

# REMEDIÇÃO AMBIENTAL E RECICLAGEM DE ÁREAS URBANAS CONTAMINADAS POR HIDROCARBONETOS DE PETRÓLEO

Viana Jr, Oduvaldo; Leite, Valter & Damasi, Davi

**Resumo** - A reciclagem de áreas urbanas é sem dúvida um dos assuntos mais abordados no manejo das grandes metrópoles brasileiras, sobretudo pela indisponibilidade de novos terrenos e pela mudança do tipo de ocupação de algumas áreas urbanas (industrial para comercial ou residencial). Este trabalho apresenta um caso de remediação ambiental em área urbana (posto de serviço), onde a partir de um estudo de análise de risco da ocupação futura da área (conjunto comercial), foi conduzido um processo de remediação ambiental de solo e água subterrânea, remediando o substrato local em um prazo de 9 meses, assim possibilitando a implantação do empreendimento de forma a garantir as premissas estabelecidas na análise de risco.

**Abstract** - One of the most important issues related to the management of big cities is the recycling of urban properties, mainly due to the lack of unoccupied sites and to the change in the use of some other ones (industrial to commercial or residential). This paper shows one environmental remediation project conducted in an urban area (gas station) designed upon a Risk-Based Analysis scenario of its future use (commercial building). Soil and groundwater were remediated to risk-based standards within a period of 9 months, allowing the enterprise implementation and assuring the Risk-Based Analysis background.

**Palavras-Chave** – Remediação; Extração de Vapores; *Air Sparging*.

## INTRODUÇÃO

A reciclagem de áreas urbanas é sem dúvida um dos assuntos mais abordados no manejo das grandes metrópoles brasileiras, sendo atualmente a principal fonte de novos terrenos para empreendimentos imobiliários comerciais, residenciais e de utilidade pública.

Geralmente esta mudança estende-se às atividades econômicas desenvolvidas nestas áreas, substituição de processos ligados aos setores primário e secundário por atividades do setor terciário, fomentando a preocupação dos setores público e privado com possíveis passivos ambientais originados das atividades anteriormente desenvolvidas nestes terrenos.

Talvez as facetas mais fascinantes destes projetos sejam sua amplitude e ao que fim se destinam. Em áreas degradadas de centenas a milhões de m<sup>2</sup> são construídos conjuntos de escritórios, centros comerciais, condomínios residenciais e comerciais, praças, parques, etc., projetos destinados a diversos públicos de cultura e poder aquisitivo diferenciados, fomentados pela iniciativa pública e privada.

Visando contornar estes problemas, a remediação ambiental de áreas contaminadas integra e aplica conjuntamente uma gama de soluções e processos para eliminar ou reduzir os teores dos contaminantes que caracterizam o passivo ambiental, assim possibilitando a utilização futura da área.

A intensidade e magnitude das soluções de remediação empregadas são função das necessidades do projeto e do cliente, adotando-se técnicas diferenciadas que incluem processos de remediação de solo e água subterrânea *in situ*, remoção de solo contaminado, medidas geotécnicas e de contenção hidráulica.

Outra abordagem utilizada nos últimos anos foi a minimização do passivo ambiental e/ou eliminação das vias de exposição, solução baseada nos preceitos de análise de risco que visa eliminar a exposição dos futuros ocupantes locais aos contaminantes presentes no substrato, permitindo conviver ou controlar estes passivos possibilitando a ocupação e utilização do terreno sem oferecer risco aos superficiários.

Neste trabalho apresentaremos um caso de sucesso no manejo de um terreno contaminado por hidrocarbonetos de petróleo em área urbana (posto de serviço), área remediada tendo-se como objetivo possibilitar sua futura ocupação com finalidade comercial (prédio comercial).

## OBJETIVOS

O presente estudo tem por objetivo descrever a operação de um sistema de remediação do solo e água subterrânea implantado na área de um posto de serviço impactado por gasolina, ABNT (1997), utilizando as técnicas de extração de vapores do solo e *air sparging*.

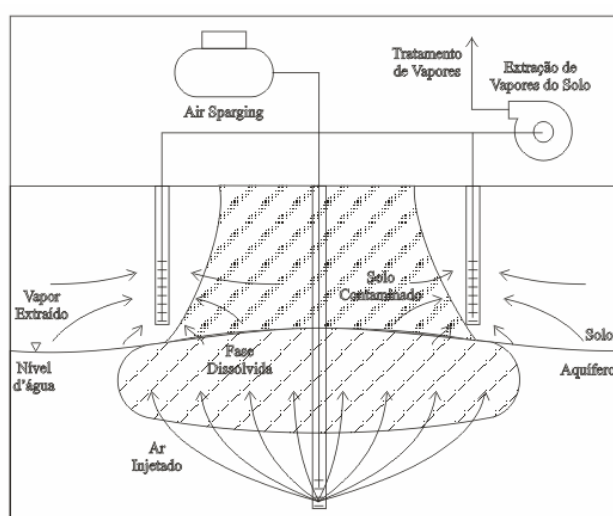
O projeto de remediação teve por objetivo eliminar a presença residual de combustíveis sobrenadantes à água subterrânea na área, e promover a diminuição das concentrações de compostos voláteis presentes em fase adsorvida ao solo e dissolvida na água subterrânea com ocorrência de contaminação em níveis acima dos estabelecidos através de um prévio estudo de análise de risco RBCA Tier 2 – ASTM (2000) executado para o local. A **Tabela 2.1.** apresenta os valores SSTL – *Site Specific Target Levels*.

