
Métodos de Amostragem Inovadores focando-se na Investigação de Intrusão de vapores do solo

Martin (Mort) Schmidt
Cox-Colvin & Associates, Inc.
3 de Agosto de 2012

Introdução

Os resultados indicando concentração de gases do solo abaixo do contrapiso são fatores críticos na investigação de intrusão de vapor, mas a heterogeneidade espacial nestes gases pode ser extremamente alta. A investigação conduzida por McHugh¹ sobre variabilidade espacial e temporal demonstrou que a mutabilidade em gases do subsolo é a mesma que aquela encontrada nos gases em solos mais profundos e muito mais elevada em comparação à variabilidade nos ares de interiores. Porém, parcialmente devido à dificuldade associada à instalação dos poços de amostragem usando métodos convencionais, é possível que muitas investigações careçam de dados representativos nas amostras de gás de solo. O guia de intrusão de vapores da Califórnia indica que “a coleta de até oito amostras subterrâneas em um único edifício, mesmo este sendo um amplo edifício comercial, considerando tanto a amostragem espacial como temporal, é raramente feita.”

Amostragem de gases do subsolo mais extensivas são prejudicadas por dois fatores – o esforço e custo necessários para a instalação de poços de amostragem assim como os custos envolvidos na coleta e análise de gases do solo. Um poço de amostragem de subsolo típico é descrito na investigação de Raymark da Environmental Protection Agency dos Estados Unidos³. Os pontos consistiam ou de aço inoxidável Swagelok ou de partes de encanamento comumente disponíveis à base de bronze. O relatório recomenda o uso de cimento de secagem rápida mesmo que haja um período mínimo de espera de 24 horas antes da amostragem. DiGiulio, et al. indica que usando este procedimento, as sondas podem ser instaladas em até 40 minutos. O relatório continua explicando que um dos pontos não pôde ser amostrado quando se tornou solto ao fazer conexões. Da mesma forma, o guia de intrusão de vapor da Environmental Protection Agency referente à Ohio, providencia um Procedimento de Operação Padrão para a instalação de poços de coleta de gases usando acessórios Swagelok, incluindo orientações no reparo do conjunto caso este se solte durante a remoção ou instalação do endplug. Os pontos de subsolo foram bem projetados, dadas as ferramentas disponíveis, mas o tempo exigido e a dificuldade associada à instalação adequada causa uma grande limitação.

Métodos mais simples para a coleta de gases do solo incluem o uso de tampões de borracha pré-perfurados para tubulações, como descrito no guia de intrusão de vapor de Massachusetts⁵, ou o preenchimento de buracos com argila e as devidas tubulações. Estas alternativas podem ser úteis, mas os dados fornecidos são questionáveis e os poços de amostra não podem ser utilizados para amostragens periódicas. Além disso, a economia de custos em curto prazo pode ser prejudicial à qualidade de dados, sem reduzir as despesas financeiras em longo prazo.

A Cox-Colvin conduz as amostragens de gases de subsolo usando poços de amostragem (Vapor Pins®) de rápida instalação. O dispositivo pode ser instalado com ferramentas manuais em menos de dez minutos e não requer o uso de cimento. Os Vapor Pins® podem ser instalados acima do nível da superfície para uma amostragem única ou abaixo do nível da superfície para múltiplas amostragens. Esta apresentação destaca uma investigação onde instalamos e prosseguimos com a amostragem de 145 pontos diferentes em 5 dias para localizar a fonte de tetracloroetano dentro da instalação de uma fábrica. Os custos foram reduzidos ainda mais, após coletarmos amostras em frascos de 22mL para análise por cromatografia de gás em laboratórios, para aproximadamente um terço do custo de uma análise TO-15 de amostras vindas de recipientes. Os procedimentos simplificados e custos abatidos possibilitam a coleta de uma variedade extensiva de amostras de gases subterrâneos, nos permitindo focar em esforços de remediação e de investigações subsequentes.

Os Vapor Pins® podem não cumprir com alguns requerimentos regulatórios para a amostragem de intrusão de vapor, especialmente se encaixe farpados não forem permitidos nas conexões de tubulação. Adicionalmente, os níveis reportados pelos frascos de vidro foram superiores em relação àqueles obtidos por outros recipientes – 10 partes por bilhão (ppb) para tetracloroetano (PCE) – potencialmente limitando o uso de frascos para a triagem de dados, dependendo dos objetivos perante à qualidade de dados.

