

Técnicas de Amostragem Solo e Sedimentos

Valter Leite, Eng.

FullGeo

Diagnóstico e Remediação Ambiental



Programa

- Motivação
- Plano de amostragem
- Estratégias de amostragem
- Técnicas de perfuração
- Equipamentos de coleta
- Preparação e preservação
- Normatização
- Referências

Por que amostrar solo?

- Diversos fins:
 - Agrícola
 - Nutrientes
 - Agressividade
 - Concreto, tubulações
 - Ensaaios
 - Resistência, infiltração
 - Reconhecimento
 - Camadas, água subterrânea
 - **Contaminação**
 - **Qualidade, risco**
 - Monitoramento
 - Alvos de remediação

Plano de amostragem

- Primeira e fundamental etapa do processo
- Dados de entrada:
 - Modelo conceitual
 - Visita de campo
 - Reconhecimento
 - Dificuldades operacionais
 - Validação do modelo conceitual

Plano de amostragem

- Responder perguntas:
 - O que amostrar?
 - Onde amostrar?
 - Como amostrar?
 - O que analisar?

Plano de amostragem

- Equipe (qualificação, segurança, etc.);
- Quantidade e distribuição horizontal e vertical dos pontos;
- Quantidade de amostra em cada ponto;
- Técnicas de amostragem:
 - Amostras simples/compostas;
 - Amostras deformadas/indeformadas;
 - Preservação de amostras;



Estratégias de amostragem

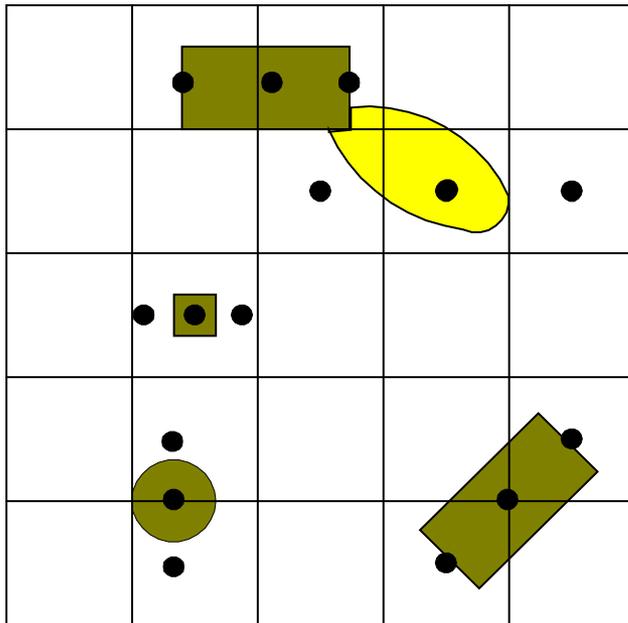
- Depende da etapa do processo:
 - Investigação Confirmatória:
 - *No alvo!*
 - Depende do bom Modelo Conceitual;
 - Investigação Detalhada:
 - Em volta do alvo;
 - Delimitar a área impactada;

Estratégias de amostragem

- Depende da etapa do processo:
 - Investigação para remediação:
 - Detalhar o alvo (por dentro);
 - Refinar a delimitação;
 - Monitoramento:
 - Avaliar a evolução da remediação;
 - Demonstrar que o solo foi descontaminado;

Estratégias de amostragem

- Distribuição direcionada



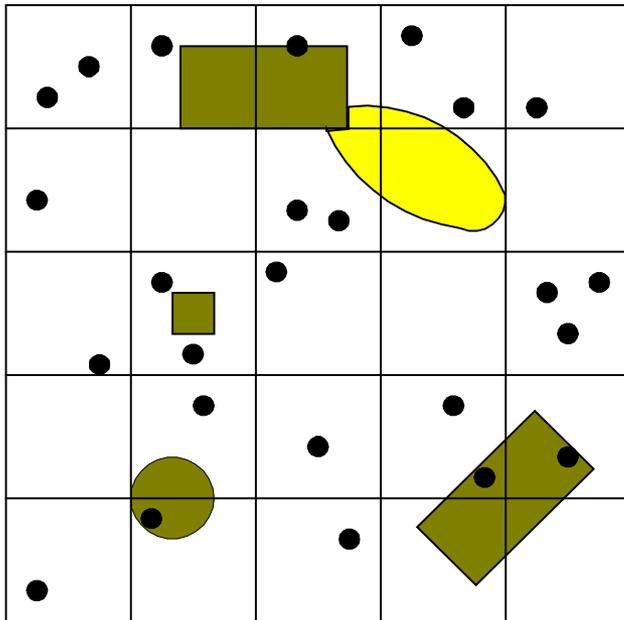
- Reconhecimento das fontes e vias de transporte;
- Evidências visuais;
- Resultados de varredura (*screening*) horizontal de campo;
- Método menos dispendioso;

