

**Nome do Curso : Curso Completo de
Monitoramento da Água Subterrânea**

**Entidade Promotora : The Nielsen
Environmental Field School**

Programa do Curso

- Otimização da locação dos poços de monitoramento
- Métodos de sondagem e sistema “direct push”
- Construção de poços de monitoramento
- Métodos de desenvolvimento de poços de monitoramento
- Desenvolvimento de um plano de amostragem de água subterrânea
- Descontaminação dos equipamentos de amostragem
- Programas de controle de qualidade da amostragem
- Medições do nível da água e de produto em fase livre

Programa do Curso

- Equipamentos de purga e amostragem de água subterrânea
- Pré-tratamento das amostras
- Coleta e Preservação das amostras
- Métodos convencionais de purga
- Medida de parâmetros em campo
- Método de purga por baixa vazão
- Método de purga mínima
- Documentação de uma campanha de amostragem

Amostragem de Água Subterrânea

- **Elementos principais de um programa de monitoramento da água subterrânea.**
- **Caracterização da área**
 - Definir a geologia, hidrogeologia, geoquímica e os contaminantes alvos.
- **Design do sistema de monitoramento**
 - **Posição dos poços de monitoramento (multiníveis?)**
 - Espacial
 - Vertical (Posição dos filtros)
- **Design e instalação dos pontos de monitoramento**
- **Definição do programa de amostragem** - Frequência de amostragem, método de amostragem a ser seguido, procedimentos de coleta e manuseio das amostras

Amostragem de Água Subterrânea

- **Objetivos genéricos do monitoramento**
 - **Determinar as condições ambientais locais (nível da água, química da água, química do solo, etc.)**
 - **Detectar variações nas condições ambientais naturais (sazonais, diárias/marés, etc) ou induzidas pelo homem.**
 - **Realizar um levantamento das condições extremas nesta variação.**
 - **Demonstrar conformidade com a legislação/metapas de remediação.**
 - **Avaliar os sistemas de remediação ou de controle de emissões.**

Amostragem de Água Subterrânea

- **Objetivos genéricos do monitoramento**
 - Detectar a presença de contaminantes.
 - Determinar a fonte(s) de contaminação.
 - Delimitar a extensão da contaminação, a concentração dos contaminantes, e a taxa e direção da movimentação da contaminação.
 - Determinar a tendência do comportamento da contaminação.
 - Determinar a susceptibilidade de impacto da contaminação sob os receptores potenciais.
 - Determinar a eficiência das ações de remediação.

Amostragem de Água Subterrânea

Dado Necessário

- **Geologia (Material poroso x Fraturado)**
 - **Existência e localização de zonas preferenciais de movimentação da água subterrânea**
 - **Posição, profundidade e espessura das zonas alvos da investigação**
- **Uso do dado**
 - **Definir o comportamento da água subterrânea, métodos de perfuração/amostragem de solo, tipo de poço de monitoramento, etc.**
 - **Definir as zonas alvos da investigação**
 - **Definição do posicionamento dos poços, comprimento e posição da seção filtrante e profundidade dos poços de monitoramento.**

Amostragem de Água Subterrânea

Dado Necessário

- **Uso do dado**

Presença de gradientes verticais

- **Definir a posição da seção filtrante e seu comprimento, necessidade de instalação de poços multiníveis.**

Granulometria da formação

- **Definir as características do poço de monitoramento (abertura da seção filtrante, tamanho dos grãos do pré-filtro, método de desenvolvimento)**
- **Definir o equipamento de perfuração e amostragem de solo**

Posição e variação do nível da água subterrânea

- **Definição do posicionamento da seção filtrante e seu tamanho (presença ou não de fase livre sobrenadante e espessura).**

Amostragem de Água Subterrânea

Dado Necessário

Qualidade da água subterrânea (pH, Oxigênio dissolvido, CO₂, Cloreto, ácido sulfídrico, tipos e concentração dos contaminantes (espessura de fase livre)

- **Uso do dado**
- **Definir as características dos materiais dos poços de monitoramento (tubo, filtro, selos), material das bombas instaladas, materiais dos equipamentos de amostragem e das bombas a serem utilizadas.**

Amostragem de Água Subterrânea

Design e Instalação do Sistema de Monitoramento

1. Selecionar as zonas alvos da investigação

2. Determinar a localização dos poços de monitoramento

Background

Jusante

Zonas de movimentação preferencial

3. Determinar a posição e extensão dos filtros

Fase livre sobrenadante (espessura)

Fluxo vertical

Zonas de movimentação preferencial

Amostragem de Água Subterrânea

Design e Instalação dos poços de monitoramento

4. Definir o design dos poços a serem instalados

5. Instalar e desenvolver os poços de monitoramento

6. Locar os poços (Topografia)

Amostragem de Água Subterrânea

Conclusão

Em função da complexidade e heterogeneidade que tenha sido identificada no local, pode não ser possível a instalação de um sistema de monitoramento que explique de forma adequada o cenário de contaminação observado na área.

Desta forma, previamente à instalação do sistema de monitoramento, é necessário um conhecimento extensivo da área sobre:

- Características geológicas e hidrogeológicas (presença de caminhos preferenciais)**
- Natureza e características dos contaminantes potenciais**
- Interferências antropogênicas**

Amostragem de Água Subterrânea

Geologia e Hidrogeologia

- Tipo e natureza dos materiais geológicos
- Mapeamento tri-dimensional das unidades identificadas
- Profundidade da rocha
- Profundidade do aquífero freático
- Áreas de recarga e descarga da água subterrânea
- Camadas confinantes
- Distribuição dos parâmetros hidrogeológicos de interesse
 - porosidade
 - Condutividade hidráulica
 - Potencial hidráulico
 - antigos leitos de rio aterrados

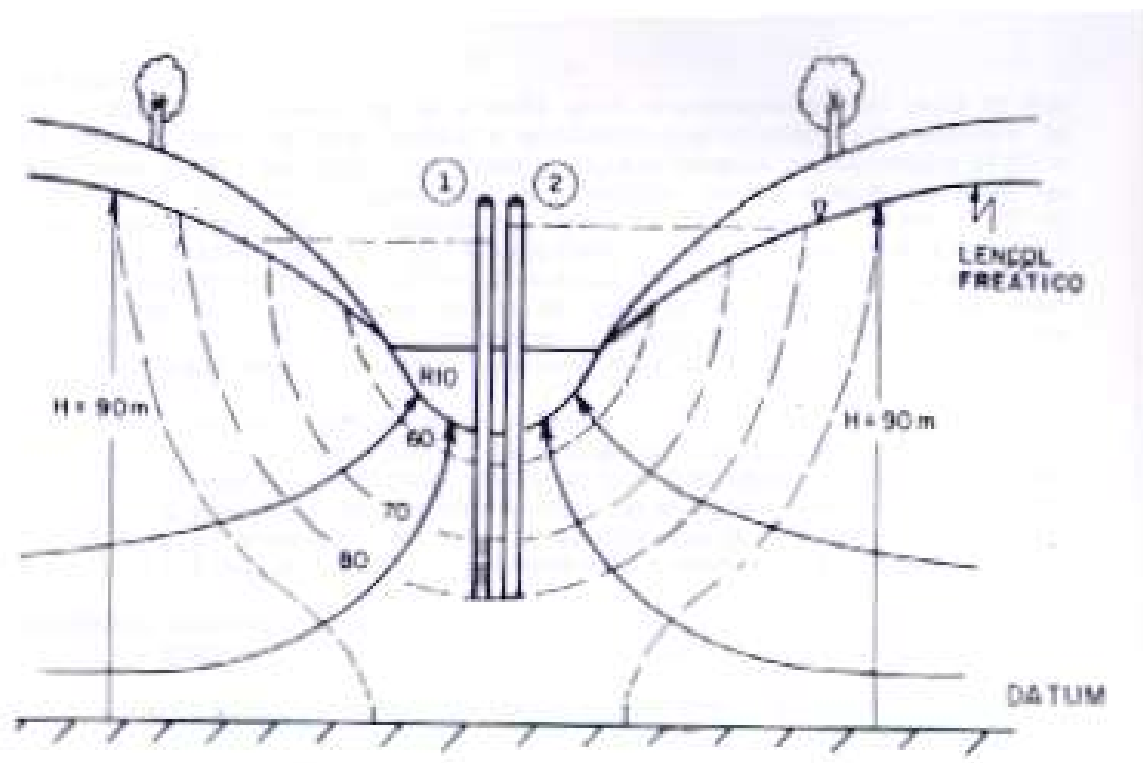
Amostragem de Água Subterrânea

Geologia e Hidrogeologia

- **Tipo e natureza dos materiais geológicos**
- Meio Poroso
- Meio Fraturado
- Homogêneo (raramente encontrado)
- Heterogêneo (situação real)

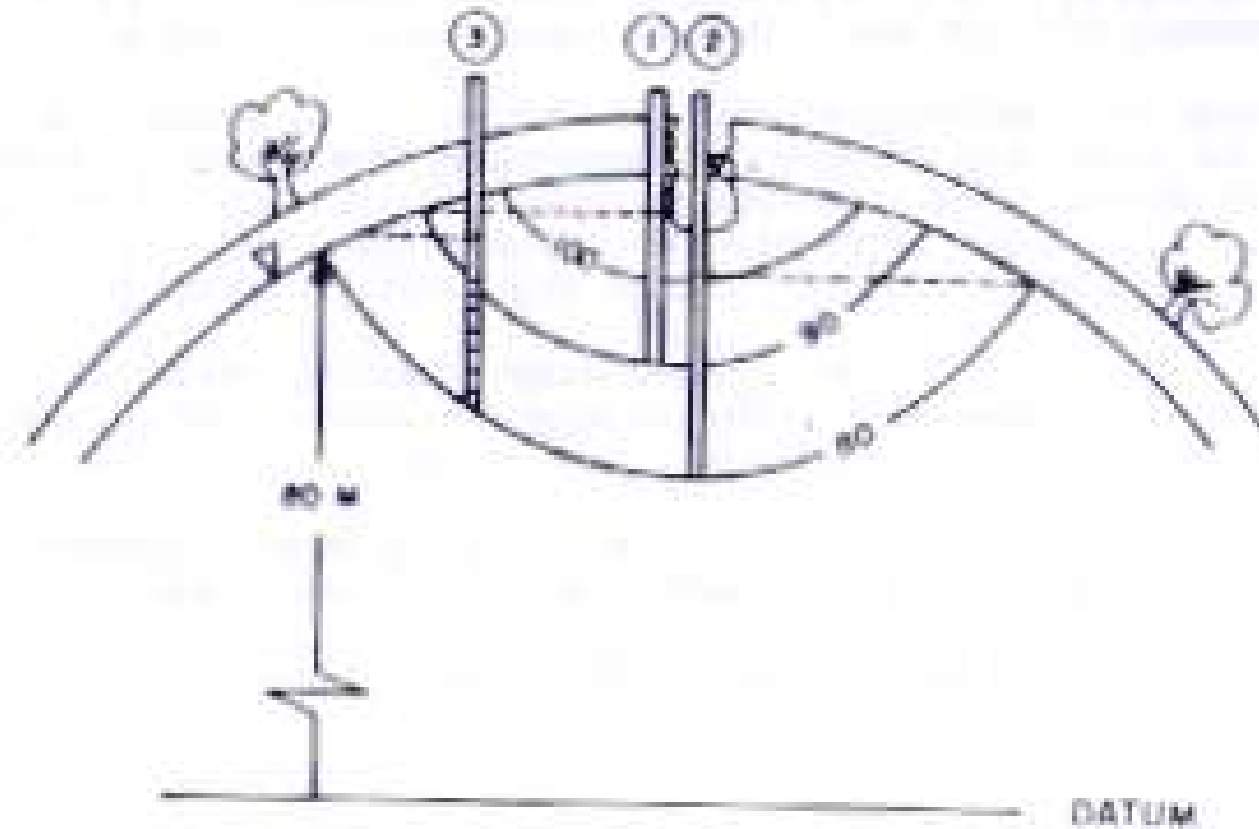
Amostragem de Água Subterrânea

Geologia e Hidrogeologia



Amostragem de Água Subterrânea

Geologia e Hidrogeologia



Amostragem de Água Subterrânea

Geografia e condições climáticas

–Topografia

- **Natural ou não**

–Hidrologia da água superficial

- **Localização das drenagens de água superficial (naturais ou não) e sua relação com a água subterrânea.**
- **Áreas de descarga e recarga do aquífero**

–Balanço Hídrico

- **Variação espacial e temporal na precipitação, runoff, evapotranspiração**

Amostragem de Água Subterrânea

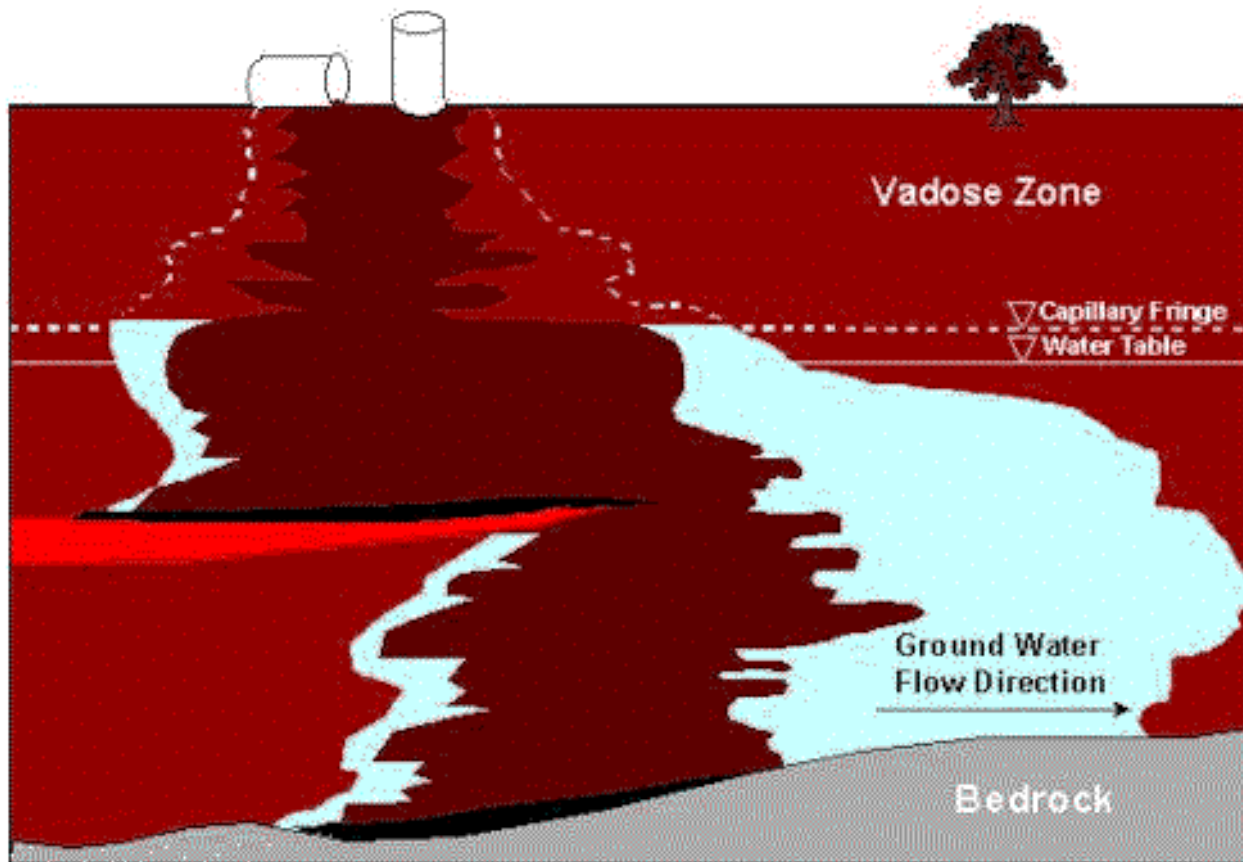
Tipo e Natureza dos contaminantes esperados

– Compostos orgânicos

- De ocorrência natural (BTXE, PAH's, Ácidos orgânicos)
- Feitos pelo homem (solventes clorados, pesticidas, PCBs, etc)

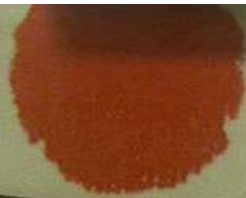
– Compostos Inorgânicos

- De ocorrência natural
 - Metais traços - arsênico, berílio, cádmio, cromo, cobalto, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, prata, selênio, vanádio)
 - Metais comuns - ferro, alumínio, magnésio, manganês, zinco
 - Radionuclídeos - urânio, rádio tório, cézio, estrôncio
 - Sais - cloro, fluoreto, brometo, nitrato, sulfato, fosfato

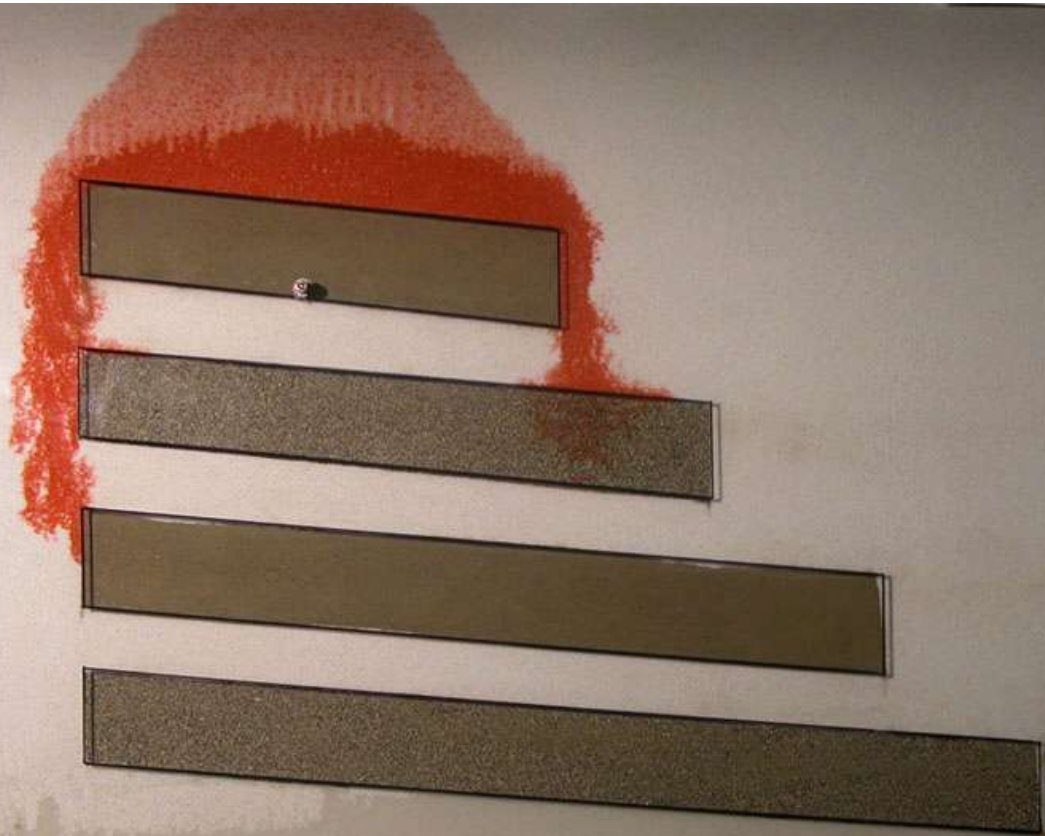


- DNAPL Residual
- DNAPL as Separate Fluid Phase
- Dissolved DNAPL in Ground Water
- Vapors Emanating from DNAPL
- Clay Layer

