

Dessorção Térmica em Solos e Tratamento de SQI's Orgânicas

Eng. SÉRGIO SHIGUEO KUROSZAWA, M.Sc.
Diretor Técnico Valgo

- A maioria das contaminações no solo e água subterrâneas são causadas pelos orgânicos.
- Em vazamentos de produtos a maioria dos contaminantes ficam adsorvido no solo que se torna uma fonte secundária de contaminação.

- A mobilidade desses contaminantes são lentos e podem perdurar por muito tempo no *site*.
- Para a contaminação residual foram criadas várias técnicas de remediação são elas: Incineração, Lavagem de solo com surfactante, *Bioventing*, Oxidação, Escavação e destinação, Dessorção térmica, etc.

Os métodos de aquecimento térmico *in situ* foram desenvolvidos primeiramente pela indústria de petróleo para a recuperação de óleo desperdiçado (USEPA, 2004). Estes métodos, mais tarde, foram adaptados para o tratamento do solo e das águas subterrâneas.

Inicialmente foram desenvolvidos os métodos que consistiam em injeção de água quente, injeção de vapor, injeção de ar quente e o aquecimento por resistências elétricas.

A dessorção térmica é uma tecnologia de tratamento inovador para solos, lamas ou sedimentos contaminados com resíduos tóxicos, baseando-se no aquecimento direto do solo (tratamento físico-térmico), sendo utilizada para separar contaminantes com baixo ponto de ebulição (vaporização).

A função desta tecnologia é aquecer o solo contaminado por um determinado período de tempo, até uma temperatura suficiente para volatilizar os contaminantes, para posterior tratamento dos gases. (USEPA, 2001)

A tecnologia de tratamento através de dessorção térmica é um processo diferente do tratamento por incineração. Na dessorção térmica utiliza-se do aquecimento para separar fisicamente o contaminante do solo, sendo o ar contaminado extraído da zona não saturada e tratado a posteriori. (Baptista, 2005)

As vantagens da dessorção térmica em relação ao método tradicional de **incineração** abrangem três fatores importantes:

- Custo;
- Reutilização do solo; e
- Gasto energético.

A técnica de dessorção térmica pode ser aplicada tanto no local contaminado (dessorção térmica *in situ*) ou com a escavação do solo contaminado (dessorção térmica *ex-situ*).

A dessorção térmica *in situ* pode ser utilizada em vários locais onde a escavação não é possível, por exemplo: ao redor de estruturas.