Screening horizontal de campo



Estratégias de amostragem

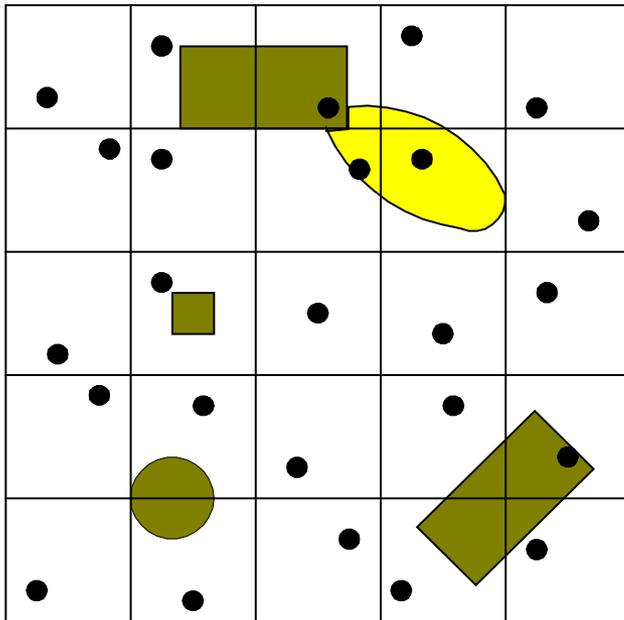
- Distribuição aleatória simples



- Sem conhecimento da fonte e vias de transporte irregular;
- Mais dispendioso;
- Difícil justificar tecnicamente;
- Simplifica análise estatística;

Estratégias de amostragem

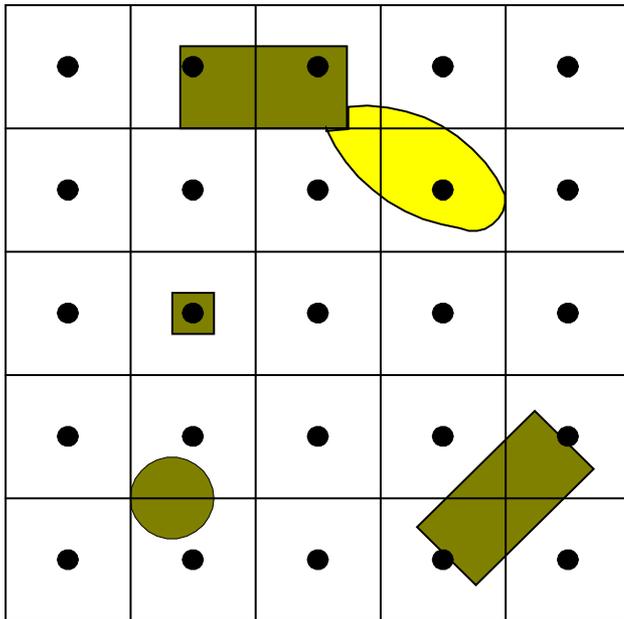
- Distribuição aleatória estratificada



- Divisão em sub-áreas;
- Todas sub-áreas são investigadas;
- Mais aceitável tecnicamente;
- Pode resultar na delimitação;

Estratégias de amostragem

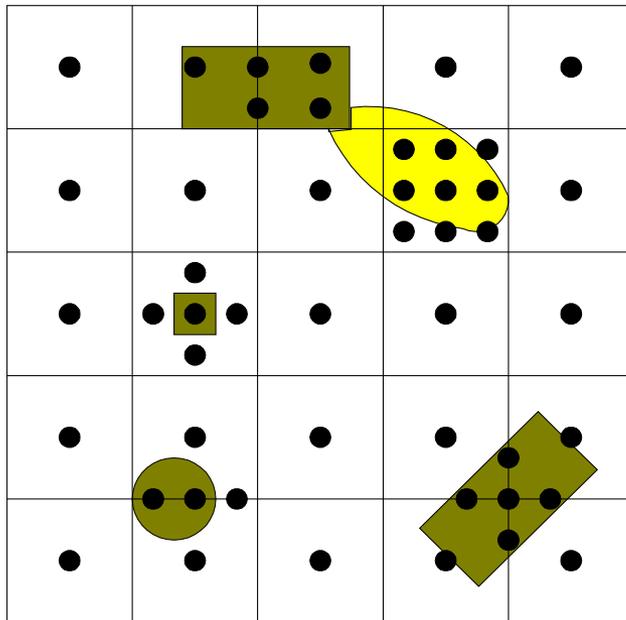
- Distribuição sistemática



- Distribuição uniforme;
- Boa aplicação técnica;
- Limitações de ordem operacional (interferências);

