

# NANOFILTRO DE ÓXIDO DE GRAFENO PARA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS CONTAMINADAS

Augusto Gonçalves Nobre <sup>1,2</sup>, Andressa de Aguiar Oliveira <sup>1</sup>, Carolina Comin Tegon <sup>1</sup>, Juan Alfredo Guevara Carrió <sup>1</sup>, Mauro Cesar Terence <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Presbiteriana Mackenzie. Rua da Consolação, 930. São Paulo (SP).  
andressa\_120@hotmail.com caroltegon@gmail.com juanalfredo.carrio@mackenzie.br  
maurocesar.terence@mackenzie.br

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562. São Paulo (SP). augusto.goncalves@usp.br

**Palavras-Chave:** óxido de grafeno; filtragem; remediação de água subterrânea

## INTRODUÇÃO

O óxido de grafeno (GO) tem sido objeto de diversos estudos nos últimos anos devido ao fenômeno atípico de transporte de água através de sua estrutura.

Inicialmente idealizada por Hummers e Offeman (1958), a construção de membranas grafíticas oxidadas conformadas em estruturas laminadas com dimensões micrométricas sempre apresentaram potencial para a purificação de soluções aquosas. Com o avanço das técnicas de produção de materiais bidimensionais baseados em grafite (Zaaba et al., 2017) houve a possibilidade de emprego do GO em um conjunto de processos de nanofiltração.

Em se tratando de tais processos, é desejável trabalhar com eficientes taxas de filtração e com membranas tão finas quanto possível a fim de miniaturizar equipamentos de remediação de águas subterrâneas, facilitando o seu transporte e possibilitando o uso em ambientes confinados. Tendo em vista essa premissa, neste trabalho apresentam-se os resultados do experimento de fabricação de elementos filtrantes à base de GO para o tratamento de águas subterrâneas contaminadas.

O dispositivo nano-estruturado desenvolvido foi capaz de filtrar diferentes amostras de água subterrânea com importantes suspensões de particulados argilosos e solventes orgânicos por mais de 29 horas consecutivas com estabilidade e eficácia, além de importante retenção de solventes orgânicos e a contenção preferencial de alguns íons bi e trivalentes.

## JUSTIFICATIVAS

Estudos iniciados em 2004 (Geim e Novoselov, 2007), sobre o grafeno, o primeiro nanomaterial bidimensional reconhecido, abriram promissoras perspectivas de aplicação deste material em diversos campos da ciência, incluindo a remediação de águas subterrâneas.

Para Ma & Sasaki (2010) as propriedades dos materiais de baixa dimensionalidade estão correlacionadas ao confinamento sofrido pelos elétrons de sua estrutura em duas dimensões e aos efeitos de superficialidade, em que substancial massa do material se encontra em sua superfície em oposição aos sistemas lamelares multicamadas dos materiais tradicionais, cujas camadas interiores estão distantes das faces externas.

Conforme observado por Dimiev et al. (2013) o grafeno é um dos materiais com o maior potencial para a retenção de íons em solução. Como o óxido de grafeno possui maior estabilidade química que o grafeno, dispositivos baseados em óxido de grafeno são fortes candidatos para aplicações relacionadas a remediação de águas subterrâneas.

## O NANOFILTRO DE ÓXIDO DE GRAFENO

A Figura 1 (A) exibe o filtro de óxido de grafeno produzido, em (B) é possível observar uma amostra de água subterrânea com elevada quantidade de material em suspensão antes do tratamento pelo filtro. Por fim, observamos em (C) a água subterrânea obtida após a filtração.

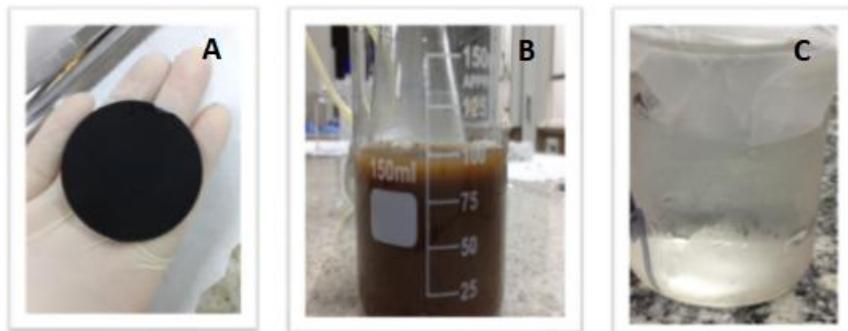


Figura 1. A – Filtro de óxido de grafeno; B – Água subterrânea antes da filtração; C – Água subterrânea após o processo de remediação.

