cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Efeitos da funcionalização ácida e da integração de polipirrol no comportamento estrutural e capacitivo de materiais à base de carvão para aplicação em supercapacitores

Iuri C. M. Candido[1], Paulo A. X. da Silva[a], Weslei M. Ambrós[2], Glaydson S. dos Reis[3], Helinando P. de Oliveira[1], Irineu A. S. de Brum[2]
[1] Instituto de Pesquisa em Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, Brasil
[2]Departamento de Metalurgia, Laboratório de Processamento Mineral, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil
[c] Laboratório de Química Industrial e Engenharia de Reações, Faculdade de Ciência e Engenharia, Universidade Åbo Akademi, Åbo/Turku, Finlândia

Introdução

O carvão mineral bruto apresenta potencial como precursor de materiais de baixo custo para aplicação em eletrodos de supercapacitores [1]. Neste estudo, investigou-se a influência de tratamentos ácidos na remoção de impurezas minerais e da incorporação de polipirrol (PPy) na melhoria do desempenho eletroquímico dos eletrodos. Foram avaliadas alterações na composição química e na capacidade de armazenamento de cargas, visando ao desenvolvimento de materiais híbridos eficientes e sustentáveis para aplicações em sistemas de armazenamento de energia.

Objetivos

Avaliar a influência dos tratamentos com ácidos sulfúrico (H_2SO_4) e nítrico (HNO_3) na remoção de impurezas minerais e no desempenho eletroquímico amostras de carvão mineral bruto, selecionando a mais promissora para incorporação de polipirrol (PPy) e investigando o potencial dos materiais para aplicação em supercapacitores.

Metodologia

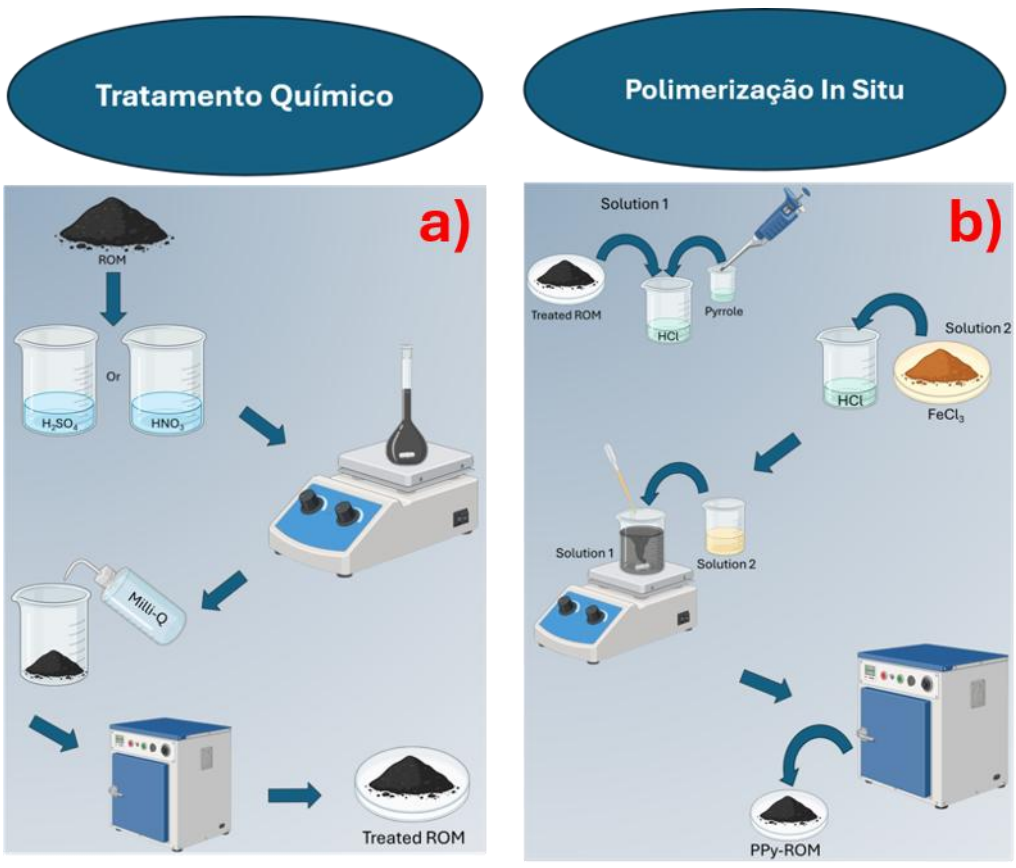


Figura 1. Processos de a) limpeza e b) modificação química para produção de eletrodos para supercapacitores.

Resultados e Discussão

As análises por MEV, DRX e FTIR evidenciaram alterações morfológicas e químicas após os tratamentos ácidos, confirmando a remoção de impurezas minerais e a incorporação de polipirrol (PPy). Embora a incorporação de PPy tenha reduzido a área superficial específica, os eletrodos híbridos apresentaram melhor desempenho eletroquímico. A formulação SS–H_2SO_4–PPy 100 mg apresentou os melhores resultados, alcançando capacitâncias areais de 41,3 mF/cm² por voltametria cíclica, demonstrando seu potencial para aplicação em supercapacitores.

