



CRESCIMENTO DE FILMES DE POLIANILINA SOBRE VIDRO PARA DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS

SILVA, H.B.^{1.}; SILVA, D.C.^{2.}; FREIRE, M. A.^{3.}; GOMES, J. P.^{4.}; NASCIMENTO, J.S.^{5.}

¹Discente do curso superior em Engenharia Civil do IFNMG – *Campus* Januária; ²Discente do curso superior em Engenharia Civil do IFNMG – *Campus* Januária; ³Discente do curso Técnico de Informática do IFNMG – *Campus* Januária; ⁴Docente do IFNMG – *Campus* Januária; ⁵Docente do IFNMG – *Campus* Januária.

Palavras chaves: Polianilina; Polímeros; Tecnologia.

Introdução

Os polímeros são macromoléculas formadas por unidades repetidas chamadas monômeros. Estas macromoléculas possuem uma ampla variedade de propriedades e funcionalidades, o que permite a sua aplicação em diversos campos da indústria e da pesquisa científica (GEDDE, 1995; TALLMAN, 2002).

Um setor que se destaca é o dos polímeros semicondutores. Ao contrário dos polímeros isolantes, eles conseguem conduzir eletricidade sob certas condições, graças às ligações π conjugadas em sua estrutura. Isso os torna apropriados para uso em dispositivos eletrônicos flexíveis, células solares orgânicas e LEDs orgânicos (HEEGER, 2001; MACDIARMID, 2001; ZOPPI; DE PAOLI, 1993).

Especificamente, a polianilina (PAni) é um polímero semiconductor de grande relevância. Sua facilidade de síntese, versatilidade e a capacidade de ajustar suas propriedades elétricas por meio de processos de dopagem a tornam valiosa para aplicações como sensores, baterias recarregáveis e dispositivos de armazenamento de energia (MATTOSO, 1996; TALLMAN, 2002). Atualmente, filmes de PAni são utilizados na fabricação de músculos artificiais para robôs. Eles são envolvidos em um núcleo íon-condutor e ligados a uma fonte de voltagem, com o fluxo de elétrons um dos lados do filme reduz e o outro oxida. Dessa forma, o dobramento dos filmes é obtido com a contração de um lado e expansão do outro (ALMEIDA, 2003). Devido a sua propriedade de absorção de radiações eletromagnéticas, a polianilina vem sendo estudada para aperfeiçoar sua aplicação em blindagem eletromagnética. A polianilina também pode ser usada na construção de sensores de pH, permitindo o monitoramento do caráter ácido ou básico de um determinado meio (VENDRAMINI, 2014).

Material e Métodos

Inicialmente realizamos uma busca bibliográfica na literatura sobre temáticas relacionadas a PAni, onde pôde-se analisar todas as suas propriedades físico-químicas assim como todos os métodos realizados para a sua sintetização. Para iniciar o processo de síntese, primeiramente, todas as vidrarias passaram por um processo rigoroso de limpeza, onde utilizou-se solução de ácido clorídrico (HCl) e água destilada (H₂O).

Devido à inexistência de uma sala limpa que atendesse aos rigorosos padrões necessários para o procedimento de síntese da PAni, foram necessárias modificações para viabilizar esse processo. Sendo realizado o primeiro teste do protocolo desenvolvido para a síntese deste polímero nos laboratórios do IFNMG - *Campus* Januária. Para isso, implementou-se um sistema de iluminação utilizando luz amarela no interior de uma capela equipada com um exaustor. Na entrada da capela,



introduziu-se um feltro também na tonalidade amarela, com o propósito de impedir que partículas de poeira e luzes externas afetassem o ambiente devido à sensibilidade da síntese, essas implementações deixam o ambiente amarelado como observado na Fig 1 (A). Com as vidrarias devidamente higienizadas e o ambiente preparado para o processo de síntese, procedeu-se à destilação da anilina.