Contexto

A investigação foi conduzida em uma instalação de uma fábrica no oeste do estado de Ohio, conhecida por utilizar PCE para limpeza e desengorduramento. A instalação mantém suas operações desde 1933, mas seu proprietário atual a comprou nos anos 90 e possui pouco conhecimento sobre o uso do solvente no passado. Foram observados níveis de PCE em altas concentrações de até 400 microgramas por litro ($\mu\text{g/L}$) em águas subterrâneas no local da fábrica, mas que diminuíram drasticamente após a remediação em uma área onde encontravam-se equipamentos de desengorduramento à base de PCE.

Uma fonte menor e próxima de contaminação de PCE foi tratada simultaneamente usando as mesmas técnicas, com uma queda semelhante no nível de tetracloroetano em águas abaixo do solo.

O acúmulo de PCE em águas subterrâneas permaneceu elevado na parte leste da instalação, chegando a uma média de 18 µg/L em um poço de monitoramento. Esta área continha um tanque de depósito acima da superfície com quantidades excessivas de PCE na década de 1980. Mas, devido ao fato desta área ter sido remediada imediatamente, e pelo fato da área de derramamento não estar diretamente alinhada com a pluma e também devido as águas subterrâneas presentes na área de despejo estarem livres de PCE, assumimos que a origem de tetracloroetano provinha de outro tanque de depósito ou de um antigo desengordurante. À pedidos de nosso cliente, investigamos as terras e águas do subsolo abaixo do edifício ao leste pelo método de perfuração direta (“direct-push drilling”) Geoprobe®. Porém, amostras do solo próximos aos velhos desengordurantes e tanques superficiais careciam de contaminações significantes e, por causa de o cliente estar sob pressão para realizar decisões financeiras sobre custos ambientais em longo-prazo, ficamos encarregados de localizar as áreas de origem remanescentes em uma única mobilização, a um custo limitado.

Métodos Experimentais

Após termos localizado fontes inesperadas de COVs em outra localização em Ohio examinando gases subterrâneos, decidimos fazer a coleta de gases do solo sob o edifício usando uma configuração/padrão/modelo em grade, com espaçamentos de 6 metros (20 pés). Na investigação anterior, gases foram recolhidos de uma profundidade de 1.5 metros (5 pés) com a ajuda do Geoprobe®, injetados em frascos de vidro de 22mL e analisados por intermédio de cromatografia de gás/cromatografia em fase gasosa/GC em um laboratório móvel da Microseeps de Pittsburgh, PA. A investigação mais recente foi otimizada colhendo gases em poços, usando métodos que desenvolvemos para a avaliação de intrusão de vapores. Reconhecendo as limitações de métodos convencionais para amostragem de gases do subsolo, desenvolvemos o Vapor Pin™, constituído de apenas uma única peça de bronze ou aço inoxidável, formando uma vedação contra o concreto com sua manga de silicone (**Figura 1**).

Os Vapor Pins® foram instalados perfurando um buraco de 5/8 polegadas na superfície usando uma furadeira portátil. Após remover a poeira usando uma escova de garrafas, os Vapor Pins® foram martelados dentro dos buracos, tampados, e deixados no lugar durante uma hora para que pudessem atingir seu equilíbrio. Em diversas localizações, um segundo buraco mais largo foi perfurado em volta dos buracos de 5/8 polegadas para que os Vapor Pins® pudessem ser instalados em uma configuração permanente, tipo “flush mount” e para a realização de monitoramento em longo prazo.

Após atingir o equilíbrio, gases subterrâneos foram purgados os poços de amostragem a uma taxa de 200ml/minuto com um multímetro equipado com um detector de fotoionização (PID) e um sensor de oxigênio (O₂). O procedimento de purga terminou após os níveis de PID e O₂ se estabilizarem – após aproximadamente 20 segundos. Esses gases foram recolhidos dos pontos de amostragem perfurando as tubulações de amostras com seringas descartáveis e removendo seu êmbolo. Os mesmos foram injetados através do septo de frascos e enviados à Microseeps para análise.

