



IMPREGNAÇÃO DE METAIS EM CARVÃO ATIVADO PARA APLICAÇÃO BACTERICIDA

*Caroline Lopes Alves¹; Maiara Stein Wünsche²; Janaina de Melo Franco³,
Natália Ueda Yamaguchi⁴*

RESUMO: Nem sempre a água que chega às residências é de qualidade assegurada. Isto pode ocorrer devido a diversos fatores, principalmente como problemas nos sistemas de distribuição de água tratada em países em desenvolvimento. A presente pesquisa visa desenvolver um material capaz de melhorar a qualidade da água tratada para consumo humano em relação às características físico-químicas e microbiológicas, propondo um filtro que utiliza carvão ativado impregnado com metais que atribuem propriedades bactericidas. Será utilizada a técnica da impregnação úmida para impregnação de íons metálicos no carvão ativado de diferentes concentrações. As metodologias que serão adotadas para os ensaios de caracterização dos filtros produzidos serão de acordo com as recomendadas pelo *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA e AWWA, 2012). O intuito do presente trabalho é desenvolver um produto para melhoria da qualidade da água para consumo humano através de uma tecnologia simples, inovadora e de baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: Água; Cobre; Prata e Purificação.

1. INTRODUÇÃO

Em áreas urbanas e densamente povoadas, geralmente opta-se por um sistema central de tratamento e distribuição de água. Porém, em muitos casos estes não atingem os resultados esperados, sobretudo nos países em desenvolvimento e nos países recentemente industrializados, principalmente devido a problemas ambientais, políticos e socioeconômicos (KYESSI, 2005). Como consequência, o fornecimento de água é ineficaz em termos de qualidade e quantidade.

Dentre os fatores que podem contribuir para a má qualidade da água destinada ao consumo humano é a contaminação durante a distribuição para as residências via bombas e tubulações, ou também pela falta de manutenção e monitoramento das estações de tratamento (BRICK *et al.*, 2004). Muitas estações de tratamento fornecem água tratada microbiologicamente segura, porém após deixarem as estações de tratamento, a infra-estrutura de distribuição inadequada permite a infiltração de água contaminada, principalmente devido a quedas de pressão ou outras variações intermitentes da pressão, deterioração e aberturas na tubulação, ligações ilegais ou

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – Paraná. Bolsista do Programa de Bolsas de Iniciação Científica do Cesumar (PROBIC). clopesalves@gmail.com

² Acadêmica do Curso Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – Paraná. maiara.stein@yahoo.com

³ Coorientadora, Professora Mestre do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Cesumar – UNICESUMAR. jfranco@cesumar.br

⁴ Orientadora, Professora Mestre do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Cesumar – UNICESUMAR. natalia.yamaguchi@cesumar.br

outras deficiências do sistema de distribuição, o que aumenta o risco de doenças de veiculação hídrica. Além disso, avarias nas tubulações e também a desinfecção precária nas caixas de águas domiciliares (falta de limpeza periódica, caixas sem tampa, etc.) podem também aumentar o risco de contaminação da água durante a etapa em que é distribuída até o consumidor (REBOUÇAS, 2004).

Com a finalidade de garantir que a água de consumo chegue ao consumidor final com qualidade assegurada nos casos onde o tratamento centralizado não é eficiente, sistemas de tratamento de água domésticos simples têm sido discutidos para atuarem como uma barreira final para o consumidor. Este tipo de tecnologia também tem sido proposta como uma opção efetiva e prática para consumidores dependentes de águas subterrâneas ou para consumidores de áreas rurais (PETER-VARBANETS, *et al.*, 2009). Estes sistemas podem utilizar tecnologias não convencionais de tratamento, como por exemplo: radiação ultravioleta, ozônio, membranas microporosas, filtração em carvão ativado, zeólitas, resinas de troca iônica, entre outros, devido à eficácia destas tecnologias para remoção de diversos tipos de contaminantes (SILVA-MEDEIROS, 2012).