Para dar início à síntese, duas soluções foram preparadas. A primeira consistiu em uma mistura de ácido clorídrico (HCl) com persulfato de amônio ((NH₄)₂S₂O₈), enquanto a segunda consistiu em HCl misturado com anilina (C₆H₅NH₂) destilada. Posteriormente, a solução contendo HCl e persulfato de amônio ((NH₄)₂S₂O₈) foi gotejada de forma gradual sobre a solução contendo HCl e anilina conforme mostrado na Fig 1 (A). Durante esse processo, a solução que continha anilina foi mantida a uma temperatura de 0° C. Concluída essa etapa, o material foi submetido a uma fase de filtração, seguida por uma lavagem com acetona, visando à remoção dos oligômeros.

A porção líquida que passou pelo filtro foi descartada, enquanto a porção retida constituiu a PANi condutora, também conhecida como sal esmeraldina, como ilustrado na Fig. 1 (B). Em seguida, a PANi obtida passou por um procedimento de desdopagem. Para isso, uma solução de hidróxido de amônio foi preparada e misturada com a PANi, sendo agitadas conjuntamente por um período de 12 horas e subsequentemente filtradas. Nesse caso, a solução que passou pelo filtro foi eliminada, e a porção retida corresponde ao que chamamos de PANi desdopada, também conhecida como PANi no estado base esmeraldina. Após a etapa de desdopagem, a PANi foi submetida ao processo de secagem.

Durante o estágio de secagem, a PANi foi posicionada sobre uma placa de Petri e introduzida dentro de uma dessecadora que continha sílica, sendo selada sob condições de vácuo. Após transcorrer um período de 72 horas, procedemos à abertura da dessecadora, resultando na obtenção da PANi completamente seca. A Fig. 1 (C) mostra a PANi após o processo de secagem.

Resultados e Discussão

Como principais resultados obtidos da revisão bibliográfica, destaca-se a observação de importantes aplicações da polianilina, como sensores, capacitores, células solares, músculos artificiais, blindagem eletromagnética e desenvolvimento de dispositivos optoeletrônicos.

Duas sínteses foram realizadas, sendo que na primeira tentativa os resultados não atingiram os critérios desejados. Isso foi atribuído à influência do gotejamento rápido que durou quatro horas e trinta minutos, reduzindo drasticamente o tempo previsto na literatura de doze horas, impactando os resultados finais, da massa do produto (PANi) obtido.

Na segunda abordagem, os resultados obtidos foram consistentes com aqueles previamente relatados na literatura e por outros pesquisadores nos laboratórios do IFNMG/Januária. As adaptações implementadas nas condições laboratoriais proporcionaram êxito na síntese da PANi. A síntese química desse polímero foi realizada seguindo o mecanismo convencional, e as observações mostraram consonância com as expectativas estabelecidas.

Usando o mesmo procedimento de síntese química adotado neste trabalho, espectroscopia Raman de polianilina obtida anteriormente em nossos laboratórios (ver Fig. 1 (D)) mostram que o polímero obtido, está em conformidade com aqueles relatados na literatura (BARBOSA, 2022).

Considerações finais

Com a replicação dos protocolos seguidos, alcançamos sucesso na síntese da PANi no IFNMG - Campus Januária. Os resultados obtidos revelaram plena conformidade com as referências literárias. Isso não apenas validou nossa metodologia, mas também reforçou a eficácia dos procedimentos adotados para a síntese em nossos laboratórios.



Apesar do sucesso inicial, identificamos a necessidade de aprimoramento. A modernização de nosso equipamento laboratorial e a inclusão de novos pesquisadores são cruciais para enriquecer o projeto. Estamos convictos de que, com investimentos estratégicos e aportes adicionais de recursos, podemos elevar o padrão de nossas pesquisas, contribuindo significativamente para o avanço da ciência dos polímeros no IFNMG - Campus Januária.

Agradecimentos

Agradecemos ao IFNMG – Campus Januária pelo apoio financeiro através do Programa Bolsa Treinamento em Pesquisa (BTP), e a todos envolvidos.

