

Gerenciamento de Passivos Ambientais em Site Contaminado Por Organoclorados com Alta Complexidade Geológica e Hidrogeoquímica – Sites Complexos

Flávio Gutierrez, Kamylla Silva, Rodrigo Aguilera e Lucas Jardim

Resumo

Apesar dos inúmeros casos envolvendo o gerenciamento de passivos ambientais em *sites* contaminados por organoclorados já existentes no Brasil, a presença de compostos etenoclorados tem sido um dos grandes desafios na remediação de áreas contaminadas. No caso apresentado foram realizadas diversas etapas do processo de gerenciamento de passivos ambientais, e devido a sua alta complexidade, em relação às características geológica, hidrogeológica e hidrogeoquímicas distintas em cada região do site, este foi dividido em duas partes, Área I e Área II. Assim em cada área foi aplicada uma técnica diferente de remediação (Biorremediação e oxidação química) de maneira eficaz e eficiente para a reabilitação do site.

Abstract

Despite numerous cases involving the management of environmental liabilities in sites contaminated with organochlorines already existing in Brazil the presence of ethenechlorines compounds has been one of the main challenges in the remediation of contaminated areas. In the case presented, was several stages of the management process of environmental liability were performed, and due to its high complexity, in relation to the distinct geological, hydrogeological and hydrogeochemical characteristics in each region of the site, it was divided into two parts, Area I and Area II. Thus, in each area the different remediation technique (Bioremediation and chemical oxidation) was applied for effectively and efficiently site rehabilitation.

Palavras Chaves

Gerenciamento, Geologia, Hidrogeoquímica e Sites complexos

1. Introdução

Na cidade de São Paulo, há uma crescente demanda por estudos mais detalhados no aquífero poroso devido à alta complexidade geológica quando relacionada à identificação de contaminantes dissolvidos em escala local e regional, o que compromete o abastecimento de água do recurso hídrico subterrâneo e resulta na necessidade de se implementar ações de gerenciamento deste passivo ambiental.

O Aquífero Sedimentar de São Paulo suporta os horizontes de solo e camadas mais superficiais e, portanto, encontra-se mais vulnerável à contaminação por contaminantes industriais (Bertolo, 2017). Neste aquífero, devido ao alto grau de heterogeneidade dos sedimentos/solos que estão sobre processos de intemperismo que constituem seu arcabouço, a caracterização e o entendimento em detalhe dos mecanismos de transporte do contaminante é por vezes tecnicamente um desafio.

A elaboração de modelos conceituais em sites complexos, de impactos na água subterrânea por contaminantes organoclorados, requer tanto o melhor dimensionamento da área impactada quanto às avaliações mais completas da geometria e distribuição das plumas de contaminação para garantir a eficácia da remediação (Suthersan et. al, 2015). Tais plumas se originam em sua maior parte, nos aquíferos porosos mais rasos e migram para o sistema fraturado através de sistemas aquíferos mais profundos.

No presente estudo de caso foram realizadas várias etapas do processo de gerenciamento de passivos ambientais, e devido a sua complexidade, em relação às características geológica, hidrogeológica e hidrogeoquímicas distintas em cada região de uma área industrial desativada. Esta área foi dividida em duas partes, consistindo na Área I e na Área II, fato este, que também motivou a adoção de diferentes técnicas de remediação para cada uma destas áreas.

1.1. Objetivos e metodologias

Este estudo teve como objetivos principais a utilização de técnicas de investigação em alta resolução para a caracterização da geologia e hidrogeologia local bem como a avaliação da

distribuição espacial das SQI, além da atualização do modelo conceitual de exposição visando a reabilitação da área através de diversas técnicas de remediação conjugadas.

1.2. Estudo de caso

Este estudo teve como objetivos principais a utilização de técnicas de investigação em alta resolução para a caracterização da geologia e hidrogeologia local bem como a avaliação da distribuição espacial das SQI, além da atualização do modelo conceitual de exposição visando a reabilitação da área através de diversas técnicas de remediação conjugadas.

Foram aplicadas as seguintes metodologias de investigação e de remediação nas áreas de interesse:

- Investigação Geotécnica Ambiental com o uso de MIP/CPT (*Membrane Interface Probe / Cone Penetration Test*),
- Amostragem de Solo pelo Método WCSS (*Whole Core Soil Sample*),
- Amostragem de Água por Meio de Técnica *Hydropunch*,
- Avaliação de Aportes de Contaminação (*Rebounds*) e
- Avaliação da Performance da Remediação através da Análise Isotópica de Compostos Estáveis (CSIA),
- Análise de Sequenciamento Genético de Bactérias presentes na água subterrânea,
- Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH),
- Ensaio Piloto de Injeção com Traçadores,
- Escavação e Remoção de Fontes Secundárias de Contaminantes,
- Aplicação de Substratos Orgânico pela Técnica *Soil Blending*,
- Remediação pela técnica de ERD (*Enhanced Reductive Dechlorination*);
- Remediação pela técnica de ISCO (*In Situ Chemical Oxidation*)
- Instalação do sistema de SSDS (*Sub Slab Decompression System*) para remoção e controle do acúmulo de vapores clorados e metano.

Na Área I, existe um sistema de remediação por ERD no qual com as atividades de investigação de alta resolução conseguimos mapear intercalações centimétricas de argilas e areias originadas de sistemas deposicionais recentes com alto teor de matéria orgânica,

tornando possível junto com as bactérias avaliadas no local e o teor de carbono orgânico presente na água subterrânea a remediação das substâncias químicas de interesse acima do valor de risco adotado no local.

Já na Área II, com os estudos realizados foi adotada a técnica de remediação ISCO, devido à ausência de bactérias biorredutoras como também a baixa presença de matéria orgânica, já que o solo desta área é composto por solo de alteração de rocha granítico/gnáissica.

Assim para a remediação da etenoclorados presentes na água subterrânea tanto na Área I como na Área II para a redução das concentrações em fase dissolvida dos compostos orgânicos voláteis clorados (CVOC) em fase dissolvida na água subterrânea foram adotadas tecnologias de remediação diferentes. As principais Substâncias Químicas de Interesse (SQI) na área de estudo dentre os CVOC são Tetracloroetano (PCE), Tricloroetano (TCE), 1,2 cis - Dicloroetano DCE e Cloreto de Vinila (CV).

2. Conclusões

Com base nos trabalhos executados, foi verificado que em sites complexos é fundamental que sejam utilizadas técnicas de investigação com alta resolução para se obter um modelo conceitual da área robusto, uma vez que somente através desta abordagem foi possível aplicar várias técnicas de remediação conjugadas com assertividade de maneira eficaz e eficiente para a reabilitação do site.

3. Referências bibliográficas

BERTOLO, R. A. 2017. Bases técnicas para a gestão de áreas contaminadas por solventes organoclorados em aquíferos fraturados. Tese de livre docência. Instituto de Geociências, USP. São Paulo

SUTHERSAN, S., QUINANN, J. and WELTY, N. 2015. The New ROI: Return on investigations by utilizing smart characterization methods. Groundwater Monitoring & Remediation, 35, n 3.