

# REUSO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PROVENIENTE DE SISTEMAS DE REMEDIAÇÃO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA DRIBLAR A CRISE HÍDRICA

Sílvia Maria Ferreira Salvador<sup>1</sup>; Patrícia Totti<sup>1</sup>; Elias Isler<sup>1</sup>; Lélia Cristina da Rocha Soares<sup>1</sup>; Cristiane Aily<sup>1</sup>; Thelma Maria Ferreira<sup>1</sup>; Eduardo Patrício Santos<sup>1</sup>, Flávia Gonçalves de Castro<sup>2</sup>, Carlos da Silva Rosa<sup>2</sup>, Chang Hung Kiang<sup>3</sup>

## RESUMO

Neste trabalho são avaliadas as possibilidades de reuso do efluente proveniente de sistemas de remediação baseados em técnicas de bombeamento/tratamento e MPE. Não há relatos deste tipo de utilização no país, sendo, portanto, uma oportunidade a ser explorada na atual crise hídrica. O reuso de água subterrânea utilizada em sistemas de remediação representa uma solução viável para o atendimento das crescentes demandas de água em indústrias e postos de combustível, e constitui uma alternativa sustentável para a manutenção de serviços básicos, reduzindo a utilização de água potável.

Palavras-chave: remediação, reuso, sustentabilidade, água subterrânea

## ABSTRACT

Reuse of effluent produced from remediation systems based on pumping and treatment techniques and multiphase extraction is evaluated in the present work. There are no reports of reuse of remediation effluent in the country; hence in the present water crisis this is an opportunity to be explored. The reuse of these effluents is a viable solution to meet the growing demands for water in industries and gas stations and it constitutes a sustainable alternative for the maintenance of basic services, reducing the use of potable water.

Keywords: remediation, reuse, sustainability, groundwater

---

<sup>1</sup>FUNDUNESP – Fundação para o Desenvolvimento da UNESP/LRAIH – Laboratório de Remediação de Áreas Impactadas por Hidrocarbonetos

<sup>2</sup> PETROBRAS/AB-CR/SMES/MA

<sup>3</sup> UNESP – Universidade Estadual Paulista/IGCE/DGA/LEBAC – Laboratório de Estudos de Bacias

## **1 – INTRODUÇÃO**

A crise hídrica que afeta o país atualmente está fazendo com que diversas indústrias reduzam sua produção, como é o caso do estado de São Paulo, ou migrem para regiões onde esse problema ainda não existe. Neste cenário, o reuso de água subterrânea proveniente de sistemas de remediação é uma alternativa sustentável para driblar esta crise.

Algumas empresas possuem projetos para o reuso de efluentes, como por exemplo a SABESP, que pretende utilizar água oriunda de estações de tratamento de esgoto para produzir água potável, tecnologia já utilizada em alguns países da Europa, nos Estados Unidos, Israel e Cingapura. Já a Ambev trata efluentes que são reutilizados na refinaria do Alumar ou para irrigar a plantação de cana de açúcar da Usina São José, em Pernambuco <sup>[1]</sup>.

Na área de remediação ambiental não há relatos de reuso da água subterrânea extraída no processo, sendo esta uma oportunidade a ser explorada.

## **2 – OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é avaliar possibilidades de reuso do efluente proveniente de sistemas de remediação que se baseiam nas técnicas de bombeamento/tratamento e extração multifásica (MPE).

## **3 – METODOLOGIA**

Os dados operacionais utilizados neste trabalho foram obtidos de sistemas de remediação implantados no estado de São Paulo. Os dados utilizados advêm de órgãos de controle (SABESP <sup>[1]</sup>, CETESB <sup>[2]</sup>, ONU <sup>[3]</sup>), além de dados não publicados.

## **4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Segundo dados da CETESB <sup>[2]</sup>, dos 4251 casos de remediação em andamento, 21,5% utilizam a técnica de bombeamento e tratamento (913 casos) e 20,5% utilizam a técnica de MPE (870 casos), sendo estas as duas principais técnicas utilizadas no estado de São Paulo.

