

## **DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS “VERDES” PARA IMPREGNAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS EM FILTROS DE CARVÃO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA**

Lucas Yaegashi Campana (PIC/UEM), Raquel Guttierres Gomes (Orientadora), Carole Silveira (Colaboradora), e-mail: [rgutti02@bol.com.br](mailto:rgutti02@bol.com.br).

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia  
/Maringá, PR.

**Centro de Tecnologia/Departamento de Engenharia de Alimentos**

**Palavras-chave:** carvão ativado, nanotecnologia, método “verde”

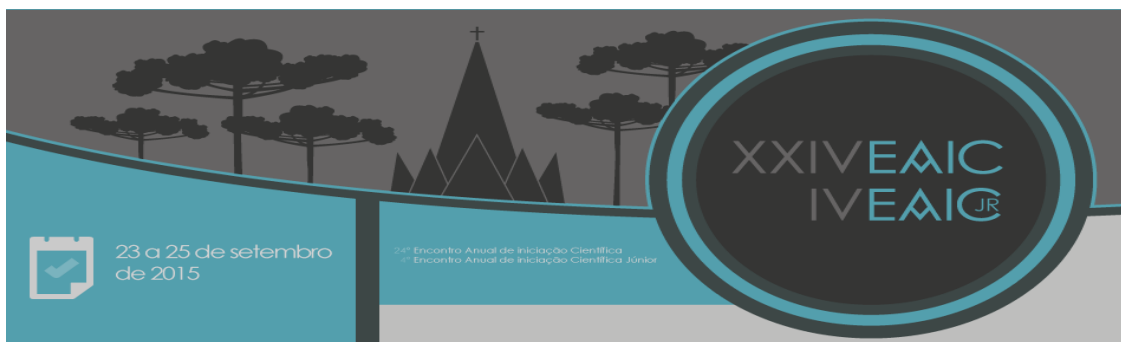
### **Resumo:**

A nanotecnologia é uma área que na maioria das vezes se apresenta restrita ao desenvolvimento da ciência pura, porém, poucas são as oportunidades onde os materiais na escala nanométrica alcançam a escala industrial de aplicação. Sabe-se que esta dimensão reduzida de partículas leva a propriedades diferenciadas dos materiais em questão, quando comparados com o mesmo material na escala macro. Visando isso, os métodos verdes de obtenção de nanopartículas, tornam-se promissoras alternativas na busca por materiais com propriedades melhoradas, baixo custo e de síntese não poluente. A presente pesquisa objetiva a inovação e melhoramento do processo de impregnação de carvão para obter metais e óxidos metálicos na forma de nanopartículas, com elevada área superficial, e maior efetividade no efeito bactericida, adsorvente, entre outros. Para o completo estudo desses processos de impregnação e sua eficiência é necessário a caracterização dos materiais obtidos, para avaliação da eficiência da metodologia alternativa empregada. Os resultados obtidos impregnando carvão ativado com ferro nas proporções de 0,5, 1,0 e 1,5% mostraram eficiência utilizando folha de romã ou de moringa como agente redutor.

### **Introdução**

As ótimas propriedades adsorventes do carvão ativado (devido a sua alta área superficial e estrutura porosa) e seu baixo custo colocam este material como uma importante opção para a eliminação de poluentes orgânicos e inorgânicos da água, filtração, purificação, desodorização e separação (STOQUART, *et al*, 2012).

Combinando as propriedades adsorventes do carvão ativado e diferentes propriedades das nanopartículas metálicas como prata, cobre e ferro, é possível produzir novos materiais que atendam uma extensa lista de



aplicações como materiais para remediar derramamento de óleo, adsorção de contaminantes em água como corantes, metais pesados, moléculas orgânicas, e agentes patogênicos como bactérias e fungos (DAREZERESHKI, *et al.*, 2013).

O principal objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de processos de impregnação de nanopartículas em carvão ativado por métodos não poluentes para a melhoria da qualidade da água potável, realizando a obtenção de filtros de carvão ativados impregnados com nanopartículas de ferro, prata e cobre e a caracterização dos mesmos.

### **Materiais e métodos**

As impregnações das nanopartículas metálicas de ferro em carvão ativado foi realizada baseada na metodologia em dispersão aquosa. Como agentes redutores/estabilizantes naturais, foram utilizados extratos aquosos de folhas frescas de romã (*Punica granatum*) e moringa (*Moringa oleífera*), e 0,5, 1,0 e 1,5% dos metais ferro, cobre e prata, que foram solubilizados em água destilada, e adicionados ao carvão ativado, com o extrato de folhas (proporção de 2:1 de extrato para solução dos sais), deixados em agitação shaker por 12, 24 e 36 horas. Após os tempos, os carvões foram filtrados e secos a 50°C. Para a caracterização dos materiais obtidos foram aplicados Difratometria de raios-X, Microscopia Eletrônica de Varredura e Espectroscopia de raios-X.

