

Resumo

O trabalho consiste no estudo do tanino, uma fonte de carbono de origem sustentável, de alta disponibilidade na natureza e de conformação química adequada para sua conversão, utilizando-se o método hidrotérmico em microondas seguido da carbonização, em um material com propriedades capacitivas para aplicação como eletrodos em supercapacitores. O processo de quelação do tanino com metais (Ag, Ni e Fe) proporcionou um aumento da capacidade de armazenamento de energia, com destaque para a incorporação de Ni, cujo material obteve-se um valor de C_{esp} de 206,90 F/g e 5 vezes maior do que a do C puro.

Introdução

Materiais de carbono são amplamente aplicados em dispositivos de conversão e armazenamento de energia. No entanto, a variedade de materiais obtidos por diversas fontes de carbono é oriunda de processos de múltiplas etapas, caros e não sustentáveis. Tendo em vista essas questões, neste trabalho propõe-se o estudo do tanino, que, segundo BRAGHIROLI et al. [1], é uma fonte de carbono de origem sustentável com grande disponibilidade na natureza e de conformação química adequada para sua conversão em um material estruturalmente formado por uma distribuição de poros hierárquica e estrutura de aglomerados esféricos e que são características indicativas para a melhoria das propriedades capacitivas.

Para tal propósito, adotou-se o método hidrotérmico em micro-ondas seguido da carbonização que representa, hoje, um método viável para se obter um material de forma simples, rápida e inovadora [2]. Também, realizou-se a quelação do tanino com metais (Ag, Ni e Fe) [2], a fim de se de se aumentar a capacidade de armazenamento de energia com a incorporação estrutural de partículas com propriedades pseudocapacitivas.

Materiais e Métodos

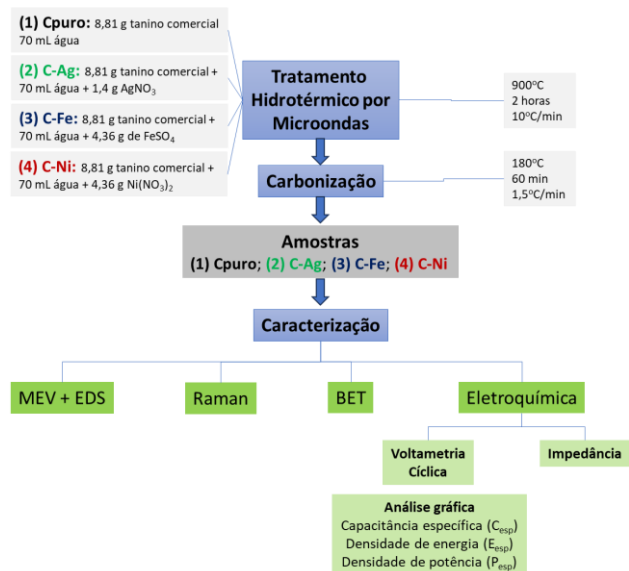


Fig. 1 – Fluxograma que representa a metodologia do estudo realizado.

Resultados

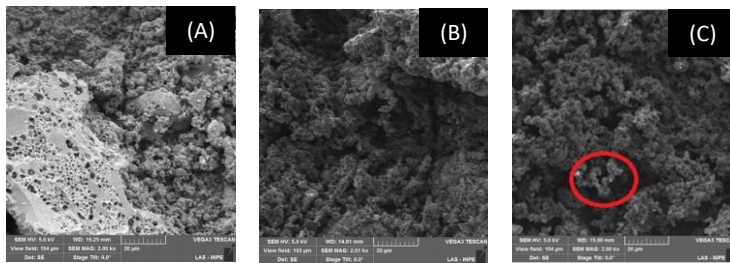


Fig. 2 - MEV das amostras (A) C puro, (B) C-Ag, (C) C-Ni e (D) C-Fe. Ampliação 2000 x.

| amostras | % elementar das amostras tanino queladas com Ag, Ni e Fe | | | | | | |
|----------|--|-----|------|------|-----|-----|-----|
| | C | Ag | Ni | Fe | O | N | S |
| C-Ag | 81,6 | 8,1 | - | - | 7,4 | 2,8 | - |
| C-Ni | 56,2 | - | 36,3 | - | 7,4 | 0,1 | - |
| C-Fe | 67,6 | - | - | 13,8 | 8,8 | - | 9,8 |

Tab. 1 - Composição elementar obtida por EDS das amostras de carbono queladas com Ag, Ni e Fe.

| Amostra | Área específica (m ² /g) | Volume total de poros (cm ³ /g) | Volume de microporos V _{DB} (cm ³ /g) | Volume de mesoporos (cm ³ /g) | Densidade (g/cm ³) |
|-------------|-------------------------------------|--|---|--|--------------------------------|
| C-puro | 608 | 0,25 | 0,25 | 0,00 | 2,0105 |
| C-Ag | 610 | 0,24 | 0,24 | 0,00 | 2,6855 |
| C-Ni | 481 | 0,50 | 0,20 | 0,30 | 2,9214 |
| C-Fe | 376 | 0,23 | 0,15 | 0,08 | 3,3300 |

Tab. 2 - Área específica, volumes de poros e densidade das amostras de carbono queladas com Ag, Ni e Fe.

| Amostra | C_{esp} (F/g) | E_{esp} (Wh/kg) | P_{esp} (W/kg) |
|-------------|-----------------|-------------------|------------------|
| C | 44,73 | 5,24 | 581,54 |
| C-Ni | 206,90 | 25,55 | 2689,70 |
| C-Ag | 161,20 | 22,72 | 2095,66 |
| C-Fe | 71,88 | 10,00 | 934,50 |

Tab. 3 - Valores de C_{esp} , E_{esp} e P_{esp} obtidos para amostras de carbono queladas com Ag, Ni e Fe.

Conclusão

Dentre os metais incorporados a matriz de C obtida a partir do tanino pelo método hidrotérmico, conclui-se que o C-Ni obteve o maior valor de C_{esp} , E_{esp} e P_{esp} , ou seja, maior capacidade de armazenamento de energia ($C_{esp} = 206,9$ F/g). O teor de 36% at. Ni o volume total de poros (0,50 cm³/g) e a de mesoporos (0,30 cm³/g), além da morfologia do C-Ni diferenciada estruturadas por partículas arredondadas com distribuição não uniforme de partículas com diferentes tamanhos, evidenciam a melhor performance quanto ao armazenamento de energia para o C-Ni.

Referências

- BRAGHIROLI, F.L. et al. Tannin Gels and Their Carbon Derivatives: a review. *Biomolecules*, v. 9, n. 10, p. 587, Out. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6843342/>. Acesso em: 05 out. 2023.
- BRAGHIROLI, F.L. et al. Hydrothermal Treatment of Tannin: a route to porous metal oxides and metal/carbon hybrid materials. *Inorganics*, v. 5, n. 1, p. 7, Jan. 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-6740/5/1/7#B50-inorganics-05-00007>. Acesso em: 05 out. 2023.