After NRC, 1994



Auburn University
PNNL
Experiment



Auburn University
PNNL
Experiment

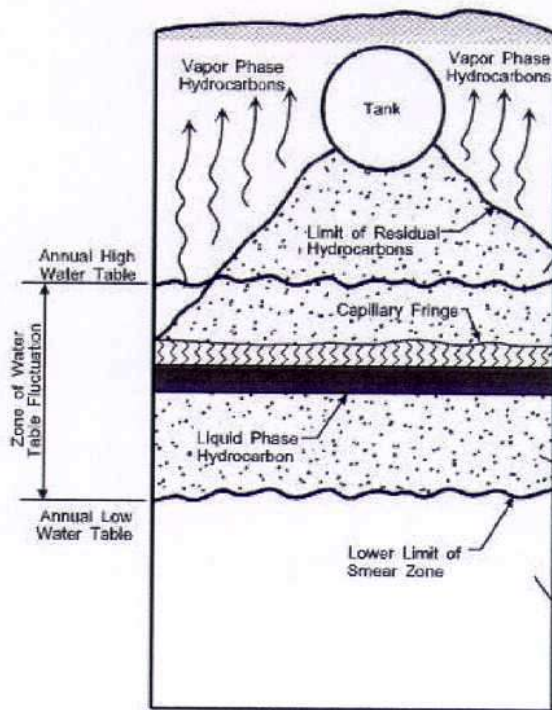


Auburn University
PNNL
Experiment

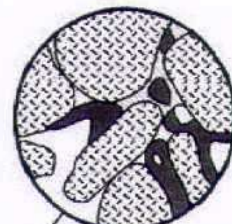


Auburn University
PNNL
Experiment

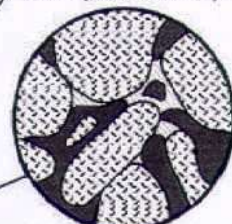
**GENERALIZED
CROSS-SECTION**



FLUIDS SATURATION



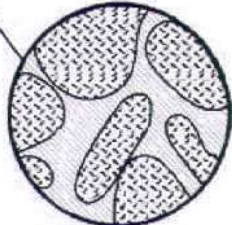
Unsaturated Zone With Residual Hydrocarbons and Hydrocarbon Vapor



Capillary Zone With Free Liquid Hydrocarbons



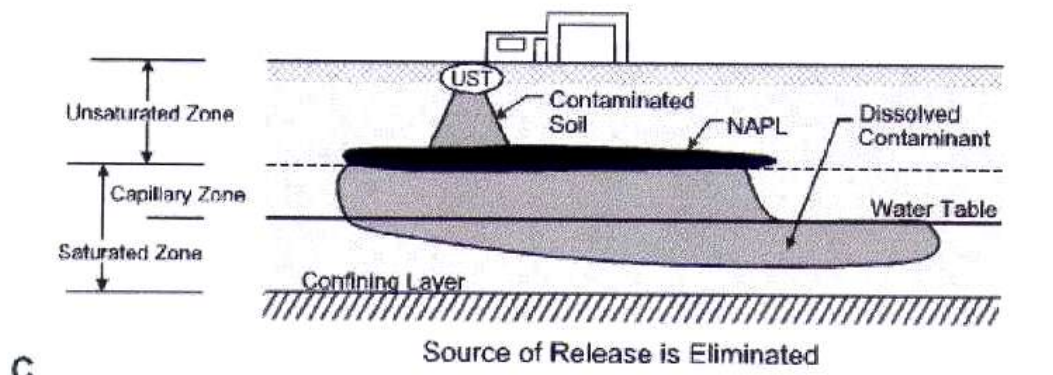
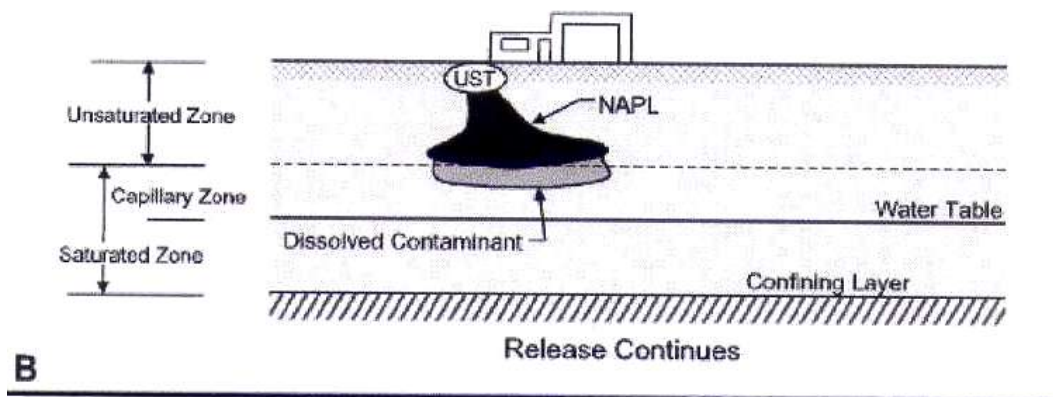
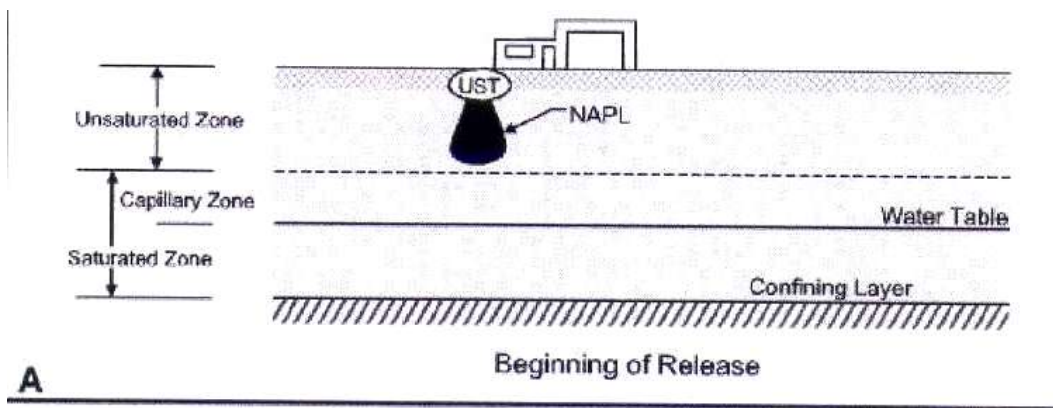
Water Table Fluctuation Zone With Residual Hydrocarbons



Saturated Zone With Dissolved Hydrocarbons

LEGEND

Free Hydrocarbons	Water
Effective Water Table	Liquid Hydrocarbons
Sand Grain	Air/Vapor



Amostragem de Água Subterrânea

Posicionando os poços de monitoramento

– Poços de montante

- Em número suficiente para avaliar a qualidade da água subterrânea a montante da área investigada.**

– Poços de jusante

- Em número suficiente para delimitar a pluma de contaminação em todas as direções e monitorar a sua movimentação.**

Amostragem de Água Subterrânea

Posicionando os poços de monitoramento

O número de poços a ser instalado e definido caso a caso, dependendo de vários fatores, como a heterogeneidade do meio, presença, tipo e número de caminhos de fluxo preferencial (lentes de areia/cascalho intercaladas em material de granulometria mais fina, fraturas, e canais em rocha), do tipo de contaminante presente, existência de interferências naturais ou não que influenciam na direção do fluxo, etc.

Amostragem de Água Subterrânea

Posicionando os poços de monitoramento

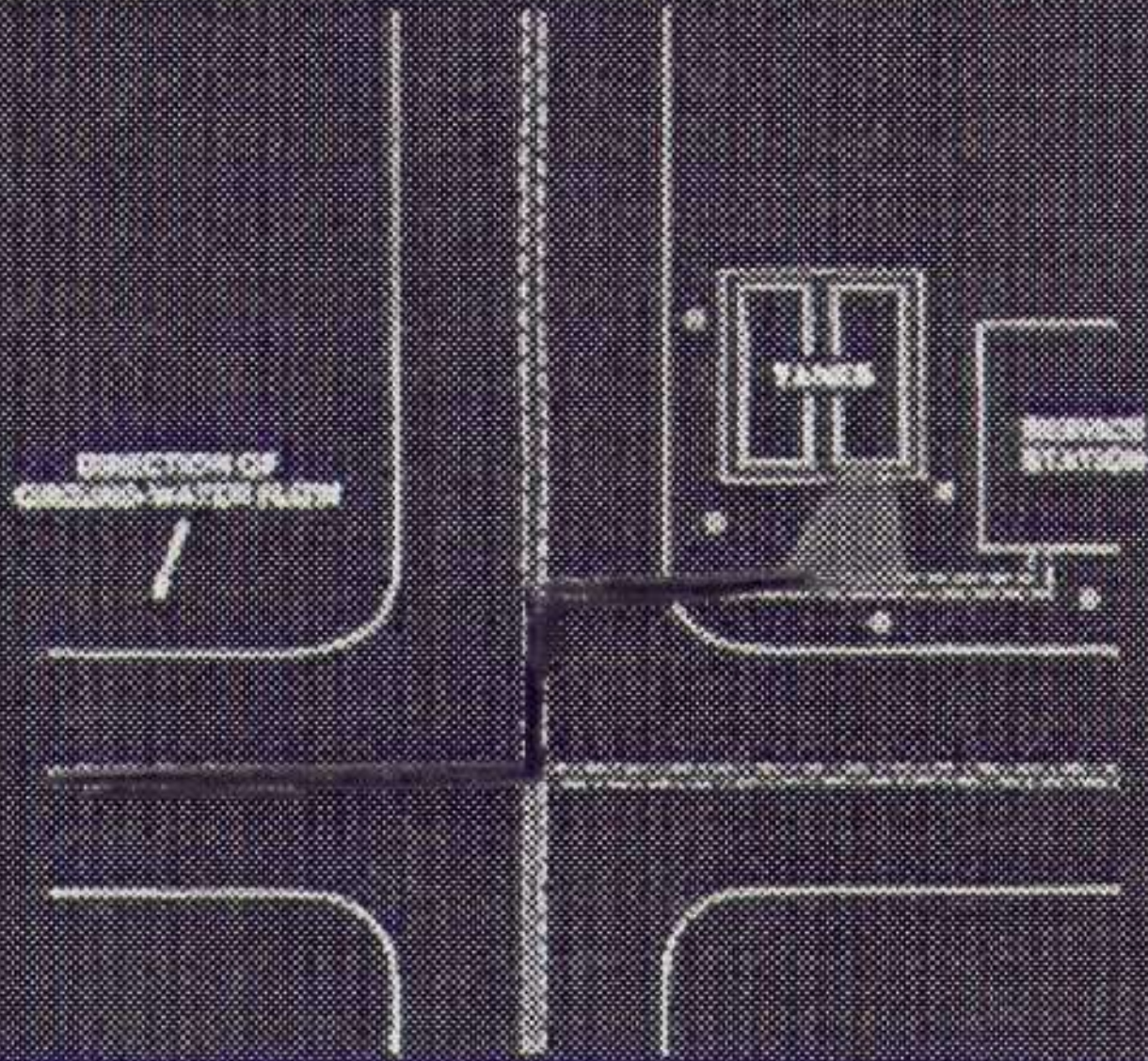
- Evitar locar os poços em áreas com elevação localizada do nível da água.**
- Considerar as variações sazonais e diárias (marés) do nível do aquífero que alteram a direção do fluxo.**
- Considerar as variações na direção do fluxo induzidas pelo homem.**
- Considerar a possibilidade de existência de outras fontes de contaminação localizadas fora da área.**
- Avaliar bem o mapa potenciométrico elaborado, em função destas possíveis interferências.**

Amostragem de Água Subterrânea

Influências Antropogênicas

- Poços de bombeamento**
 - Poços públicos, privados,**
- Poços de injeção**
- Recargas artificiais**
 - vazamento em tubulações**
- Rebaixamento do aquífero**
 - obras, mineração, escavações**
- Interferências subterrâneas**
 - esgoto, adutoras, córregos canalizados**

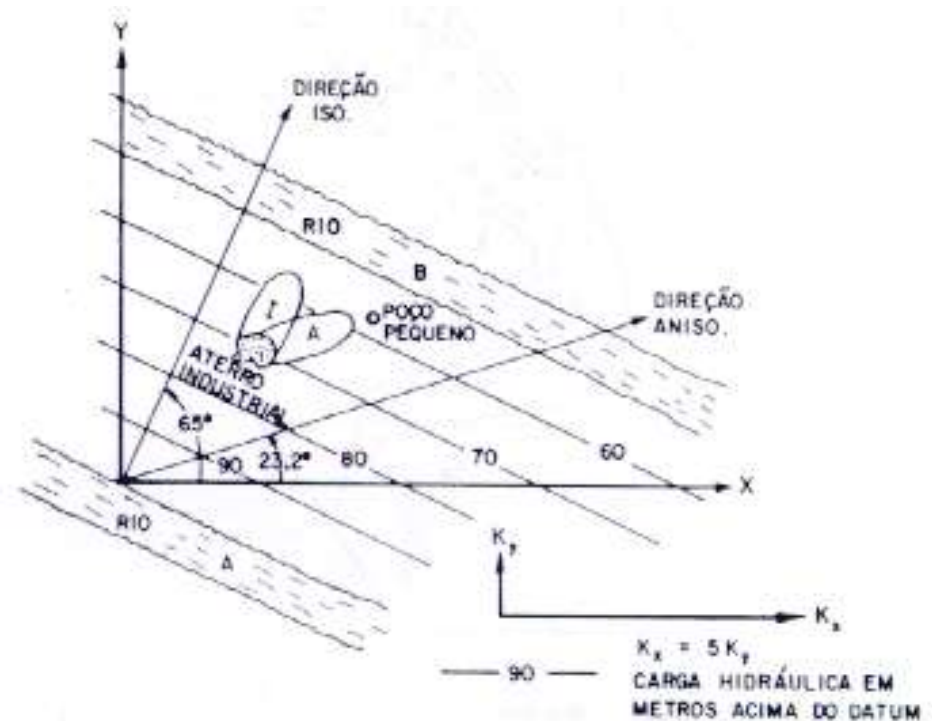
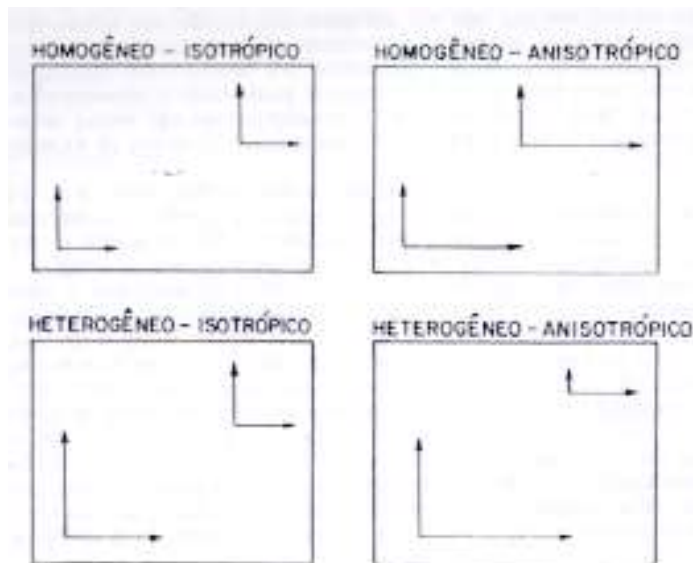
PREFERENTIAL FLOW OF PRODUCT THROUGH BURIED UTILITIES PREVENTS DETECTION WITH WELLS



HETEROGENEIDADE E ANISOTROPIA

Isotrópico - mesmas características em todas as direções

Homogêneo - mesmas características em todas as posições



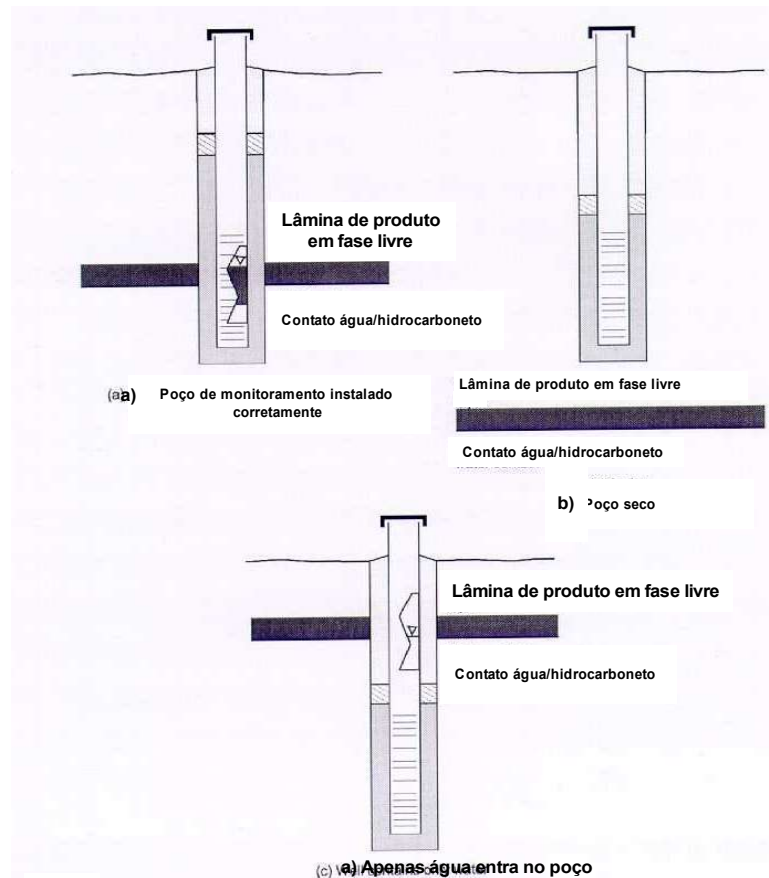
Amostragem de Água Subterrânea

Posicionando as seção filtrante

- Entre a zona não saturada e saturada (LNAPLs)**
- No topo da camada confinante (DNAPLs)**
- Dentro da zona de fluxo da água subterrânea (fase dissolvida)**
- Dentro das camadas preferenciais de fluxo (zonas de levada condutividade hidráulica)**