Estratégias de amostragem

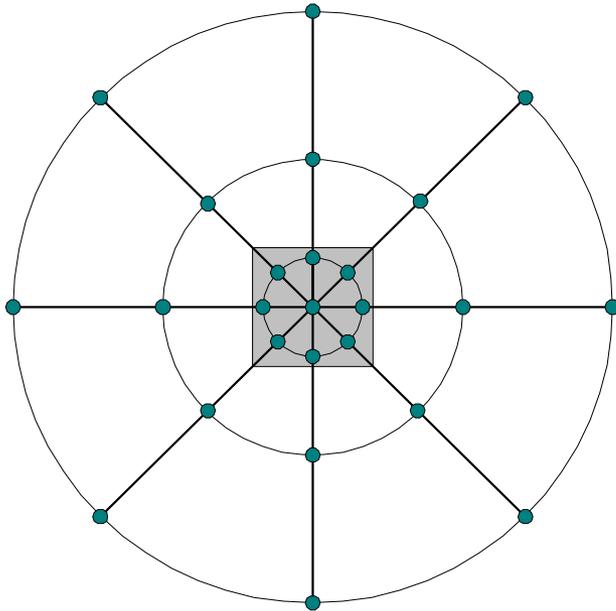
- Distribuição sistemática



- Distribuição uniforme;
- Boa aplicação técnica;
- Limitações de ordem operacional (interferências);
- Possibilita o adensamento;

Estratégias de amostragem

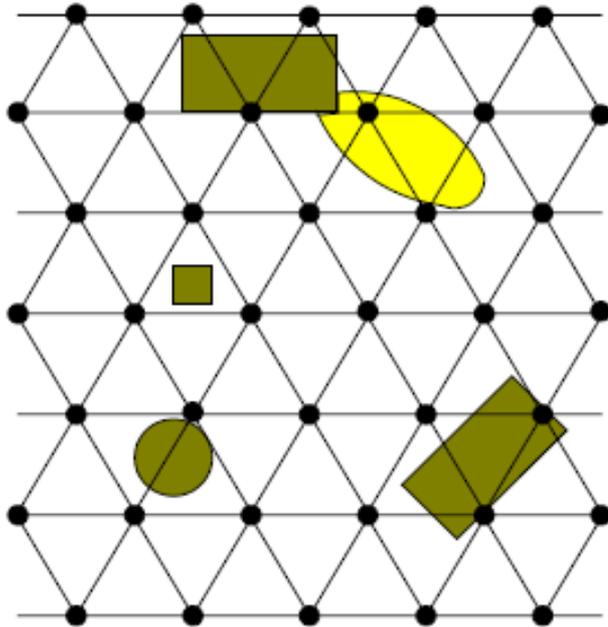
- Distribuição sistemática



- Distribuição uniforme;
- Boa aplicação técnica;
- Limitações de ordem operacional (interferências);
- Possibilita o adensamento;
- Diferentes arranjos;

Estratégias de amostragem

- Distribuição sistemática



- Distribuição uniforme;
- Boa aplicação técnica;
- Limitações de ordem operacional (interferências);
- Possibilita o adensamento;
- Diferentes arranjos;

Estratégias de amostragem

- Quantidade de pontos de amostragem:
 - Tamanho da área investigada;
 - Qualidade das informações prévias;
 - Distribuição espacial da contaminação;
 - Grau de confiança requerido;

Estratégias de amostragem

- Quantidade de pontos de amostragem:
 - Para fontes bem identificadas:

Área da fonte (m ²)	Número de pontos
<100	2 a 3
100 a 500	2 a 4
500 a 1000	4 a 6
1000 a 2000	6 a 8

Estratégias de amostragem

- Quantidade de pontos de amostragem:
 - Para fontes não bem identificadas, assumindo malha quadrada regular:

Probabilidade	<u>Espaçamento da malha</u> Diâmetro do foco
80%	1,13
90%	1,01
95%	0,94
99%	0,86

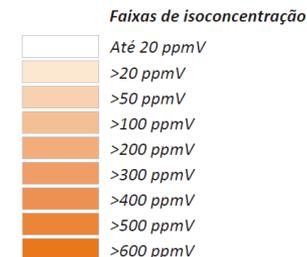
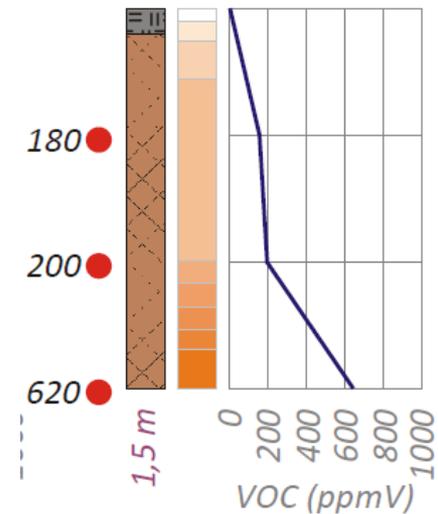
Estratégias de amostragem

