

Investigação de alta resolução e os novos paradigmas do gerenciamento de áreas contaminadas

Lyvia Souza

Leandro Gomes de Freitas

Palestra on-line promovida pelo Comitê de Jovens da ABGE, 10 nov., 2021. 28 slides.

*A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO, APENAS CONSULTA***



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
GEOLOGIA DE ENGENHARIA E
AMBIENTAL - COMITÊ DE JOVEM

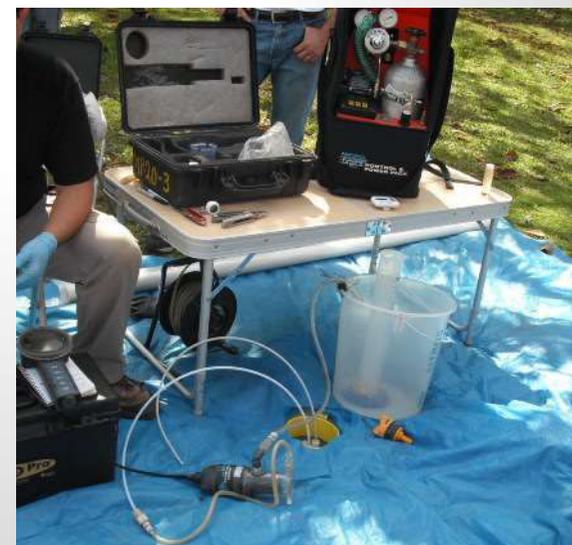
Tema

**Investigação de alta resolução e os novos paradigmas do
Gerenciamento de Áreas Contaminadas**

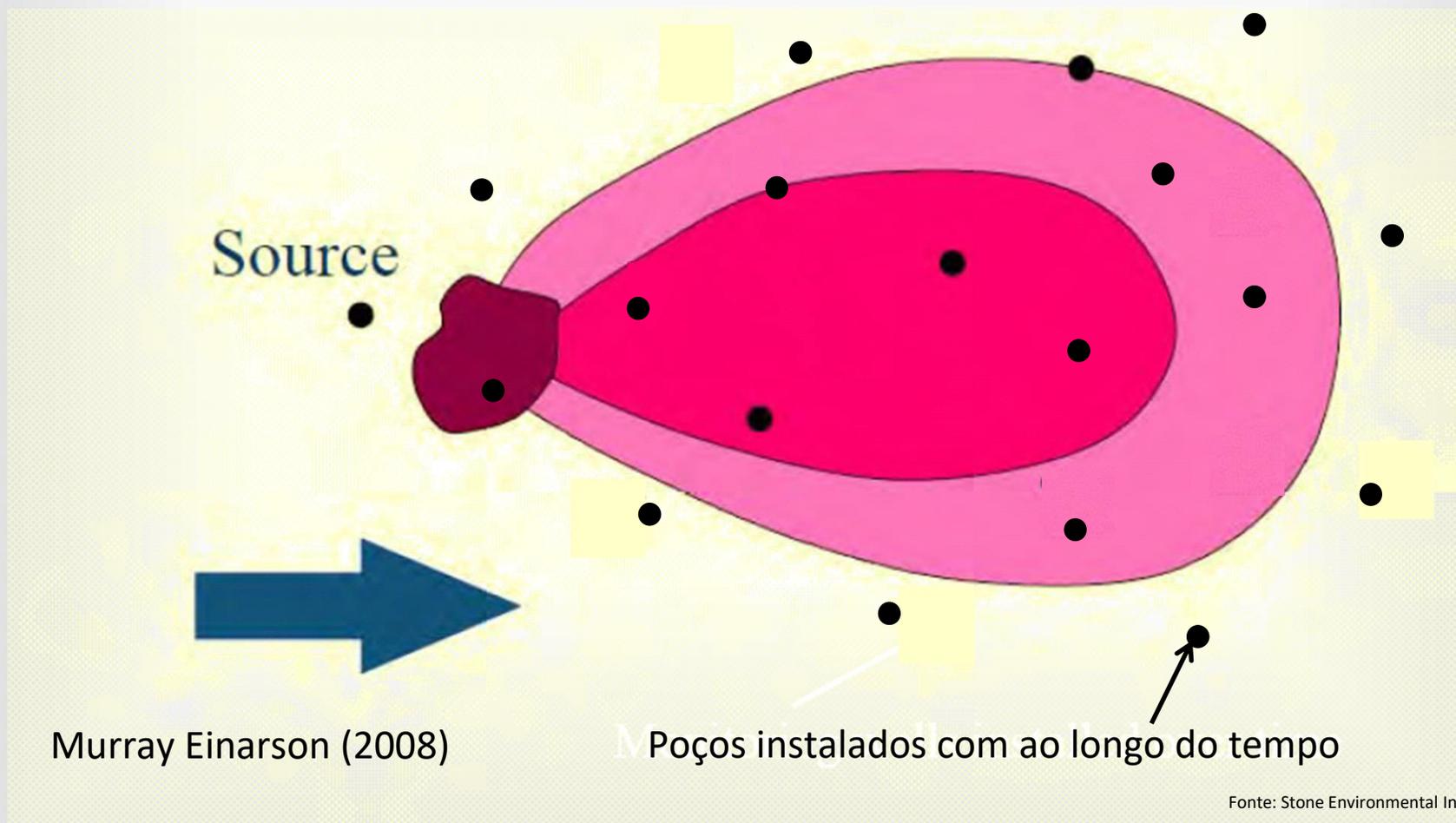
Lyvia Souza
Leandro Freitas
Novembro/2021



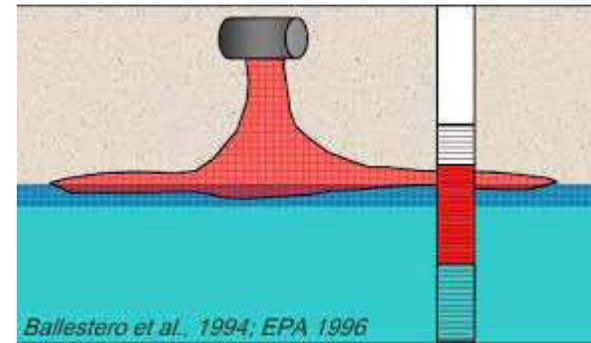
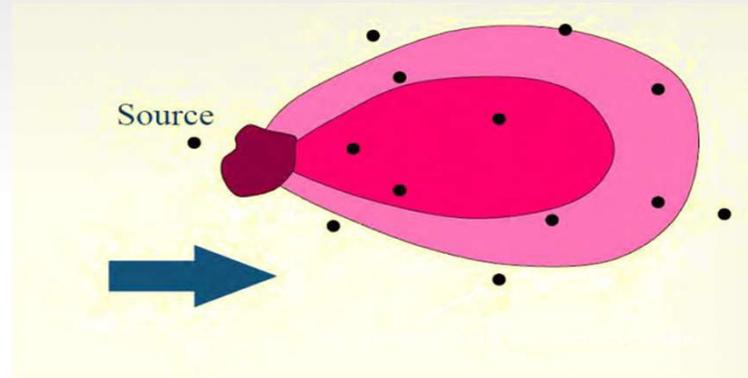
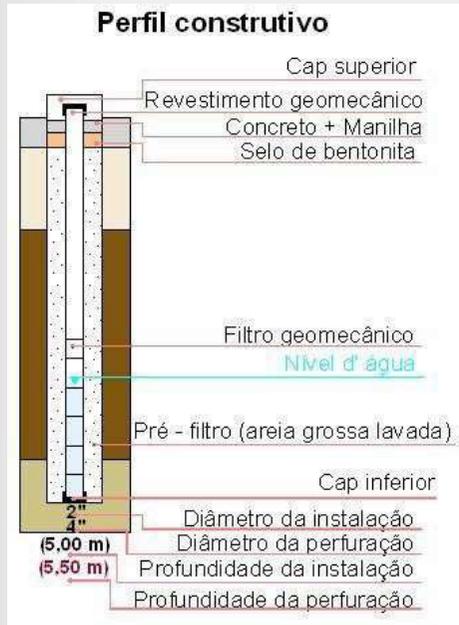
Abordagem convencional