Ao fim de cada turno de amostragem, os Vapor Pins® foram removidos e seus buracos tampados com cimento hidráulico, permitindo que as operações diárias retomassem seu curso de forma ininterrupta. Após seu uso, as mangas de silicone foram removidas dos Vapor Pins® e descartadas, e os pinos foram descontaminados antes de serem reutilizados.



Figure 1. Vapor PinTM Sub-Slab Samplers.

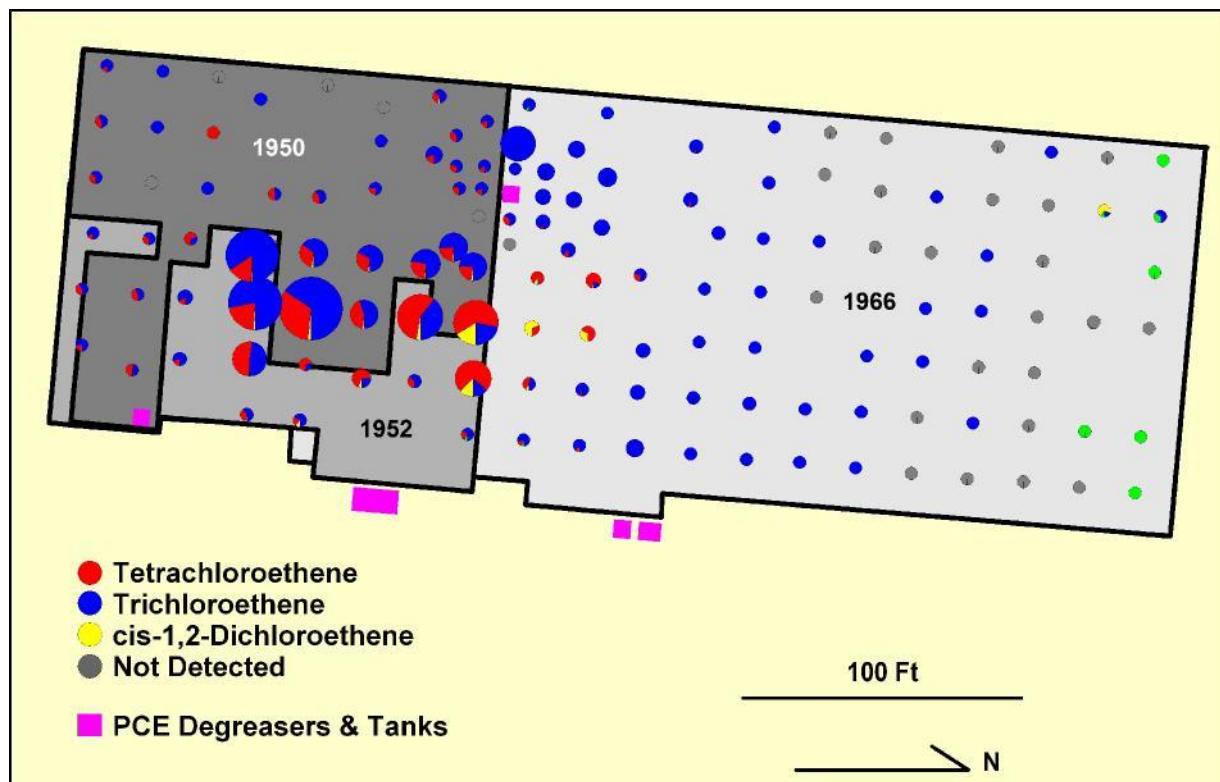
O procedimento de purga terminou após os



Figure 2. Flush-Mount Installation Process.

Resultados

O total de COVs em gases do subsolo, como indicado pela leitura de campo do PID, variaram de não detectáveis a 100,000 ppb (indo até 58,000 ppb, após a correção e ajustes para PCE). O total de solventes clorados em amostras de laboratório foram semelhantes os dados do PID, com concentrações variando de não detectáveis a 57,000 ppb. COVs em gases do subsolo não corresponderam às fontes esperadas de PCE, como a localização de antigos tanques superficiais ou desengordurantes. Adicionalmente, resultados de laboratórios demonstraram uma forte correlação com os dados do PID em campo, sugerindo que custos futuros poderiam ser reduzidos ainda mais limitando as análises de laboratório para amostras com altas concentrações de PID.