- Profundidade de amostragem:
 - Depende da fonte:
 - Emissões atmosféricas;
 - Derramamentos e infiltrações;
 - Vazamentos superficiais;
 - Disposição de resíduos em superfície
 - Tanques subterrâneos;
 - Resíduos enterrados;
 - Varredura (*screening*) de campo vertical;



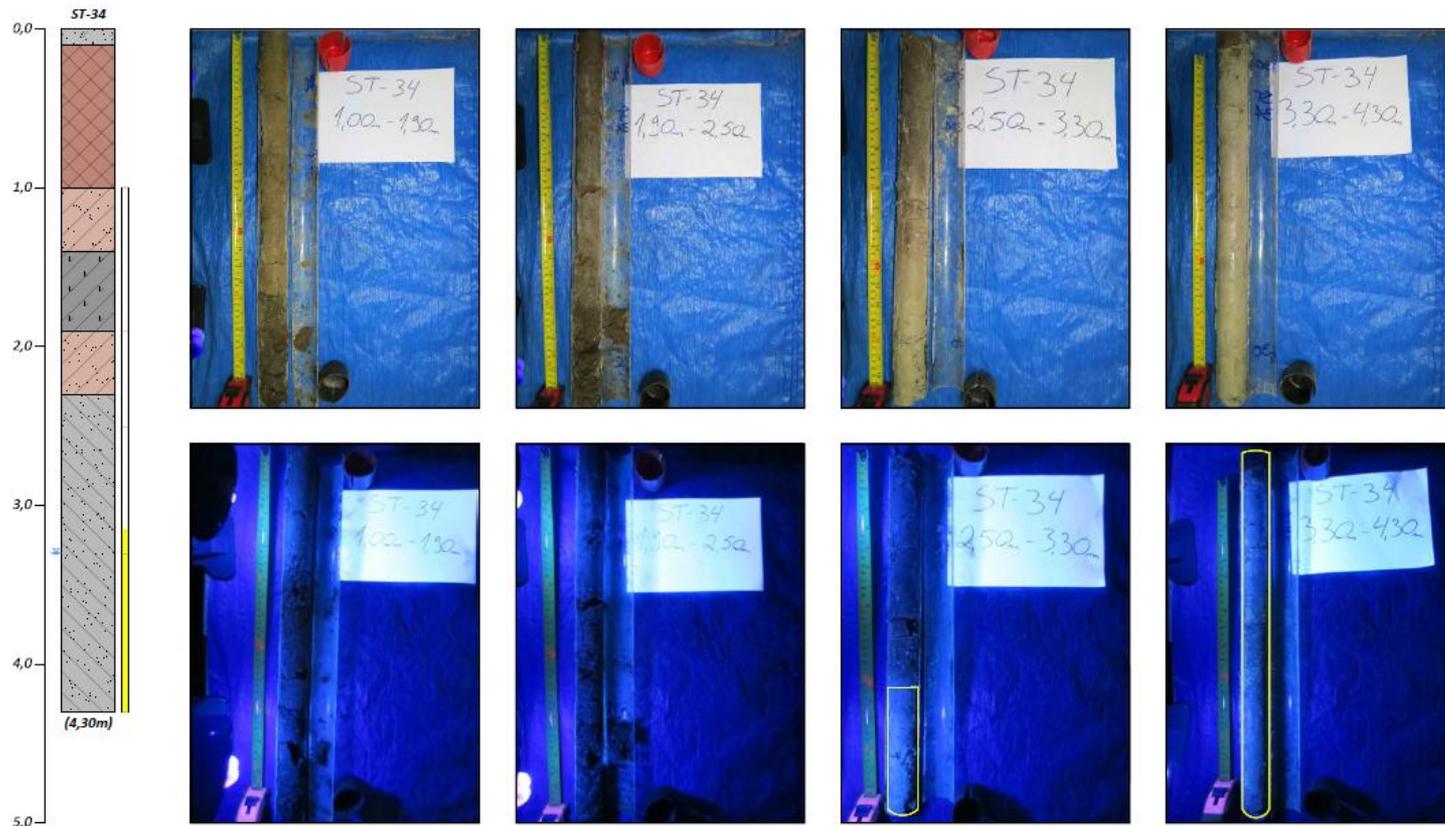
Screening vertical de campo

- Vapores orgânicos (medidor de gases)



Screening vertical de campo

- Fase oleosa retida (Luz UV)



Estratégias de amostragem

- Profundidade de amostragem:
 - Depende do contaminante:
 - Estado físico (sólido, líquido);
 - Viscosidade;
 - Solubilidade;
 - Densidade;
 - Particionamento (K_{oc} , K_d)
 - Volatilidade;
 - ...