Amostragem de Água Subterrânea

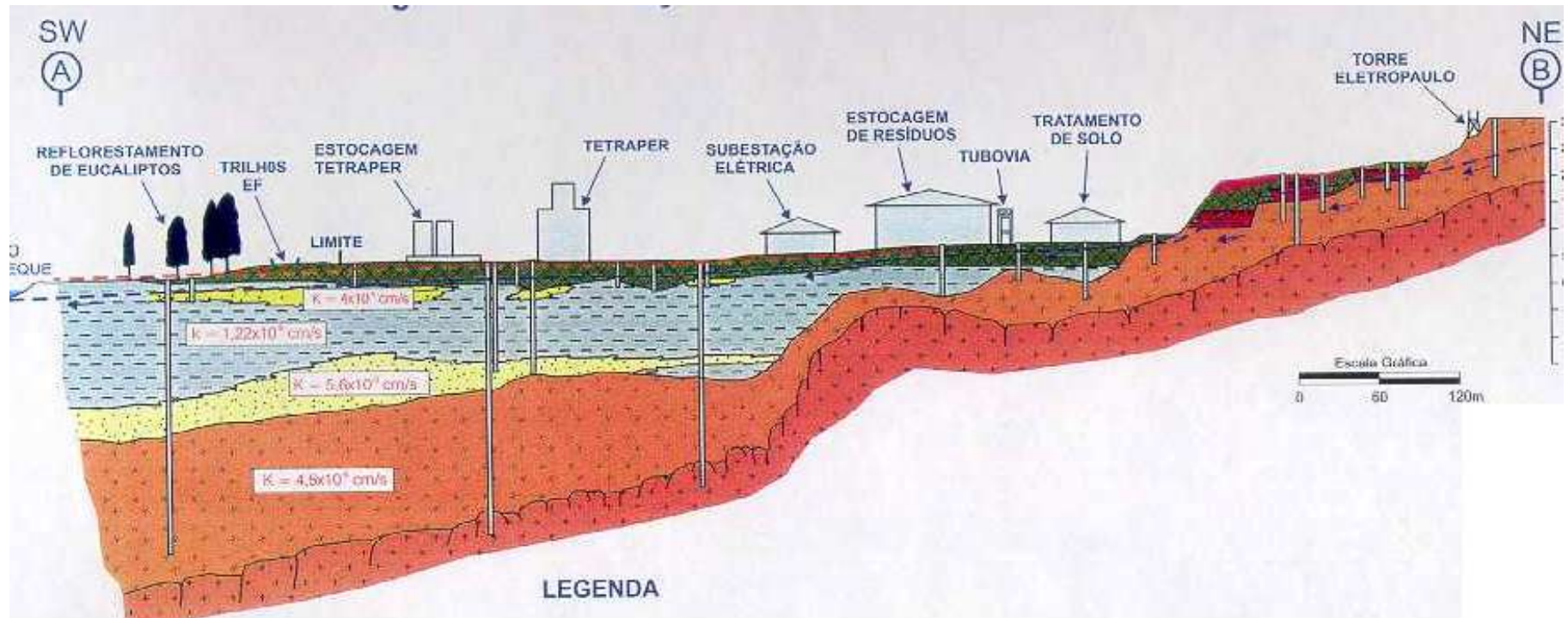
Entre a zona não saturada e saturada (LNAPLs)



Fonte : API, 1996. A Guide to the Assessment and Remediation to Underground Petroleum Releases, 3rd edition. API Publication 1628, Washington, DC. Reprinted courtesy of the American Petroleum Institute.

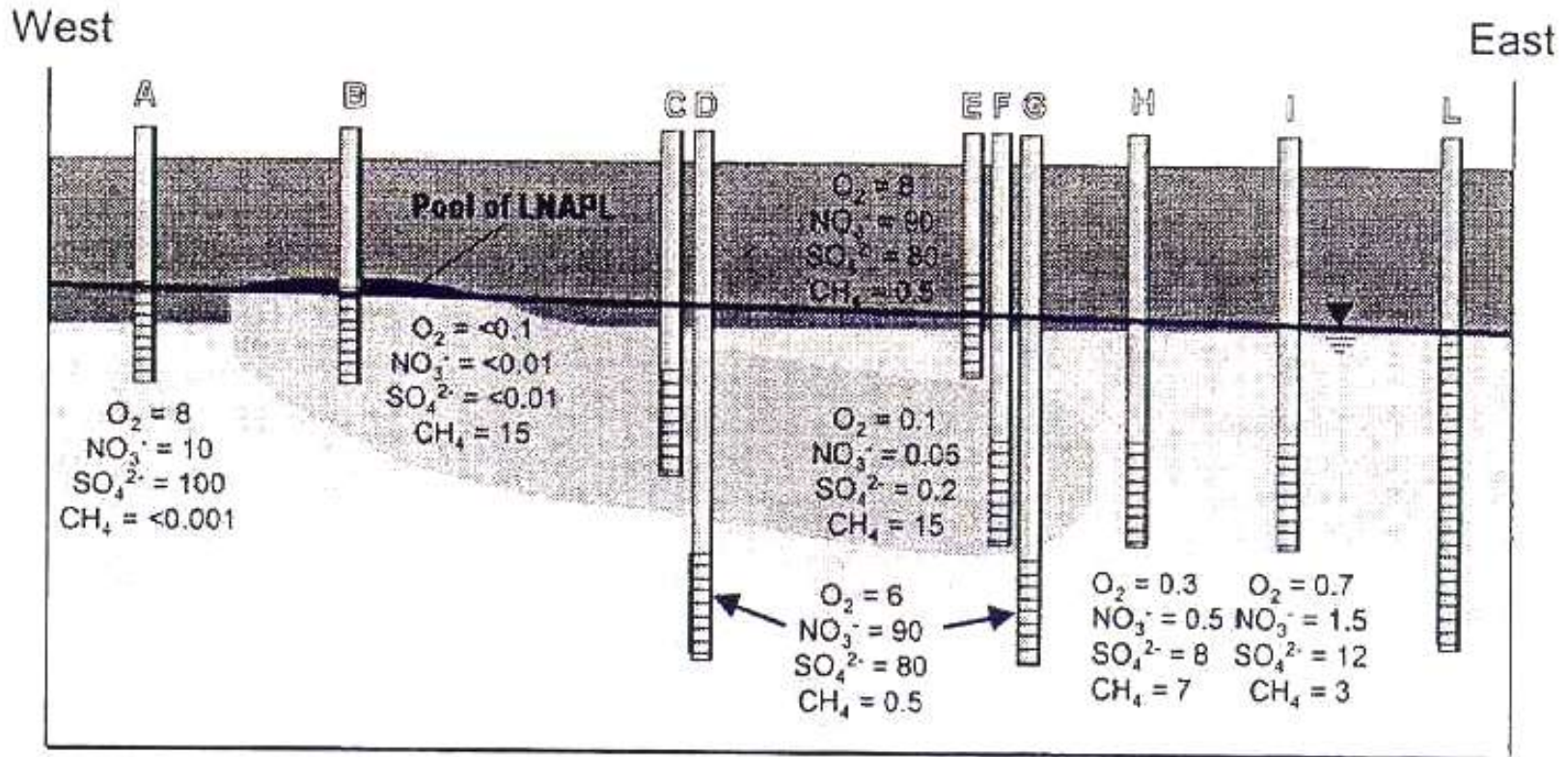
Amostragem de Água Subterrânea

No topo da camada confinante (DNAPLs)



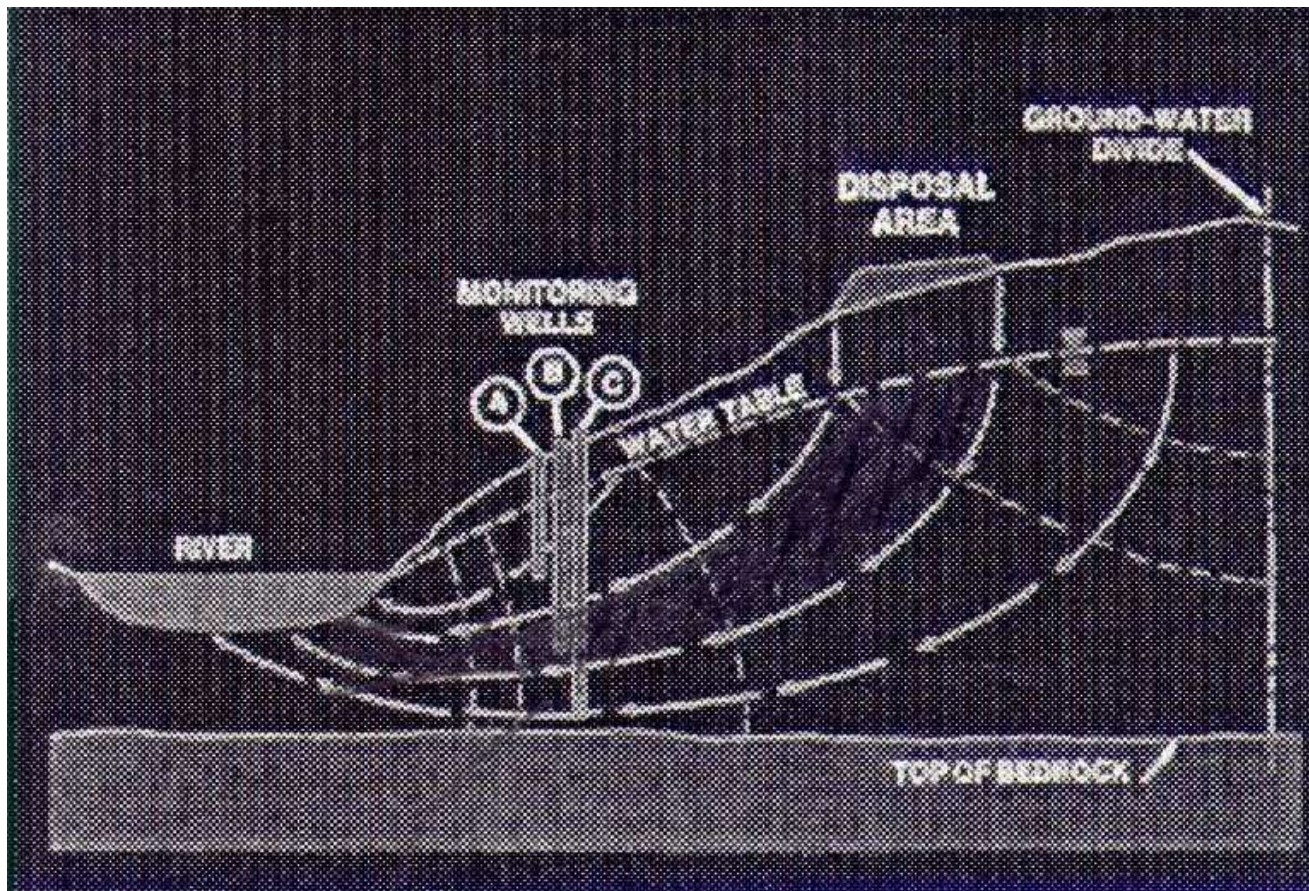
Amostragem de Água Subterrânea

Dentro da zona de fluxo da água subterrânea (fase dissolvida)



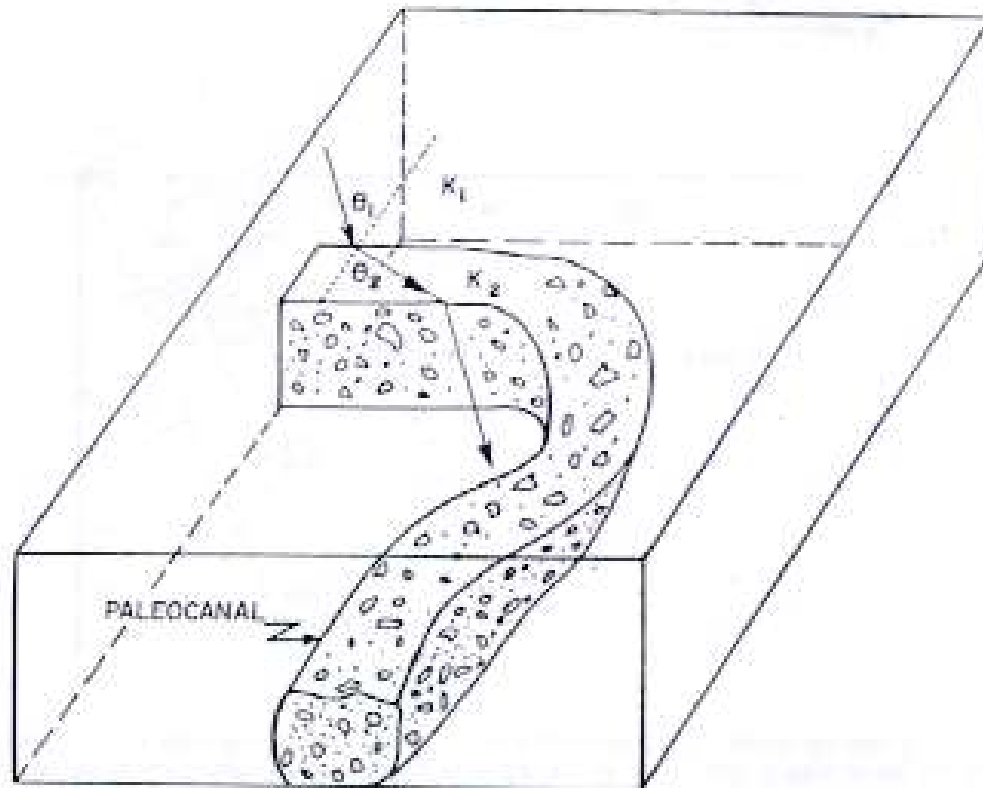
Amostragem de Água Subterrânea

Dentro da zona de fluxo da água subterrânea (fase dissolvida)



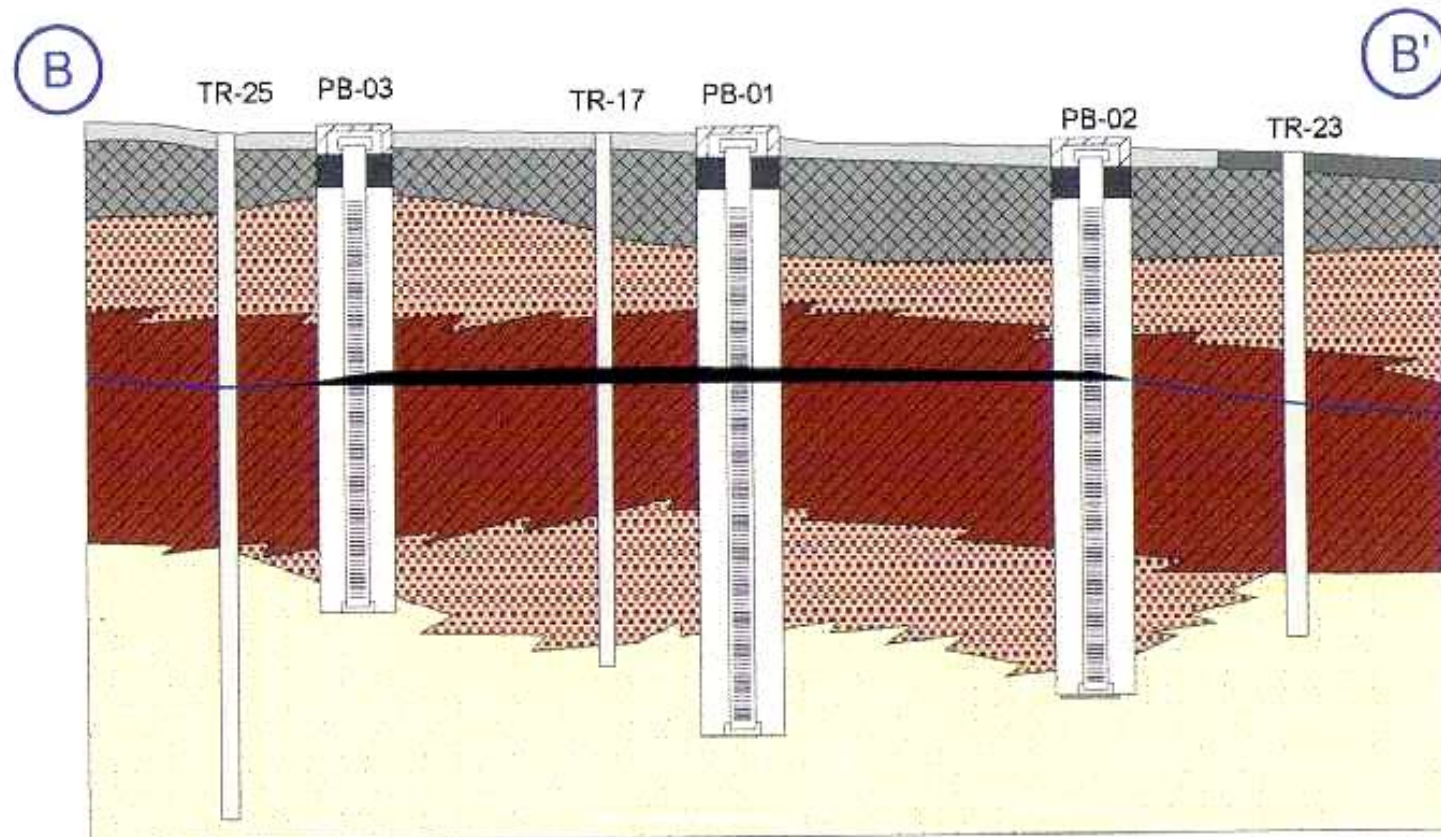
Amostragem de Água Subterrânea

Dentro da zona de fluxo da água subterrânea (fase dissolvida)