**Tabela 2.1.- Valores de chagada - SSTL**

	Solo (mg/Kg)	Água Subterrânea (ug/L)
Benzeno	0,13	110
Tolueno	32	13000
Etilbenzeno	180	29000
m,p-Xilenos	880	33000
o-Xilenos	63	26000

## CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE REMEDIAÇÃO

O sistema de remediação foi baseado na aplicação das técnicas de extração de vapores do solo (EVS) e *air sparging* (IAS) – **Figura 3.1.**



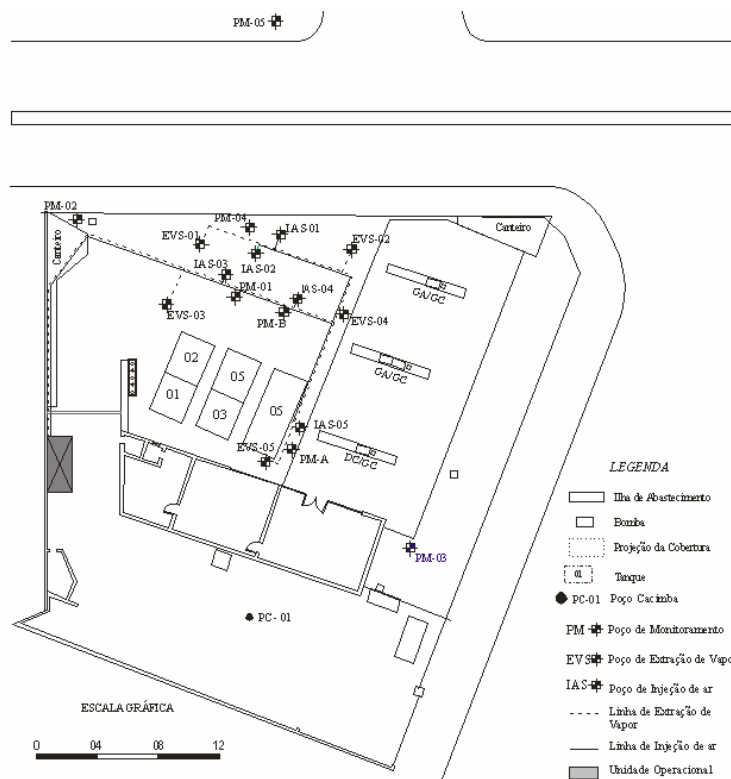
**Figura 3.1.** – Modelo conceitual de funcionamento do sistema de remediação

O sistema de EVS consistiu em cinco poços de extração de vapores filtrantes à zona não saturada, conectados a um compressor radial, U.S Army Corps of Engineers (1995). O vácuo aplicado nos poços provocou a movimentação dos vapores do solo em direção aos mesmos, promovendo a circulação do ar na zona não saturada. O ar circulado traz, para as proximidades dos poços, misturas gasosas mais ricas em oxigênio. Assim, o sistema de EVS promoveu a diminuição das concentrações de compostos orgânicos voláteis (COV) do solo através dos princípios de arraste, volatilização e degradação biológica, favorecida pelo aumento das concentrações de oxigênio gasoso nos poros do solo.

O sistema de IAS, U.S Army Corps of Engineers (1997), operou no local de maneira integrada ao sistema de EVS. Esse sistema consistiu de um compressor de ar conectado a cinco poços de injeção de ar na água subterrânea. Os poços de injeção possuem seções filtrantes localizadas imediatamente abaixo da contaminação, de forma que o ar injetado migrasse através dos poros do solo na zona saturada. O deslocamento do ar na água subterrânea provocou a volatilização dos contaminantes e, principalmente,

o aumento das taxas de oxigênio dissolvido no meio. Assim, o IAS mostrou-se, principalmente, como uma técnica de potencialização dos processos biológicos de degradação.

A **Figura 3.2.** apresenta a localização dos elementos do sistema de remediação em planta.



**Figura 3.2.-** Localização das instalações e sistema de remediação

## OPERAÇÃO DO SISTEMA DE REMEDIAÇÃO

O sistema de remediação operou por 270 dias de maneira ininterrupta. As condições operacionais estabilizadas foram as seguintes:

Vácuo de extração de vapores: -900 mmca.

Vazão média de extração de vapores: 220 m<sup>3</sup>/h.

Pressão de ar em cada poço de injeção: 5 psi.

