

# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

## **AVALIAÇÃO DE MATERIAIS FILTRANTES ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE MICROSCÓPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) E ESPECTROMETRIA POR DISPERSÃO DE ENERGIA (EDS)**

**Priscila Tamie Fernandes Barbosa<sup>1</sup>; Sônia Lúcia Modesto Zampieron<sup>2</sup>; João Vicente Zampieron<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental, Bióloga, Pesquisadora; Laboratório de Materiais e Energia do Centro de Ciências; Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Passos; Passos, Minas Gerais; [pribarbosa2014@gmail.com](mailto:pribarbosa2014@gmail.com);

<sup>2</sup>Professora adjunta – Centro de Ciências da UEMG-Unidade de Passos, MG; [sonia.zampieron@uemg.br](mailto:sonia.zampieron@uemg.br);

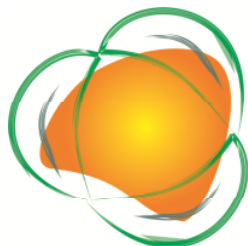
<sup>3</sup>Professor adjunto - Laboratório de Materiais e Energia do Centro de Ciências; Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Passos, Passos, Minas Gerais; [jovizam@uemg.br](mailto:jovizam@uemg.br).

**Eixo temático:** Saúde, Segurança e Meio Ambiente

**RESUMO** - A poluição das águas por metais pesados e outros contaminantes é uma questão a ser tratada em um contexto global. Novos processos de tratamento de efluentes têm sido propostos empregando materiais cada vez mais sofisticados, visando à redução desses poluentes. No entanto, técnicas simples podem apresentar soluções práticas e econômicas. O objetivo deste trabalho consiste em testar diversos sistemas de filtragens confeccionados com materiais encontrados na região como pedras de quartzito, brita, antracito, casca de banana e areia, a fim de se obter filtros de água eficientes na remoção de contaminantes, associado a um custo reduzido. Primeiramente, foi analisado granulometricamente o tamanho das partículas dos materiais acima citados, em seguida após montagem dos sistemas de filtragem e passagem do efluente pelos mesmos, realizou-se análises físico – química verificando os parâmetros cor, turbidez e pH, análise de espectrometria por absorção atômica, para detecção de presença de metais no efluente e análise via microscopia eletrônica de varredura (MEV) a fim de verificar a topografia superficial dos elementos, auxiliado por espectrometria por dispersão de energia (EDS) para identificação da concentração de metais retidos nas estruturas. Constatou-se que o filtro composto de quartzito, areia, antracito e brita, desempenhou um excelente resultado na redução da cor, turbidez e redução na concentração do metal Chumbo (Pb). Fazendo vistas à melhoria da saúde pública de comunidades carentes, tal estudo trás a sua relevância na busca de um sistema de filtragem de baixo custo com potencial capacidade na redução de poluentes.

**Palavras-chave:** Sistema de Filtragem. Espectrometria Absorção Atômica. Meio Ambiente. Metais Pesados.

**ABSTRACT** - Water pollution from heavy metals and other contaminants is an issue to be treated in a global context. New wastewater treatment processes have been proposed employing increasingly sophisticated materials in order to reduce these pollutants. However, simple techniques can provide practical and economical solutions. The aim of this study was to evaluate various filtering systems made of



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

combined materials of zeolite matrix, using quartzite stones, gravel, anthracite, banana peel and sand in order to obtain efficient water filters in removing contaminants associated with a reduced cost. First, it was examined granulometrically the particle size of the above material and then after mounting of the filtering and passing the effluent therefrom, held physico - chemical checking the color parameters, turbidity and pH spectrometric analysis by absorption atomic, to detect the presence of metals in the effluent and analysis via scanning electron microscopy (SEM) to check the surface topography of the elements, aided by energy dispersive spectroscopy (EDS) to identify the concentration of metals retained in the structures. It was found that the filter consists of quartzite sand, anthracite and crushed played an excellent result in reducing color turbidity and reduction in the metal concentration Lead (Pb). Making a view to improving public health in poor communities, this study show its relevance in the search for a low cost filtering system with potential capacity in the reduction of pollutants.