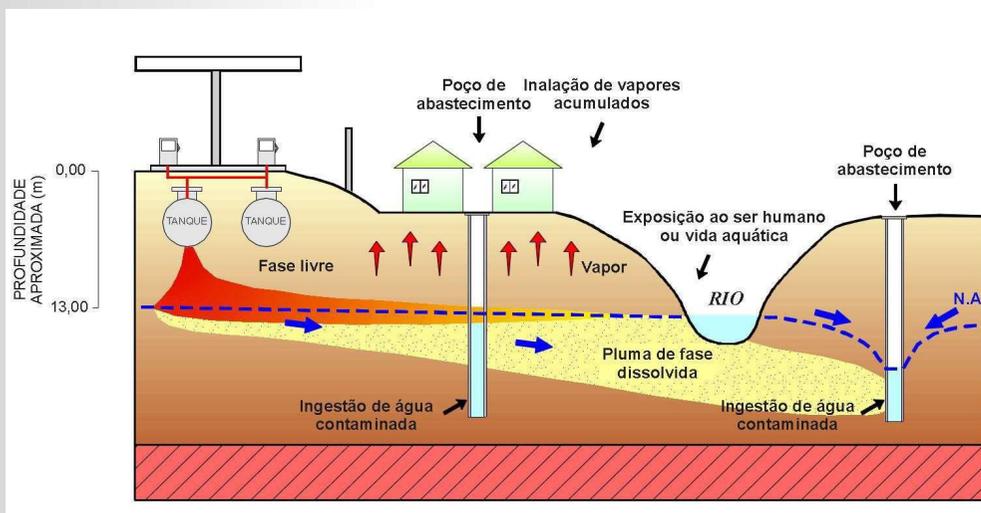
Abordagem convencional



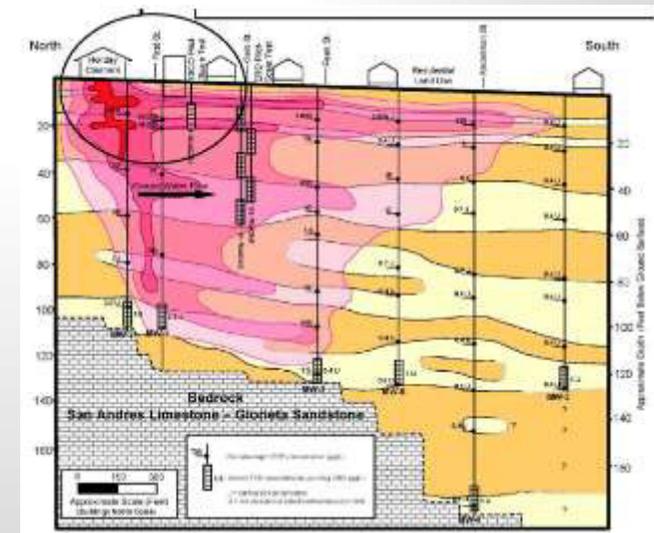
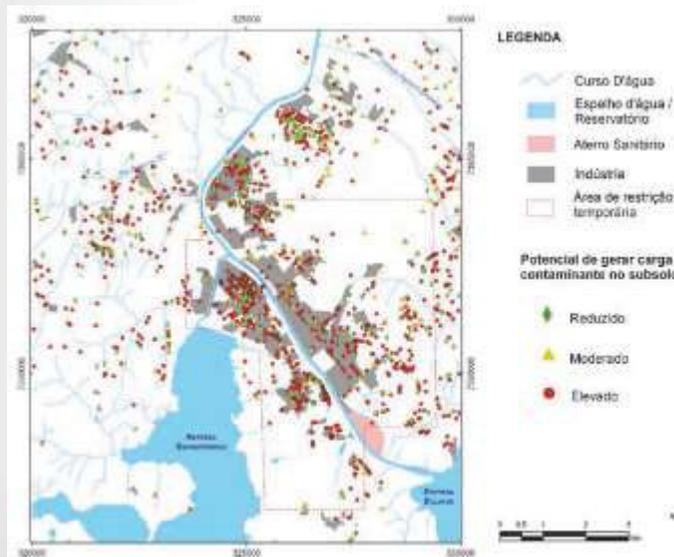
Abordagem convencional



“Pancake model”

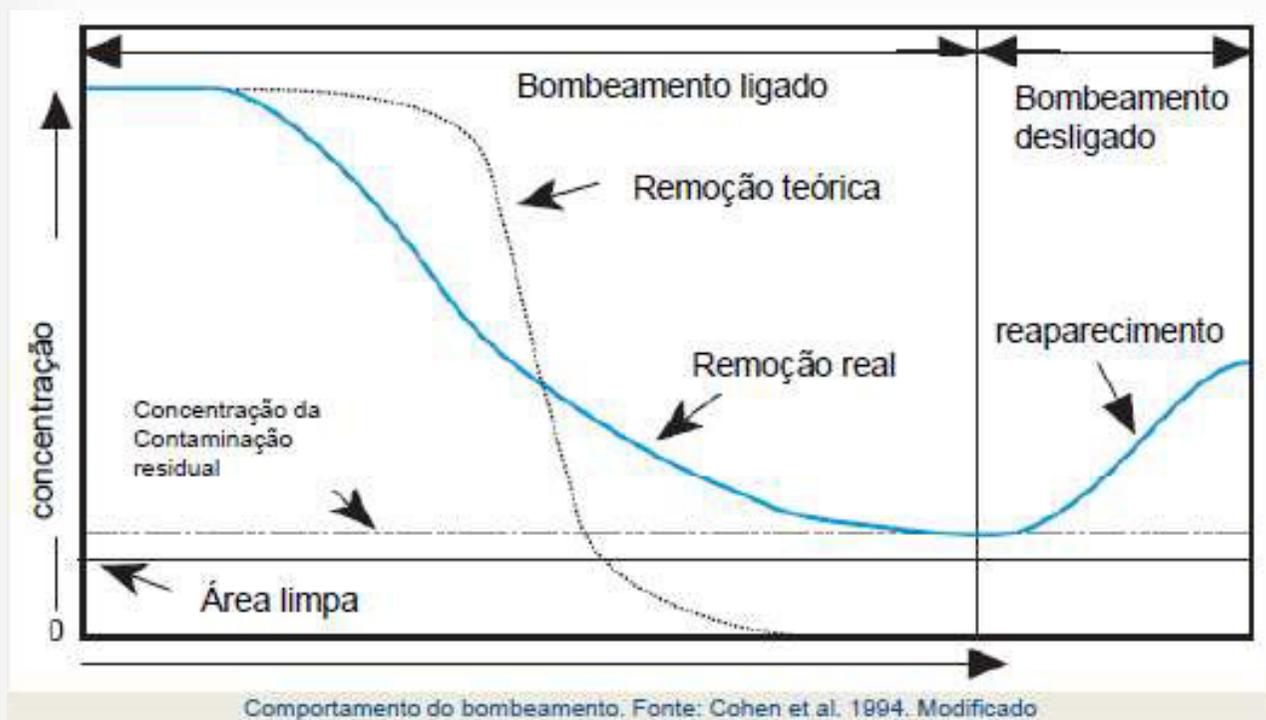


Fontes diversas + Heterogeneidades do subsolo

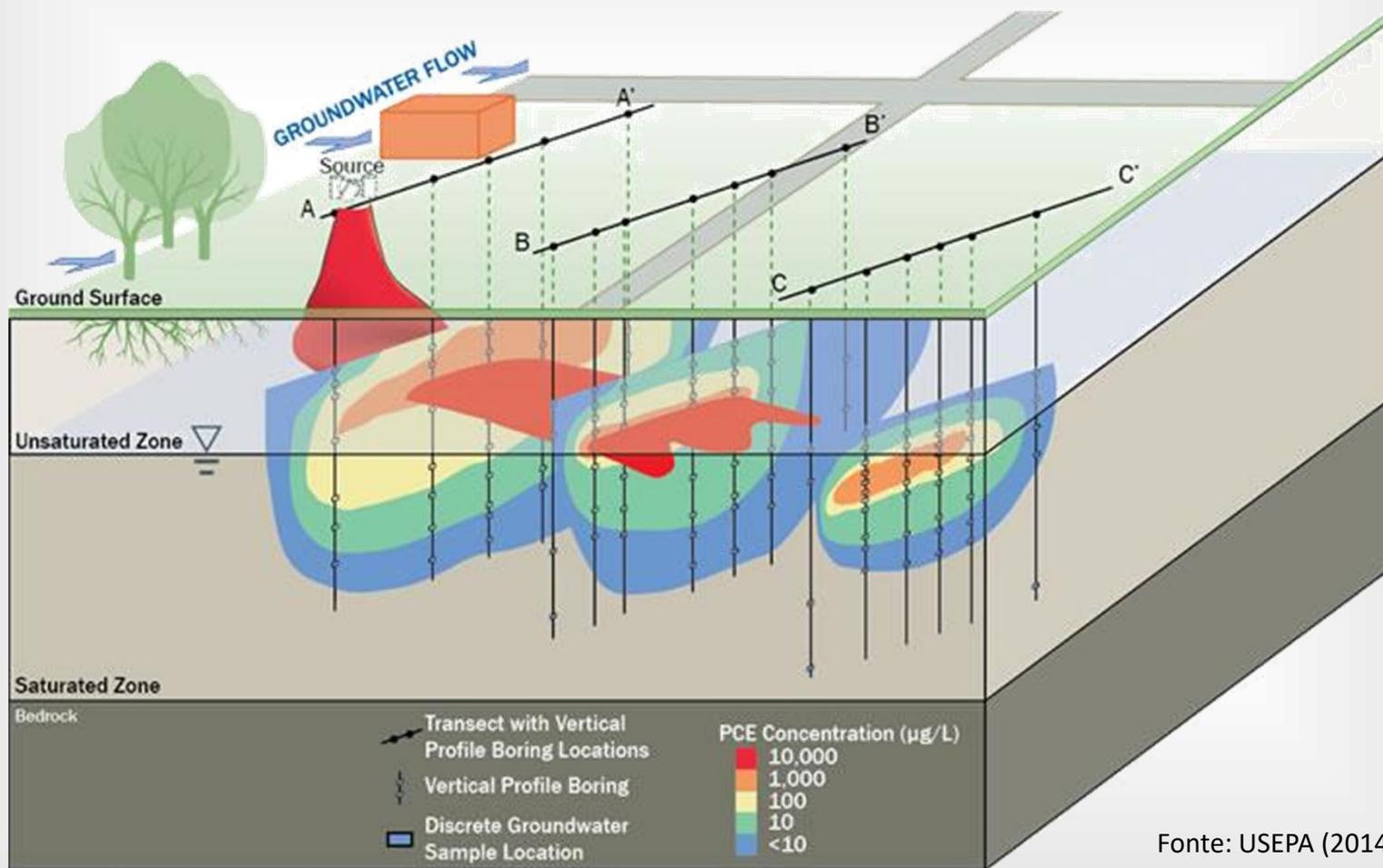


Cenários complexos de contaminação

Insucesso das remediações



Fonte: KUROZAWA (2009)



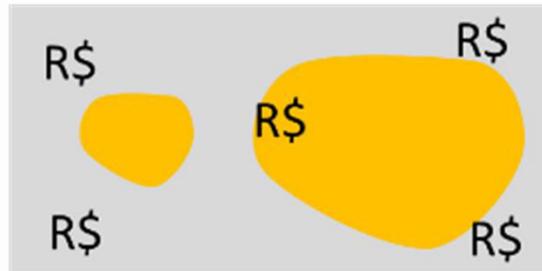
Fonte: USEPA (2014)

High Resolution Site Characterization (HRSC)



Muitos dados baratos

Investigação Convencional



Remediação

Remediação Incompleta



Investigação Alta Resolução



Remediação

Remediação Completa



Segundo a DD-38-2017-C (CETESB):

“Item 4.1.5...