Adsorção em carvão ativado tem sido largamente utilizada no tratamento de água, para controle de cor e odor, bem como para a remoção de compostos orgânicos, metais tóxicos e cloro devido a sua alta eficiência de adsorção. Sendo a purificação de águas a principal aplicação deste adsorvente (HAMDAOUI e NAFFRECHOW, 2007).

O carvão ativado, apesar de sua área superficial elevada, tem baixa eficiência na remoção de alguns contaminantes, entre eles os microrganismos. A incorporação de elementos na sua superfície para aumentar a sua eficiência se torna necessária na produção de filtros domésticos que garantam a qualidade da água potável para o consumidor final. Além disso, a alta adesão de microrganismos no carvão ativado devido à alta biocompatibilidade (PAPE *et al.*, 2004) permite que os microrganismos se reproduzam no carvão ativado durante o processo de purificação liberando microrganismos e tornando deste modo o carvão ativado um poluente (YANG *et al.*, 2009). Para que isso não ocorra é necessário que os carvões ativados sejam bactericidas. Desta forma, estudos vêm sendo realizados na modificação da superfície do carvão ativado visando melhorar a remoção de contaminantes. Entre estes se destacam os trabalhos de PARK e JANG (2003); ZHAO *et al.* (2012); que impregnaram a superfície do carvão com metais para a eliminação de microrganismos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios experimentais serão divididos em três etapas: impregnação de íons metálicos na superfície do carvão ativado, avaliação dos filtros produzidos em relação aos parâmetros físico-químicos, e avaliação dos filtros produzidos em relação aos parâmetros bacteriológicos.

1. *Impregnação de metais:* impregnação de íons metálicos será realizada em três diferentes concentrações de metais: 0,5% de cobre, 0,5% de prata e 0,5% de cobre e 0,5% de prata na mesma amostra (m/m). Utilizar-se-á a técnica da impregnação úmida, baseada em trabalhos presentes na literatura (YAMAGUCHI, 2013; SILVA-MEDEIROS, 2012). A técnica consiste em colocar o carvão ativado em contato com a solução de íons metálicos sob agitação à 60°C durante 24 horas em rotaevaporador, evaporar sob vácuo à 80°C a água em excesso e posterior calcinação em forno mufla à 350°C.

2. *Análise de parâmetros físico-químicos:* As metodologias utilizadas no presente trabalho para avaliação físico-químicas dos filtros serão baseadas no *Standard methods*

for the examination of water and wastewater (APHA e AWWA, 2013) e na metodologia utilizada pela Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) 16098 publicada em 2012, que especifica os requisitos mínimos e os métodos de ensaios para os aparelhos por gravidade utilizados para melhoria da qualidade da água, de uso doméstico, potável ou bruta (não residuária), de acordo com a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde. Estas análises serão realizadas no início e final da vida útil do filtro para todos os parâmetros e a vida útil do filtro será determinada por 600 litros de água de torneira total filtrada. Serão avaliados: remoção de cloro livre, pH, cor, turbidez e determinação de metais presentes na água filtrada.