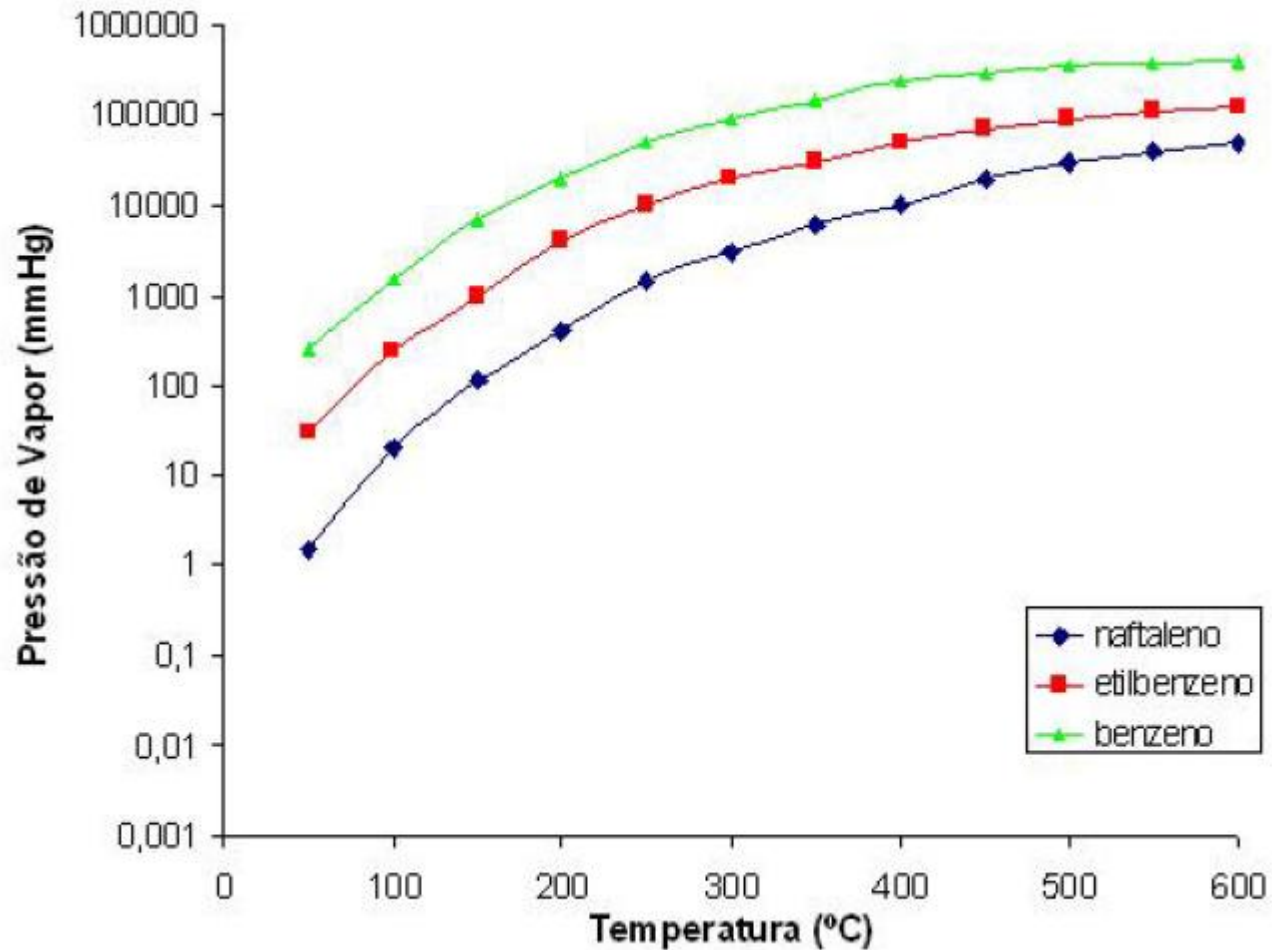
Quando é abordada a técnica da dessorção térmica *in situ*, está é uma tecnologia que tem um custo efetivo mais baixo que incineração.

Custo das técnicas de remediação. Wood (1997).

Técnicas de Remediação	Custo (em £)
Correções de superfície	10 - 40 / t
Escavação e destruição off-site	7 - 50 / t
Sistema de cobertura	20 - 30 / m ²
Contenção	10 - 50 / t
Parede de lama vertical: rasa	30 - 60 / m ²
Parede de lama vertical: funda	60 - 120 / m ²
Lavagem de solo	50 - 250 / t
Extração de vapor do solo in situ	10 - 90 / t
Estabilização/solidificação in situ	60 - 110 / t
Técnicas eletrocinéticas in situ	40 - 120 / t
Tratamento biológico: lagoa de sedimentação	50 - 80 / t
Tratamento biológico: torre biológica	15 - 45 / t
Tratamento biológico: compostagem	10 - 100 / t
Tratamento biológico: cultura anexa	5 - 60 / t
Tratamento biológico: in situ	5 - 160 / t
Tratamento biológico: aeração	15 - 80 / t
Tratamento térmico	40 - 700 / t
Incineração	50 - 1200 / t

Para conseguir uma boa remediação utilizando a técnica de aquecimento é extremamente importante atingir a pressão de vapor e aumentar a taxa de vaporização. A pressão de vapor é proporcional a temperatura.