Referências

ALMEIDA, Álvaro de Mello. Aplicações tecnológicas da Polianilina – Um polímero condutor. Tecnologia e Tendências, Canoas, Vol. 2 n. 1, p. 9-18, jan./jun. 2003.

BARBOSA, R. C.; <https://eventos.ifnmg.edu.br/sic2022/anais>

GEDDE, U. W. (1995). *Polymer Physics*. Chapman & Hall.

GOMES, J. P. Preparação e caracterização de estruturas híbridas baseadas em polianilina e TiO₂ para desenvolvimento de dispositivos eletrônicos e spintrônicos. –Viçosa, MG, 2018. 92f. Tese de doutorado - Universidade Federal de Viçosa.

HEEGER, A. J. (2001). **Semiconducting polymers**: The Third Generation. *Chemical & Engineering News Archive*, 79(28), 12-17.

MACDIARMID, A. G. (2001). “**Synthetic Metals**”: A Novel Role for Organic Polymers. Nobel Lecture.

MATTOSO, L. H. C. Polianilinas: síntese, estrutura e propriedades. *Química Nova*. v. 19. n. 4, p. 388-399, 1996.

TALLMAN, D. E., Spinks, G., Dominis, A., Wallace, G. G., **Electroactive conducting polymers for corrosion control part 1: general introduction and a review of non ferrous metals**, *Journal of Solid State Electrochemistry*, 6 (2), 73-84, 2002.

VENDRAMINI, G. Desenvolvimento de instrumentação eletrônica portátil para medida de pH em campo por meio de sensor óptico à base de filme de polianilina. Dissertação (Mestre em Biotecnologia) – Faculdade de Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

ZOPPI, R. A.; DE PAOLI, M. A. **Aplicações tecnológicas de polímeros intrinsecamente condutores**: perspectivas atuais. *Química Nova*. v. 16. n. 6, p. 560-569, 1993.

ANEXO I

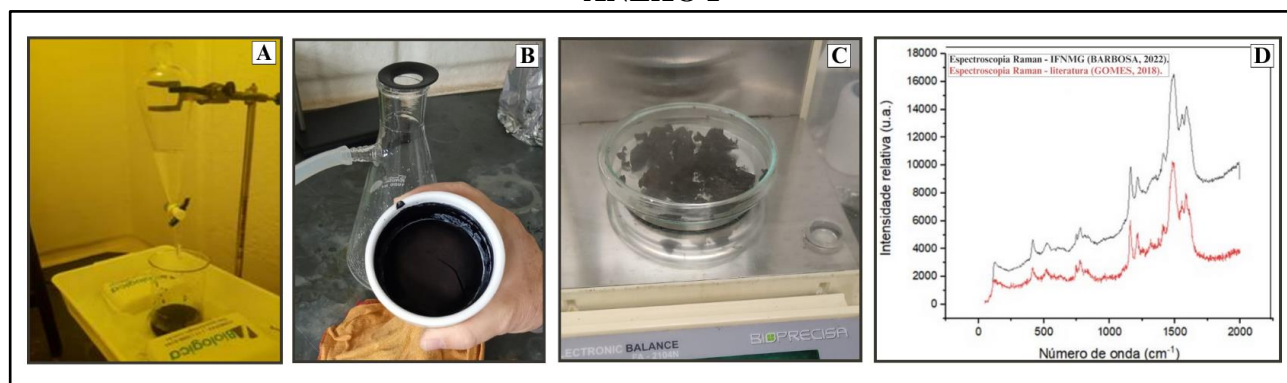


Figura 1: (A) Solução de HCL e persulfato de amônio ((NH₄)₂S₂O₈) gotejando sobre solução de HCL e anilina, ambiente com luz amarela; (B) Porção retida no processo de filtragem, sal esmeraldina; (C) PANi após o processo de secagem. Fonte: Arquivo Pessoal (2023). (D) Espectromia Ramam. Fonte: BARBOSA, R. C.; <https://eventos.ifnmg.edu.br/sic2022/anais>.