

## 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 Cpuro.

## 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

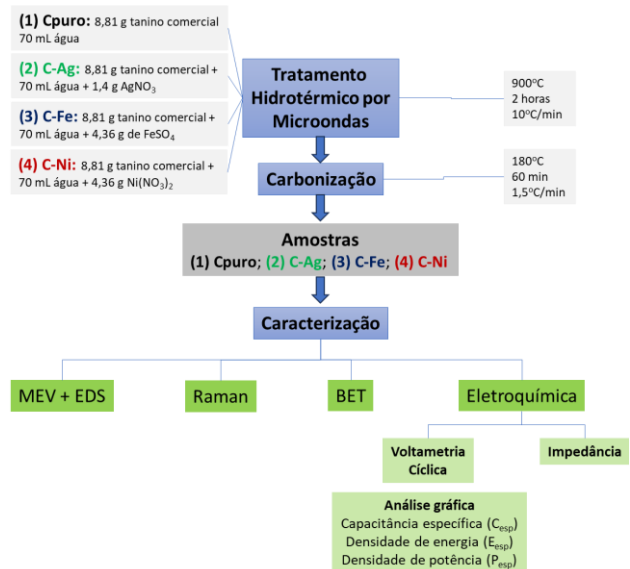


Fig. 1 – Fluxograma que representa a metodologia do estudo realizado.

## Resultados

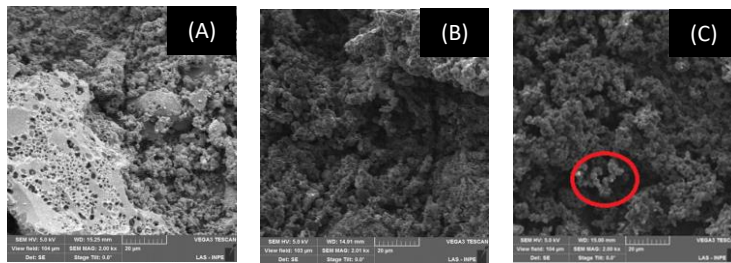


Fig. 2 - MEV das amostras (A) Cpuro, (B) C-Ag, (C) C-Ni e (D) C-Fe. Ampliação 2000 x.

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 <sup>2</sup> /g)	Volume total de poros (cm <sup>3</sup> /g)	Volume de microporos V <sub>DB</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	Volume de mesoporos (cm <sup>3</sup> /g)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
Cpuro	608	0,25	0,25	0,00	2,0105
C-Ag	610	0,24	0,24	0,00	2,6855
<b>C-Ni</b>	<b>481</b>	<b>0,50</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>2,9214</b>
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 <sub>esp</sub> (F/g)	E <sub>esp</sub> (Wh/kg)	P <sub>esp</sub> (W/kg)
C	44,73	5,24	581,54
<b>C-Ni</b>	<b>206,90</b>	<b>25,55</b>	<b>2689,70</b>
C-Ag	161,20	22,72	2095,66
C-Fe	71,88	10,00	934,50

Tab. 3 - Valores de C<sub>esp</sub>, E<sub>esp</sub> e P<sub>esp</sub> 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<sub>esp</sub>, E<sub>esp</sub> e P<sub>esp</sub>, ou seja, maior capacidade de armazenamento de energia (C<sub>esp</sub> = 206,9 F/g). O teor de 36% at. Ni o volume total de poros (0,50 cm<sup>3</sup>/g) e a de mesoporos (0,30 cm<sup>3</sup>/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.