Dessorção Térmica



Outra propriedade importante é ponto de ebulição. Quanto menor o ponto de ebulição mais volátil é o produto.

A temperatura que deve ser utilizado no aquecimento dependerá dos contaminantes existentes no *site*.

Contaminante Orgânico	Ponto de Ebulição (°C)	Densidade (kg/m ³)	Viscosidade (25°C)	Solubilidade na água (mg/L)	Pressão de vapor (mmHg)	
					10°C	50°C
Diclorometano	40	1,3182 25°C	0,413	20000 a 20°C	260,9	>760
1,2 Dicloroetileno	49	1,2444	0,317	600 a 20°C	198,7	>760
Acetona	56,3	0,7899	0,306	∞	121,7	672,4
1,1 Dicloroetano	57,4	1,17	0,464	5500 a 20°C	125,8	608,6
1,2 Sis-Dicloroetileno	60	1,2649 25°C	0,445	800 a 20°C	104,8	580,0
Tricloroetano (cloroforme)	61,2	1,49	0,537	8000 a 20°C	98,6	541,3
Tricloroetileno TCE	87,3	1,4578 25°C	0,545	1100 a 25°C	37,6	256,7
Tolueno	110,6	0,8647 25°C	0,56	515 – 540 a 25°C	14,3	579,1 100°C
Tetracloroetileno PCE	121,3	1,613 25°C	0,844	150 a 25°C	9,0	400 100°C
N-Octano	126	0,6986 25°C	0,508	0,7 a 20°C	6,5	368,7 100°C

Atualmente três métodos têm sido usados para a remediação do solo e das águas subterrâneas nas zonas contaminadas; aquecimento por injeção de vapor são eles:

1. SEE – (Steam Enhanced Extraction), aquecimento por injeção de vapor;
2. ERH – (Electrical Resistance Heating) e aquecimento por resistências elétricas;
3. TCH – (Thermal Conductive Heating) o aquecimento por condutor térmico; este último mais conhecido como dessorção térmica *in situ* (*ISTD – In Situ Thermal Desorption*).

ESTUDO DE CASO

Dessorção Térmica e Redução Química – Interior de São Paulo

A área ocupada pela planta industrial é de aproximadamente 44.989,67 m².

Área contaminada era o antigo bota fora da empresa. Com aproximadamente 240 m². Foi realizada a escavação para a retirada dos resíduos, porém o solo abaixo já estava contaminado com organoclorados.

Contaminantes: Tetracloeteno (PCE), tricloroeteno (TCE), dicloroeteno (DCE), cloreto de vinila (CV).

A maior concentração de PCE – 42 mg/kg.

Nível de água: 13,5 m

Técnica de Remediação:

Para o solo – Dessorção Térmica

Para a água – Redução Química

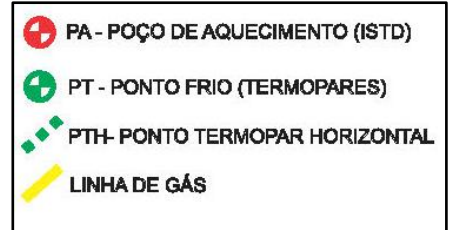
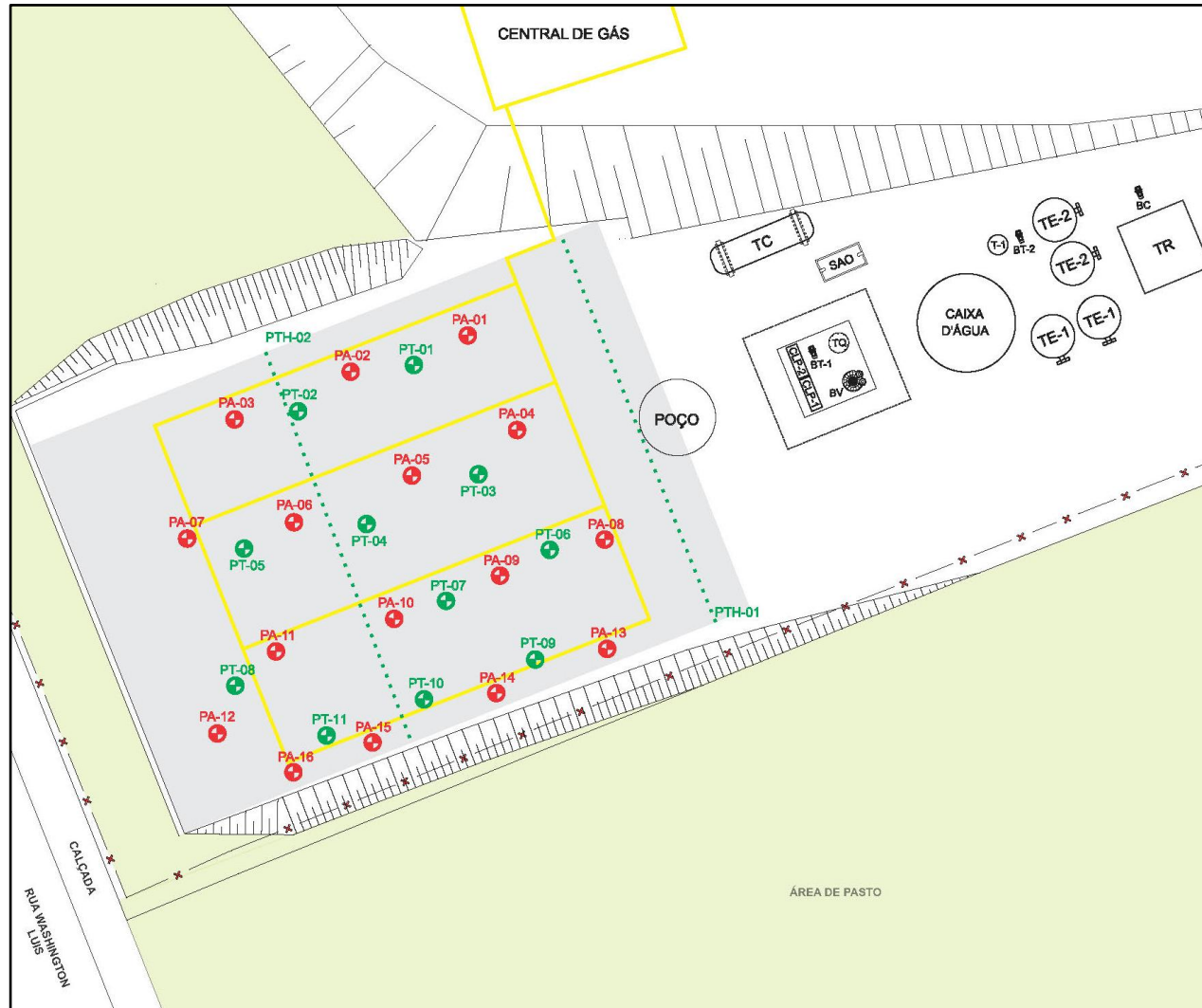
Foi executado o teste piloto de SVE e para a dessorção foi utilizado o Software VALGOTHERM®