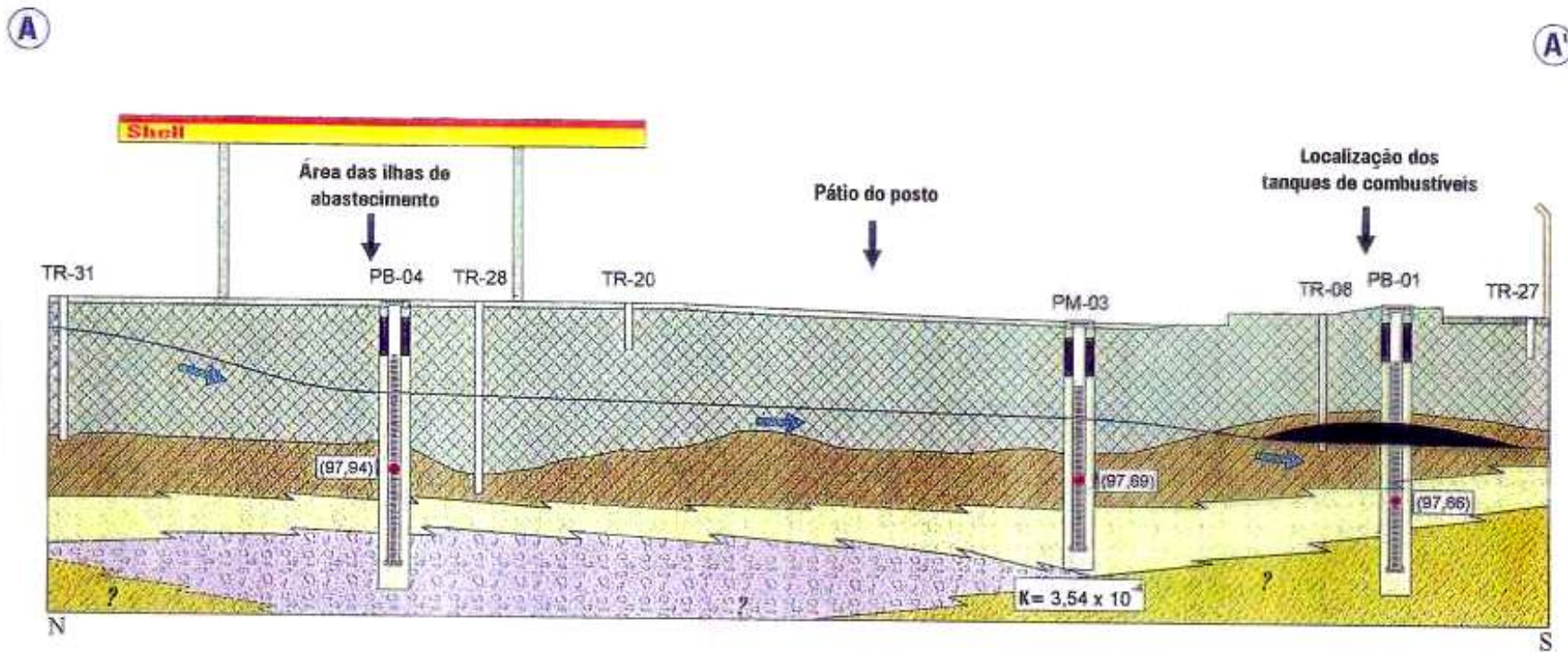
Amostragem de Água Subterrânea

Dentro das camadas preferenciais de fluxo (zonas de levada condutividade hidráulica)



Amostragem de Água Subterrânea

Dentro das camadas preferenciais de fluxo (zonas de levada condutividade hidráulica)



Amostragem de Água Subterrânea

Posicionando as seção filtrante

– Seção filtrante em uma profundidade - poço único

- Ausência de produto em fase livre**
- Pouca ou nenhuma probabilidade da existência de fluxo vertical**
- Presença de uma única camada de fluxo preferencial**
- Geologia simples e homogênea**

Amostragem de Água Subterrânea

Posicionando as seção filtrante

– Seção filtrante em mais de uma uma profundidade - poço multinível

- Presença de produto em fase livre
- Probabilidade elevada da existência de fluxo vertical
- Presença de várias camadas separadas de condutividade hidráulica elevada
- Geologia heterogênea
 - litologia muito variável
 - mais de um aquífero interconectados
 - aquíferos suspensos

Amostragem de Água Subterrânea

Monitoramento tridimensional da água subterrânea

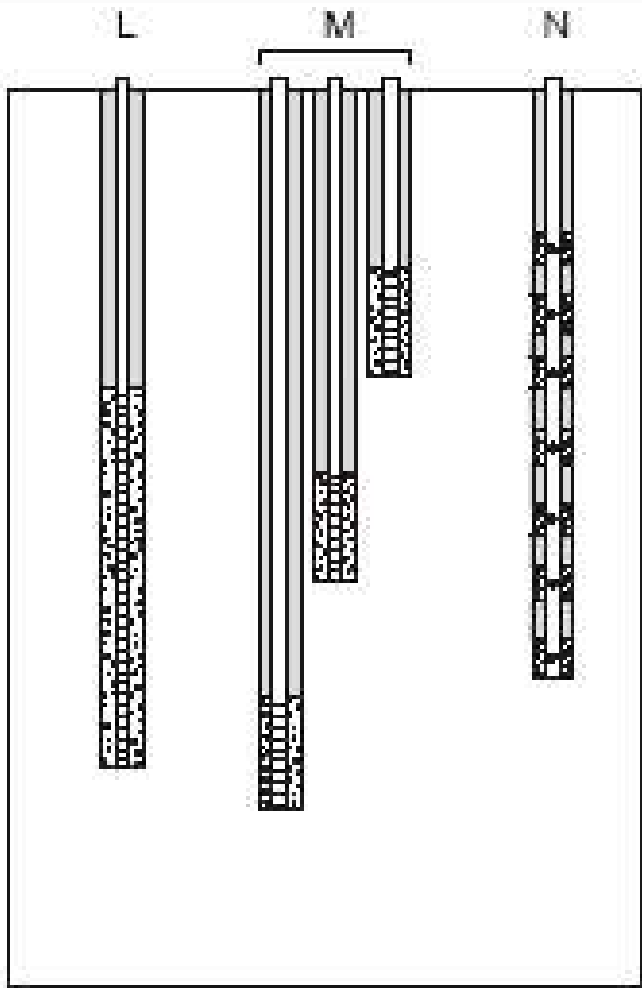
Distribuição dos contaminantes em fase dissolvida na água subterrânea é espacialmente complexa, principalmente a distribuição vertical.

- distribuição heterogênea (labirinto) dos contaminantes em fase residual nas áreas que apresentavam produto em fase livre.
- heterogeneidade geológica
- mecanismos de mistura (mistura mecânica e difusão molecular)

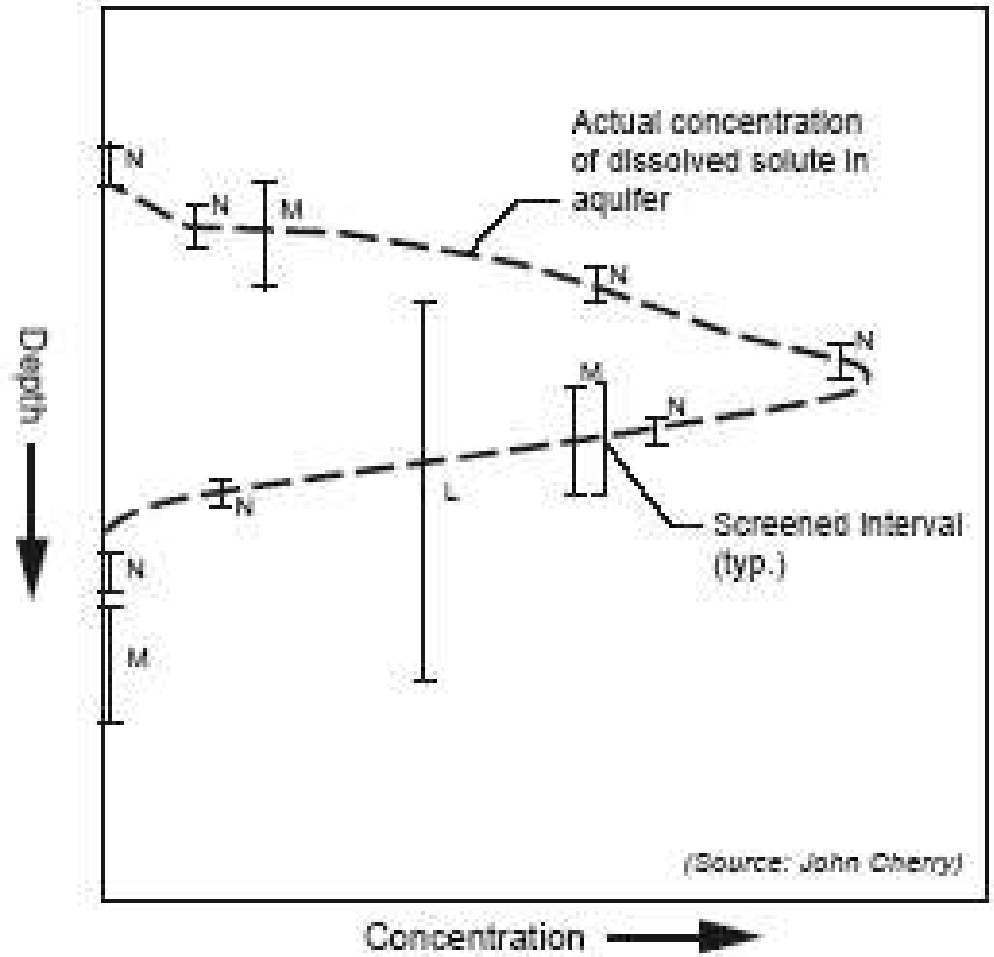
Amostragem de Água Subterrânea

Monitoramento tridimensional da água subterrânea

- Poços de monitoramento convencionais, com seção filtrante longa produzem amostras “compostas”.
- Mascaram a verdadeira distribuição vertical das plumas de contaminantes dissolvidas no aquífero.
- Podem subestimar em até uma ordem de grandeza a máxima concentração existente no aquífero.



a

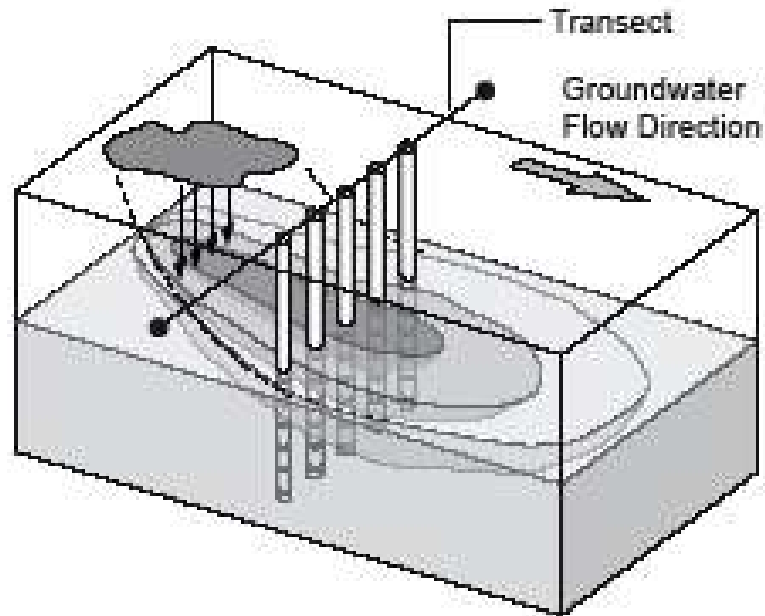


(Source: John Cherry)

b

Radically Open to the Public

Multi-Level Well Transect



Transect

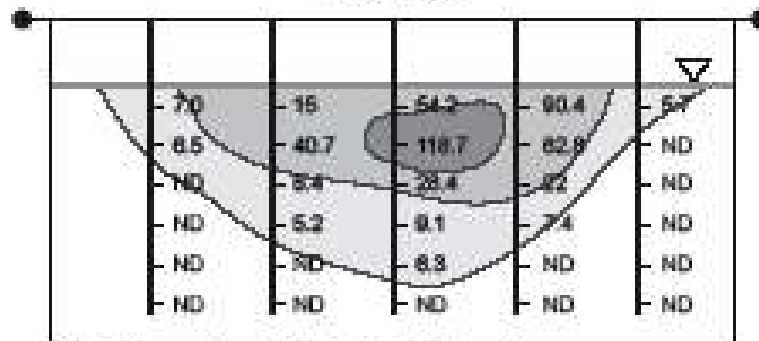
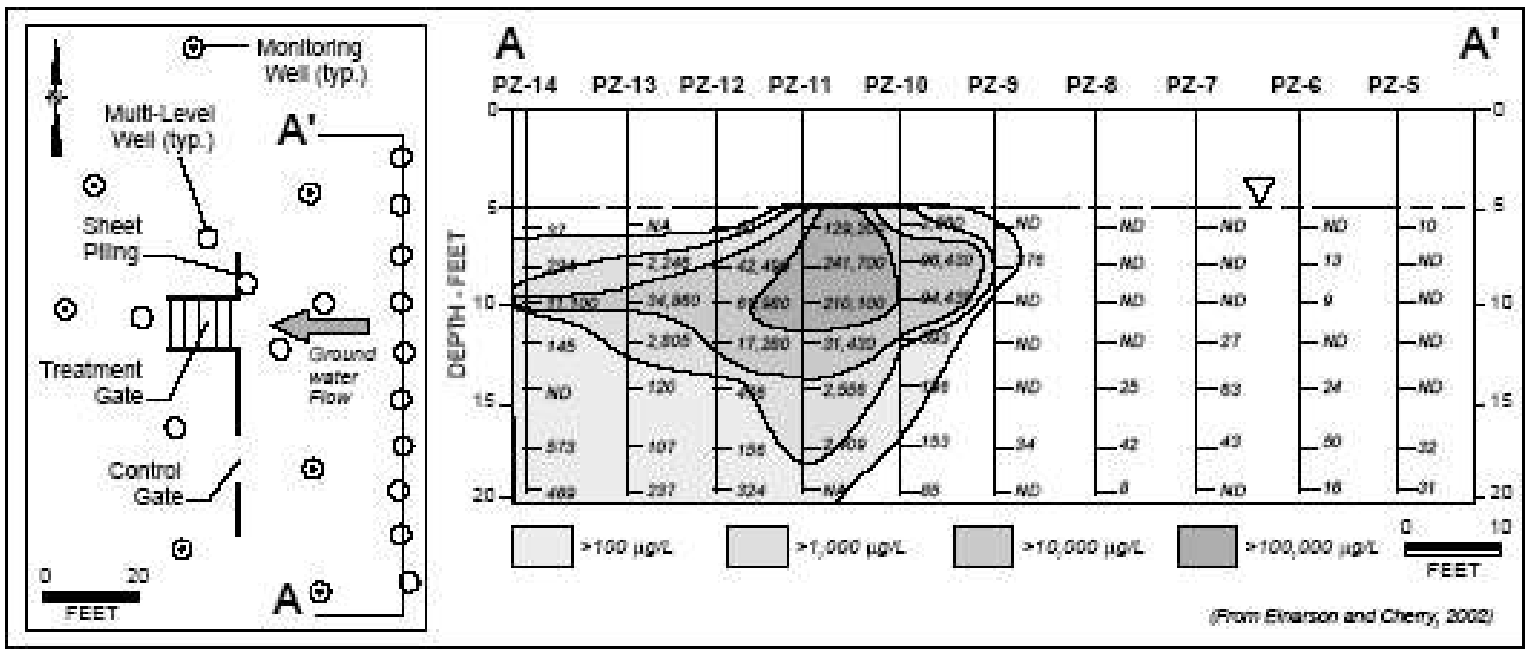


Illustration courtesy of LFR Levine-Fricke and the American Petroleum Institute

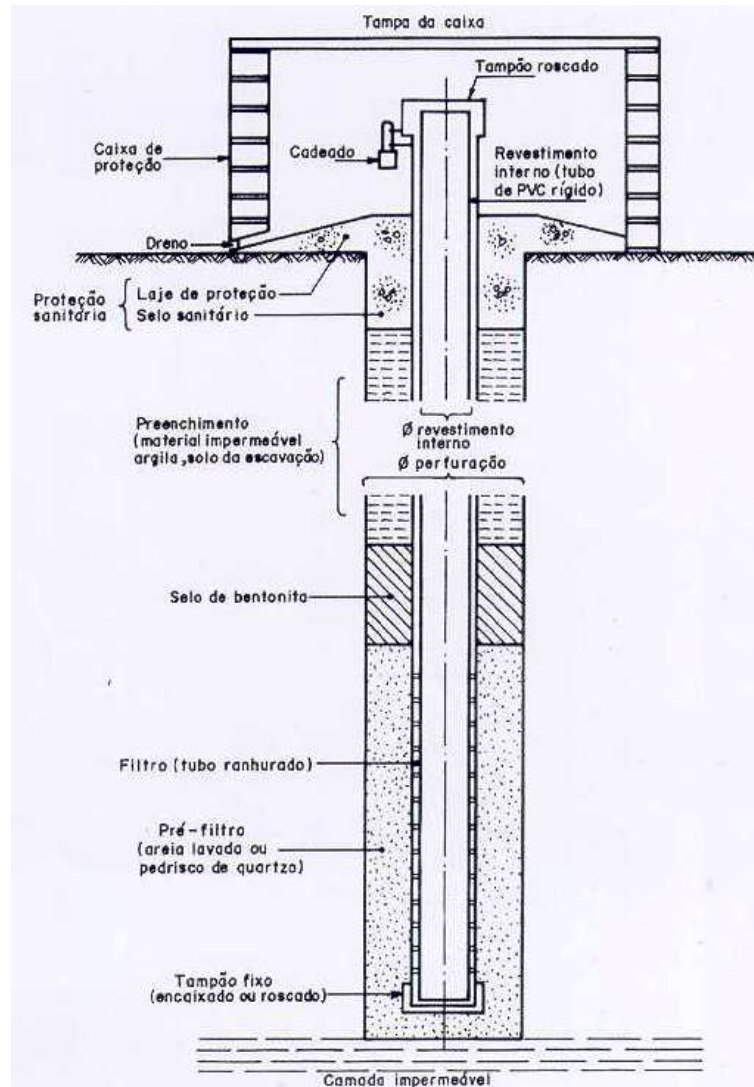


California Groundwater Protection Board

Amostragem de Água Subterrânea

- Norma ABNT - NBR 13895
- Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem

Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Falhas comuns no design

- Utilização do tubo ou materiais do pré-filtros impróprios para atender as necessidades específicas dá área resulta em:
 - Alteração da composição química da amostra.
 - Degradação dos tubos e do material do pré-filtro
 - Falha estrutural dos tubos do poço

Amostragem de Água Subterrânea

PVC

Vantagens

- Pode ser usado em condições variadas de geoquímica e contaminação.
- Resistente a esforços com baixa relação peso/comprimento.
- Abertura da área do filtro ampla.
- Disponível no mercado
- Custo acessível

Desvantagens

- Pode degradar em concentrações elevadas (> 30% da solubilidade na água) de alguns solventes orgânicos (solventes clorados).
- Pode não aguentar temperaturas elevadas (utilização de cimento no groutamento).
- Pode falhar quando submetido a diferenças de pressão elevadas

Amostragem de Água Subterrânea

Aço Inox

Vantagens

- Pode ser usado em condições variadas de geoquímica e contaminação.
- Resistente a esforços mesmo com variações grandes de temperatura.
- Abertura da área do filtro ampla.
- Disponível no mercado
- Custo moderadamente acessível
- Pode ser utilizado em poços para cravação

Desvantagens

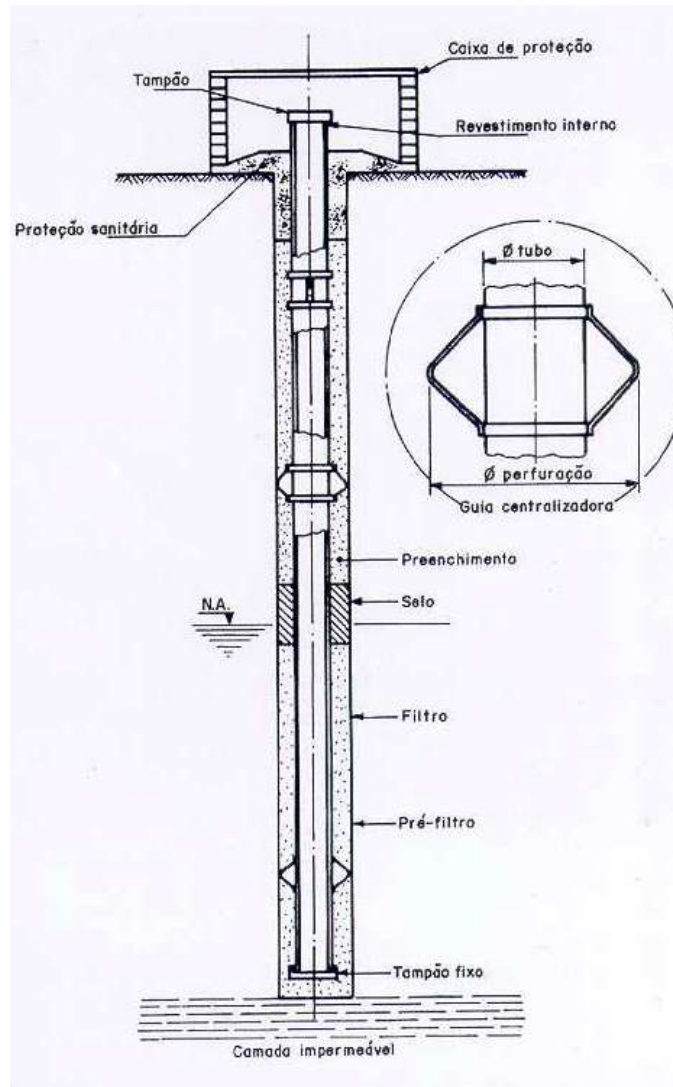
- Pode corroer em algumas condições geoquímicas (baixo pH, conc. elevada de O_2 , Cl^- , H_2S e CO_2).
- Pode contribuir com metais para as amostras (Fe, Zn, Cr Ni, Mn, Mo)
- Relação peso/comprimento elevada

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Diâmetro

- Equipamento que será utilizado nos procedimentos de monitoramento, amostragem e desenvolvimento
- Volume de água requerido para as análises planejadas
- Volume de água a ser purgada
- Taxa de recuperação do poço
- Método de perfuração
- Normal - 2 a 4 polegadas
- Tendência - 1/2 a 1/4 de polegada - Direct Push

Amostragem de Água Subterrânea

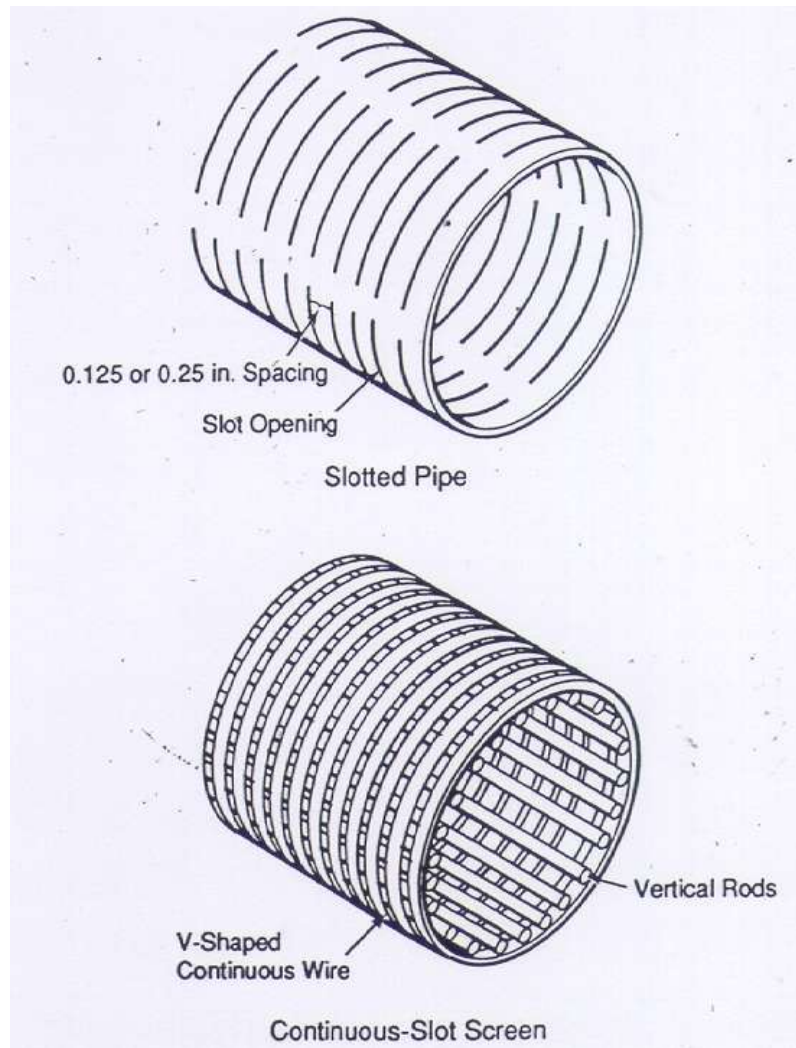


Amostragem de Água Subterrânea

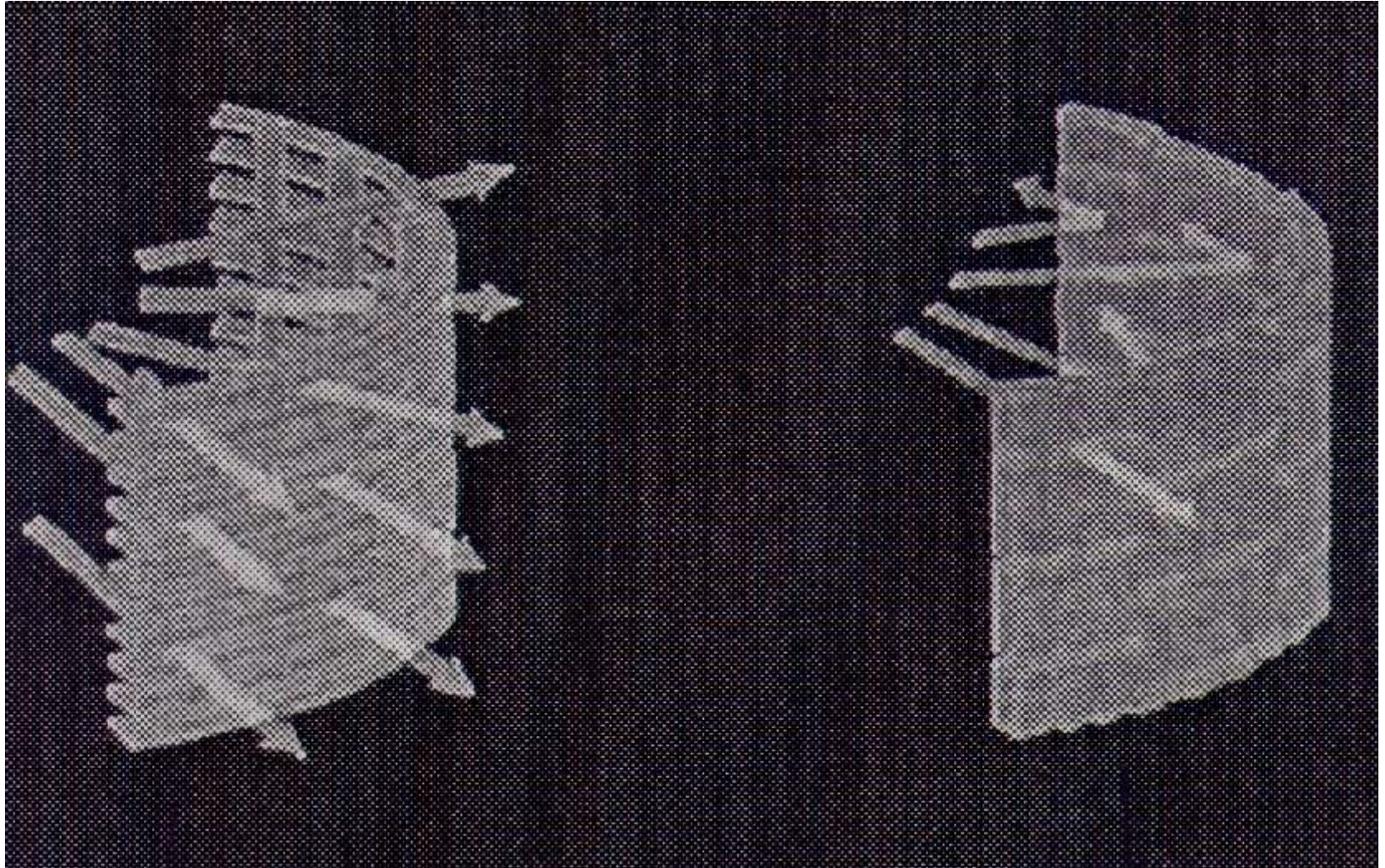
Poços de monitoramento - Filtro

- 10 a 8% de área aberta.
- deve reter o material do pré-filtro e da formação
- Passagem de água contínua
- material inerte

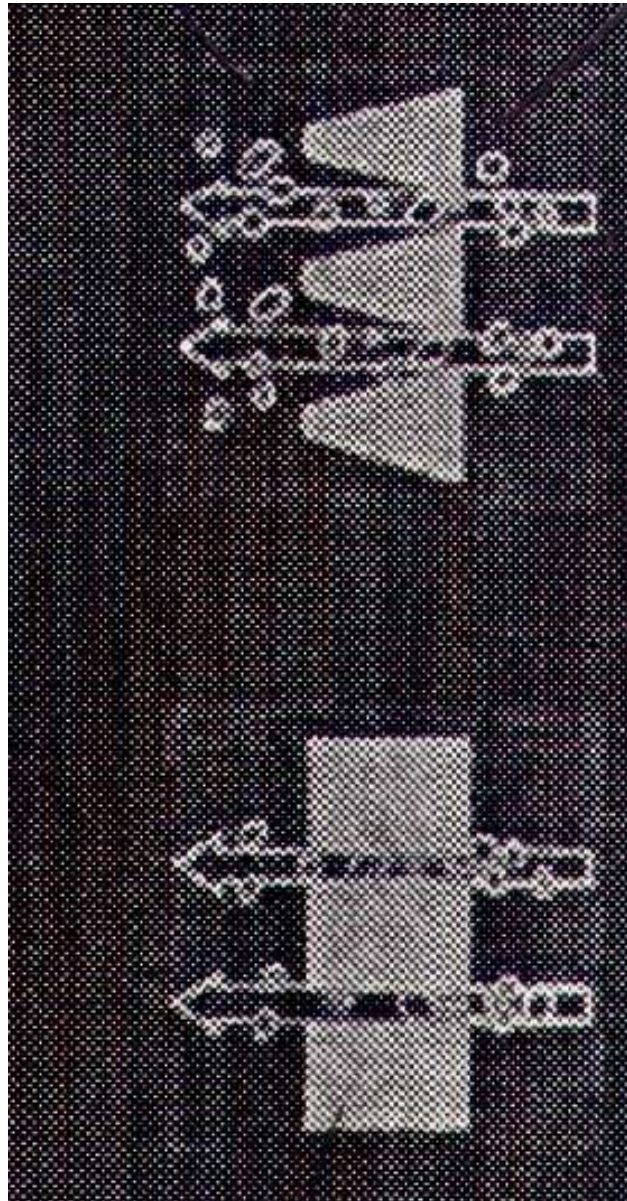
Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



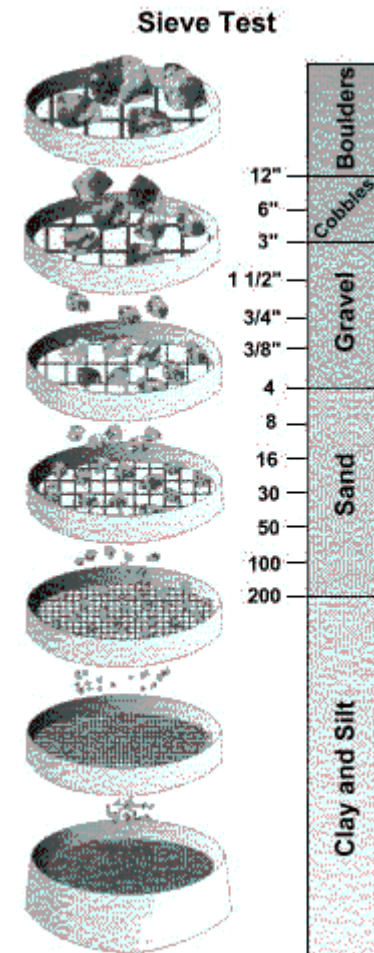
Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Seleção do Pré-Filtro

- Obter amostras representativas da litologia da região onde será instalada a seção filtrante.
- Fazer uma análise granulométrica (peneiramento).



Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Seleção do Pré-Filtro

- Seleção do tamanho de pré-filtro.
- Tamanho do grão = malha que retém 70% do material da formação multiplicado por:
- 3 a 5 se o material da formação é fino e uniforme.
- 6 a 10 se o material da formação é grosseiro e não uniforme (Coeficiente de uniformidade do material selecionado deve ser menor que 2,5).
- Selecionar um filtro com abertura que retenha $> 90\%$ do material do pré-filtro.

Well Screen

Filter Pack

Ground
Water
Flow



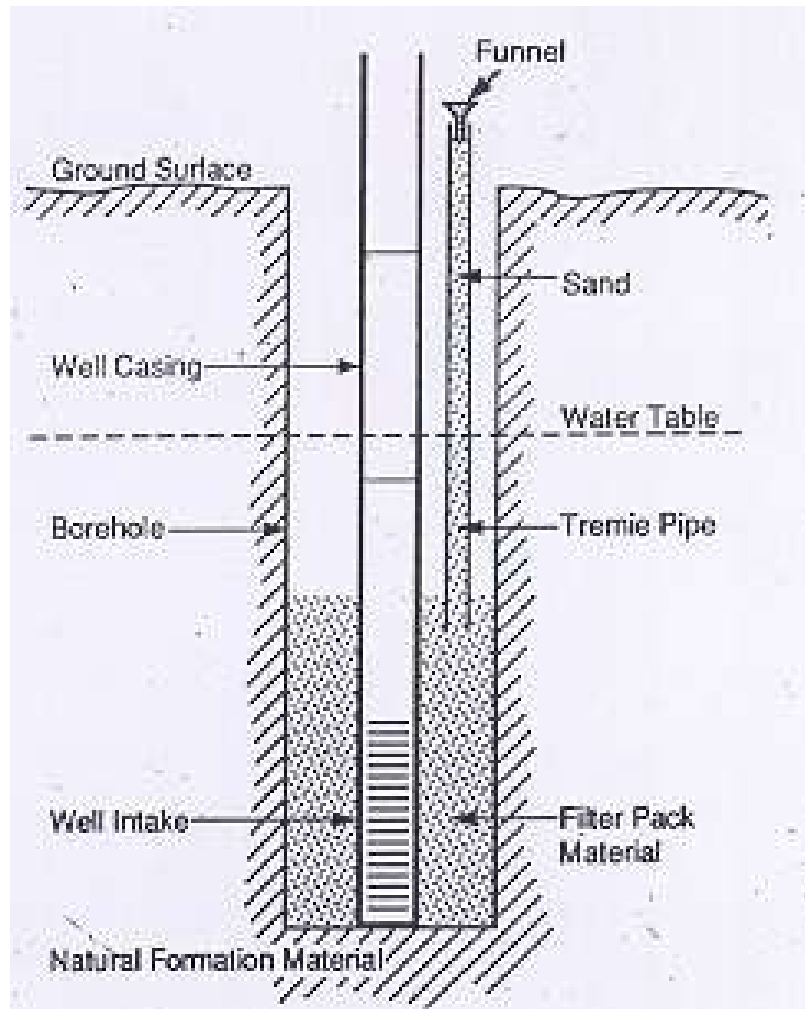
Influence of Well Screen and Filter Pack
on Local Ground-Water Flow Pattern

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Seleção do Pré-Filtro

- 90 a 150 cm acima do topo do filtro
- Capacidade de sorção/dessorção ausente
- Condutividade hidráulica superior à da formação
- Material mais comum - sílica/quartzito
- granulometria uniforme
- material arredondado

Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Seleção do Pré-Filtro

Espessura

- Espesso suficiente para envolver todo o filtro, mas fino o suficiente para minimizar a resistência causada por ele ao desenvolvimento adequado das paredes do furo da perfuração.
- Considera-se que 3 a 6 cm de espessura sejam suficientes.