**Key words:** Filtration Systems. Spectrometry Atomic Absorption. Heavy metals. Environment.

## **Introdução**

A água é um elemento indispensável para a manutenção da vida na terra, portanto, tem de ser preservada para que haja disponibilidade suficiente para atender a demanda social, econômica e ambiental.

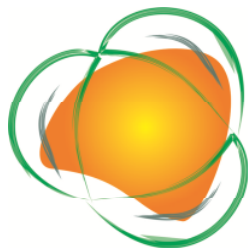
A sociedade moderna caracterizada por hábitos de consumo intenso e uma consequente demanda social por tecnologias está gerando uma alta quantidade de rejeitos contendo metais pesados como cromo, cádmio, chumbo, mercúrio e cobre, implicando em forte contaminação de ecossistemas terrestres e aquático (DUARTE *et.al.*, 2002).

Segundo Zambon *et al.* (2003), metais pesados são elementos que têm alta densidade molecular e são geralmente associados com envenenamentos e a maior fonte antropogênica de poluição com metais advém dos mais diversos processos industriais.

Os processos de tratamento de água vão desde técnicas mais simples a mais complexas.

Para Calijuri e Cunha (2013), todos os sistemas de tratamento de água para consumo humano devem incorporar o princípio de múltiplas barreiras, de forma a diminuir o máximo a presença de agentes patogênicos na água. Tais princípios consideram que os sistemas de abastecimento de água devem incorporar várias barreiras sanitárias sequenciais, de forma a reduzir o risco sanitário associado à água, até sua chegada ao consumidor final.

De acordo com Duarte *et al.* (2002), pesquisas têm sido realizadas a fim de promover a retirada de tais contaminantes do meio ambiente.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

O objetivo deste estudo foi confeccionar um sistema de filtragem de água voltado para consumo humano que seja de baixo custo, com utilização de materiais de fácil aquisição, visando atender comunidades carentes.

## **Material e Métodos**

O presente trabalho analisou diversos materiais existentes na região como quartzito, brita, areia, antracito, zeólita e casca de banana, testando sua eficiência na remoção de metais pesados e outros contaminantes existentes no efluente.

Tais materiais foram dispostos em camadas separadas por finas folhas de celulose e poliuretano dentro de garrafas de polietileno tereftalato (PET), utilizadas para montagem dos filtros.

Antes de se iniciar os experimentos, todos os materiais foram lavados com água abundantemente a fim de se retirar as impurezas existentes e secas em estufa a 50 °C por 1 hora.

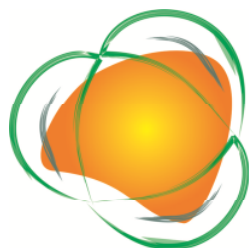
Os materiais que passaram por redução estrutural, foram às britas, o quartzito e as cascas de banana.

As britas e o quartzito foram moídos em um equipamento denominado Abrasão Losangeles, já as cascas de banana foram secas em estufa e trituradas em liquidificador industrial.

Posteriormente foi realizada análise granulométrica em todos os materiais, sendo utilizadas as seguintes granulometrias para a montagem dos filtros: zeólita 2,36 mm, (8\_Mesh); brita 4, 75 mm (4 Mesh); brita 2,36 mm (8 Mesh); quartzo 4,75 mm (4 Mesh); quartzo 2,36 mm (8 Mesh); quartzo 1, 18 mm (16 Mesh); quartzo 600 µm (30\_Mesh); antracito 1,18 mm (16 Mesh); areia 300 µm (50 Mesh) e casca de banana 300 µm (50 Mesh).

Foram montados cinco sistemas de filtragem em escala bancada, sendo quatro filtros confeccionados com garrafas Pet de 500 ml e um filtro com garrafa Pet de 2,5 litros. As garrafas foram cortadas em sua base, posicionando-se seu bocal para baixo, sendo sustentada por um recipiente denominado proveta. Por entre as camadas de materiais foi posto material de poliuretano para dar maior sustentação aos elementos evitando também mistura entre as camadas.

