

## Desenvolvimento de Substratos Sólidos e Flexíveis a Base de Polímeros Naturais

Fernando Campos Bianchi

Profa. Dra. Agnieszka Joanna Pawlicka Maule

Universidade de São Paulo (USP)

fernandocamposbianchi@usp.br

### Objetivos

O objetivo principal do trabalho foi desenvolver e caracterizar dois tipos de substratos à base de polímeros naturais. O primeiro substrato foi produzido a partir de blendas de gelatina com pectina, e o segundo, a partir de blendas de gelatina com goma gelana. Ambos foram plastificados com glicerol e entrecruzados com formaldeído. A caracterização foi realizada a partir de análises espectroscópicas de FTIR e Uv-vis.

### Métodos e Procedimentos

Para a produção dos substratos foram selecionados os seguintes polímeros: pectina, gelatina comercial e goma gelana de alto teor de grupos acila (HA). A pectina é um polissacarídeo biodegradável solúvel em água, capaz de formar géis. A goma gelana (HA) é um polissacarídeo bacteriano, capaz de formar géis com estruturas fibrosas, contribuindo para a elasticidade dos substratos (SWORN; STOUBY, 2021). Por fim, a gelatina auxilia na formação dos substratos junto à pectina e à goma gelana pela união das cadeias poliméricas por meio dos entrecruzamentos (PONEZ et al., 2012). O glicerol foi utilizado como plastificante, pois ele atua reduzindo a rigidez dos polímeros, ao romper interações dipolo-dipolo e gerar novas entre o plastificante e o polímero (SPERLING, 2006) e (SABADINI; PAWLICKA, 2015). Adicionalmente, foi escolhido o formaldeído, que forma ligações cruzadas, aumentando a rigidez, diminuindo a solubilidade

dos substratos e prolongando sua vida útil. Foram produzidas amostras isoladas dos polímeros e suas combinações com plastificantes e reticulantes, visando a comparação e a análise das interações presentes nos substratos.

Para caracterizar quimicamente os substratos, foram realizadas análises espectroscópicas por FTIR e UV-Vis. A FTIR identifica grupos funcionais e interações moleculares observando sua absorção na região do infravermelho. Enquanto o UV-Vis mede a transmitância de luz na região de ultravioleta até o visível, permitindo identificar átomos específicos nas moléculas e avaliar a transparência óptica dos materiais. Essas análises forneceram informações sobre as estruturas, as interações e o comportamento dos substratos desenvolvidos. Os substratos flexíveis foram preparados a partir de 8 combinações diferentes de polímeros, plastificantes e reticulantes, sendo produzidos e analisados em triplicata. As amostras desenvolvidas foram: substrato de gelatina dissolvida em água destilada (AM1); pectina dissolvida em água destilada (AM2); goma gelana dissolvida em água destilada (AM3); gelatina dissolvida em água na presença de formaldeído e glicerol (AM4); pectina dissolvida em água na presença de formaldeído e glicerol (AM5); goma gelana dissolvida em água na presença de formaldeído e glicerol (AM6); pectina, gelatina, formaldeído e glicerol (AM7); e, goma gelana, gelatina, formaldeído e glicerol (AM8).

### Resultados

Os substratos de gelatina-pectina apresentaram-se opacos e fisicamente rígidos e craquelados, Figura 1(a). Enquanto isso, os substratos de gelatina-goma gelana apresentaram-se fisicamente uniformes e lisos, Figura 1(b).

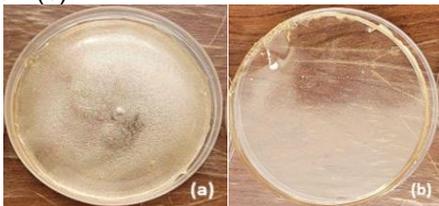


Figura 1: Fotos das membranas das amostras (a) AM7 e (b) AM8.

A figura 2(a) apresenta uma alteração na transparência óptica, que pode ser devido a entrecruzamentos entre plastificantes e polímeros. A análise por UV-vis também mostrou um declínio em sua transparência óptica, sugerindo uma possível alteração em sua conformação química devido a um entrecruzamento entre as moléculas de gelatina e goma gelana, Figura 2(b).

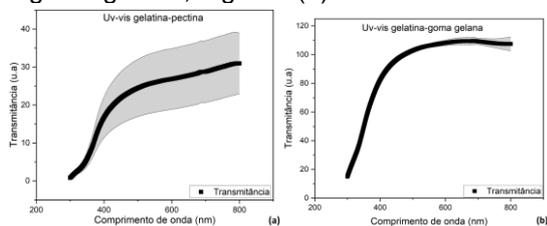


Figura 2: Uv-vis das amostras (a) AM7 e (b) AM8.

A Figura 3 revela as interações entre os dois polímeros, destacando a presença da impressão digital da pectina em  $1000\text{ cm}^{-1}$ , referente ao ácido galacturônico; e, a vibração do grupo ácido carboxílico da glicina presente em gelatina entre  $3000$  e  $3500\text{ cm}^{-1}$ .

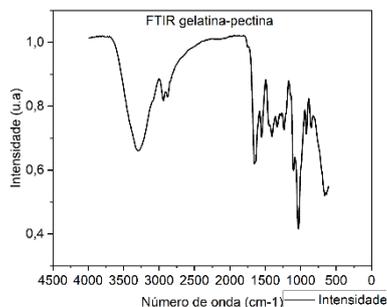


Figura 3: Gráfico de FTIR da amostra AM7.

## Conclusões

Para a pectina os resultados de FTIR e UV-vis adquiridos sugerem que o substrato (AM7) possui tanto os grupos funcionais da pectina (CO), quanto da gelatina (ácido carboxílico) em sua composição. Isso indica a ocorrência de entrecruzamento entre os polímeros, evidenciado pela diminuição no pico de aldeídos da pectina na região de  $1700\text{ cm}^{-1}$  indicando que a quantidade de estiramentos de presentes diminui devido a sua interação com a gelatina. (GUPTA et al., 2014). Espera-se que tal comportamento contribua para um aumento de sua resistência física. Para a goma gelana os resultados de UV-vis sugerem que o substrato (AM8) sofreu uma alteração em sua conformação química e/ou transparência óptica, devido a um possível entrecruzamento entre as moléculas de gelatina e pectina. Serão realizados testes dínamo-mecânicos para investigar a flexibilidade dos substratos e sua possível aplicação como eletrólitos sólidos para dispositivos eletrocromicos flexíveis.

## Agradecimentos

CNPq pelo auxílio recebido.

## Referências

- Gupta B, Tummalapalli M, [...] Alam M Carbohydrate Polymers (2014) 106(1) 312-318.  
 PONEZ, L. et al. Ion-conducting membranes based on gelatin and containing Lil/I 2 for electrochromic devices. Mol. Crystals and Liquid Crystals, v. 554, p. 239–251, 1 mar. 2012.  
 SABADINI, R. C.; PAWLICKA, A. Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes. Universidade de São Paulo, 2015.  
 SPERLING, L. H. Introduction to physical polymer science. [s.l.] Wiley, 2006.  
 SWORN, G.; STOUBY, L. Gellan gum. Handbook of Hydrocolloids, p. 855–885, 1 jan. 2021.