Vazão de ar em cada poço de injeção: 200 L/h.

## Monitoramento hidrológico

O monitoramento hidrológico foi realizado através de medições semanais de nível d'água e nível de produto sobrenadante nos poços de monitoramento. Após 60 dias de operação do sistema de remediação, a fase livre residual presente nos poços PM-02 e PM-05 (1,0 e 0,5 cm de gasolina respectivamente) foi eliminada.

## Amostragem de água subterrânea

Foram executadas três campanhas de amostragem de água subterrânea com periodicidade trimestral através dos poços de monitoramento. A execução dessas campanhas tiveram por objetivo fornecer dados que permitiram a avaliação da eficiência do processo de remediação na redução das concentrações de compostos orgânicos de interesse dissolvidos na água subterrânea.

As amostras foram coletadas de acordo com os procedimentos internos de coleta de amostras de água da ANGEL e encaminhadas ao laboratório para execução das análises químicas de BTXE (Benzeno, Tolueno, Xilenos e Etilbenzeno), de acordo com a metodologia EPA 8015.

## Remoção de contaminantes

A estimativa de contaminantes removidos em fase de vapor foi realizado através da integração dos valores de vazão de extração de vapores, concentrações de COV (compostos orgânicos voláteis) nos vapores extraídos e massa molar média dos compostos. Foi utilizada como referência a massa molar do composto de calibração do equipamento de medição (hexano).

Observou-se que período total de operação, a massa estimada de compostos orgânicos removidos em fase de vapor pelo Sistema de Remediação foi de 245 g.

## Avaliação hidroquímica

A avaliação da contaminação na água subterrânea foi realizada em duas frentes: a primeira, através da verificação da existência de produto sobrenadante; a segunda, através da comparação dos resultados analíticos das amostras de água subterrânea com os níveis SSTL calculados para a área.

Observou-se, após a terceira campanha de amostragem de águas subterrâneas, que as concentrações de compostos orgânicos mantiveram-se abaixo dos valores de SSTL calculados para o local em todos os poços de monitoramento amostrados, constatando a eficiência do sistema implantado na área. A **Tabela 4.4.1.** apresenta os resultados das campanhas de amostragem.

**Tabela 4.4.1. Resultados análises de água subterrâneas.**

Parâmetro	Unidade	Valores	P541			P542			P543			P544		
			SSTL	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3	Campanha 1	Campanha 2
<i>Orgânicos - BTXE</i>														
Benzeno	mg/L	110	122	85	17	34	38	2	nl	nl	nl	147	5	8
Tolueno	mg/L	13000	128	112	25	65	15	3	nl	nl	nl	1277	237	41
Etilbenzeno	mg/L	29000	107	96	20	51	35	1	3	nl	nl	231	132	17
Xilenos Totais	mg/L	33000	41	47	105	7	208	9	16	nl	nl	2928	1.374	166
Total	mg/L	-	288	280	167	234	356	15	30	nl	nl	4.385	1.794	234
Parâmetro	Unidade	Valores	P545			P546			P547					
			SSTL	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3		
<i>Orgânicos - BTXE</i>														
Benzeno	mg/L	110	nl	nl	nl	367	78	104	407	30	15			
Tolueno	mg/L	13000	5	nl	nl	3458	342	986	535	21	8			
Etilbenzeno	mg/L	29000	nl	nl	nl	1156	1376	342	671	140	24			
Xilenos Totais	mg/L	33000	1	nl	nl	15169	13455	190	2639	386	102			
Total	mg/L	-	6	nl	nl	20.150	18.754	2903	4.342	627	149			

## **CONCLUSÕES**

O Sistema de Remediação operou por 270 dias de maneira ininterrupta atingindo desta maneira o cronograma previamente estipulado .

Durante o período de operação, a massa estimada de compostos orgânicos removidos em fase de vapor pelo Sistema de Remediação foi de 245 g.

Houve eliminação completa de produto sobrenadante na área com a operação do Sistema de Remediação.

Observou-se, após a terceira campanha de amostragem de águas subterrâneas, que as concentrações de compostos orgânicos mantiveram-se abaixo dos valores de SSTL calculados para o local em todos os poços de monitoramento amostrados, constatando a eficiência do sistema implantado na área.

Desta forma, considerou-se que a área foi remediada atendendo a exigência do processo administrativo em andamento junto ao órgão ambiental fiscalizador, assim permitindo a utilização futura da área dentro das premissas consideradas na análise de risco.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] ABNT (1997) NBR 13784. Detecção de Vazamento em Postos de Serviços.
- [2] ASTM (2000) Standard Guide for Risk-Based Corrective Action. ASTM E-2081, Philadelphia PA, USA.
- [3] U.S Army Corps of Engineers (1995) – Soil Vapour Extraction and Bioventing Engineering and Design Manual.
- [4] U.S Army Corps of Engineers (1997) – In-Situ Air Sparging Engineering and Design Manual.