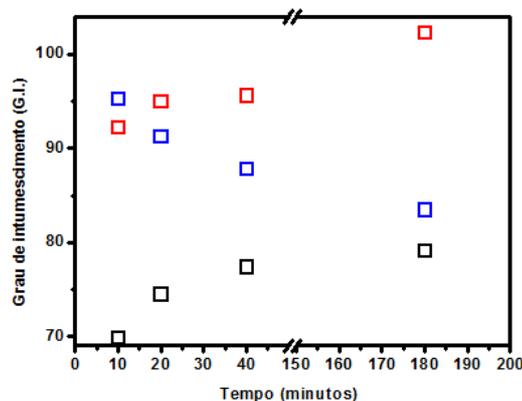


Analisando as temperaturas de decomposição observou-se que os percentuais de perda de massa foram 52, 58 e 54 % respectivamente para GC, gelatina e filme. Isto indica que a adição da gelatina à goma do cajueiro para formação do filme promoveu uma pequena melhora em sua estabilidade térmica.

### Efeito do pH sobre o intumescimento

O intumescimento de filmes é o resultado da difusão de moléculas de água para o interior da estrutura polimérica que se acomoda inicialmente em espaços vazios. Quando os espaços já estão completamente preenchidos e a estrutura da blenda é flexível, a difusão vai promover uma mudança no arranjo espacial das cadeias, resultando no aumento de volume. Na Figura 4, observa-se que o intumescimento do filme de GCG é sensível ao pH do meio.

**Figura 4.** Intumescimento dos filmes de GCG em diferentes potenciais hidrogeniônicos: ( □ ) pH=3, ( ■ ) pH=5 e ( ▢ ) pH=9.



Observam-se três tipos de comportamento durante o ensaio de 3h. Em pH = 3, o processo de difusão é crescente e tende ao equilíbrio. Em pH = 5, o intumescimento é sempre crescente, já em pH = 9, observa-se um processo inverso, onde há a contração das cadeias poliméricas diminuindo o processo de difusão. Esta sensibilidade é uma característica bastante desejável para o processo de liberação controlada/prolongada.

### Ângulo de contato

A Figura 5 ilustra o comportamento da gota séssil na superfície do filme. Em intervalo de 2 s, o ângulo medido foi de  $49 \pm 17^\circ$  e em 60 s observou-se que a gota permeou para o filme, deformando sua estrutura e permanecendo para baixo. Isto se deve a capacidade de sorção de água pelo material por infiltração capilar ou ainda pela reorientação de grupos hidrofílicos em direção à superfície em função da hidratação gerada pela interação com a água (GUGLIUZZA e DRIOLI, 2004) sem que houvesse o espalhamento da gota na superfície.

Nota-se que há uma energia superficial considerável, indicando boa hidrofiliabilidade, o que condiz com a observação no teste de intumescimento.

**Figura 5.** Comportamento de molhabilidade do filme de GCG após 2 s (A) e após 60 s (B).



### Conclusão

O filme de GCG possui estabilidade térmica suficiente para suportar mudanças de temperatura entre 25 a 50 °C e o ensaio de intumescimento indica que o mesmo é sensível a mudança de pH, sugerindo ser apropriado como embalagem ativa para alimentos de origem animal ou vegetal.

### Referências bibliográficas

AIDER, M. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 837-842, 2010.

GOWTHARMARAJAN, B.K.; KUMAR, G. K. P.; GAIKWADA, N. B.; SURESH, B. Preliminary study of Anacardium occidentale gum as binder in formulation of paracetamol tablets. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, p. 506-511, (2011).

GUGLIUZZA, A.; DRIOLI, E. Role of additives in the water vapor transport through block copoly(amide/ether) membranes: effects on surface and bulk polymer properties. **European Polymer Journal**, v. 40, p. 2381-2389, 2004.

HIGUERAS, L.; LOPEZ-CARBALO, G.; GAVARA, R.; HERNANDEZ-MUNOZ, P. Reversible covalent immobilization of cinnamaldehyde on chitosan films via schiff base formation and their application in active food packaging. **Food and Bioprocess Technology**, v. 8, p. 526-538, 2015.

NAGAHAMA, H.; MAEDA, H.; KASHIKI, T.; JAYAKURMAR, R.; FURUIKE, T.; TAMURA, H. Preparation and characterization of novel chitosan/gelatin membranes using chitosan hydrogel. **Carbohydrate Polymers**, v. 76, p. 255-260, 2009.

NURHAZIRAH, M.A.S.P.; ISA, M.I.N.; SARBON, N.M. Effect of xanthan gum on the physical and mechanical properties of gelatin-carboxymethyl cellulose film blends. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 9, p. 55-63, 2016.

OLSSON, E.; HEDENQVIST, M. S.; JOHANSSON, C.; JARNSTROM L. Influence of citric acid and curing on moisture sorption, diffusion and permeability of starch films. **Carbohydrate Polymers**, v. 94, p. 765-772, 2013.

XU, J.B.; BARTLEY, J.P.; JOHNSON, R.A. Preparation and characterization of alginate-carrageenan hydrogel films crosslinked using a water soluble carbodiimide (WSC). **Journal of Membrane Science**, v. 218, p. 131-146, 2003.

Marília de Albuquerque Oliveira, pós-doutoranda/bolsista Capes/Embrapa, Rua Doutora Sara Mesquita, 2270- Pici, mariliaoliveira7@gmail.com