## ESPECTROSCOPIA DO UV/VISÍVEL

Na Figura 2 é possível observar o resultado obtido em espectroscopia de UV/visível. Nela é possível confirmar a importante redução da presença dos solventes orgânicos após o tratamento.

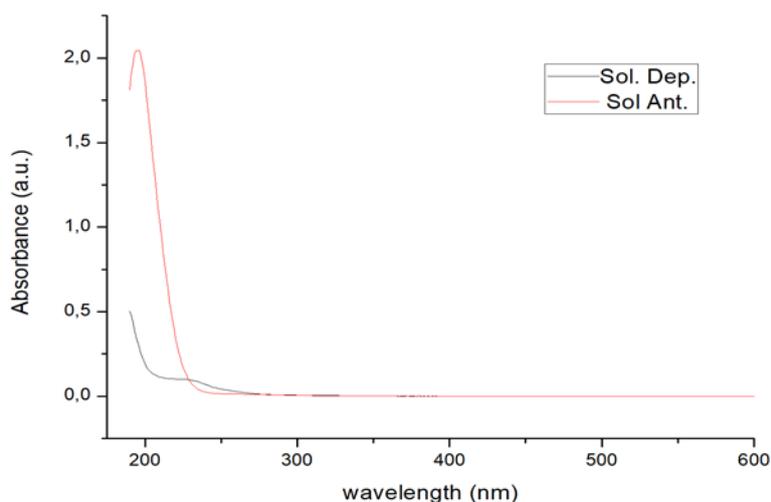


Figura 2. Espectrograma mostrando a redução dos solventes orgânicos após a filtração. Sol. Dep. – solução aquosa após o tratamento; Sol. Ant. – solução aquosa antes do tratamento.

## ESPECTROMETRIA DE EMISSÃO ATÔMICA

A Tabela 1 exibe os resultados de espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-AES) para aferição dos íons retidos pelo filtro.

Tabela 1. Concentrações pré e pós filtração

Parametro	Água subterrânea		Unidade
	Pré filtração	Pós filtração	
BARIO DISSOLVIDO	5028	547	µg/L
COBRE DISSOLVIDO	296	20	µg/L
CROMO DISSOLVIDO	28	< 5	µg/L
BARIO	5376	930	µg/L
COBRE	301	24	µg/L
CROMO	29	< 5	µg/L
SODIO	53,9	43,2	mg/L
FERRO II	0,067	< 0,050	mg Fe/L

## CONCLUSÕES

Foi possível observar que os processos de filtração a partir de nanomateriais baseados em óxido de grafeno são promissores para o aprimoramento de técnicas de remediação ambiental de águas subterrâneas.

No filtro conformado foi possível observar importante redução da turbidez da água, além de considerável redução nos solventes orgânicos dissolvidos e retenção preferencial de íons bi e trivalentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dimiev, A. M.; Alemany, L. B.; Tour, J. M. Graphene Oxide. Origin of Acidity, Its Instability in Water, and a New Dynamic Structural Model. *ACS Nano*, vol. 7, n. 1, p. 576-588, 2013.
- Geim, A. K. e Novoselov, K. S. The rise of graphene. *Nature Materials*, vol. 6, p. 183-191, 2007.
- Hummers, W. S. e Offeman, R. E. Preparation of Graphitic Oxide. *Journal of the American Chemical Society*, vol. 80, n. 6, p. 1339-1339, 1958.
- Ma, R. Z. e Sasaki, T. Nanosheets of oxides and hydroxides: ultimate 2D charge-bearing functional crystallites. *Advanced Materials*, vol. 22, p. 5082-5104, 2010.
- Zaaba, N. I.; Foo, K. L.; Hashim, U.; Tan, S. J.; Liu, W. W.; Voon, C. H. Synthesis of Graphene Oxide using Modified Hummers Method: Solvent Influence. *Procedia Engineering*, vol. 184, p. 469-477, 2017.