...Observação 1: Recomenda-se a utilização de métodos de investigação de alta resolução na investigação de áreas com complexidades associadas ao meio físico e à distribuição das substâncias químicas de interesse, além da localização de fontes primárias de contaminação não identificadas nas etapas de Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória.”

Técnicas de investigação de alta resolução

Segundo a USEPA, a escolha das técnicas mais adequadas deve se pautar:

- Nas características do meio (ex. meio poroso; meio fraturado; litologia);
- Nos tipos de dados gerados (ex. qualitativos, semi-quantitativos ou quantitativos; caracterização geológica, hidrogeológica, ou dos contaminantes; etc);
- Na taxa de produção pretendida;
- Na relação custo benefício para cada projeto

O uso de softwares para o tratamento e visualização rápida dos dados, possibilitando a geração de mapas, seções e modelos 3D para uma representação gráfica e elucidativa dos resultados.

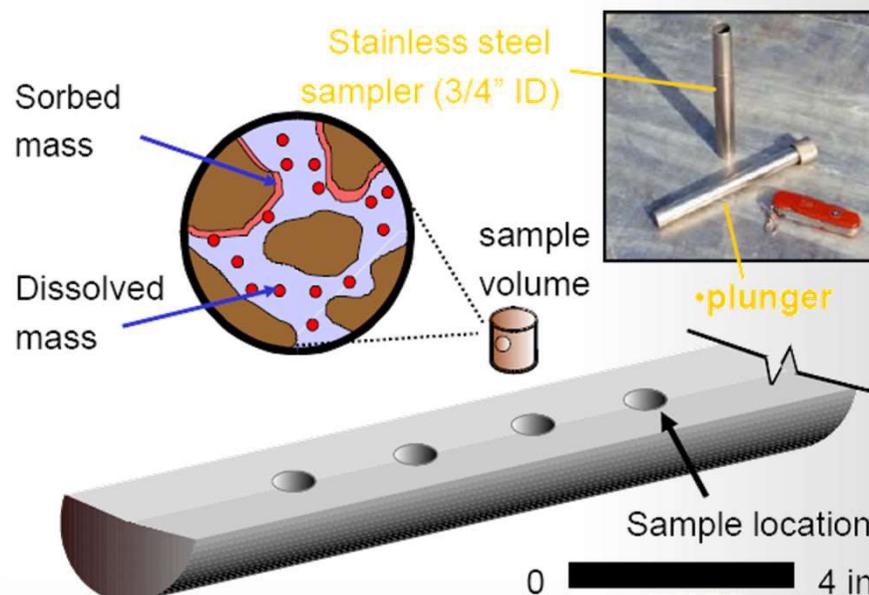
Principais técnicas de HRSC para caracterização litológica e hidrogeológica

- Amostragem discreta e/ou contínua do perfil do solo pelos métodos *Direct Push*;
- Amostragem contínua de meios consolidados e/ou fraturados (ex. Sondagem sônica);
- Técnicas geofísicas (em superfície, em poços ou sondagens);
- CPTu (Piezocone) e o RCPTu (Piezocone de Resistividade);
- Ponteiros com sensores de condutividade elétrica (EC);
- *Soil Colour Optical Screening Tool (SCOST)*;
- *Hydraulic Pressure Test (HPT)*;
- Medidores de fluxo em poços e/ou sondagens (e.g. *Vertical Flowmeter Logging, Point Velocity Probes*)
- Equipamentos para ensaios pontuais de condutividade hidráulica (*Direct Push Slug Test, Pneumatic Slug Testing*)



Amostragem discreta e multipontual de solo

3.25-inch OD
1.85-inch
core

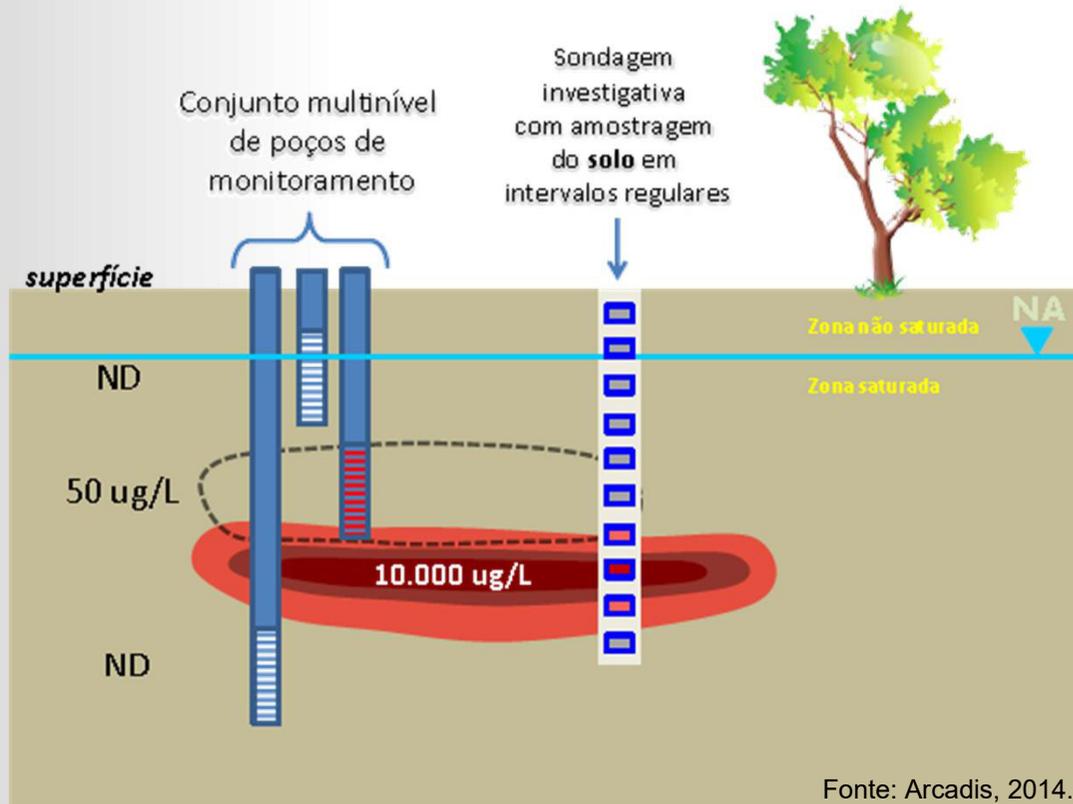


Fonte: Stone Environmental Inc.

ABNT NBR 16434/2015 - Amostragem de resíduos sólidos, solos e sedimentos - Análise de compostos orgânicos voláteis (COV)