### **Resultados e Discussão**

Na Figura 1 estão apresentados os difratogramas de raios-x com alguns picos de difração além do difratograma típico do carvão, porém estes característicos do quartzo do porta-amostras utilizados. O pico característico de Fe zero valente (em 44,9°) não pode ser observado, possivelmente estando sobreposto com o pico alargado do carvão, na região de 41-48°. Ainda, devido a pequena % de Fe em relação a quantidade total de carvão, não pode ser observado claramente a presença dos picos característicos do Fe. Apenas o pico de pequena intensidade, na região de 35,9°, que não se observa para o carvão puro, porém foi observado nas demais amostras, talvez devido a presença de Fe na forma de ferrihidrita. Apesar do difratograma não esclarecer sobre a presença de Fe, pode-se observar a presença desse metal por meio dos espectros de EDS (Figura 1: Difratogramas de raios-x e Espectros EDS amostras de carvão ativado impregnados com 0,5% de ferro com agente redutor romã, em tempos de contato de 12, 24 e 36 horas.

1), confirmando assim a impregnação do Fe no carvão ativado.

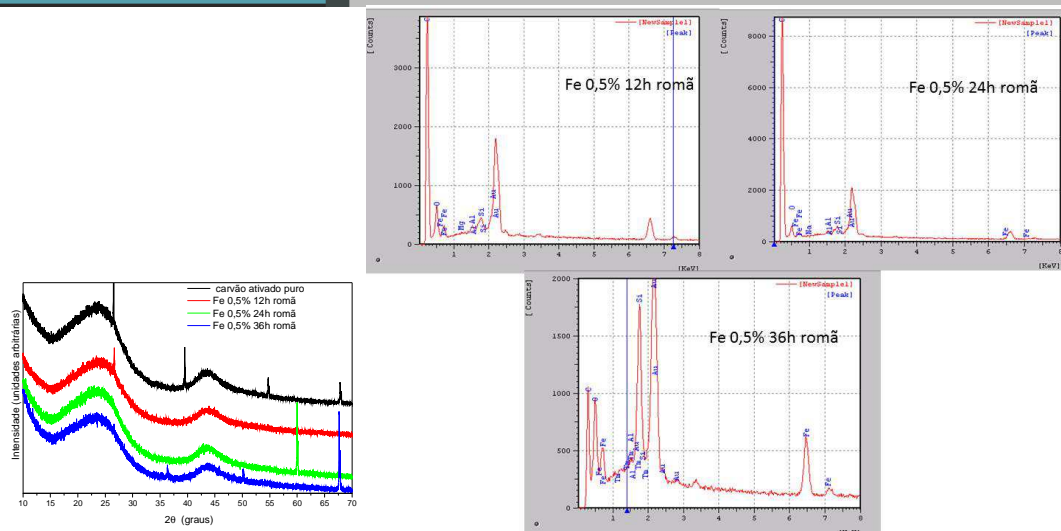
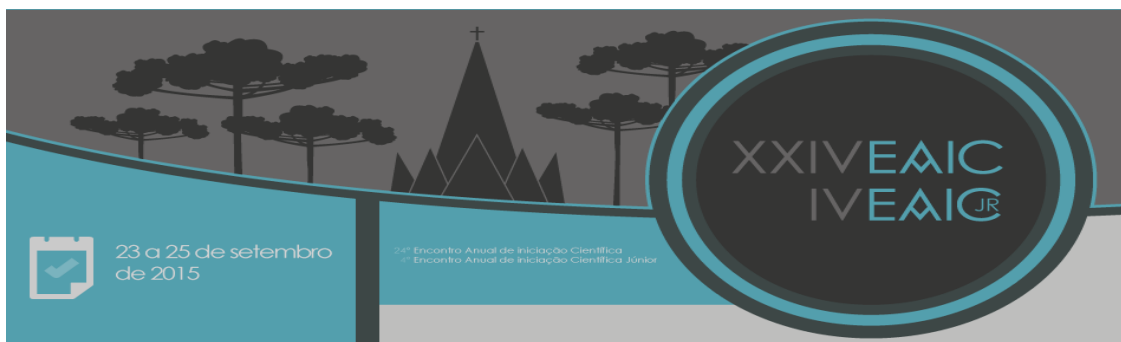


Figura 1: Difratogramas de raios-x e Espectros EDS amostras de carvão ativado impregnados com 0,5% de ferro com agente redutor romã, em tempos de contato de 12, 24 e 36 horas.