Os filtros foram estruturados da seguinte maneira: filtro nº 01 composto de quartzito, antracito e casca de banana; filtro nº 02 composto de brita, quartzito e antracito; filtro nº 03 zeólita e quartzito; filtro nº 04 brita, quartzito, antracito e casca de banana e filtro nº 05 composto de quartzito, areia, antracito e brita (Figura 01).



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

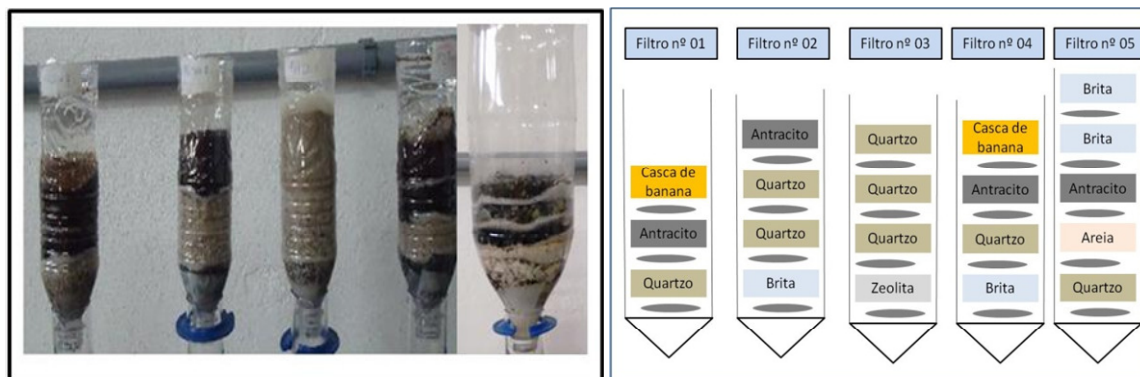


Figura 01- Sistema estrutural dos filtros de água

O efluente foi coletado no Córrego do Morro do Café, situado no município de Passos-MG, sendo associado a este efluente uma mistura de metais contendo chumbo, cobre, ferro, mercúrio e prata.

Para a realização das análises foram coletados 80 ml de efluente bruto e 80 ml pós passagem pelos sistemas de filtragem, realizando assim as seguintes análises: Físico- química no Laboratório do Sistema Autônomo de Água e Esgoto – SAAE da cidade de Passos-MG; Espectrometria por Absorção Atômica no Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, unidade de Passos; Microscopia Eletrônica de Varredura e Análise de Espectrometria de Energia Dispersiva, ambas realizadas no Laboratório de Caracterização Estrutural - Universidade Federal de São Carlos – UFSCar – SP na cidade de São Carlos – SP.

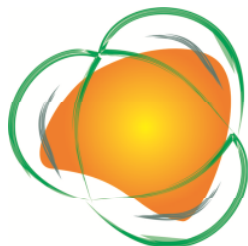
### Resultados e Discussão

O resultado da análise físico – química, demonstrou que o filtro nº 05 constituído de quartzito, areia, antracito e brita, apresentou expressiva redução no parâmetro cor, reduzindo de 693,3 Unidade Hazen (uH) para 67,0 uH. Com relação à turbidez reduziu de 312 Unidade Nefelométrica (uT) para 32,2 uT, e no parâmetro pH manteve-se na faixa de 5 (Tabela 01).

Tabela 01- Análise Físico-Química.

Amostra	Análise Físico – Química		
	Cor ((uH)	Turbidez ( uT)	pH
Água Bruta	693,3	312	5,9
Filtro nº 01	182,3	48,2	5,3
Filtro nº 02	163,6	129	5,2
Filtro nº 03	182,4	112	5,4
Filtro nº 04	202,4	61,1	5,5
Filtro nº 05	67,0	32,2	5,7

Laboratório do Sistema Autônomo de água e Esgoto – SAAE



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Nos filtros nº02 e nº03 ocorreu redução no parâmetro cor da água quando comparados com a amostra bruta, observando – se a deposição de partículas no fundo dos frascos amostrados.