Estratégias de amostragem

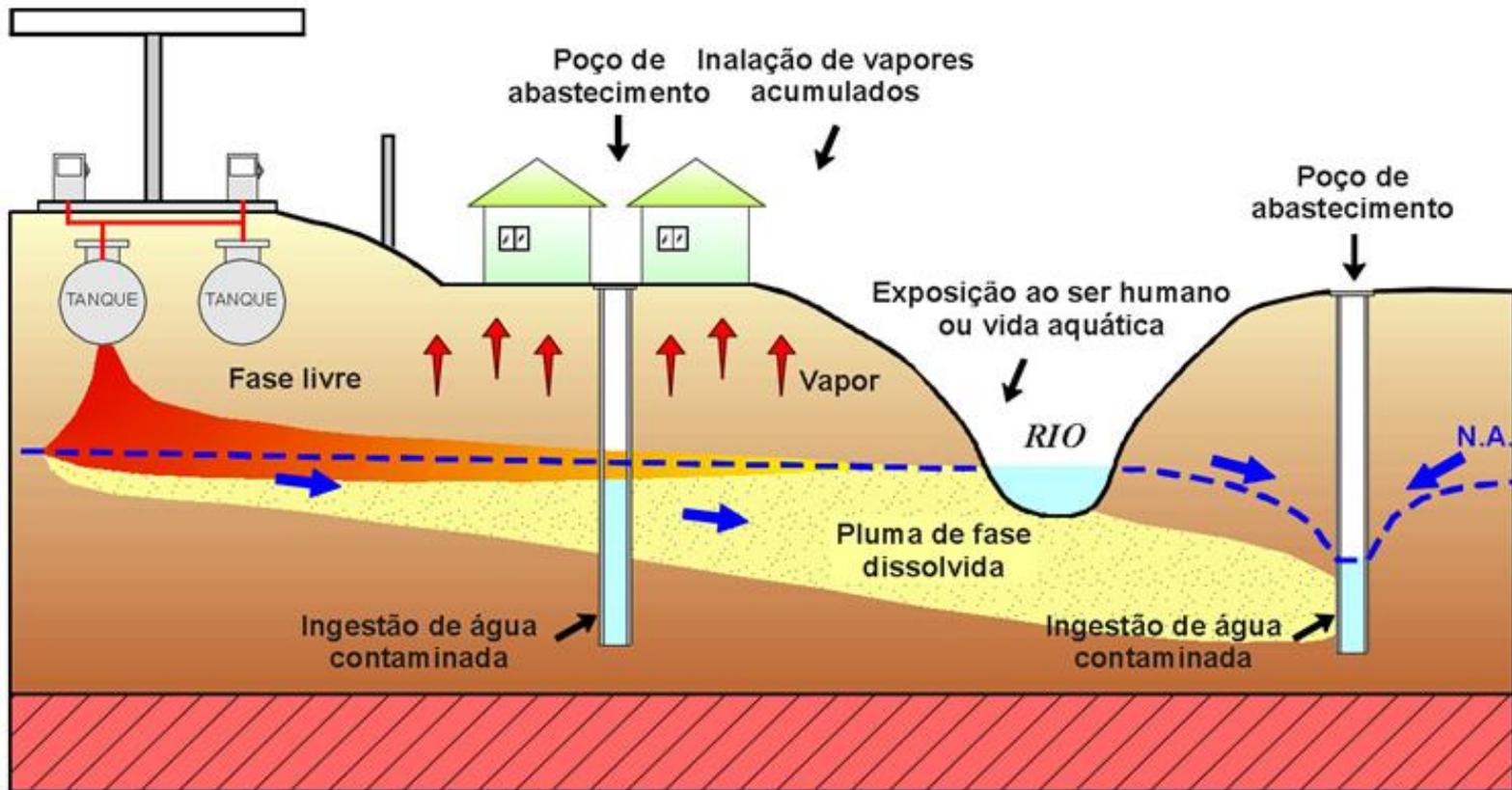
- Profundidade de amostragem:
 - Depende do meio:
 - Granulometria;
 - Porosidade;
 - Permeabilidade;
 - Teor de matéria orgânica;
 - Nível d'água;

Estratégias de amostragem

- Profundidade de amostragem:
 - Depende do objetivo:
 - Caracterizar a fonte;
 - Delimitar a fonte;
 - Caracterizar o meio;
 - Avaliar a exposição (receptores);

Estratégias de amostragem

- Profundidade de amostragem:



Técnicas de perfuração

- Manuais
 - Baixo custo
 - Flexibilidade operacional
 - Baixa precisão
 - Inviável (F: analito)
 - Limitação de profundidade
- Mecânicas
 - Maior custo
 - Limitação operacional
 - Maior precisão
 - Amplamente aplicável

Pás e picaretas

- Técnica manual
- Solo raso (até 0,5 m)
- Não requer especializaç
- Deforma a amostra
- Perde voláteis
- Pode introduzir compostos
- Pouco utilizada