Amostragem discreta e multipontual de solo

VPB - Vertical Profile Boring



Whole core soil sampling (WCSS); ou

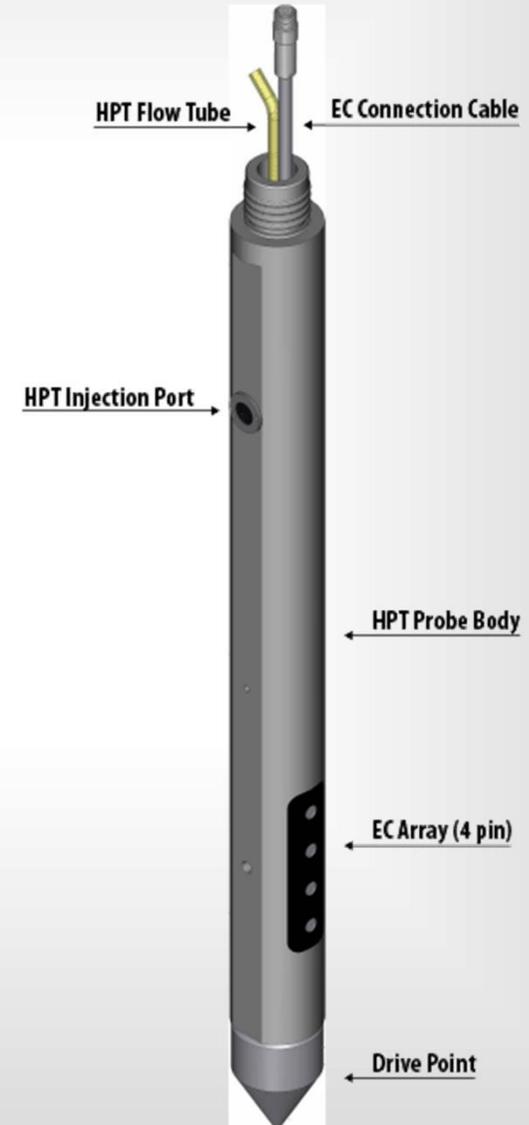
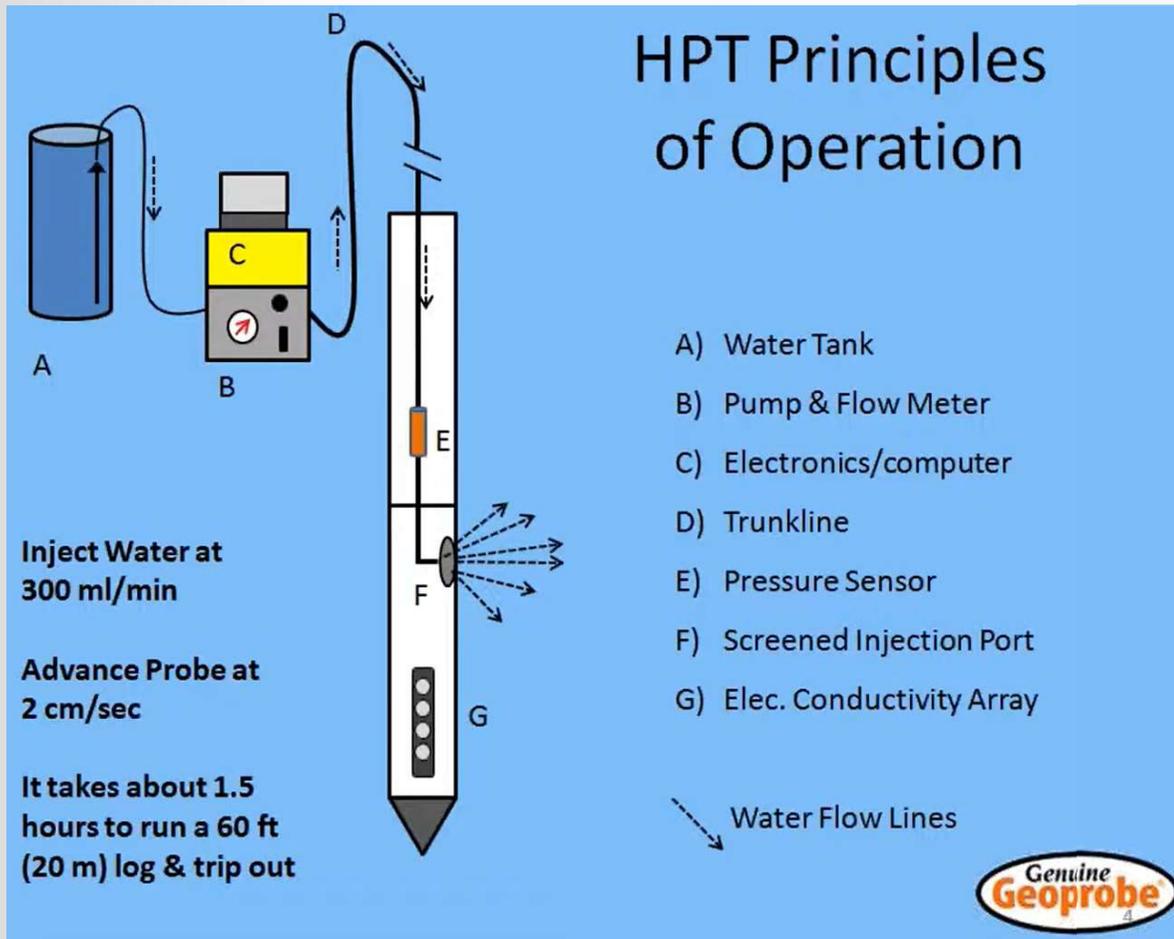
Amostragem de solo de perfil completo (ASPC)

Fonte: Riyis et al. (2019)

ND = não detectado

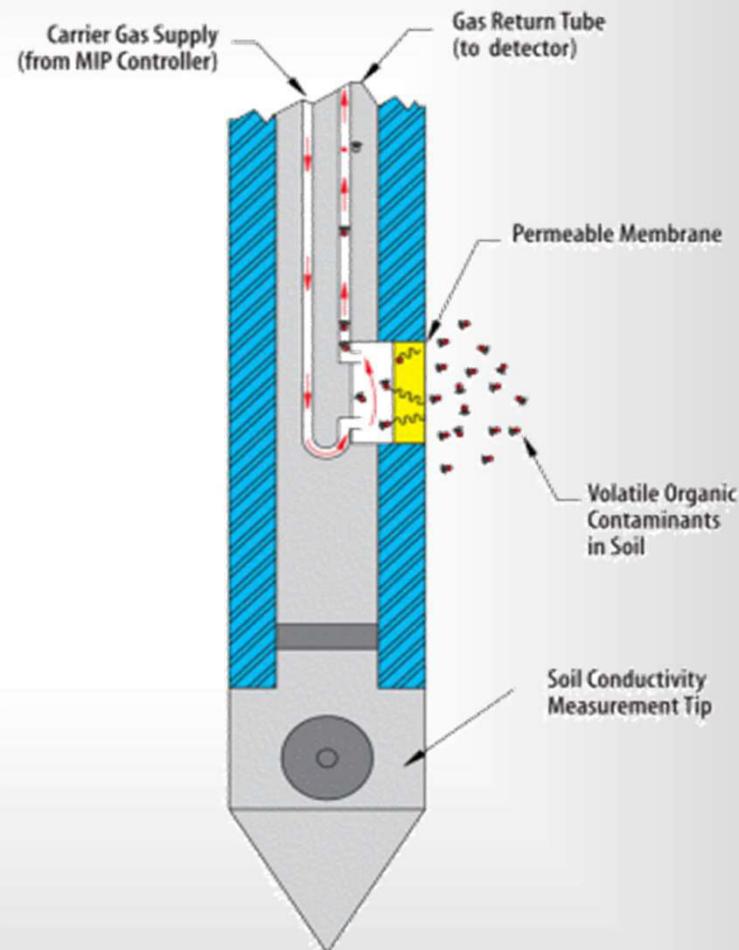
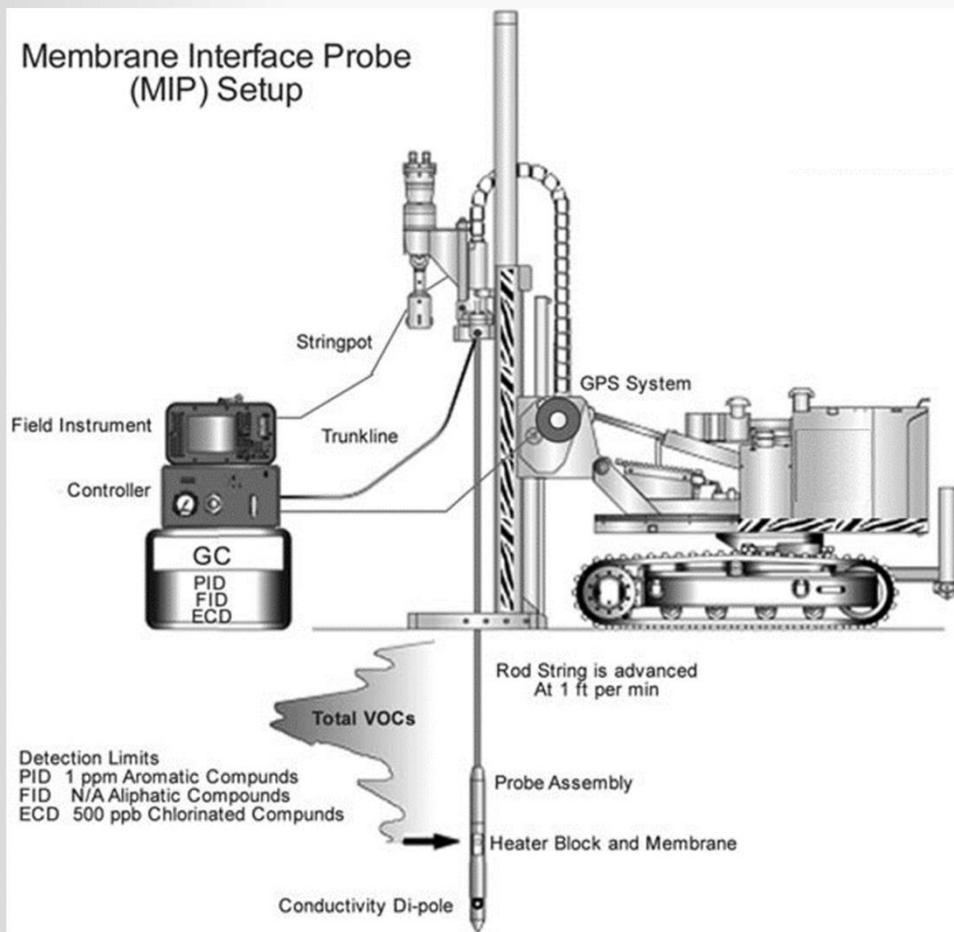
 = Amostra de solo (saturado e não saturado em perfuração de alta resolução)

HPT (*Hydraulic Profiling Tool*)