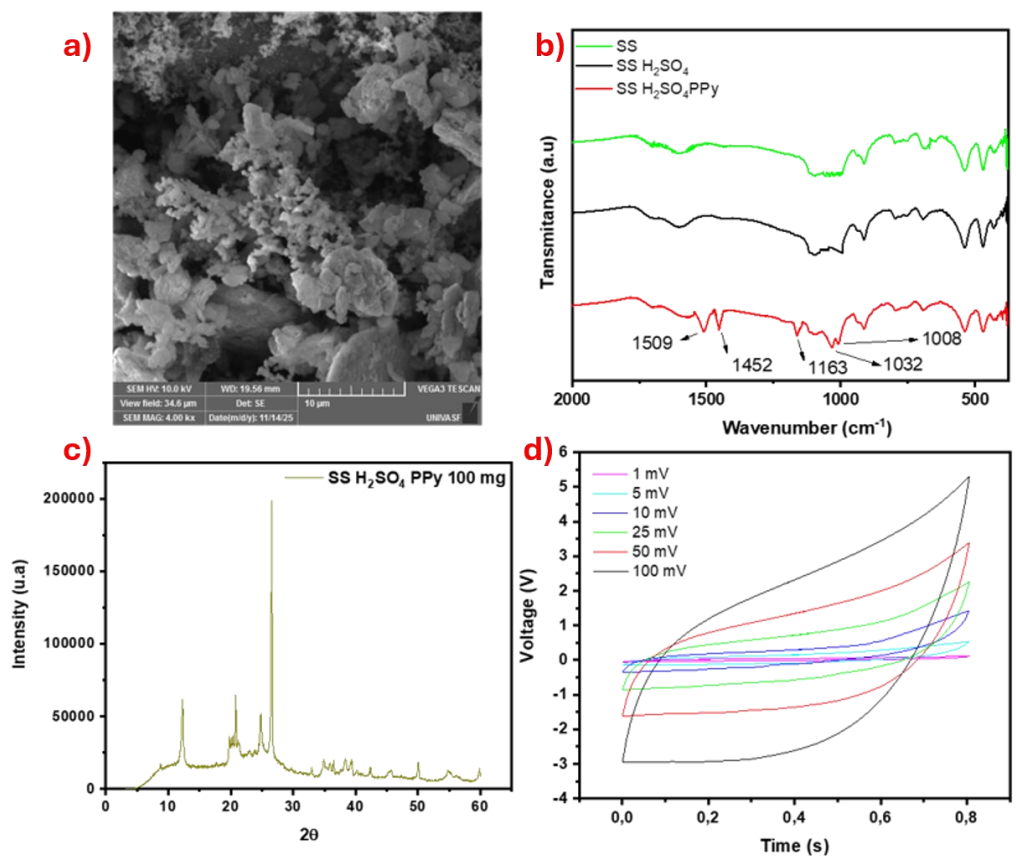


Figura 2. a) MEV b) FTIR c) DRX e Análise de voltametrica cíclica das amostras de carvão modificadas com polipirrol.

Amostra	Capacitância	Ref.
Biochar Celulosico	0.3 mF/cm²	[2]
Fibra de Grafeno	3.3 mF/cm²	[3]
Carvão bruto modificado	41.3 mF/cm²	Este trabalho

Conclusões

Os resultados demonstram que o tratamento ácido, especialmente com H_2SO_4, favorece a purificação e modificação superficial do carvão mineral. A incorporação de PPy potencializou o armazenamento de cargas, destacando a amostra SS–H_2SO_4–PPy (100 mg). Esses resultados evidenciam o potencial desses materiais híbridos para o desenvolvimento de eletrodos aplicados em supercapacitores.

Referências e Agradecimentos

[1] K.K. Li, G.Y. Liu, L.S. Zheng, J. Jia, Y.Y. Zhu, Y.T. Zhang, Coal-derived carbon nanomaterials for sustainable energy storage applications, Xinxing Tan Cailiao/New Carbon Mater. 36 (2021) 133–154. https://doi.org/10.1016/S1872-5805(21)60010-0.
[2] G. Gou, F. Huang, M. Jiang, J. Li, Z. Zhou, Hierarchical porous carbon electrode materials for supercapacitor developed from wheat straw cellulosic foam, Renew. Energy 149 (2020) 208–216. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.11.150
[3] T. Huang, B. Zheng, L. Kou, K. Gopalsamy, Z. Xu, C. Gao, Y. Meng, Z. Wei, Flexible high performance wet-spun graphene fiber supercapacitors, RSC Adv. 3 (2013) 23957–23962. https://doi.org/10.1039/c3ra44935a.