Nos espectros de EDS das amostras de carvão impregnado com 1,0% de Fe (Figura 2), podemos observar sinais característicos da presença de Fe, indicando a impregnação das nanopartículas no carvão.

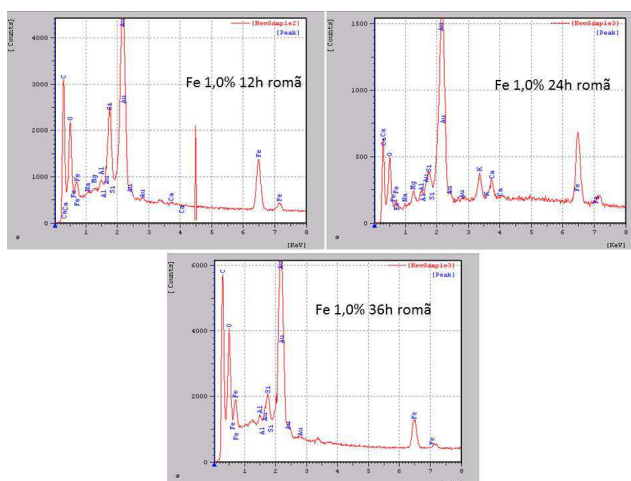
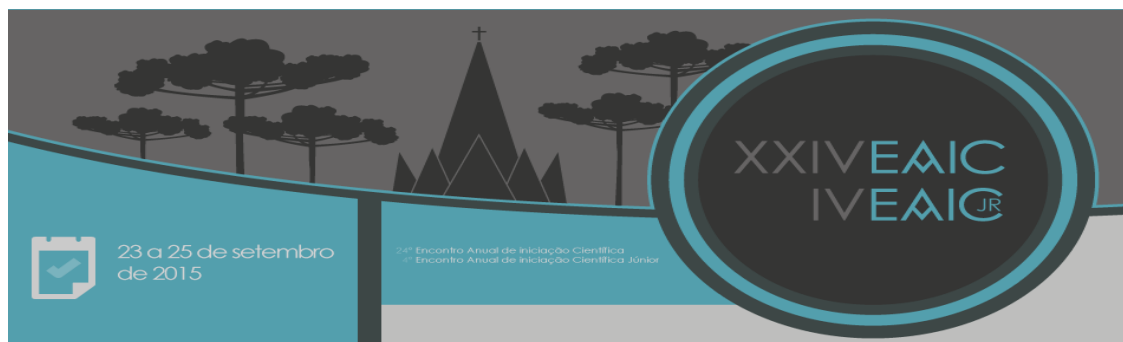


Figura 2: Espectros EDS das amostras de carvão impregnado com 1,0% de Fe utilizando agente redutor extrato de romã, com tempo de contato de 12h, 24h e 36h.

Nos DRX das amostras impregnado com 1,5% de ferro podemos observar halos amorfos devido ao carvão ativado. Não se observa picos de grande intensidade devido a presença de Fe zero valente ou de óxidos de ferro, apenas picos de pequena intensidade na região de  $35,9^\circ$ . Já os espectros de EDS (Figura 3) das amostras mostram claramente os picos



devidos a presença de Fe nas amostras, indicando que o processo de impregnação de Fe utilizando agentes redutores naturais foi eficiente.

