

## DESENVOLVIMENTO DE ELETRÓLITOS DE BLENDS POLIMÉRICAS PECTINA-PVA PARA JANELAS INTELIGENTES

RAFAELA MOREIRA JAVIER LEMOS<sup>1</sup>; CAMILA MONTEIRO CHOLANT<sup>2</sup>;  
CÉSAR AVELLANEDA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - [rafaela.mjl@gmail.com](mailto:rafaela.mjl@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [camila\\_scholant@hotmail.com](mailto:camila_scholant@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [cesaravellaneda@gmail.com](mailto:cesaravellaneda@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são um dos principais assuntos debatidos atualmente e também suas causas, como o aquecimento global devido a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) advindos da produção e consumo de energia, da indústria petroquímica, do agronegócio, entre outros. (AGUIAR et al., 2020)

Neste contexto, a eficiência energética vem como uma possibilidade para atenuar parte desses problemas, no caso os relacionados a crescente demanda por energia, além do estímulo ao uso racional desta (COSTA; ANDRADE JUNIOR, 2021). Portanto, pesquisas vêm sendo feitas sobre o desenvolvimento de dispositivos de eficiência energética. Dentre estes estão as janelas inteligentes, que mudam sua coloração de maneira reversível e são capazes de diminuir o fluxo de calor e de luz incidente através delas, proporcionando conforto térmico interno, seja de edificações ou em meios de transporte e, assim, diminuindo o consumo energético com condicionadores de ar (WU et al., 2020).

Essas janelas inteligentes são células eletroquímicas compostas por diversas camadas, entre elas o eletrólito, que efetua a conexão iônica entre os eletrodos (ZHOU et al., 2018). Os eletrólitos são produzidos, geralmente, com polímeros derivados do petróleo. Entretanto, a indústria petroquímica é uma das maiores responsáveis pela emissão de GEE, dado o alto consumo energético exigido nos processos de produção, refino e transporte (UNICAMP).

Por isso, a substituição da matéria-prima vinda do petróleo por outras renováveis, como fontes vegetais, biológicas ou recicláveis, têm sido uma alternativa. A pectina é um biopolímero abundante em vegetais e frutas, principalmente na casca da laranja e no bagaço de maçã (SAMPATHKUMAR et al., 2019). Os quais, são resíduos da indústria de sucos e de onde parte da pectina comercial é extraída, além da abundância outras vantagens são a solubilidade em água e a baixa toxicidade (PERUMAL et al., 2019)

No entanto, a pectina como matéria-prima para eletrólitos de janelas inteligentes apresenta desafios como a curta validade e a coloração amarelada. Por isso, uma estratégia para contornar essas questões é a produção de blends poliméricas, ou seja composições de misturas dois ou mais polímeros, que geram materiais finais com uma combinação de propriedades dos seus constituintes. Sendo o PVA, um polímero sintético, bastante estável, transparente e biodegradável o escolhido para essas misturas (MAZUKI et al., 2019).

Eletrólitos géis tem em sua composição básica, além do polímero, solvente, sal e plastificante, sendo este responsável por tornar o sistema um gel estável. E, em alguns casos, se faz necessário a adição de um agente reticulante, o qual faz ligações cruzadas ao longo das cadeias poliméricas.

Portanto, nosso trabalho pretende contribuir com a diminuição do consumo energético e da emissão de gases de efeito estufa. Através do desenvolvimento de

janelas inteligentes com eletrólitos de blendas poliméricas constituídas de pectina e PVA, segundo os princípios da Engenharia Verde, dentre eles uso de matéria-prima renovável, eficiência energética e diminuição do uso de substâncias tóxicas.

## 2. METODOLOGIA

Os eletrólitos foram preparados nas mesmas quantidades porém com duas proporções diferentes de PVA:Pectina, 1:0,1 g e 0,1:1 g. Ainda, foram adicionados dois agentes reticulantes diferentes, o glutaraldeído 50% e o formaldeído 37%, nas mesmas quantidades. Inicialmente, se fez a dissolução da pectina em água, posteriormente, adicionou-se agente reticulante. Separadamente, se fez a dissolução do PVA em água, então adicionou-se esta solução a solução de pectina com o agente reticulante. Após uma hora, acrescentou-se o plastificante glicerol e o sal perclorato de lítio, como ilustra a Figura 1.

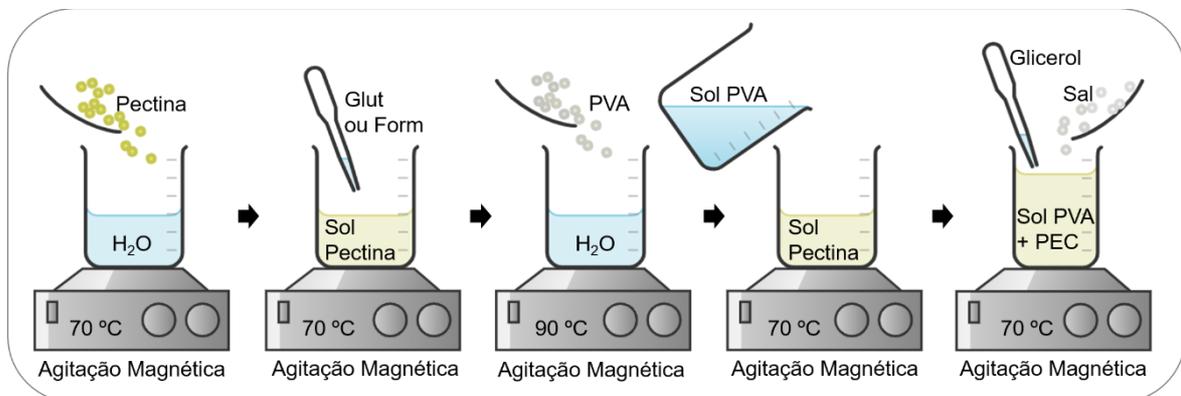


Figura 1: Esquema do procedimento de preparo dos eletrólitos de blenda de Pectina e PVA.