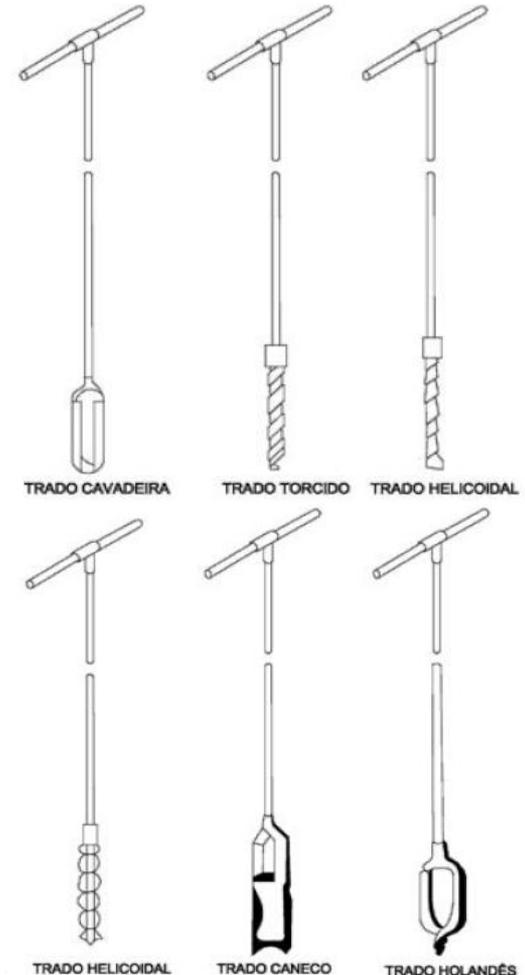
Cavadeiras

- Técnica manual
- Pequenas profundidades (até 1 m)
- Não requer especialização
- Deforma a amostra
- Perde voláteis
- Pode introduzir compostos
- Pouco utilizada



Trados

- Técnica manual ou mecanizada
- Profundidade entre 0,5 m e 20 m (ou mais)
- Requer pouca especialização
- Deforma a amostra
- Perde voláteis
- Pode introduzir compostos (preferir aço inox)
- Amplamente utilizado (...)



Trados (aço inox)



Padrão



Lama



Helicoidal



Solos arenosos



Plano



Holandês

Trados (aço inox)

Operacionalização



Amostrador tubular (*Direct-push*)

- Técnica mecanizada
- Sem limite de profundidade
- Serviço especializado
- Deforma a amostra
- Reduz a perda de voláteis
- Baixo risco de introdução de compostos
- Melhor opção atual



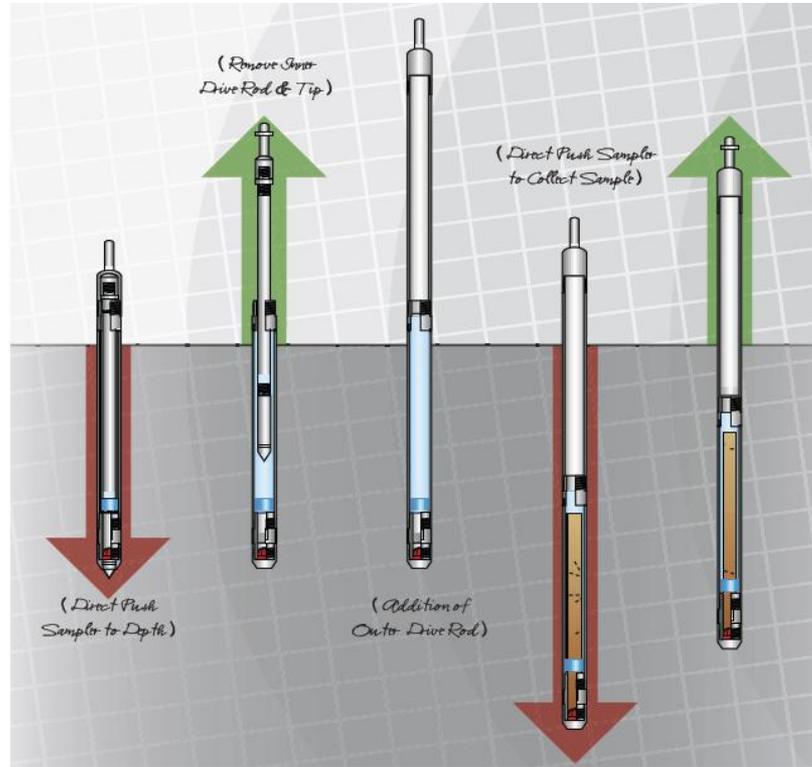
Amostrador tubular (*Direct-push*)

Equipamento de cravação



Amostrador tubular (*Direct-push*)