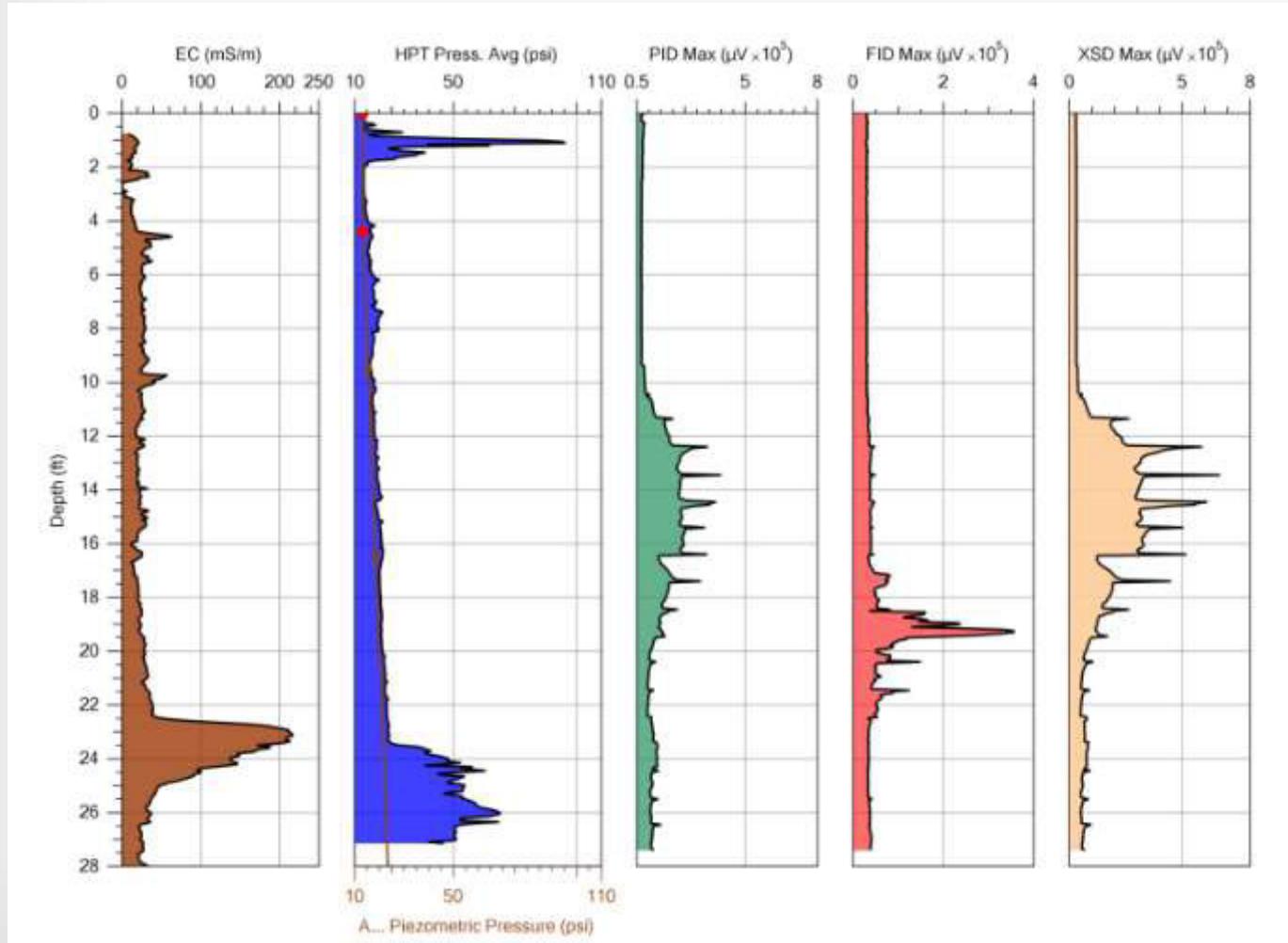
(GEOPROBE, 2013)

Membrane Interface Probe (MIP)



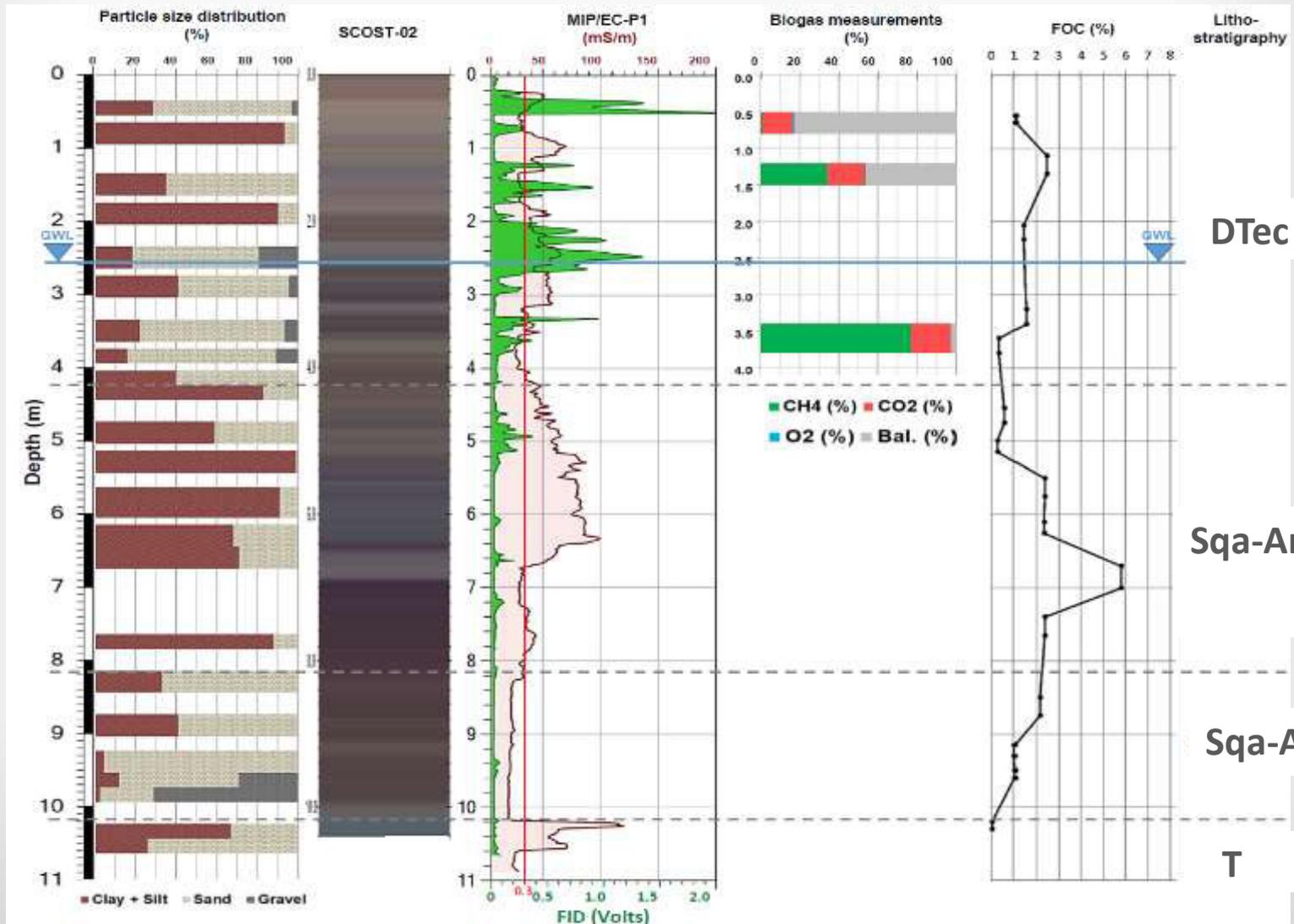
Princípio de funcionamento da sonda MIP.