As amostras foram mantidas a temperatura ambiente num dessecador. E então submetidas a análises de Voltametria Linear, numa faixa de potencial de 0 a 5 V e Espectroscopia de Impedância Eletroquímica de  $10^5$  a 0,5 Hz, para estudo da condutividade iônica dos eletrólitos géis.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os potenciais de degradação dos eletrólitos e a condutividade iônica são bastante importantes, pois estão relacionados ao desempenho dos materiais para a determinada aplicação. Os resultados obtidos em ambas análises provam que a blenda polimérica com maior quantidade de pectina é promissora para aplicação como eletrólito. A Fig. 2 (a) apresenta as curvas de voltametria linear em que é possível analisar os potenciais de degradação do material e percebe-se que eles são maiores para os eletrólitos 3 e 4 (Tabela 1), nos quais predomina a quantidade de pectina. Quanto a condutividade iônica (Fig.2 (b)), observa-se que estes mesmos géis apresentam condutividades tão boas quanto os eletrólitos 1 e 2 (Tabela 1), que apresentam maior quantidade de PVA.

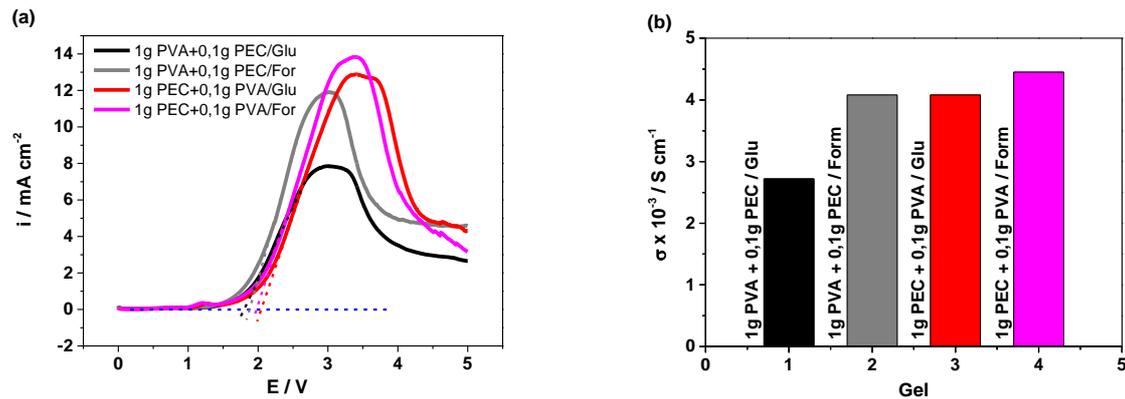


Figura 2: (a) Voltametria linear e (b) condutividade iônica do eletrólitos 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1: Valores de Potencial de Degradação e Condutividade Iônica dos eletrólitos 1, 2, 3 e 4.

Eletrólito	Potencial de Degradação (V)	Condutividade Iônica ( $\times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ )
1	1,82	2,72
2	1,89	4,08
3	2,05	4,08
4	1,97	4,45

Quanto aos agentes reticulantes não há grande diferença nos resultados, entretanto o formaldeído levou a uma condutividade iônica um pouco superior e além disso é mais diluído que o glutaraldeído, portanto menos tóxico que este e não apresenta risco ao meio ambiente como o glutaraldeído, sendo assim mais vantajoso.

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se que é possível a substituição da matéria-prima petroquímica pela renovável e, conseqüentemente, a diminuição da emissão de GEE envolvida na produção dessas. A pectina se mostra como um biopolímero promissor para aplicação como eletrólito em janelas inteligentes, contribuindo, assim, para a eficiência energética relacionada a edificações e meios de transporte.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G. DE O. et al. **Palavras-chave: Polietilenos; Química Verde; Desenvolvimento Sustentável. Application of Green Chemistry in the Chemical Industry for Sustainable Development with Emphasis on Green Plastic Production.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.fsma.edu.br/RESA41>>.
- COSTA, J. DOS S.; ANDRADE JUNIOR, L. M. L. DE. Eficiência energética aplicada ao consumo de eletricidade: Um estudo de revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e26210414085, 10 Apr. 2021.
- MAZUKI, N. F. et al. An investigation on the abnormal trend of the conductivity properties of CMC/PVA-doped  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -based solid biopolymer electrolyte system.

**Ionics**, v. 25, n. 6, p. 2657–2667, 2019.

PERUMAL, P. et al. Plasticizer incorporated, novel eco-friendly bio-polymer based solid bio-membrane for electrochemical clean energy applications. **Polymer**

**Degradation and Stability**, v. 159, p. 43–53, 2019.

SAMPATHKUMAR, L. et al. Synthesis and characterization of biopolymer electrolyte based on tamarind seed polysaccharide, lithium perchlorate and ethylene carbonate for electrochemical applications. **Ionics**, v. 25, n. 3, p. 1067–1082, 2019.

WU, W. N. et al. Incorporating electrospun nanofibers of TEMPO-grafted PVDF-HFP polymer matrix in viologen-based electrochromic devices. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 208, n. November 2019, p. 110375, 2020.

ZHOU, J. et al. A novel imide-based hybrid gel polymer electrolyte: Synthesis and its application in electrochromic device. **Organic Electronics**, v. 62, p. 516–523, 2018.