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Selo anelar - Função

- Impedir a migração vertical de água ou contaminantes no espaço anelar(caminho preferencial)
- Isolar as zonas de amostragem discretas (poços multiníveis)
- Impedir a infiltração de água da chuva e contaminantes potenciais da superfície
- Aumentar a vida útil do tubo
- Atuar como elemento estrutural

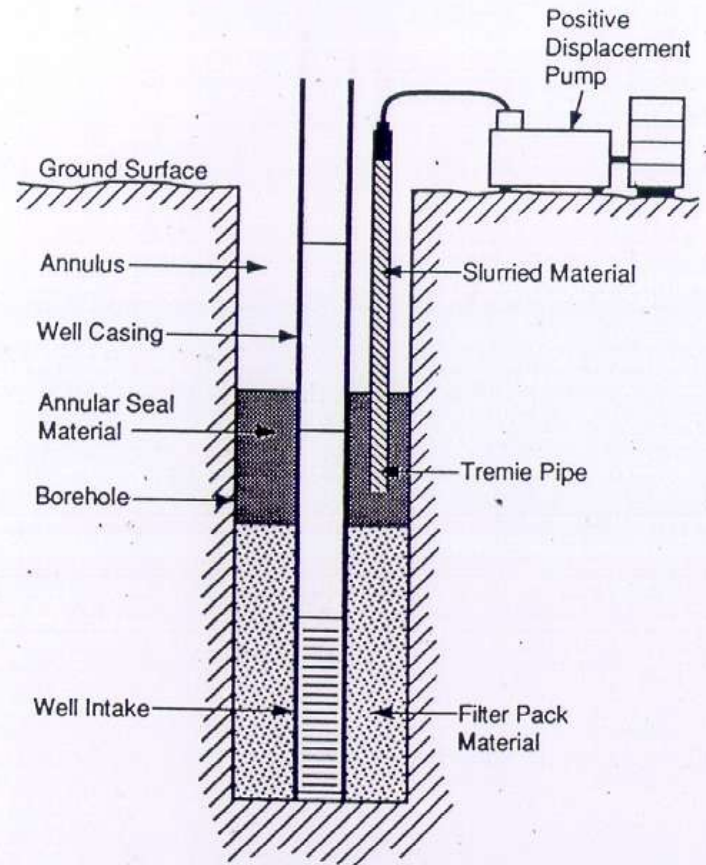
Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Selo anelar - materiais

- Bentonita
 - seca : pellets ou grãos (usada abaixo da zona saturada)
 - grout (saturada) - pó
- Cimento
 - grout: água + cimento

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Selo anelar



Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - documentação e identificação

- Documentação da perfuração (descrição da litologia da sondagem).
- Perfil Construtivo do poço.
- Identificação clara do poço (preferência na parte interna da câmara de calçada). Evitar partes removíveis.
- Referenciamento altimétrico, com indicação do ponto onde esta medida foi tomada.

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - comprimento do filtro

- Ideal - 1,0 metro
- Aceitável - até no máximo 3 metros ??????????
- Filtros muito longos
- Gera amostras com uma concentração média da pluma interceptada no plano vertical.
- Não permite avaliar no plano vertical quais zonas são contaminadas ou não.
- Impossibilita a determinação correta da existência de gradientes verticais ou horizontais.
- Pode causar a contaminação cruzada entre profundidades diferentes do aquífero quando existe fluxo vertical.

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Desenvolvimento

- Aplicação de energia suficiente para agitar a coluna de água no poço e criar um fluxo reverso no filtro, pré-filtro e na formação, para mobilizar e capturar no poço o material fino da formação que foi mobilizado e desagregado durante a sondagem.
- Remoção do material fino do interior do poço.

Amostragem de Água Subterrânea

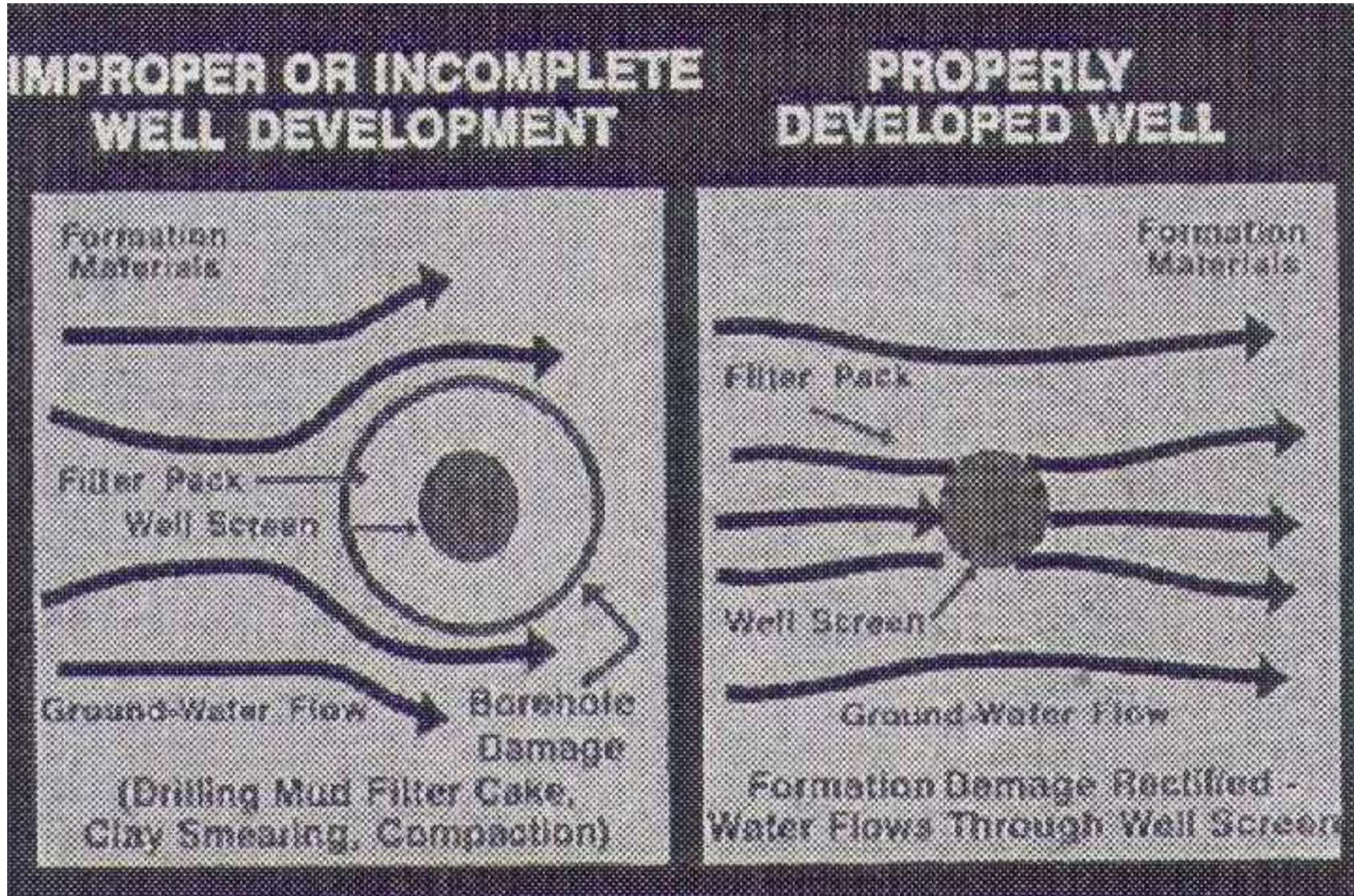
Poços de monitoramento - Desenvolvimento

- Retificar problemas ocorridos na perfuração
- compactação das paredes do furo
- espalhamento de argila na parede do furo
- camada de “argila” formada na parede do furo pelo fluido de perfuração.
- Remoção de materiais finos da formação adjacentes ao furo de sondagem (aumentar K, eliminar turbidez, evitar danos nos equipamentos de amostragem/bombeamento).

Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Desenvolvimento

- Quando desenvolver um poço de Monitoramento
 - Após a instalação do tubo, do filtro e do pré-filtro, mas antes da instalação do selo anular
 - O mais cedo possível após a instalação do poço e os selos anulares estiverem curados
 - A ordem de desenvolvimento dos poços segue a mesma ordem da instalação dos poços, das áreas menos contaminadas para as mais contaminadas

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Desenvolvimento

- Quanto devemos desenvolver um poço de monitoramento
 - Até obtermos uma água limpa ou até que algum critério de turbidez tenha sido atingido 10 UT.
 - Até que tenhamos removido um mínimo de 10 vezes o volume de fluido utilizado na perfuração/desenvolvimento do poço.
 - Não usar parâmetros de campo como indicadores (pH, condutividade e temperatura).

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Desenvolvimento

- Limitações

- Em poços com presença de fase livre.
- Não é efetivo em poços onde a seção filtrante está instalada na zona não saturada.
- Solos com granulometria muito fina, podem não responder ao desenvolvimento de forma adequada (futuras amostragens terão muita turbidez).

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Desenvolvimento

- Devemos esperar a formação entrar em equilíbrio após o desenvolvimento do poço, antes de qualquer tentativa de coletar amostras.

Amostragem de Água Subterrânea

Poços de monitoramento - Desenvolvimento

- Bombeamento e injeção de água
- “Surging and Purging”
- Jato Hidráulico
- Air Lifting e injeção de água

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

- Passagem das amostras por um filtro de 0,45 microns para obter uma amostra composta apenas pelos constituintes dissolvidos
- Norma ASTM Standard D6564 - Standard Guide for Field Filtration

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

- Parâmetros mais comumente filtrados
(U.S. EPA/625/6-90/016b)**
- Alcalinidade**
- Metais traços**
- PCB's**
- Bactérias**

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

- **Parâmetros que nunca devem ser filtrados
(U.S. EPA/625/6-90/016b)**
- **Compostos Orgânicos Voláteis**
- **TOX**
- **TOC**
- **Gases dissolvidos**

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

- Por quê 0,45 microns ?
- EPA define como constituintes dissolvidos aquelas partículas pequenas o suficiente para passar pelo filtro de 0,45 microns
- Para água subterrânea este é um número arbitrário
- Baseado na filtração de água de superfície para remover bactérias
- Alguns estados americanos já aceitam a utilização de filtros com porosidade maior para diminuir a alteração das amostras 1 a 5 microns

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

Razões para Filtrar

- Para determinar o que é “dissolvido” na amostra
- Para remover partículas em suspensão que podem causar interferências na análise química
- Evitar saltos inesperados em monitoramentos de longo prazo
- Para avaliar a influência dos procedimentos de coleta na qualidade dos dados
- Para atender exigências efetuadas pela agência reguladora

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

Razões para não Filtrar

- Quando a concentração total é necessária
- Quando o transporte coloidal é importante na migração dos contaminantes
- Prevenir alterações físicas e/ou químicas das amostras provocadas pelo processo de filtração
 - aeração
 - turbulência
 - exposição à atmosfera
 - erros causados pela alteração na porosidade efetiva do filtro

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

O que é um coloide

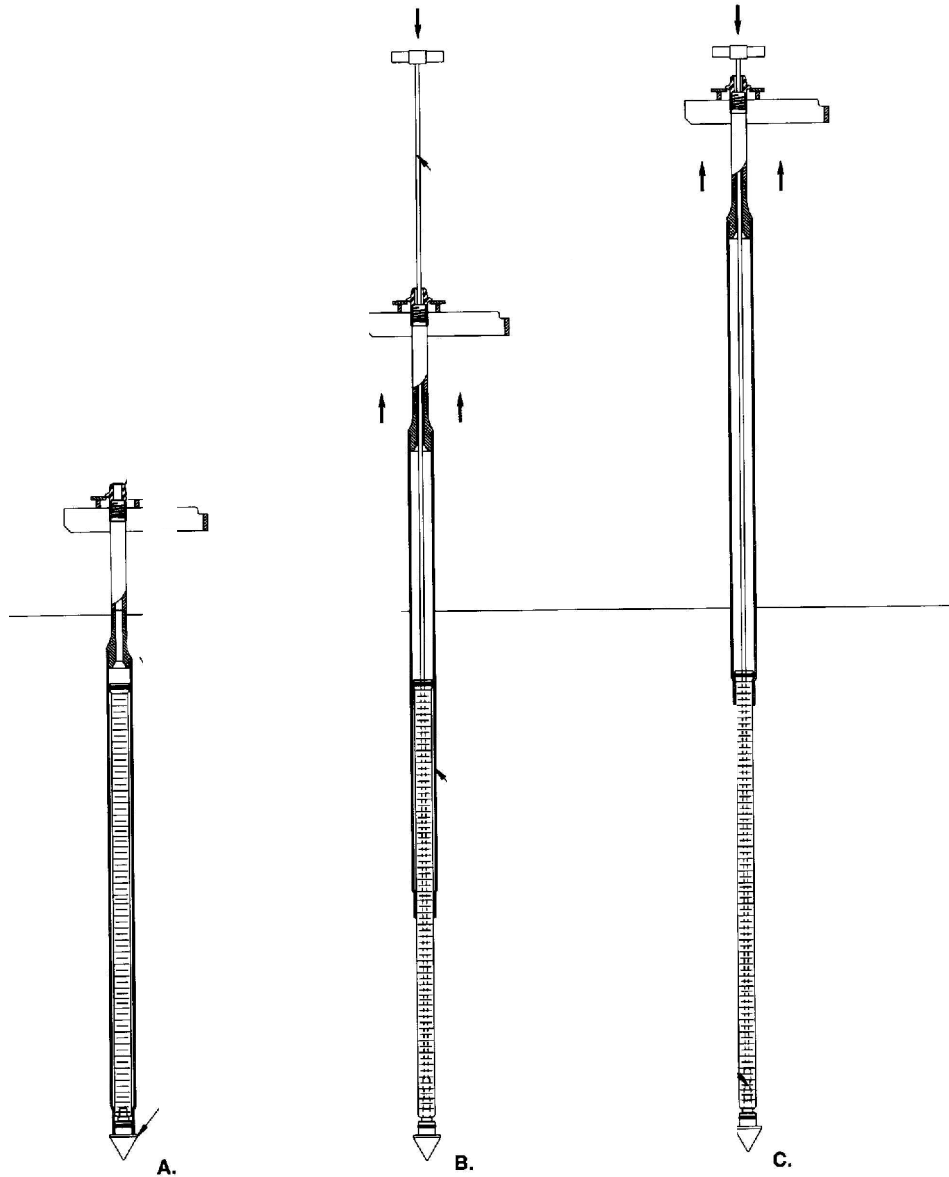
- Partículas de ocorrência natural encontrada em alguns meios porosos que permanecem em suspensão e caminham com a água subterrânea como uma fração móvel - 0,1 a 10 microns em diâmetro
 - Normalmente ocorre em materiais de granulometria muito grossa como o cascalho

Amostragem de Água Subterrânea

Pré Tratamento das Amostras - Filtração

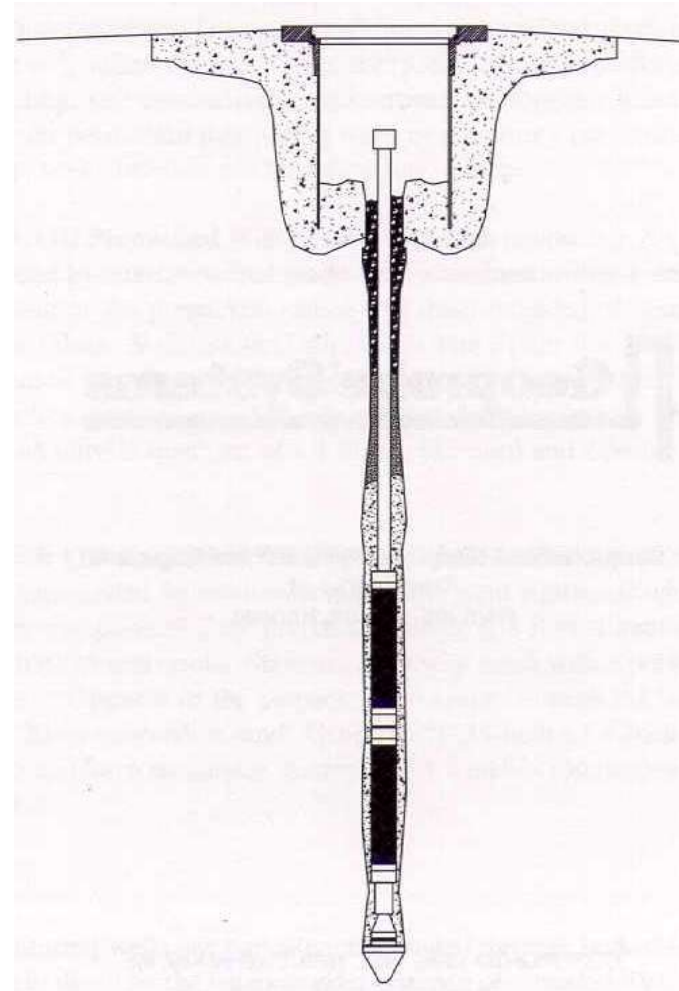
- **Fontes artificiais de materiais particulados nas amostras**
- Uso de fluidos na perfuração
- Falhas na construção dos poços de monitoramento
- Desenvolvimento inadequado do poço
- Falha estrutural no poço
- Métodos de purga e amostragem inadequados

Direct Push

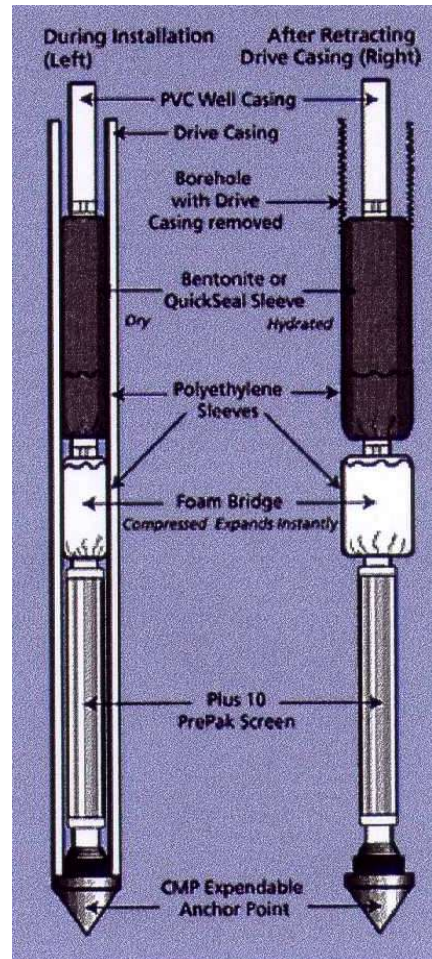


Amostragem de Água Subterrânea

- Poços de monitoramento de pequeno diâmetro instalados pelo sistema direct push



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea



Amostragem de Água Subterrânea

Equipamentos de amostragem

- **Seleção do equipamento de amostragem**
 - Materiais de fabricação
 - Precisão e exatidão na amostragem
 - Profundidade da amostragem
 - Taxas de bombeamento
 - Facilidade de operação e limpeza
 - Durabilidade
 - Preço