3. *Análise de bactérias do grupo coliformes*: As análises bacteriológicas serão avaliadas através da percolação de água contaminada artificialmente com *Escherichia coli* ATCC 11229 em concentração $1,0 \times 10^6$ UFC/100 mL. Os ensaios para avaliação da eficiência bacteriológica serão realizados com base na Norma Brasileira ABNT NBR 16098 – Aparelho para melhoria da qualidade da água para uso doméstico – Aparelho por gravidade - Anexo C, utilizando-se a técnica da membrana filtrante conforme descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA/AWWA, 2012). Os ensaios bacteriológicos serão realizadas em capela de fluxo laminar vertical previamente esterilizada com luz ultravioleta e ao longo do procedimento a chama do bico de bunsen será mantida acesa. A técnica da membrana filtrante descrita em *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA e AWWA, 2012) são utilizadas membranas filtrantes com poros de $0,45 \mu\text{m}$ (Millipore®), que serão colocadas com auxílio de uma pinça previamente esterilizada, sobre um suporte Millipore® (Figura 2) também já esterilizado e conectado ao suporte plástico estéril com capacidade para 100 mL. Após esta etapa, será adicionado 100 mL de cada diluição e ligada a bomba à vácuo até a total filtração da amostra. O suporte plástico será retirado e com uma pinça estéril, a membrana filtrante será transferida para placas de Petri contendo ágar m-endo (Difco®). A colocação da membrana deverá ser realizada de forma que toda a superfície fique aderida ao meio, para que haja contato dos microorganismos com os nutrientes. A placa contendo a membrana será incubada em estufa bacteriológica a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ e examinadas após 24h. Será realizada contagem das unidades formadoras de colônias baseado no aspecto morfológico das mesmas (verde metálico).

3 RESULTADOS ESPERADOS

Como resultados da presente pesquisa espera-se que desenvolver e propor soluções para melhoria da qualidade da água tratada utilizando-se filtros descentralizados de baixo custo através de tecnologias simples e inovadoras.

4. REFERÊNCIAS

ABNT NBR 16098:2012 - **Aparelho para melhoria da qualidade da água para uso doméstico** – Aparelho por gravidade - Anexo C.

APHA, AWWA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 2012, 22th edition, American Public Health Association, DC

BRICK, T.; PRIMROSE, B.; CHANDRASEKHAR, R.; ROY, S.; MULIYIL, J.; KANG, G. Water contamination in urban south India: household storage practices and their

implications for water safety and enteric infections. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 207, p. 473-480, 2004.

HAMDAOUI, O.; NAFFRECHOW, E. Modeling of adsorption isotherms of phenol and chlorofenols onto granular activated carbon. Part II. Models with more than two parameters. **Journal Hazardous materials**, p. 147-401, 2007.

KYESSI, A. G. Community-based urban water management in fringe neighbourhoods: the case of Dar es Salaam, Tanzania. **Habitat International**, v. 29, p. 1-25, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 2914**, 12 de dezembro de 2011.

PAPE, H. L.; SOLANO-SERENA, F.; CONTINI, P.; DEVILLERS, C.; MAFTAH, A.; LEPRAT, P. Involvement of reactive oxygen species in the bactericidal activity of activated carbon fibre supporting silver: bactericidal of ACF(Ag) mediated by ROS. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 98, p. 1054–1060, 2004.

PARK, S. J.; JANG, Y. S. Preparation and characterization of activated carbon fibers supported with silver metal for antibacterial behavior. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 261, p. 238-243, 2003.

PETER-VARBANETS, M.; ZURBRÜGG C.; SWARTZ, C.; PRONK, W. Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology. **Water Research**, v. 43, p. 245-265, 2009.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, Escrituras Editora, 2004.

SILVA-MEDEIROS, F. V. **Desenvolvimento de Materiais Filtrantes a Partir da Modificação de Meios Porosos para a Melhoria da Qualidade da Água Destinada ao Consumo Humano**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, 2012.

YAMAGUCHI, N. U. **Filtro híbrido de carvão ativado e membrana para purificação da água de consumo humano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia química) – Universidade Estadual de Maringá, 2013.

YANG, F. C.; WU, K. H.; LIU, M. J.; LIN, W. P.; HU, M.K. Evaluation of the antibacterial efficacy of bamboo charcoal/silver biological protective material. **Materials Chemistry and Physics**, v. 113, p. 474–479, 2009.

ZHAO, Y.; WANG, Z. Q.; ZHAO, X.; LI, W.; LIU, S. X. Antibacterial action of silver-doped activated carbon prepared by vacuum impregnation. **Applied Surface Science**, article in press, 2012.