Combinação de técnicas

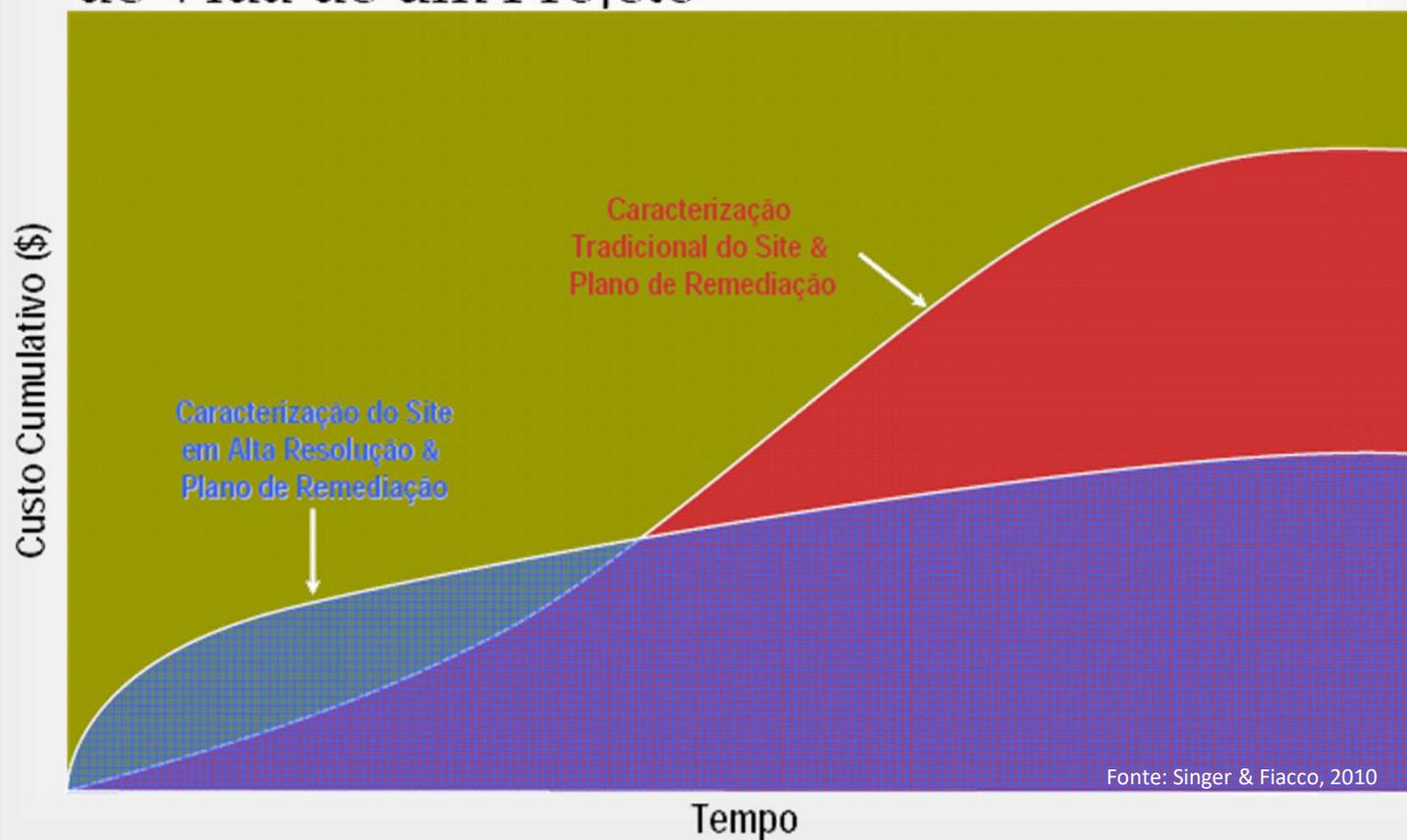


Perfis de resposta dos detectores do MIP-HPT

Combinação de técnicas

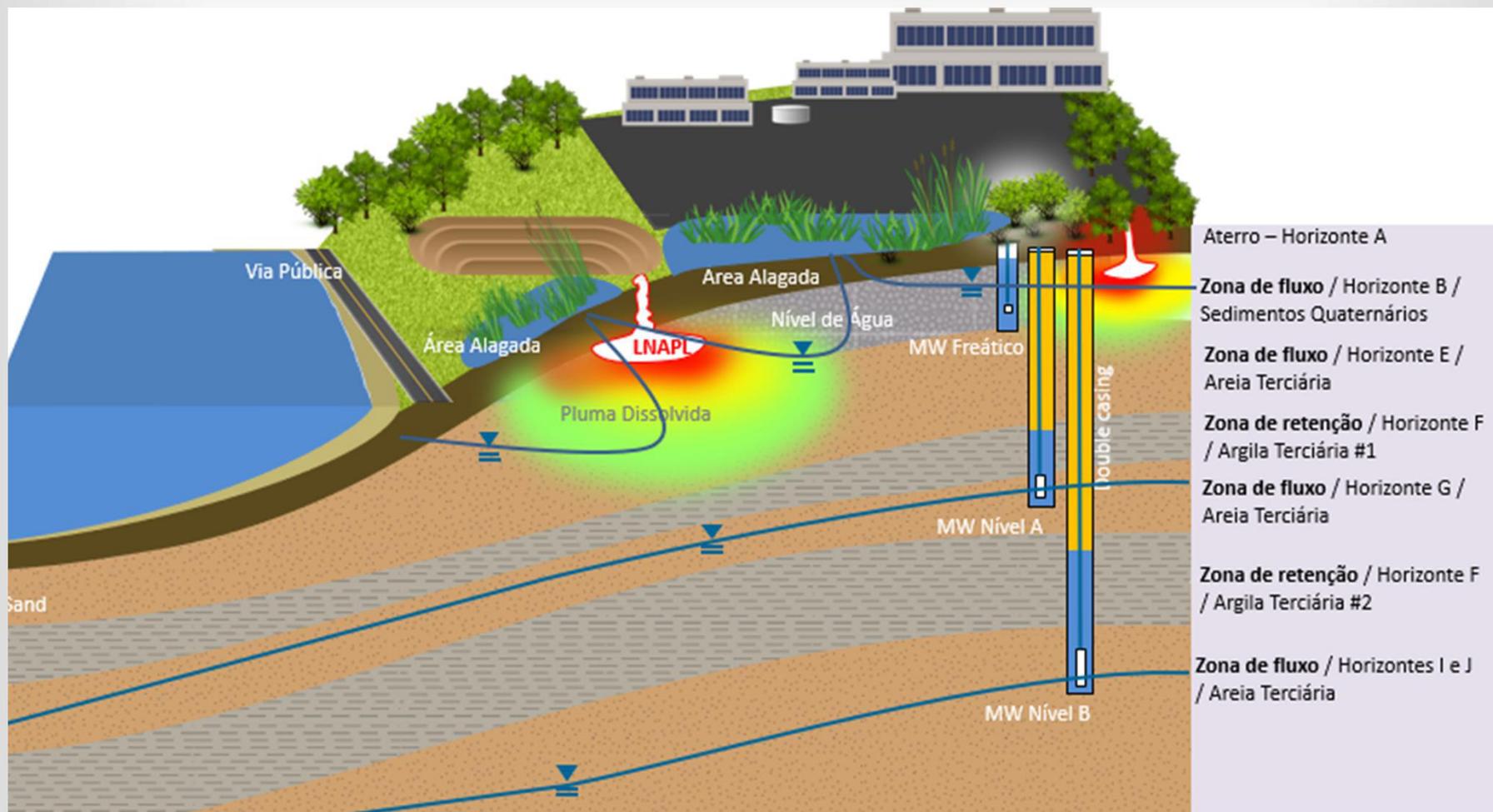


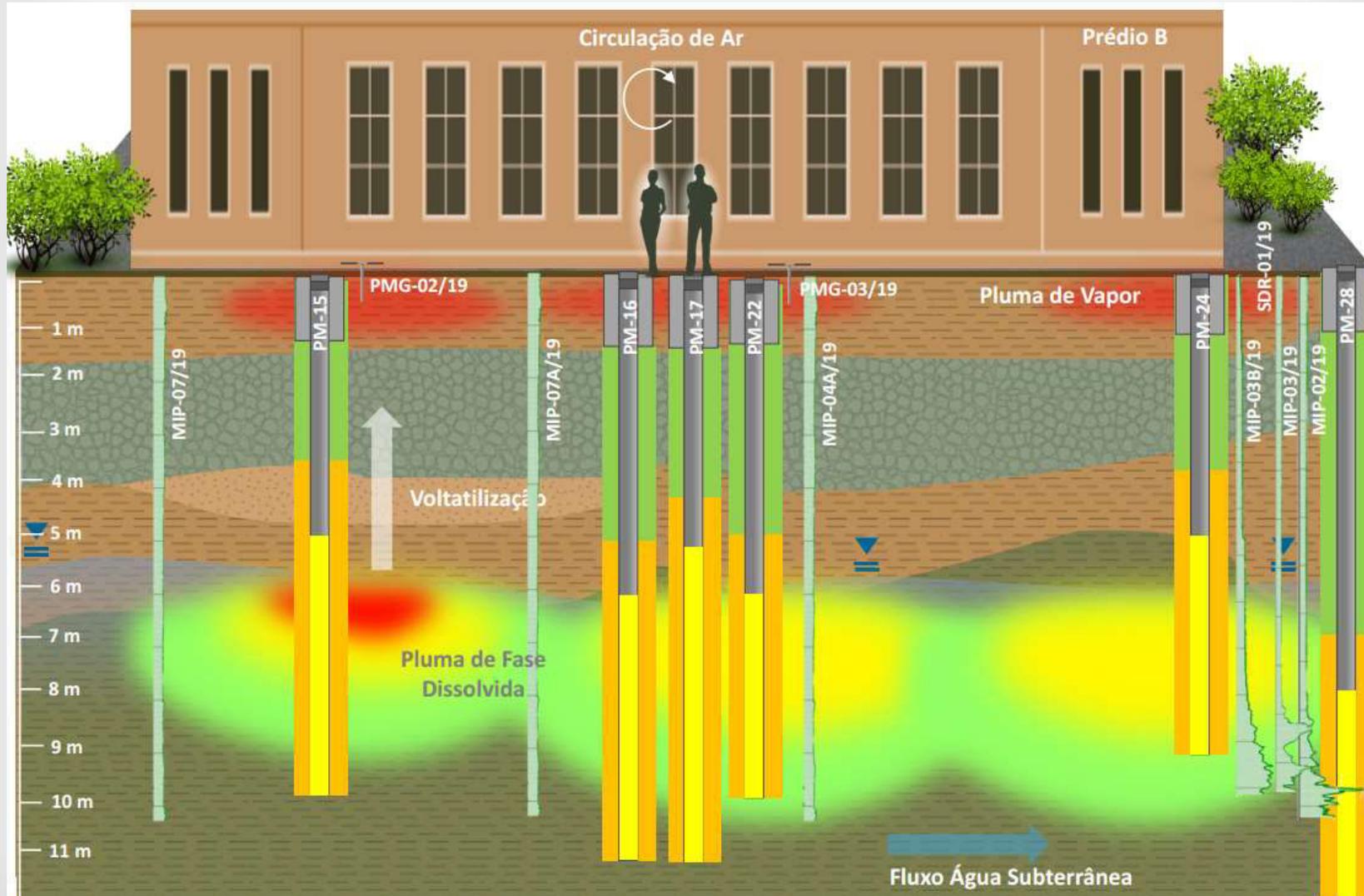
Custo-Benefício: Comparação do Custo do Ciclo de Vida de um Projeto

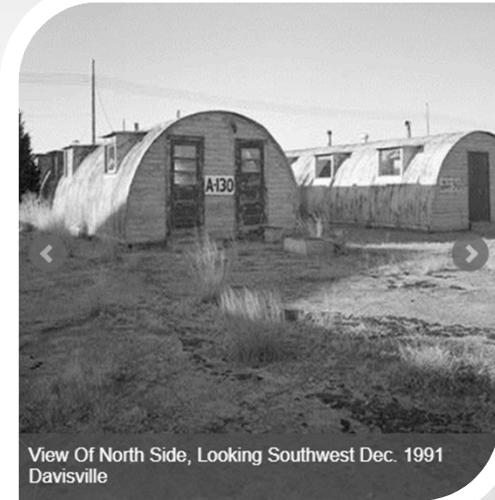


“Cada \$ gasto em técnicas de definição de fluxo de massa pode levar a um ROI de 3 a 5 vezes (ou mais) em termos de redução do custo geral de remediação” (Suthersan et al, 2015).