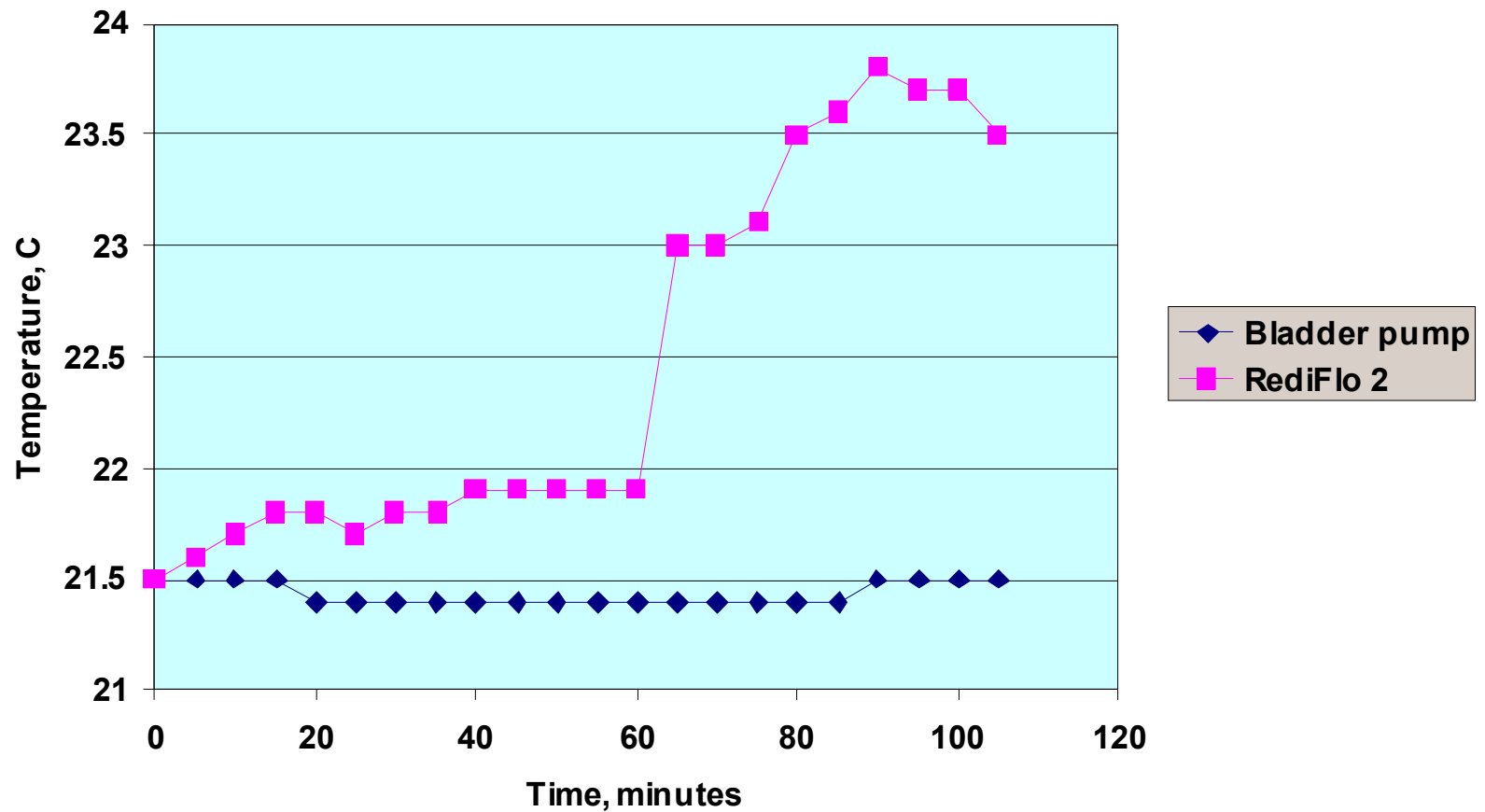
Amostragem de Água Subterrânea

Seleção do equipamento de amostragem

- **Precisão e exatidão na amostragem**
 - Minimizar alterações de temperatura e pressão nas amostras
 - Minimizar a agitação da coluna de água no poço
 - Minimizar a agitação e turbulência da amostra
 - Minimizar ou eliminar a introdução de gases nas amostras
 - Possibilitar um ajuste amplo e fácil da taxa de bombeamento

Aumento da Temperatura da Amostra em função da Bomba de Amostragem

(From Oneacre and Figueras, 1996)



Efeitos da Turbidez na Concentração de Metais

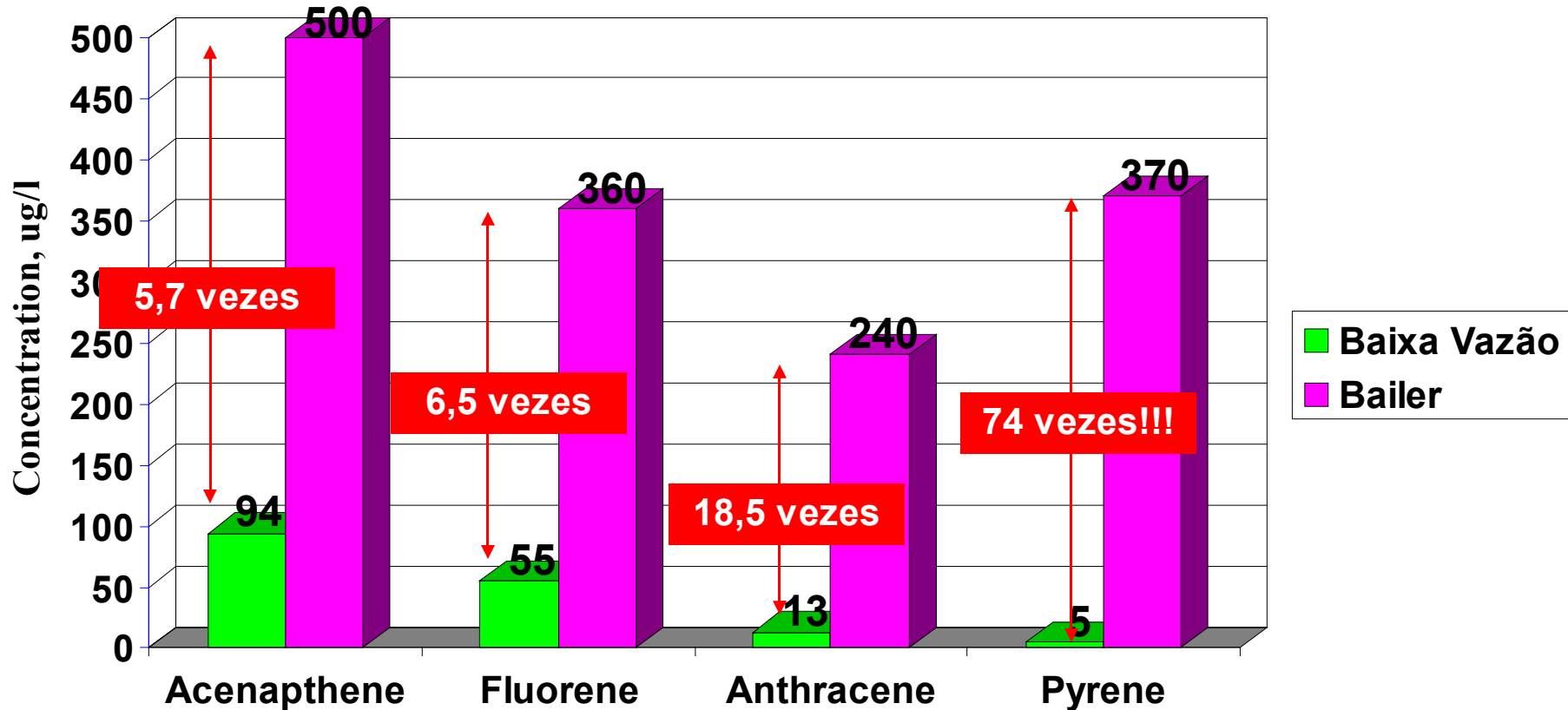
(Heidlauf and Bartlett, 1993)

Method	Low Flow Peristaltic pump	Open-top bailer
Sample type	Unfiltered	Unfiltered
Turbidity (NTU)	0.5	> 100
Chumbo	2	29
Aluminum	57	5490
Cobalt	9	44
Copper	9	22
Iron	21	4920
Manganese	2	899
Nickel	12	33
Vanadium	7	31

Amostras com turbidez elevada podem causar aumentos significativos nas concentrações de metais, dando a impressão de uma contaminação por metais.

Efeito da Turbidez nos Valores de PAH

(From MacFarlane, et al., 1992)



Amostragem de Água Subterrânea

Equipamentos de amostragem

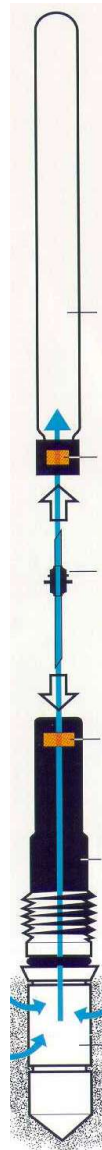
Bailers



Amostrador a Vácuo - BAT System



Amostrador a Vácuo - BAT System



Bombas Submersas



Bomba de “Bexiga”

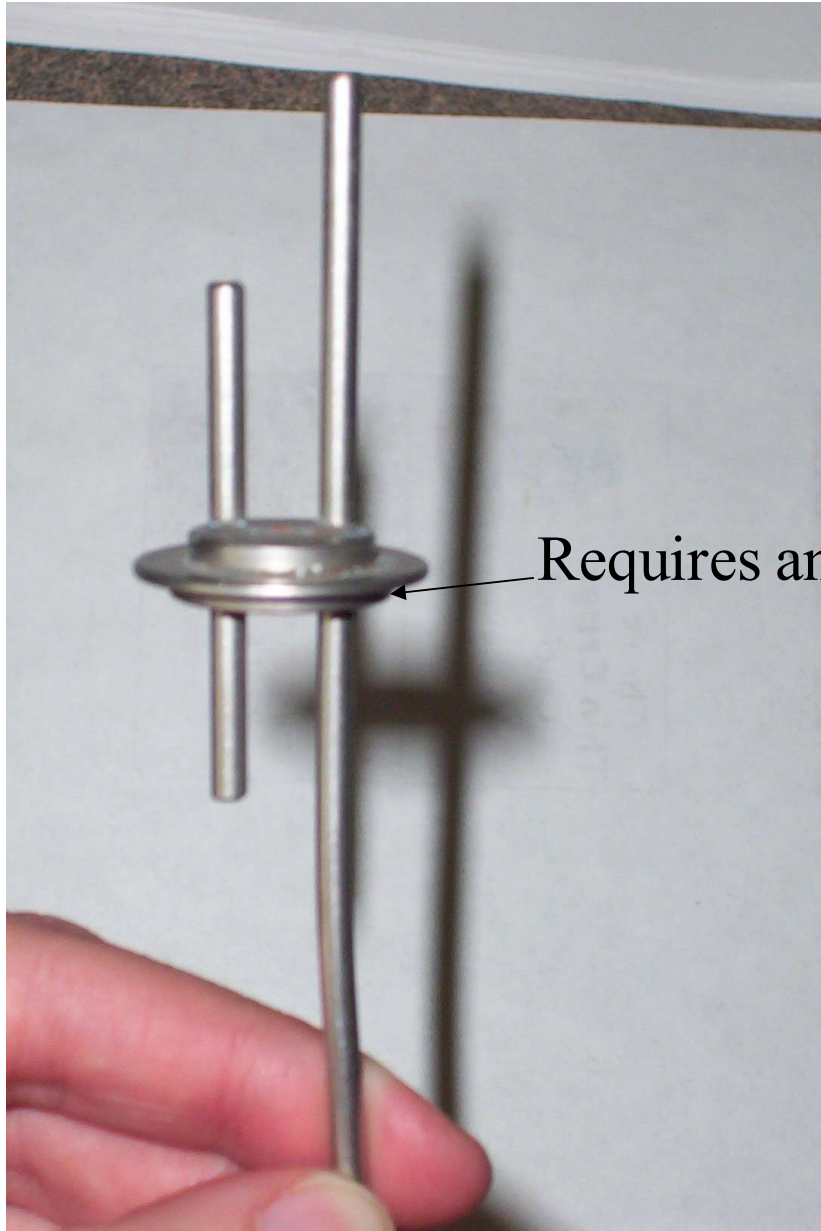


Bombas Peristálticas





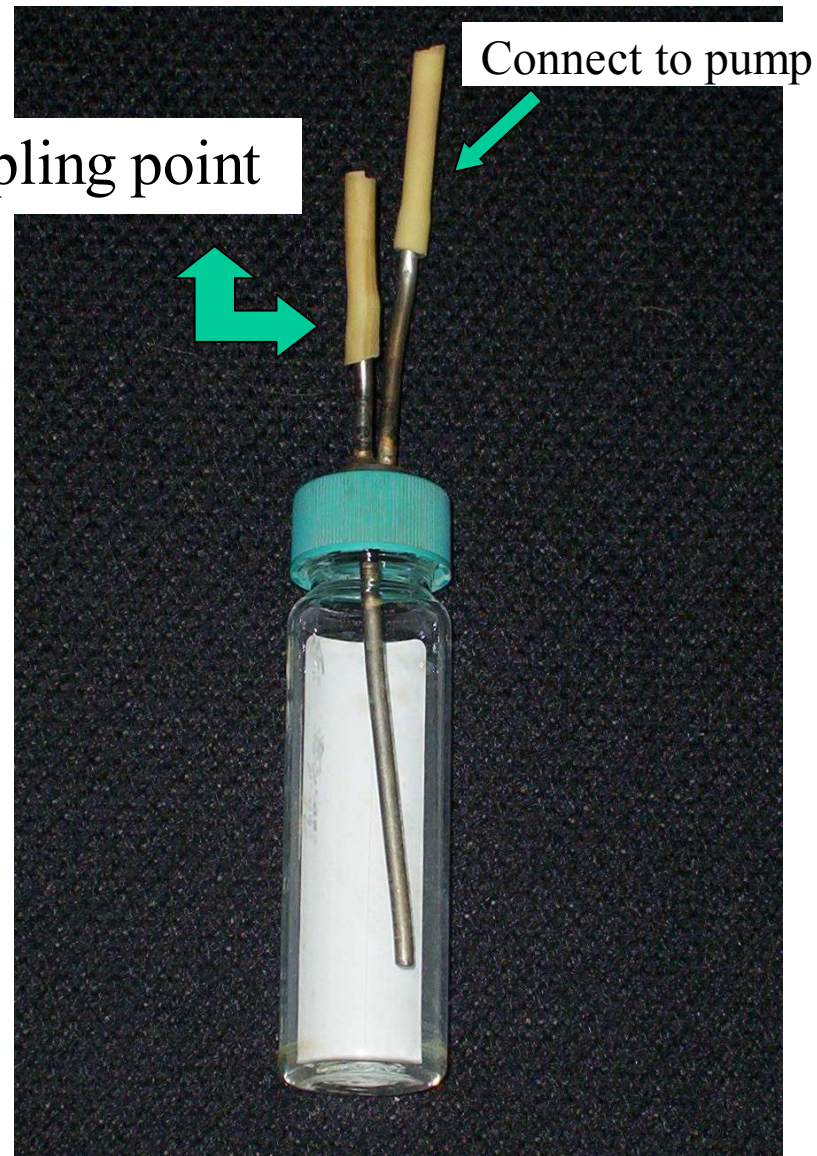
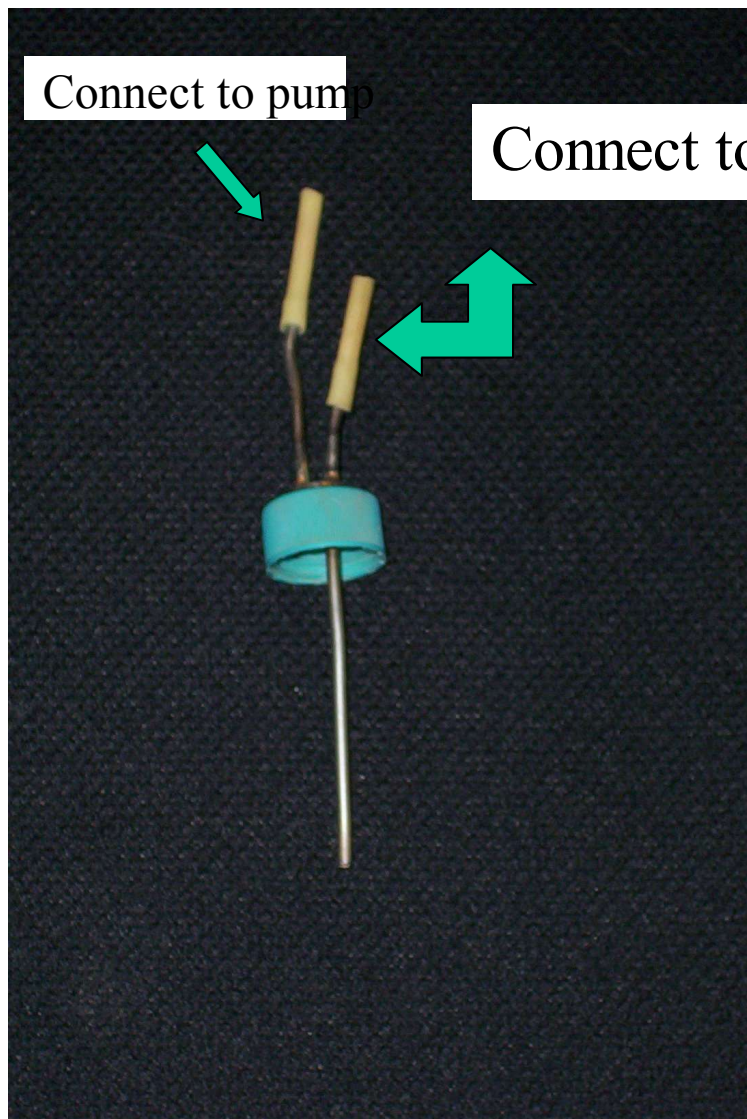