MODESTHES(**M**odelizador

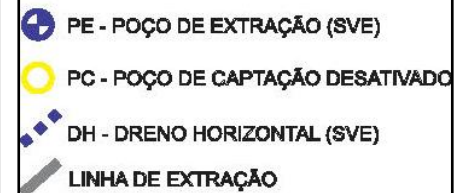
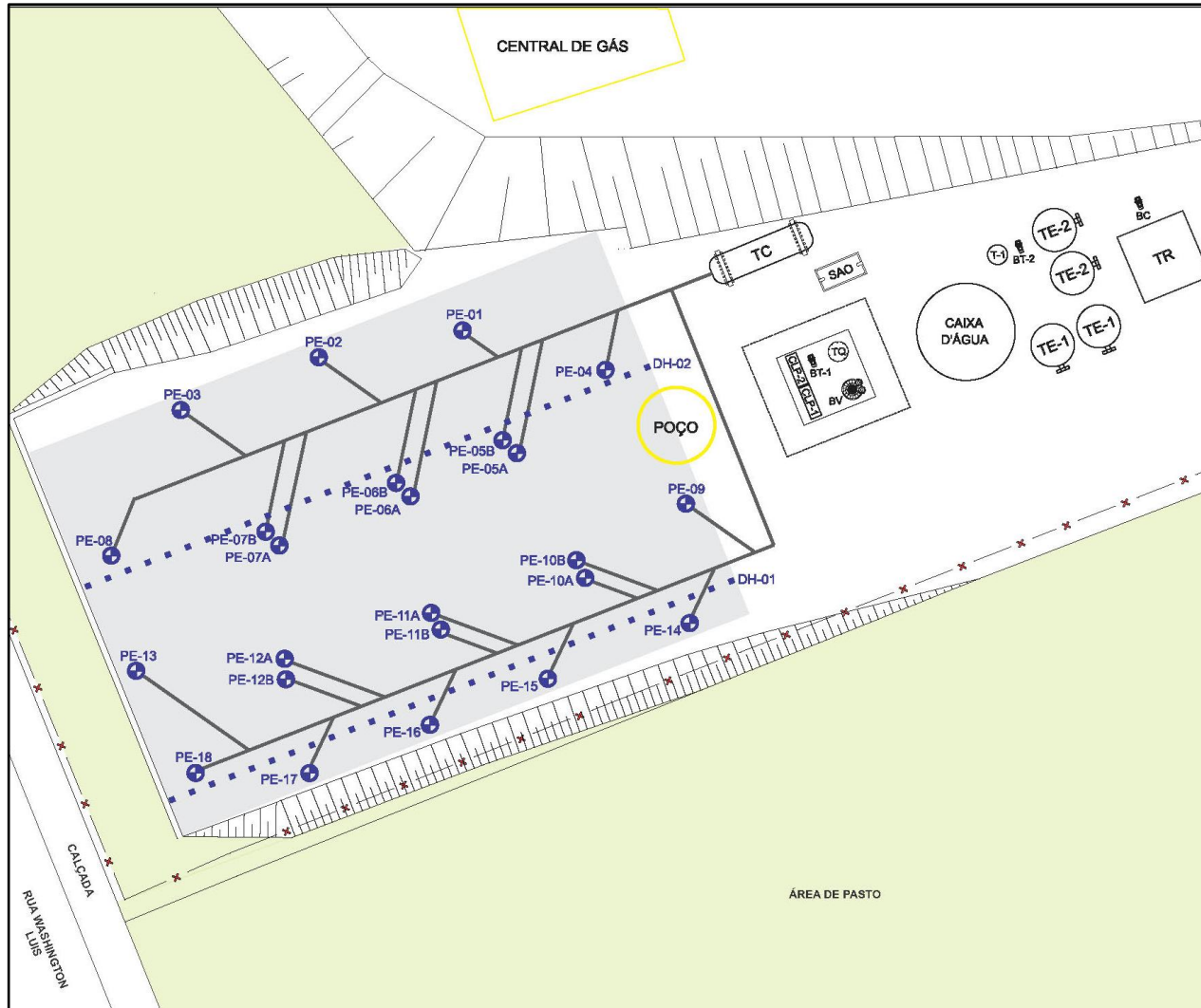
de **DES**orção **THE**rmica de **S**olos)