Em seguida, amostras de solo foram coletadas de áreas altamente contaminadas através do Geoprobe® para verificar a presença de fontes de COV e para providenciar dados sobre as propriedades da terra, possibilitando a remediação do espaço. Estas provas foram enviadas à um laboratório comercial para a inspeção de COVs por meio de cromatografia em fase gasosa / espectrometria de massas (CG / EM).

Os resultados mostraram níveis altos de PCE no solo a uma profundidade de aproximadamente 4,57 metros (15 pés) nas áreas de alta concentração de COVs em gases subterrâneos. Dados do solo também apontaram uma área afetada pelo que parece ser contaminação primária por tricloretileno (TCE), que teria sido considerado um produto de degradação de PCE. A investigação foi seguida pela instalação do sistema de remediação de extração de vapores do subsolo – aproximadamente nove meses após a colheita da primeira amostra de gás subterrâneo.

Discussão

Como havíamos notado em estudos anteriores, grande parte da contaminação não era proveniente de antigos equipamentos desgordurantes ou tanques superficiais para depósito. Ao comparar um mapa de contaminação de gases do subsolo com o esboço antigos da planta do edifício, retirados de mapas de segurança contra incêndios e fotografias aéreas, descobrimos que a distribuição de PCE e TCE combinam com a configuração do prédio de 1950 – uma época em que lixos industriais e resíduos eram despejados ou derramados rotineiramente nas portas dos fundos e docas de carga. A partir de 1952, a instalação estava completamente cercada de áreas contaminadas por PCE.

Existem implicações importantes em relação à intrusão de vapores. Com os custos e esforços exigidos para a construção de poços de amostragem sob o contrapiso feitos com ferramentas de aço inoxidável a nível de laboratório, colocados no concreto misturado com água destilada, e para testes de vazamento com hélio ultrapuro, arrisca-se a colheita de poucas amostras de alta qualidade no local errado. A situação é análoga ao debate sobre a perfuração Geoprobe® para solos ou águas subterrâneas na década de 1980. Naquele tempo, muitos argumentavam que o método de perfuração direta (“direct-push drilling”) não era capaz de disponibilizar a qualidade apropriada de amostras para avaliações ambientais. Experiências passadas provaram que, enquanto a perfuração direta não é a resposta para todas as necessidades de amostragens, a capacidade de colher mais provas em tempo hábil e de forma mais econômica possibilita o indivíduo a focar seu empenho em locais onde os níveis de contaminação são mais altos. Do mesmo modo, o uso de técnicas de amostragem simplificadas, incluindo o Vapor Pin®, detectores de fotoionização (PIDs), e frascos de vidro, permite que haja uma coleta maior de dados dentro do limite de tempo e restrições orçamentárias, potencialmente reduzindo problemas causados pela heterogeneidade de amostras.

Referência

1. McHugh, T.E. 2007. Evaluation of Spatial and Temporal Variability in VOC Concentrations at Vapor Intrusion Investigation Sites, A&WMA Vapor Intrusion Conference, Providence, RI, September 2007.
2. California Department of Toxic Substances Control & California Environmental Protection Agency, 2011. Final Guidance for the Evaluation and Mitigation of Subsurface Vapor Intrusion to Indoor Air (Vapor Intrusion Guidance), October, 2011.
3. DiGiulio, D.C.; Paul, C.J; Cody, R; Willey, R; Clifford, S; Kahn, P; Mosley, R; Lee, A.; Christensen, K., 2006. Assessment of Vapor Intrusion in Homes Near the Raymark Superfund Site Using Basement and Sub-Slab Air Samples. March 2006, EPA/600/R-05/147.
4. Ohio Environmental Protection Agency, 2010. Sample Collection and Evaluation of Vapor Intrusion to Indoor Air for Remedial Response and Voluntary Action Programs. May 2010.
5. Massachusetts Department of Environmental Protection, 2011. Interim Final Vapor Intrusion Guidance, December 2011, WSC#-11-435.