Dados operacionais de sistemas de remediação atualmente em operação em duas indústrias no estado, ambas instaladas em solos/sedimentos com condutividade

hidráulica da ordem de  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  cm/s, apresentam vazão média de 140 L/h de água extraída por poço de bombeamento, e de 115 L/h por poço de MPE. Considerando-se um sistema com 10 poços operando 24 h/dia com estas vazões, seriam gerados 33,60 m<sup>3</sup> de efluente por dia em um sistema de bombeamento e 27,60 m<sup>3</sup> por dia num sistema MPE [3]. Estes volumes consideráveis de efluentes, após tratamento adequado, poderiam ser reutilizados em diversas áreas do processo. De forma geral, a qualidade da água requerida em cada parte do processo industrial ou para demais usos (irrigação de jardins e plantações, vasos sanitários, lavagens de veículo, entre outros) determinará os tipos de tratamento necessários para possibilitar o reuso.

Especificamente para águas subterrâneas contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo, que correspondem a 75% dos casos de contaminação no estado de São Paulo [1], para usos menos nobres, tais como em vasos sanitários, lavagem de pisos e irrigação de jardins, o tratamento necessário seria apenas a remoção de sólidos em suspensão e dos compostos orgânicos, utilizando processos tais como filtração (em leito de areia, filtros bag ou cartucho), seguida de adsorção em carvão ativado ou oxidação química.

Para usos mais nobres, como em etapas do processo produtivo, por exemplo, ou quando houver concentrações de metais pesados, poderá ser necessário reduzir tais concentrações anteriormente à remoção dos hidrocarbonetos. Nestes casos, utilizam-se geralmente tratamentos físico-químicos convencionais, compostos por etapas de coagulação/floculação, decantação e filtração, podendo se utilizar também filtros com zeólitas, seguidos dos tratamentos para remoção de compostos orgânicos. É possível, inclusive, atingir padrão de potabilidade para estes efluentes. De forma geral, quanto mais etapas de tratamento necessárias para se atingir o padrão de qualidade requerido, maior será o custo por m<sup>3</sup> tratado. Desta forma, para viabilizar projetos de reuso, é fundamental que seja feito o balanço hídrico do processo e a caracterização da qualidade da água requerida para cada etapa do mesmo. Em seguida, deve-se classificar em ordem crescente o padrão de qualidade requerido para cada etapa do processo. Por exemplo: utilização direta de efluentes em uma etapa específica do processo; tratamentos mais simples de vazões maiores para usos menos nobres (irrigação de jardins, vasos sanitários, etc.); tratamentos mais complexos para vazões menores para uso em outras etapas do processo.

Desta maneira, otimiza-se o sistema de tratamento de forma a obter a melhor relação custo-benefício, viabilizando o reuso em larga escala.

No caso de postos de combustível, há um grande potencial para o reuso de água subterrânea proveniente de sistemas de remediação para serviços de lavagem de veículos, bastante afetados pela crise hídrica que gerou a redução ou até mesmo extinção deste serviço. O reaproveitamento desta água seria possível após um tratamento simples, baseado em filtração e adsorção em carvão ativado, reduzindo efetivamente o uso de água potável para este fim.

Como exemplo, em um posto de combustível com um sistema de remediação composto por cinco poços de bombeamento, extraindo uma vazão média de 100 L/h por poço, geraria 12.000 L de efluentes em 24 h de operação. De acordo com dados da ONU <sup>[3]</sup> são utilizados, em média, 300L de água para lavagem de um veículo. Portanto, com o efluente gerado em um dia de operação de um sistema de remediação seria possível lavar aproximadamente 40 veículos. Além disto, a água tratada poderia ser utilizada para lavagem de pisos da pista de abastecimento.

Em sistemas de remediação por extração multifásica normalmente o volume de água extraído é menor (em média de 40 L/h em cada poço). Mesmo assim, considerando cinco poços operando por 24 h, haveria geração diária de 4800L, suficientes para a lavagem de 16 veículos por dia.

## 5 – CONCLUSÕES

O reuso de água subterrânea extraída de sistemas de remediação representa uma solução viável para o atendimento das crescentes demandas em indústrias e postos de combustível, sendo uma alternativa sustentável para a manutenção de serviços básicos, e redução do uso de água potável. Constitui, portanto, alternativa interessante para enfrentar o problema de escassez de água.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SABESP – [www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br) (acesso em 04/05/2015)
- [2] CETESB – [www.cetesb.gov.br](http://www.cetesb.gov.br) (acesso em 18/05/2015)
- [3] ONU – [www.onu.org.br](http://www.onu.org.br) (acesso em 20/05/2015)