Quantidade de GLP – 116.000 kg

Quantidade de energia – 460.000 kWh



16 poços de aquecimento com 12 m de profundidade

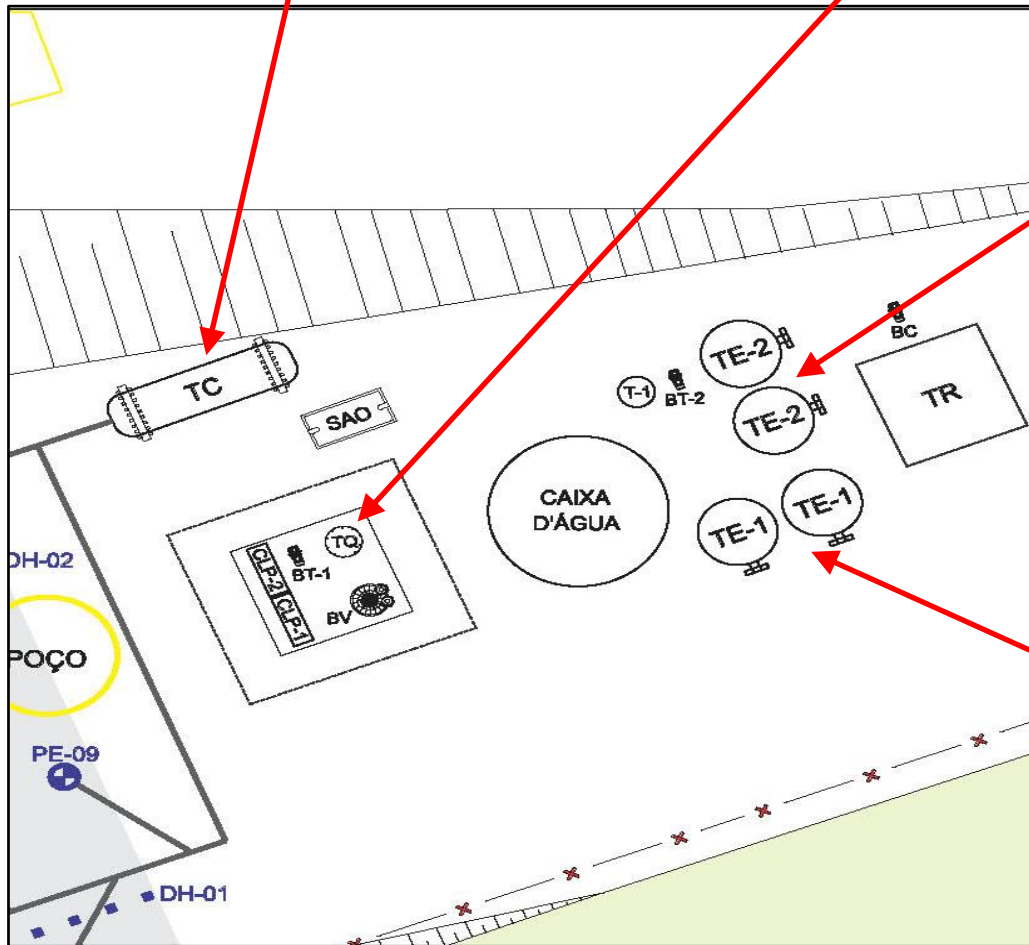


18 poços
com 9,5 m
de
profundidade
06 poços
com 4,0 m
de
profundidade

Resfriador de vapor

Sistema de extração
de vapores

Colunas de carvão
ativados água



Colunas de carvão
ativados vapor

Poço de aquecimento

Poço de extração de vapores



Isolamento térmico



Queimador

Linha de termopar

Linha de gás GLP

Linha de extração