Caso Nacional #1





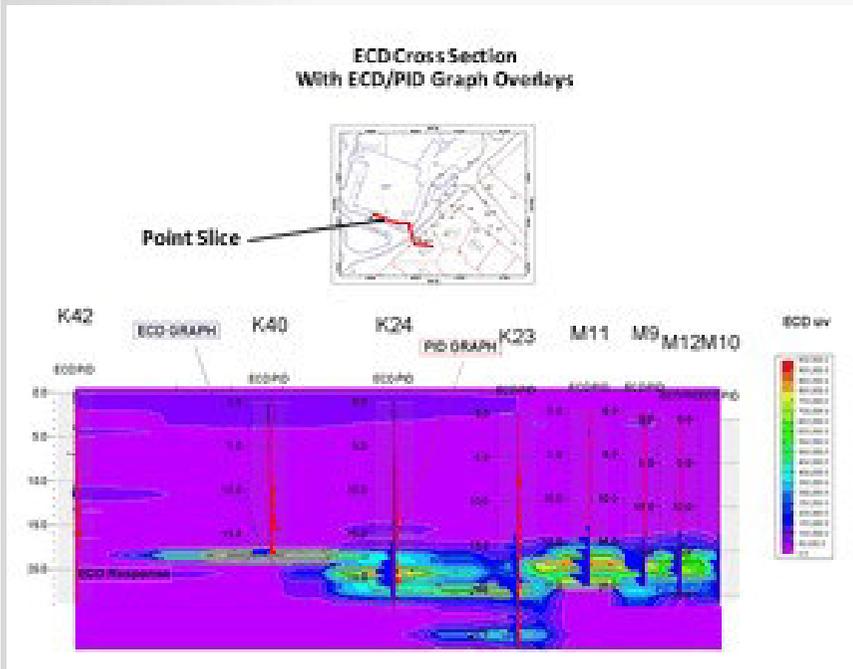


Redução:

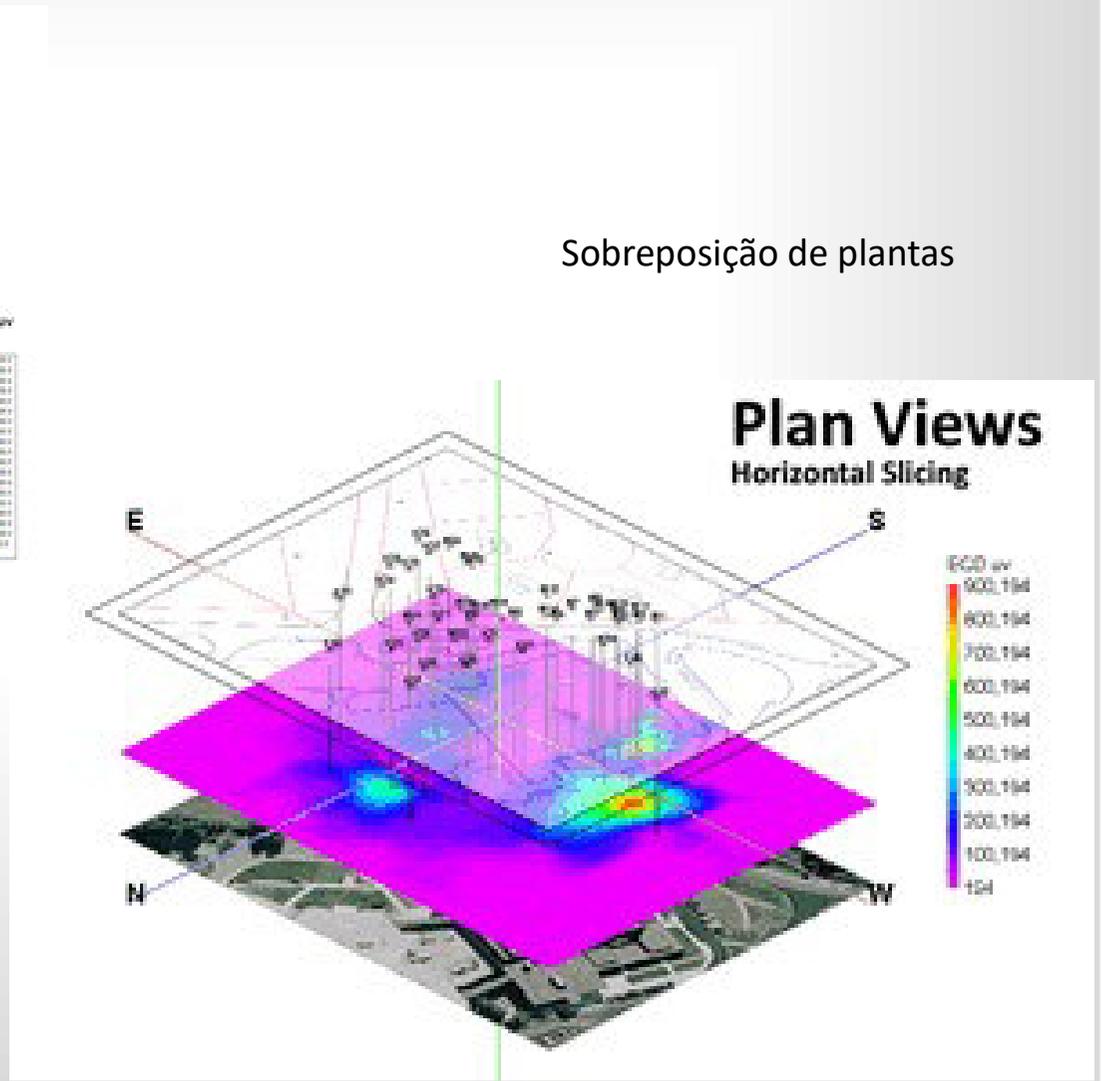
- 3 anos;
- 50% custos remediação;
- 40% das emissões e CO2;



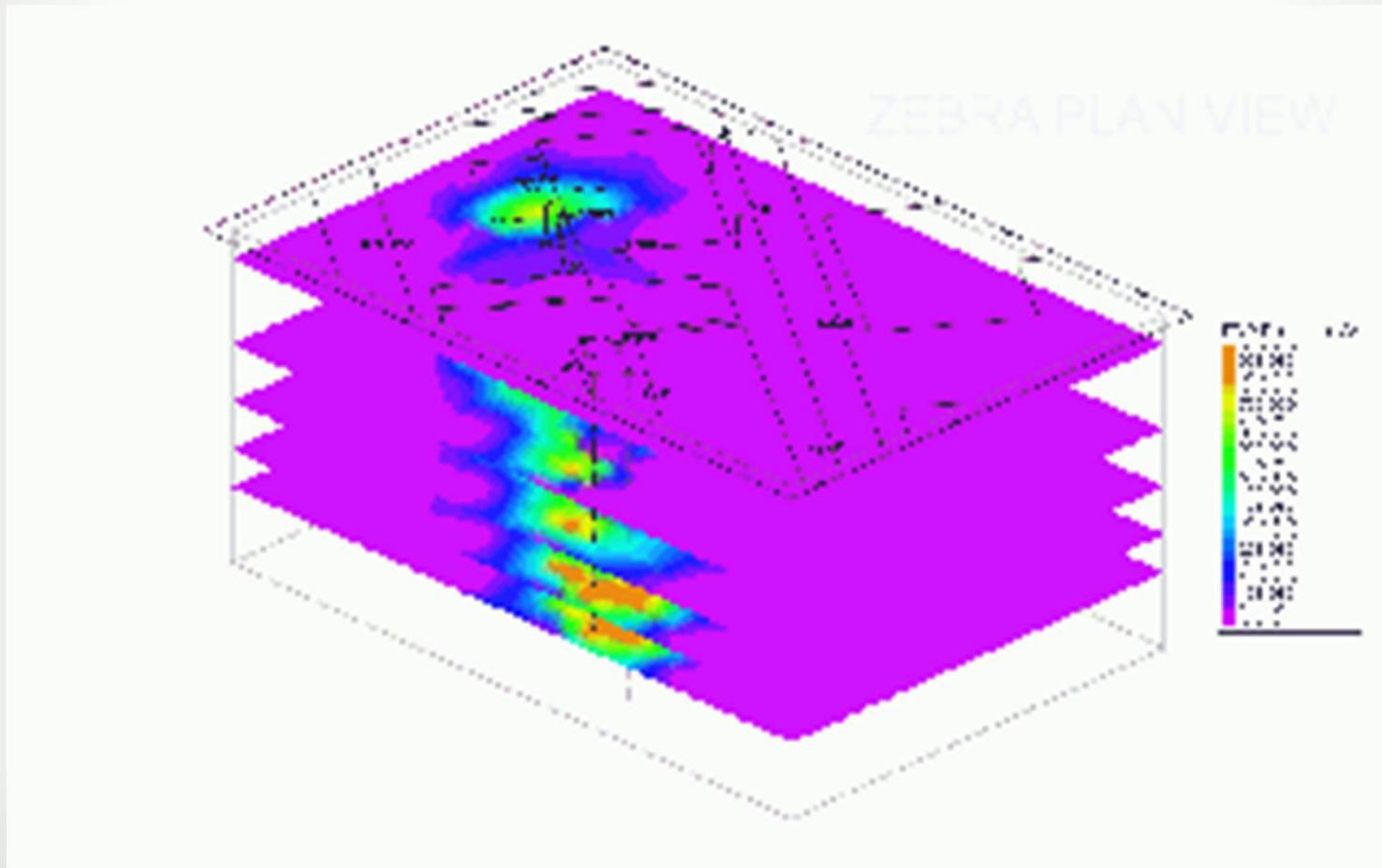
Representação gráfica em seção e em corte (2D)