Operacionalização



Amostras indeformadas

Caixa moldada em campo



Amostras indeformadas

Amostrador
cilíndrico



Amostrador
Shelby



Preparação da amostra

- Transferência para o(s) frasco(s)
- Identificação segundo um padrão pré-determinado

Exemplo:

SO	–	1072013	–	05102110	-	S04	-	00850
Tipo da amostra		Projeto		Data de coleta		Ponto de coleta		Profundidade (m/100)

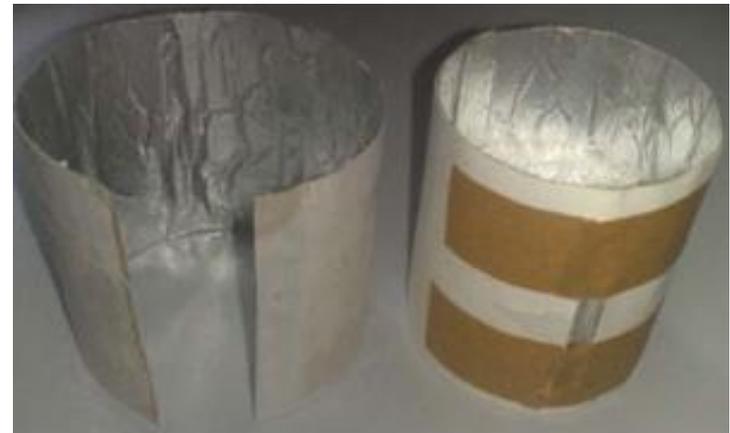
Preparação da amostra

- Preenchimento de cadeia(s) de custódia (formulários)

FORMULÁRIO DO SISTEMA DA QUALIDADE						Cód.: FM-103-SQ	
CADEIA DE CUSTÓDIA						Data: 11/01/2013	
						Rev.: 05	
						Pág.: 1 de 1	
Data: / / 2013		Lab. N.º: 13 /		Proposta / Contrato [Campo obrigatório]:		Página de	
Cliente:		Gerente do Projeto:		PARÂMETROS			
Tel:		Fax./e-mail:					
Localização do Projeto:							
Localização da coleta:							
N.º / Nome do Projeto:							
Tipo de amostra (A): (1) Efluente (2) Água Potável (3) Solo (4) Barril/ta (5) Água Subterrânea (6) Outros; especificar: (7) Água Salina		Preservante (B): (1) Nenhum (2) H ₂ SO ₄ (3) HCl (4) HNO ₃ (5) NaOH (6) Outros		Prioridade: () NORMAL _____ DIAS () RUSH _____ DIAS			
Nº da amostra (Use exclusivo da amostra)	Identificação da amostra		(A)	Nº de frascos	Data de Extração/ Coleta		
OBS.:						Preservante (B) →	
Amostragem: () INNOLAB () Cliente						Autorizado por:	
Legislação: () CONAMA 420; () CONAMA 357; () CONAMA 396; () CONAMA 454; () MS 2914; () Especificar							
ENVIO DOS RESULTADOS		FATURAMENTO			CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO		
CONTATO (S):		EMPRESA:	CNPJ:	CONTATO:	DATA:		
E-mail (S):		ENDEREÇO:	INSC. ESTD.:	CEP:	HORÁRIO:		
		TEL:	INSC. MUN.:	E-mail:	TEMPERATURA:		
					RESPONSÁVEL:		

Preservação da amostra

- Preservação:
 - Refrigeração a 4°C
 - Compostos químicos
 - Biológicos
 - Selagem (parafina)
 - Índices físicos
 - Proteção da luz
 -



Quantidade de amostra

Parâmetro	Frasco	Quantidade	Tempo de preservação
Orgânicos	Pote de vidro com tampa (teflon)	50 a 200 g	7 a 14 dias
Inorgânicos	Pote de vidro com tampa	200 a 500 g	1 a 6 meses
Índices físicos	Saco ou pote com tampa	1 a 2 kg	6 meses
NBR 10004 (resíduos)	Pote com tampa	2 a 5 kg	28 dias (O&G)
Biológicos	Saco estéril	50 a 200 g	24 horas

Descontaminação de equipamentos

- Procedimento geral:
 - Raspagem (espátula, escova de aço);
 - Lavagem com água potável (alta pressão) e com detergente alcalino sem fósforo;
 - Enxágue com água deionizada;



Descontaminação de equipamentos

- Procedimentos específicos:
 - Analitos orgânicos:
 - Enxágue com álcool ou acetona;
 - Novo enxágue com água destilada;
 - Analitos inorgânicos:
 - Enxágue com solução de HCl 5%;
 - Novo enxágue com água destilada;
- Acondicionamento apropriado (papel alumínio e saco plástico).