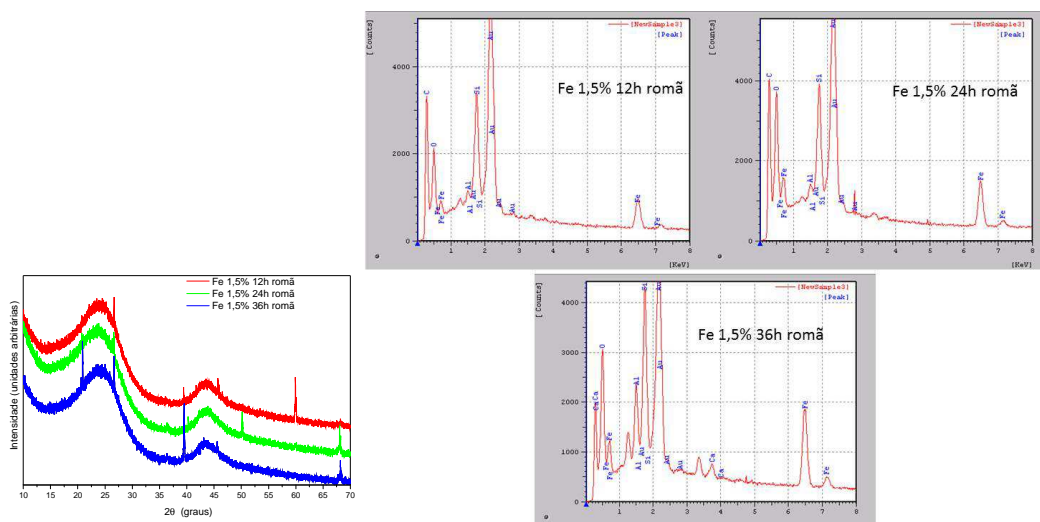


Figura 3: Difratomogramas de raios-x e Espectros EDS do carvão impregnado com 1,5% de Fe utilizando agente redutor extrato de romã, com tempo de contato de 12h, 24h e 36h.

As mesmas análises do carvão ativado impregnado com Fe foram realizadas utilizando extrato de moringa como agente redutor. Nas três concentrações 0,5, 1,0 e 1,5% podemos observar a presença de picos referentes a presença de ferro nos espectros indicando a eficiência do processo de impregnação utilizando extrato de folhas de moringa como agente redutor natural.

## Conclusões

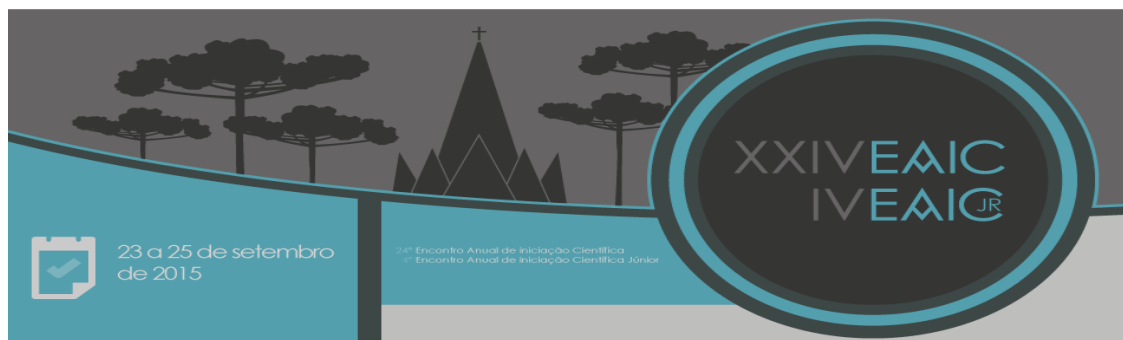
Pode-se concluir que o processo de impregnação de nanopartículas metálicas/compostos metálicos por meio da metodologia “verde” de redução com agentes redutores naturais extrato de folhas de romã e extrato de folhas de moringa foi eficiente, indicando dessa forma a possibilidade de redução de uso de solventes tóxicos para a obtenção dos carvões impregnados.

## Agradecimentos

Agradecimentos à UEM pela oportunidade de realizar este estudo.

## Referências

ARIJIT, K. C.; RAJ, K. S.; ASOKE, P. C.; PULAKESH, A.; RUCHIRA, C.; TARAKDAS, B. A simple robust method for synthesis of metallic copper nanoparticles of high antibacterial potency against *E.coli*. **Nanotechnology**, v. 23; 085103, 2012.



BERGAMASCO, R.; KONRADT-MORAES, L. C.; VIEIRA, M. F.; FAGUNDES-KLEN, M. R.; VIERIA, A. M. S. Performance of a coagulation-ultrafiltration hydrid process for water supply treatment. **Chemical Engineering Journal**, v. 166, p. 483-489, 2011.

DAREZERESHKI, E.; BAKHTIARI, F.; VAKYLABAD, A. B.; HASSANI, Z. Single-step synthesis of activated carbon/ $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nano-commposite at room temperature. **Materials Science in Semiconductor Processing**, v. 16, p. 221-225, 2013.

STOQUART, C.; SERVAIS, P.; BERUBE, P. R.; BARBEAU, B. Hybrid membrane processes using activated carbon treatment for drinking water: A review. **Journal of Membrane Science**, v. 411, p. 1-12, 2012.