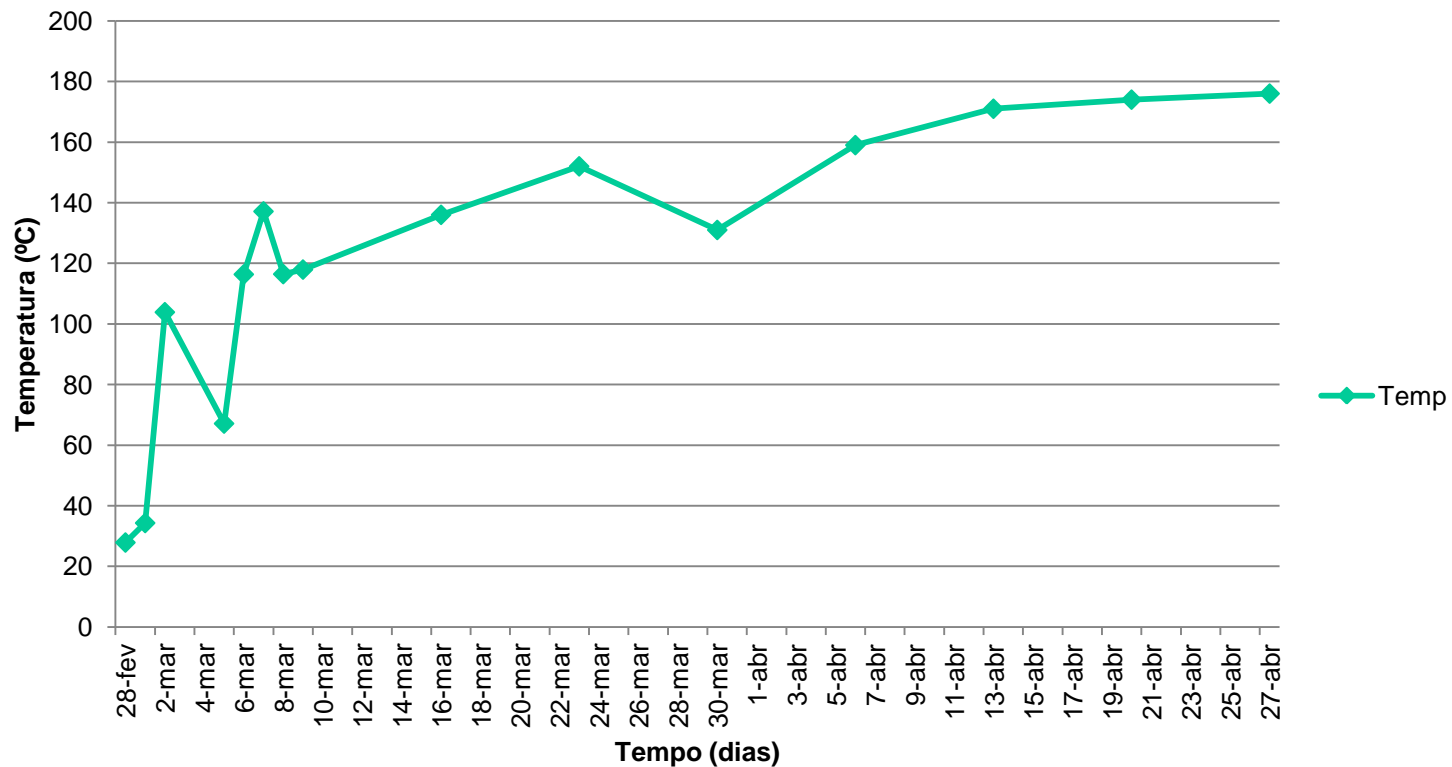


Implantação concluída



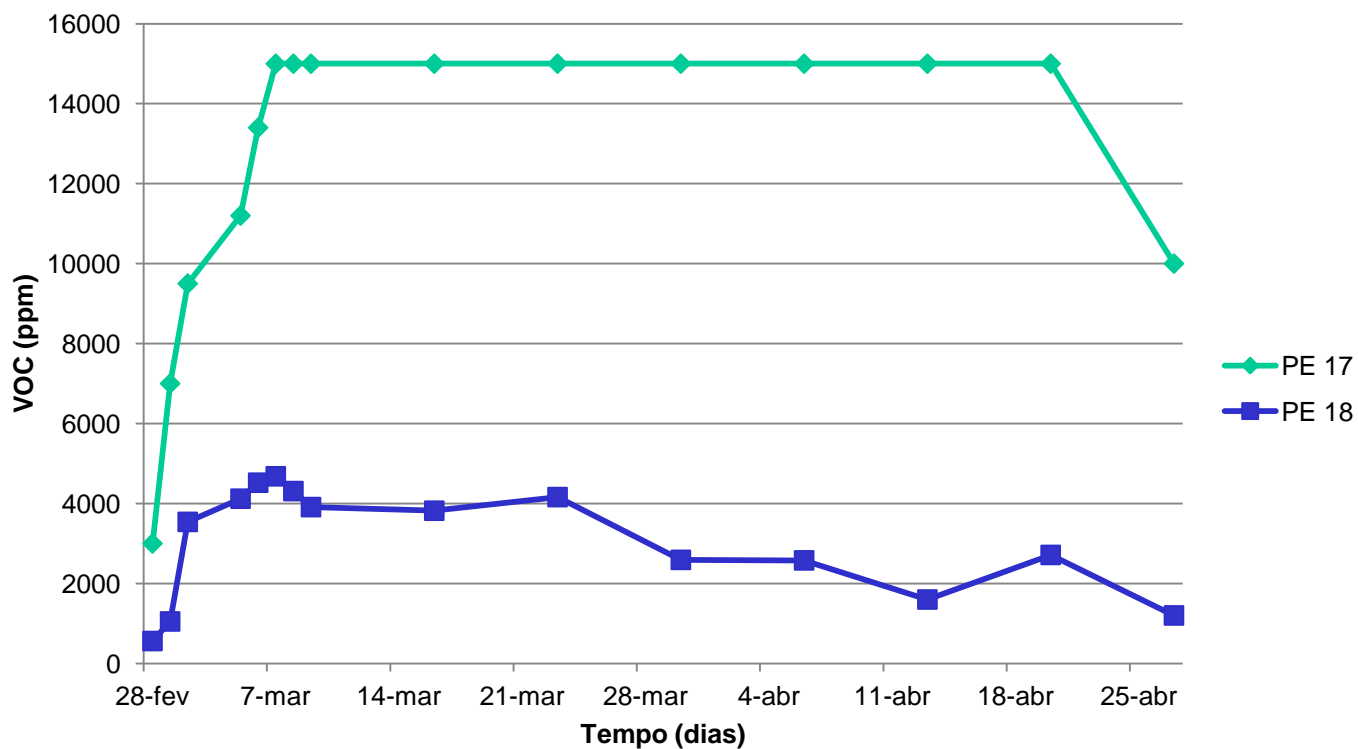
Monitoramento do sistema

Gráfico da Temperatura Média Poços de Aquecimento



Monitoramento do sistema

Gráfico da medição de VOC nos poços de extração



Monitoramento do sistema

Próximos Passos:

- Continuação das medições em campo;
- Maio coleta de amostras dos vapores e água (condensado) – Parâmetros VOC;
- Agosto nova campanha de amostragem;

O sistema de dessorção tem demonstrado boa eficiência com o aumento de VOC nos poços de extração (PE). Após 60 dias é possível verificar uma diminuição de dos contaminantes no PE.

Acredita-se que em 6 meses de operação, a zona não saturada estará remediada.

A dessorção térmica a gás é uma opção mais acessível que a incineração e a dessorção por bastonete. O custo da destinação e da energia elétrica é maior que o custo do gás.

O sistema está em operação e quem tiver a oportunidade de ir a São Paulo estaremos disponível para apresentar o sistema.

F I M

Shigueo.kurozawa@valgo.com.br