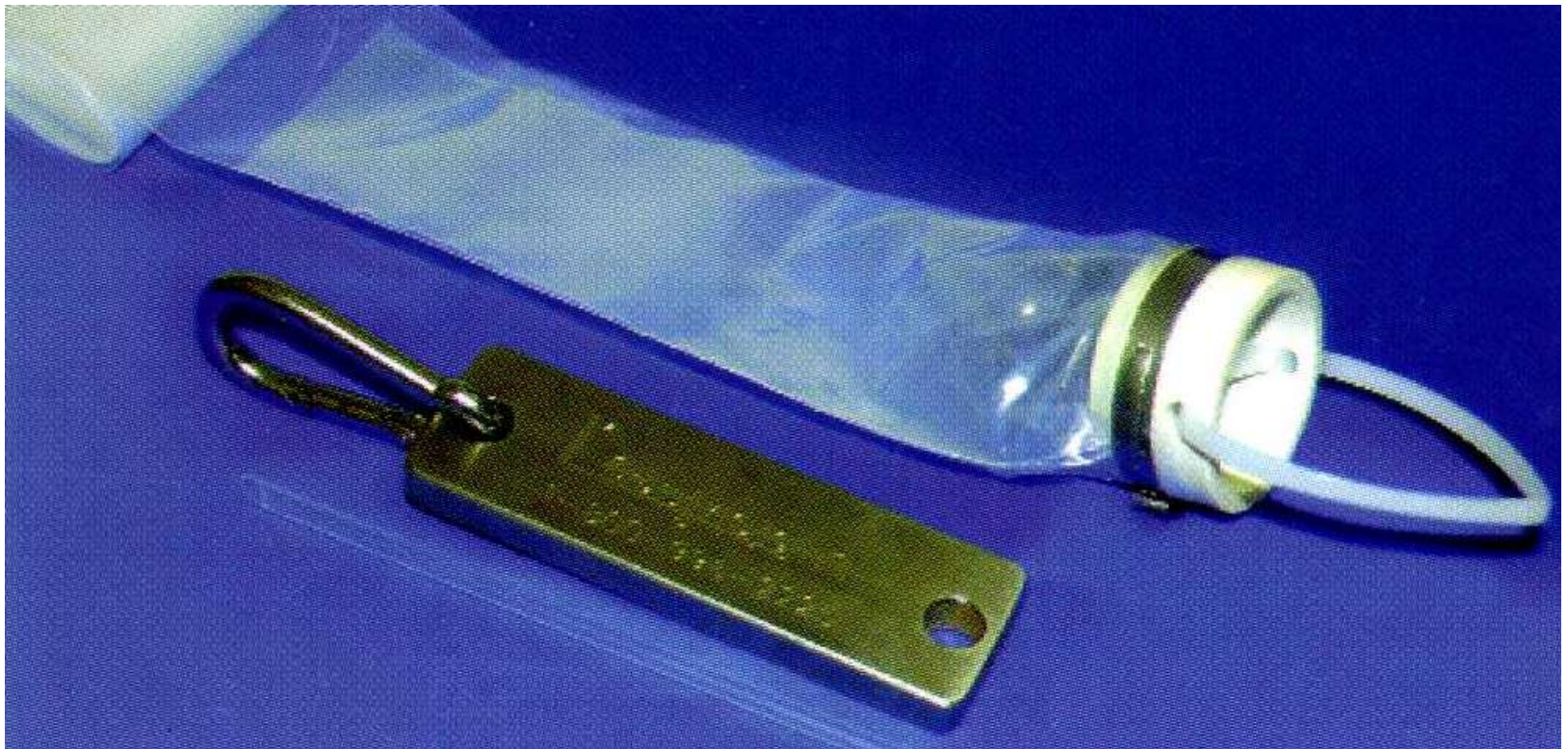
Picture of sampling head without a screw cap on.

Requires an o-ring here in order for a tight seal.

Short tube connects to the pump and the long tube is connected to the sampling point.



Hidrosleeve



Hidrosleeve



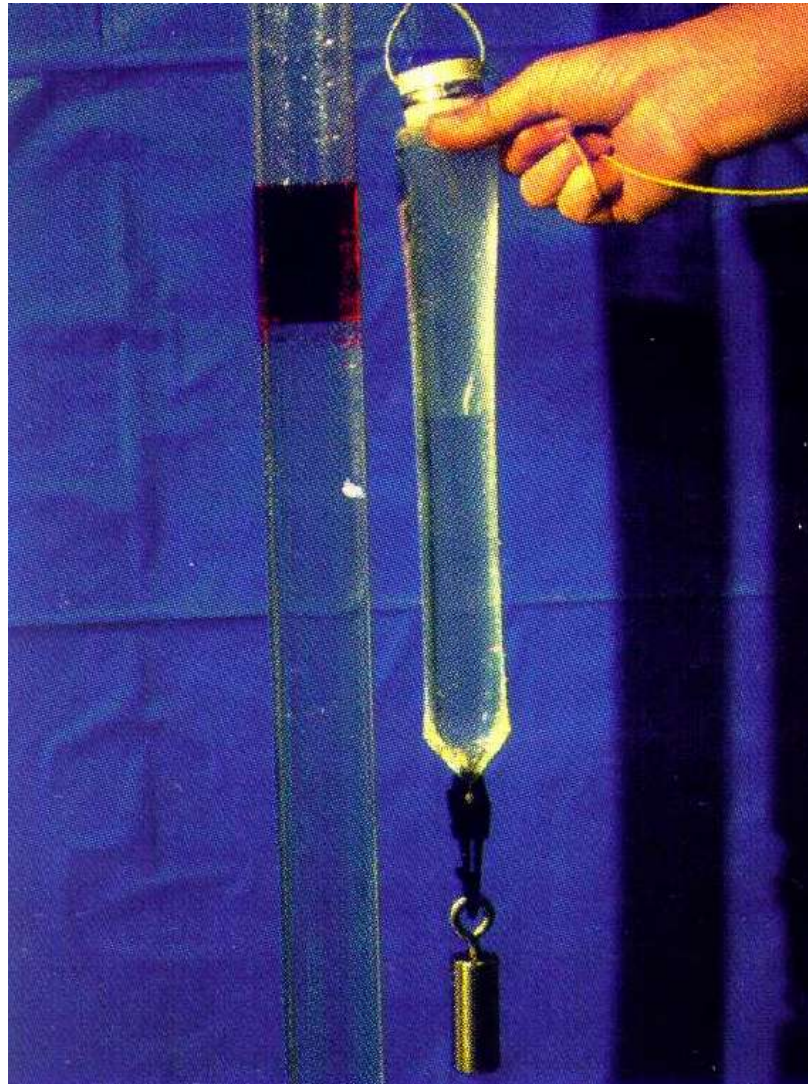
Hidrosleeve



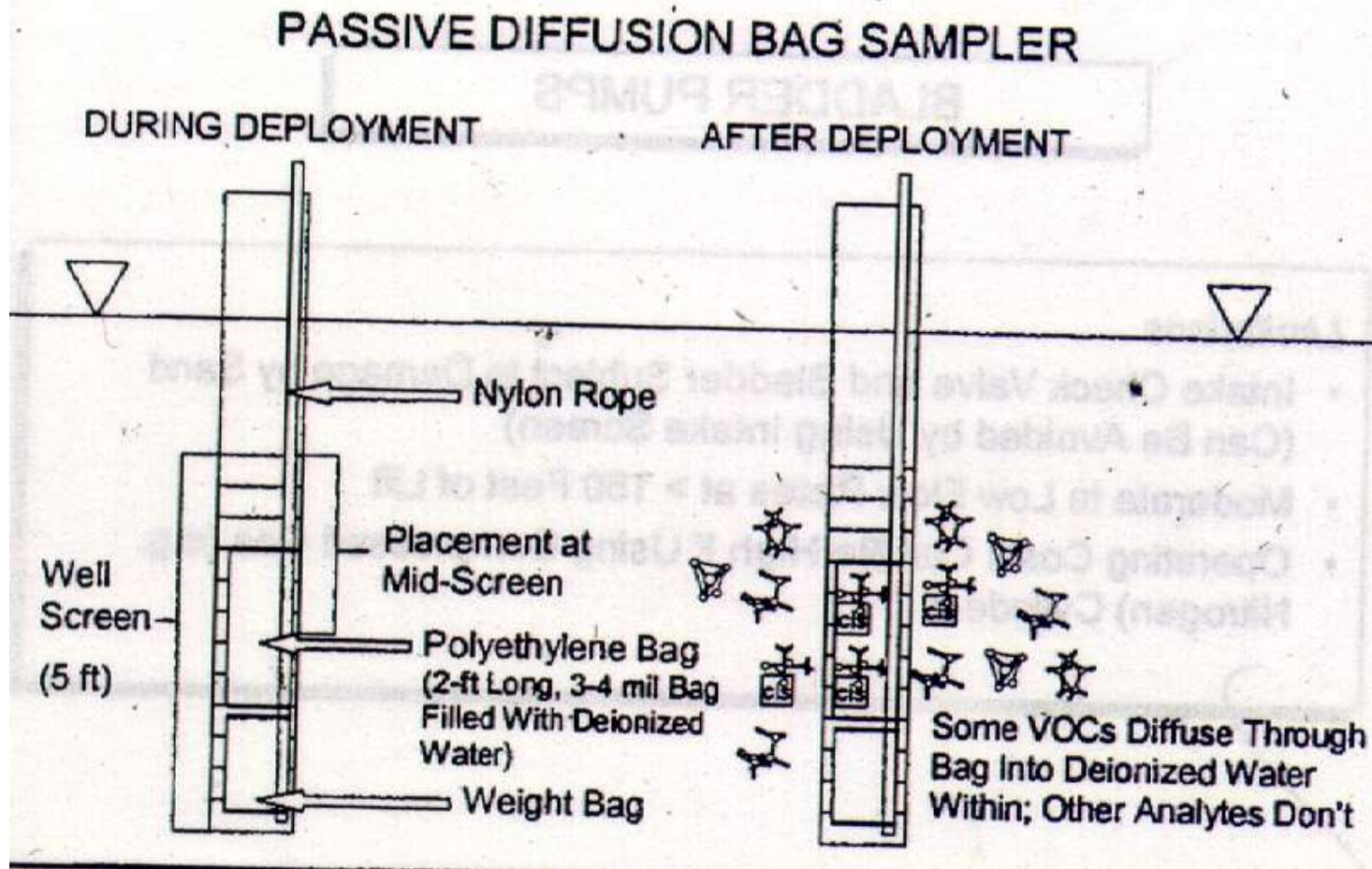
Hidrosleeve



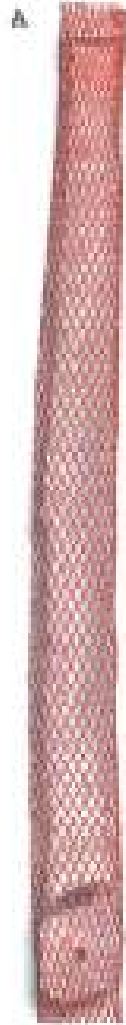
Hidrosleeve



Diffusion Bags



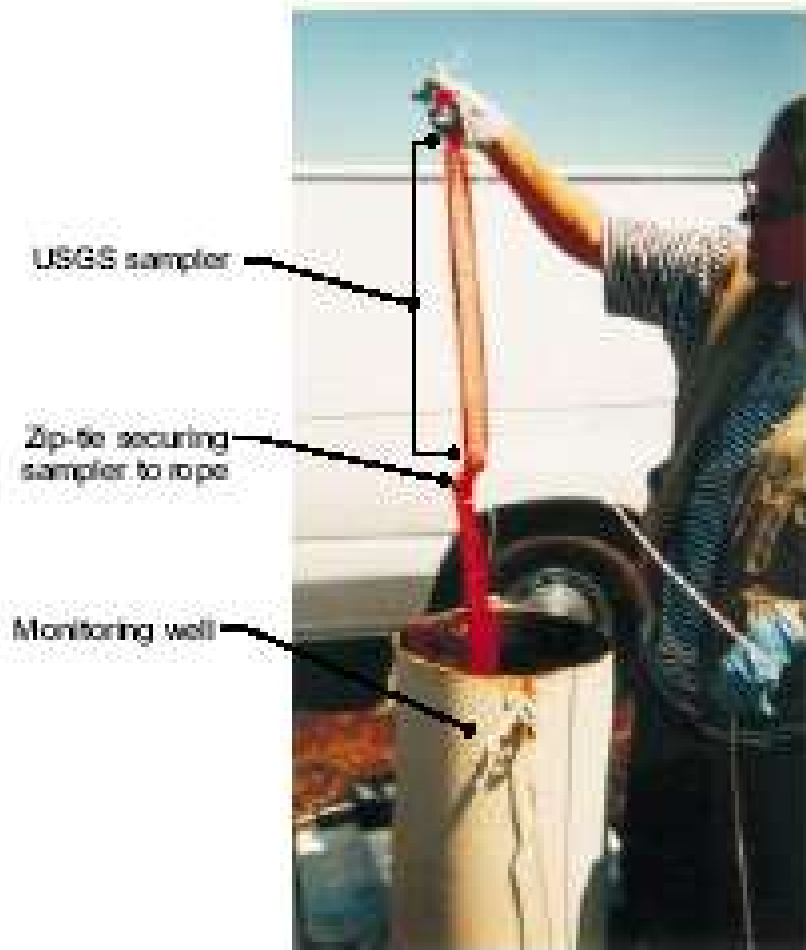
Diffusion Bags



Diffusion Bags



Diffusion Bags



Assembled USGS sampler being lowered into monitoring well

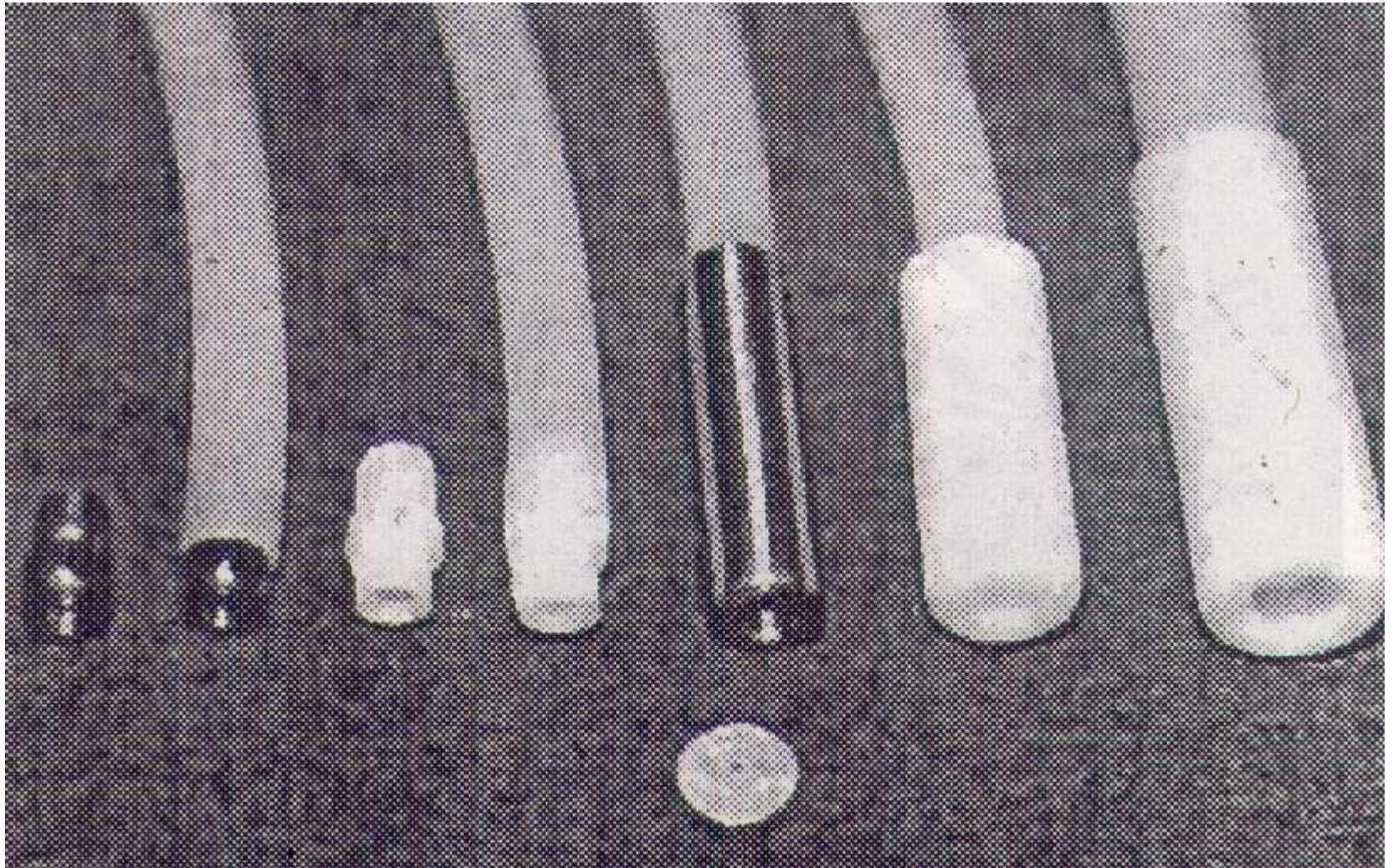
Diffusion Bags

Tested compounds showing good correlation (average differences in concentration of 11 percent or less between diffusion-sampler water and test-vessel water) in laboratory tests

Benzene	2-Chlorovinyl ether	<i>cis</i> -1,2-Dichloroethene	1,1,1-Trichloroethane
Bromodichloromethane	Dibromochloromethane	<i>trans</i> -1,2-Dichloroethene	1,1,2-Trichloroethane
Bromoform	Dibromomethane	1,2-Dichloropropane	Trichloroethene
Chlorobenzene	1,2-Dichlorobenzene	<i>cis</i> -Dichloropropene	Trichlorofluoromethane
Carbon tetrachloride	1,3-Dichlorobenzene	1,2-Dibromoethane	1,2,3-Trichloropropane
Chloroethane	1,4-Dichlorobenzene	<i>trans</i> -1,3-Dichloropropene	1,1,2,2-Tetrachloroethane
Chloroform	Dichlorodifluoromethane	Ethyl benzene	Tetrachloroethene
Chloromethane	1,2-Dichloroethane	Naphthalene	Vinyl chloride
	1,1-Dichloroethene	Toluene	Total xylenes

Tested compounds showing poor correlation (average differences in concentration greater than 20 percent between diffusion-sampler water and test-vessel water) in laboratory tests

Acetone ^a	Methyl- <i>tert</i> -butyl ether	Styrene
----------------------	----------------------------------	---------



WATERPROOF