Já no filtro nº 05 houve a clarificação do efluente sem ocorrer a sedimentação de partículas no fundo do frasco pós passagem pelo sistema, apresentando melhor resultado devido à utilização de diferentes granulometrias, comportando-se como um filtro de múltiplas barreiras (Figura 02).



Figura 02 – Foto das Amostras de Água.

Na análise de espectrometria de absorção atômica, os elementos lidos pelo espectrômetro nos remetem a uma quantificação da concentração de metais existentes nas amostras de cada efluente. A análise detectou no efluente bruto a presença dos elementos: cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, zinco cádmio, cromo, níquel, chumbo, sódio e potássio.

Embora não lido pelo espectrômetro, havia também outros elementos contidos no efluente como mercúrio, prata, estanho, cromo, cádmio dentre outros.

Todos os filtros retiveram algum tipo de metal, mas somente o filtro nº 05, apresentou uma queda brusca na redução de alguns metais, principalmente o metal chumbo (Tabela 02).

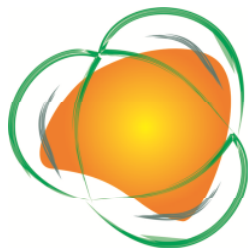
Tabela 02 – Análise de Espectrometria de Absorção Atômica.

Amostras	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Pb	Na	K
Água Bruta	16,5	5,0	1,5	3,5	0,2	1,1	0,3	509,4	63,2	27,1
Filtro nº 01	25,4	9,2	0,3	9,6	0,2	0,6	0,1	10,9	78,0	69,2
Filtro nº 02	31,9	11,1	0,4	12,0	0,4	3,1	0,2	188,0	69,1	27,1
Filtro nº 03	27,7	4,3	0,7	16,2	0,8	5,7	0,2	140,0	66,1	23,1
Filtro nº 04	24,9	10,7	0,5	29,8	0,3	1,2	0,2	17,9	78,0	60,2
Filtro nº 05	50,5	1,9	0,2	0,7	0,2	0,3	0,1	31,6	370,0	75,6

Laboratório de Análise de Solos – UEMG (2015).

A análise de Microscopia Eletrônica de Varredura permitiu conhecer a imagem topográfica da superfície dos materiais, sendo possível verificar asperidades





# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

e porosidades responsáveis pela retenção de poluentes. Já a análise de Espectrometria por Energia Dispersiva nos forneceu, através de gráficos, a quantidade e o tipo de elemento presente nesses materiais.

Segundo os resultados obtidos durante essas análises, observou-se que todos os materiais utilizados na composição dos sistemas de filtragem apresentaram algum elemento depositado em suas estruturas.

Nas zeólitas foram detectados os metais mercúrio e chumbo na análise via EDS e na análise do MEV, este mostrou uma superfície irregular capaz de capturar partículas como visto na figura 03.

Quanto ao quartzito (Figura 04) pode-se observar a presença dos elementos mercúrio e silício e uma superfície irregular com menor capacidade de retenção de poluentes.

A brita (Figura 05) mostrou uma superfície porosa e irregular com uma alta capacidade de retenção de elementos como magnésio, silício, cálcio e ferro, o que pode ser confirmado na análise via EDS.

No antracito (Figura 06) os elementos mercúrio, magnésio, silício e cálcio se mostraram presentes, o que pode ser devido às irregularidades superficiais como visto na figura em questão.

Quanto a areia (Figura 07) houve a retenção de poucos elementos cálcio e nióbio o que pode ser devido à baixa afinidade pelos outros elementos químicos.

A casca de banana (Figura 08) mostrou uma superfície fibrosa o que possibilitou a deposição dos metais mercúrio, cálcio e bário, conforme evidenciado pelo EDS.