Seção de leituras por ECD

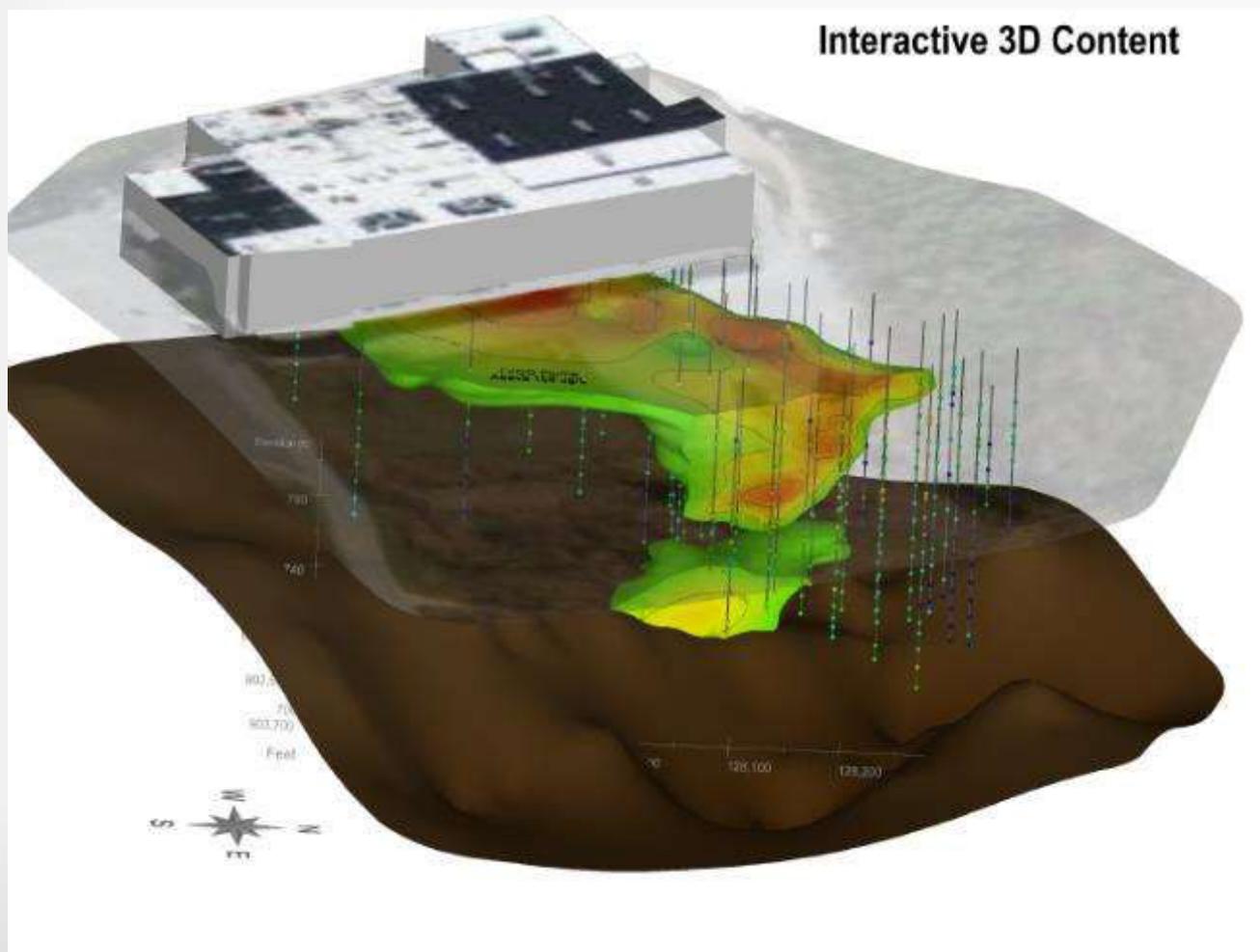


Representação gráfica em seção e em cortes (2D)



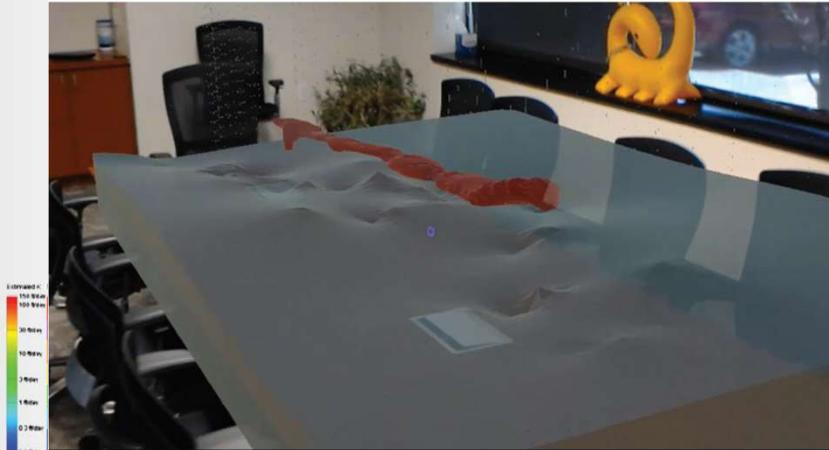
Sobreposição de planos de interpolação com resultados de ECD (ZEBRA, 2014)

Representação gráfica tridimensional (3D)

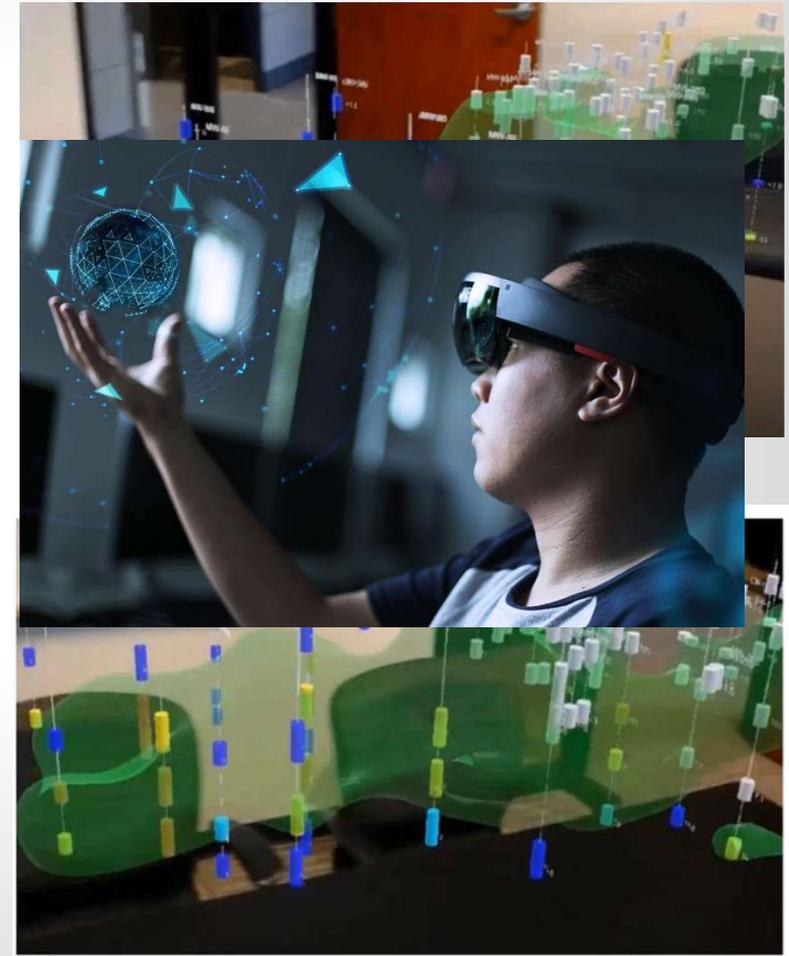
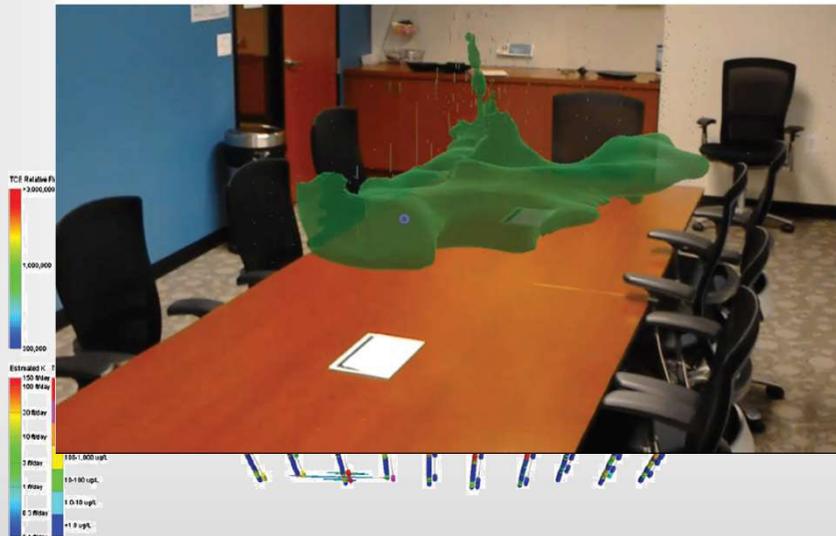


Representação gráfica com Realidade Aumentada (AR)

(a)



(b)



Quando usar alta resolução?





Agradeço a Atenção!

www.abge.org.br

<https://www.abge.org.br/abge-jovem>