Controles de campo

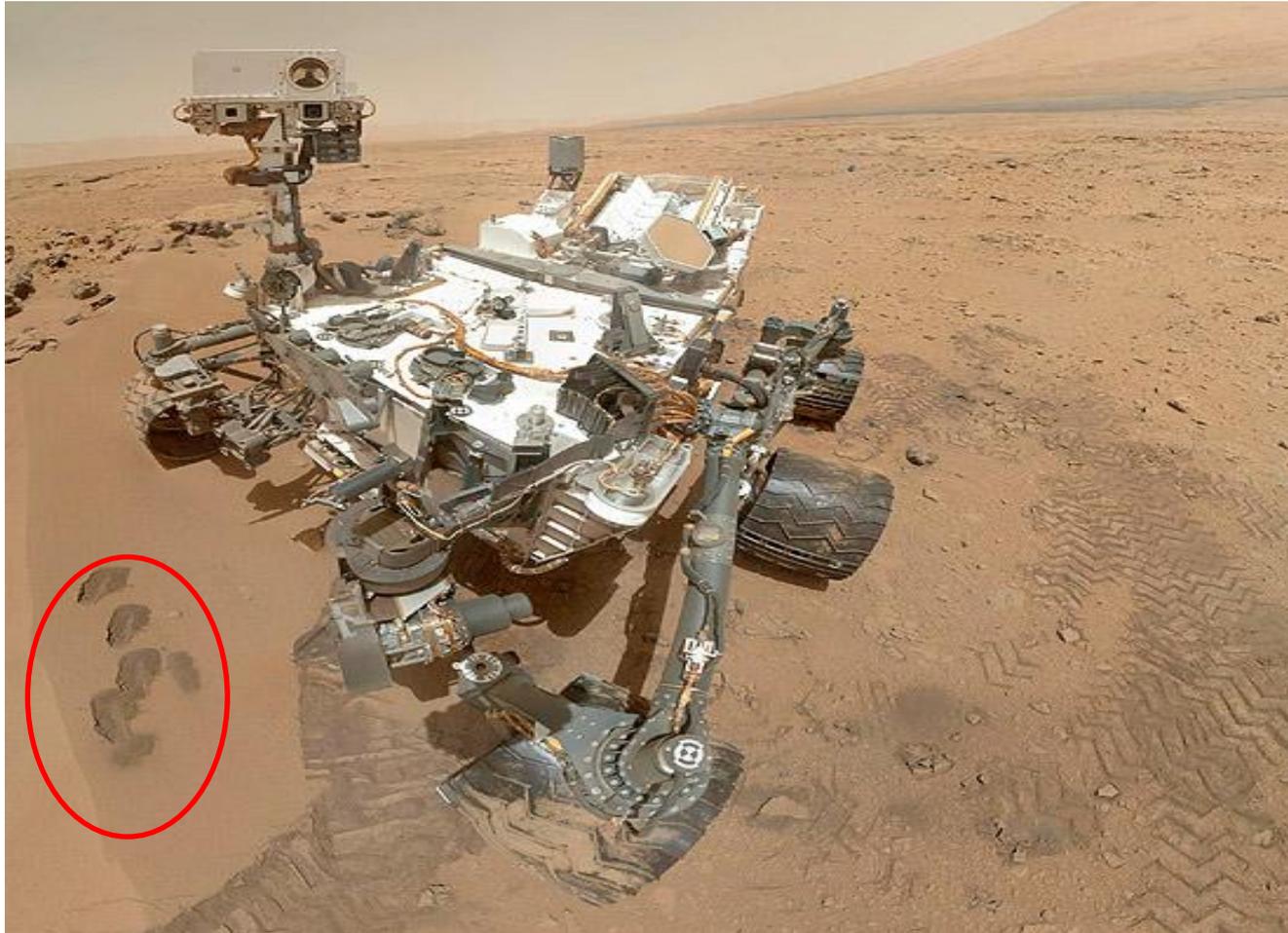
- Análise de amostras dos lotes de água deionizada utilizada para descontaminação;
- Branco de campo:
 - Frasco de água destilada manuseado como uma amostra durante toda a jornada;
- Branco de lavagem:
 - Água destilada do último enxágue.

Normatização

- ABNT NBR 6457:1986 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- ABNT NBR 10007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos;
- ABNT NBR 15492:2007 – Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – Procedimento;
- Demais normas (www.abnt.org.br).



O futuro da amostragem de solo



?!

Referências

- CETESB, GTZ - Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (São Paulo, 2001);
- CLEAN Environment Brasil – Técnicas de Investigação de Áreas Contaminadas (Campinas, 2012);
- FULLGEO Engenharia Ltda. – Manuais de procedimentos de campo – Sondagem e amostragem de solo (São Paulo, 2011);
- CROZERA, E. – Amostragem do solo (Sorocaba, 2013).



Diagnóstico e Remediação Ambiental

www.fullgeo.com.br

Obrigado!

Valter Leite

Fone +55 (11) 99974 8063