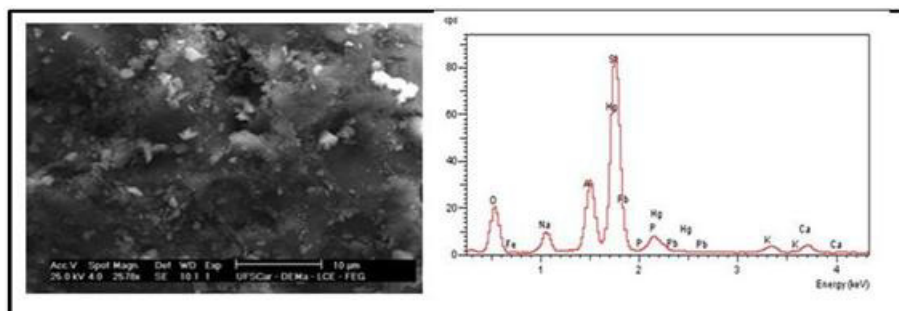
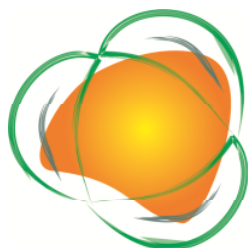


Figura 03 - MEV e EDS – Zeólita



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

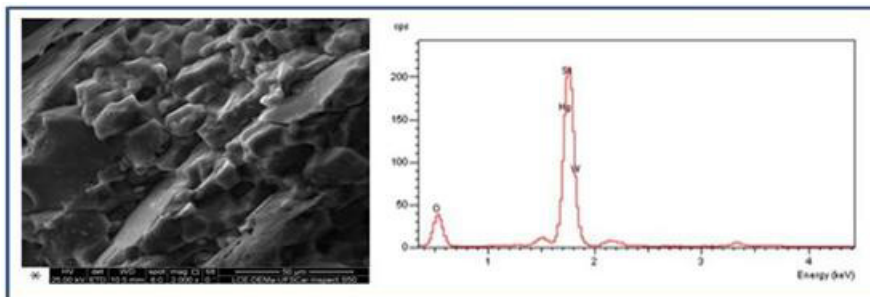


Figura 04 - MEV e EDS – Quartzito

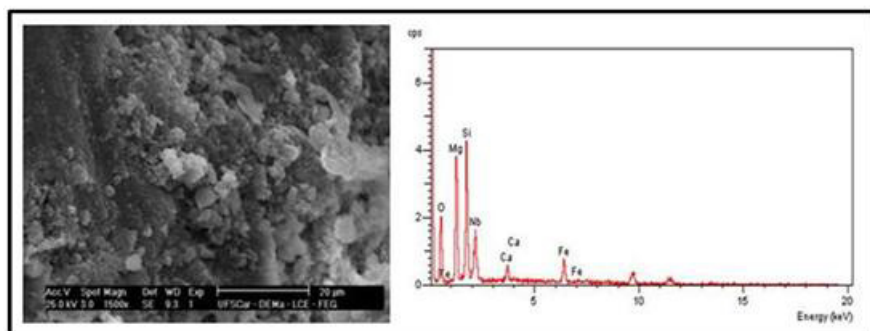


Figura 05 -MEV e EDS - Brita

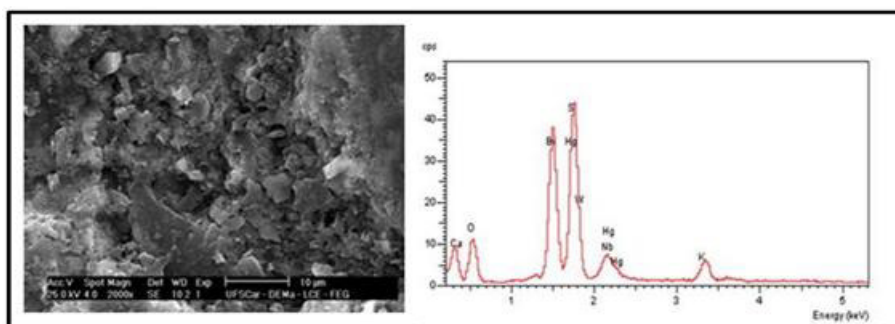


Figura 06 -MEV e EDS - Antracito

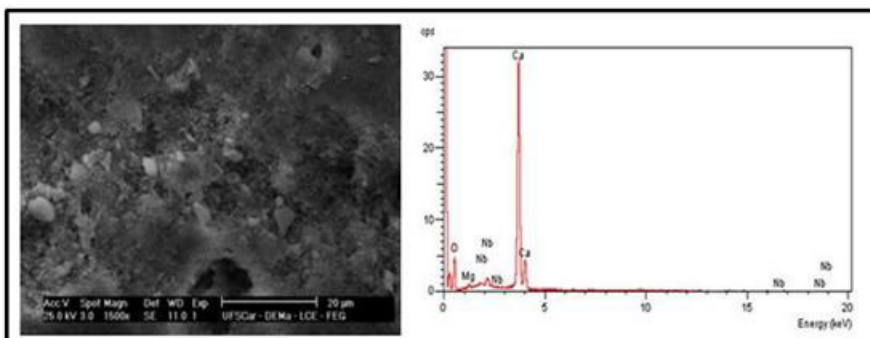
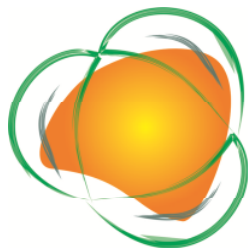


Figura 07 -MEV e EDS – Areia



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

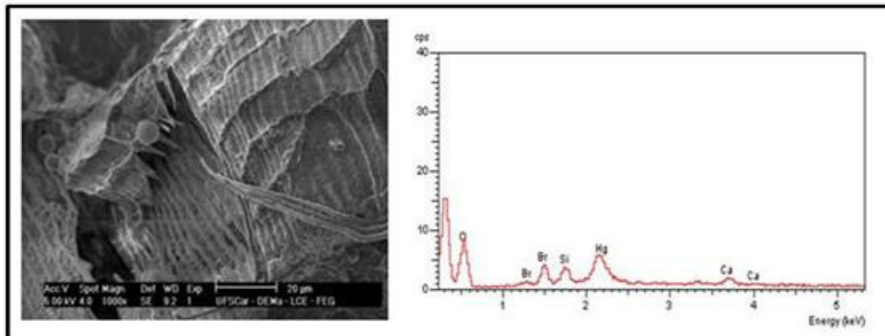


Figura 08 -MEV e EDS - Casca de Banana

Embora não detectado no equipamento de espectrometria de absorção atômica a presença de mercúrio, silício, nióbio e bário nas amostras de efluente, a análise de espectrometria de energia dispersiva (EDS) conseguiu detectar estes componentes nas estruturas de alguns dos materiais estudados.

## **Conclusões**

Todos os materiais analisados apresentaram capacidade de retenção de algum elemento, sendo uns mais expressivos que outros, permitindo utilizá-los como fator de remediação ambiental.

Os resultados apontaram como melhor filtro o constituído de quartzito, areia, antracito e britas, pois além de conseguir reter metais pesados como Magnésio (Mn), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb), o mesmo também conseguiu clarificar o efluente reduzindo cor e turbidez, apresentando ser um sistema de filtragem bastante eficiente, de fácil confecção e de baixo custo.

## **Referências**

CAVALCANTI; J. E. Manual de Tratamento de Efluentes Industriais. São Paulo: Engenho Editora Técnica Ltda. 2009.

DUARTE, A. C. P.; MONTE, M.B. M.; LEAL, G. P LUZ, A.B. Aplicação de Zeólita Natural Como Adsorvente de Metais Pesados Presentes em Efluentes Industriais. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA – Recife, Pernambuco, 2002.

ZAMBON, G. A; SEBOK, C. F; SILVA, M. G. O. S; FRANCO, T. T. Remoção de chumbo utilizando zeólita natural CHINOPTILOLITA. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Química. UNICAMP, 2003.