



Simposio Regional de Geologia (6. : 1987 : Rio
Claro)
Atas. (Publicações SBG-SP ; n.16) V.2

6º simpósio regional de *geologia* 1987

**atas
volume 2**

**sociedade brasileira de geologia
núcleo de são paulo**



SIMPÓSIO
REGIONAL DE
GEOLOGIA

rio claro/sp

Palestra: Introdução ao estudo de poluição de água subterrânea.

Robert W. Cleary

Instituto de Geociências, CEPAS, Universidade de São Paulo.

INTRODUCAO

Nos últimos vinte anos presenciamos uma preocupação mundial frente à gravidade de poluição ambiental. Esta poluição é o resultado de uma industrialização em ritmo acelerado desde a Segunda Guerra Mundial.

Os primeiros tipos de poluição percebidos e pesquisados pelas agências de proteção do meio ambiente no Brasil foram os de poluição do ar e poluição de águas superficiais. Somente nos últimos anos a poluição de água subterrânea tem recebido a atenção que merece. Este tipo de poluição é geralmente fora da vista e, portanto, fora da mente do público. A partir de 1978 com o famoso caso de Love Canal em Nova Iorque, estamos vendo um interesse neste tipo de poluição cada vez maior. No ano passado o congresso dos Estados Unidos aprovou uma verba de 1.500.000.000 OTN, somente para recuperar 1000 lugares abandonados, que estão vazando resíduos perigosos, em todos os Estados Unidos. Isto representa 9 bilhões de dólares. Além disto muitos mais bilhões estão sendo gastos por indústrias e comunidades para resolver seus problemas com aquíferos. A Europa está gastando 2 bilhões de dólares por ano recuperando aquíferos poluídos. Poluição de água subterrânea é considerada a prioridade número 1 de todos os problemas de meio ambiente nos Estados Unidos.

Nesta apresentação gostaria de começar com uma breve descrição das principais fontes de poluição de água subterrânea. Seguindo esta, para pessoas novas no assunto, vou discutir alguns aspectos fundamentais de geologia e hidrologia que afetam o comportamento de poluentes em aquíferos. Finalmente, discutirei como nós investigamos e avaliamos poluição de água subterrânea nos locais que contêm resíduos perigosos.

PRINCIPAIS FONTES DE POLUICAO DE AGUA SUBTERRANEA

As principais fontes são as seguintes:

1. Represas de resíduos industriais
2. Aterros e lixões
3. Fossas sépticas
4. Irrigação por aspersão das águas de esgoto
5. Despejo de lodo de esgoto nas terras
6. Poços de injeção de rejeitos
7. Fertilizantes e pesticidas agrícolas
8. Canos e tanques de armazenamento (subterrâneos e superficiais)
9. Intrusão de águas salgadas
10. Redes e represas de esgoto municipais
11. Despejo de águas salgadas nas explorações de petróleo

12. Derramamentos acidentais
13. Bacias de infiltração e recarga de águas pluviais urbanas contaminadas
14. Poluentes do ar que se juntam à precipitação que recarrega um aquífero (por exemplo, orgânicos voláteis)

CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE GEOLOGIA E HIDROLOGIA EM AGUA SUBTERRANEA

A abordagem de investigação, avaliação e resolução de problemas de poluição de águas subterrâneas nos locais definidos deve seguir as seguintes fases:

1. GEOLOGIA
2. HIDROLOGIA
3. CONTAMINACAO

Se esta ordem não for seguida, não será possível interpretar e entender totalmente os dados do campo obtidos na fase 3.

GEOLOGIA

Se os aquíferos não tivessem a infraestrutura que a geologia do local representa, estudos em água subterrânea não teriam nenhuma complicação. Geralmente, quando surgem problemas na interpretação de dados, a causa está ligada ao mau conhecimento da geologia. Há muitos tipos de geologia que podem complicar um estudo. Os mais comuns, porém, são: areia/cascalho, rocha maciça (cristalino), calcário e basalto. As direções e velocidades que a água subterrânea adotará dependem muito da configuração da geologia. Um dos mais importantes efeitos geológicos é causado por anisotropia. Em tais casos, quando a condutividade hidráulica depende da direção, a direção de fluxo de água subterrânea é geralmente diferente da direção do gradiente hidráulico. Um outro efeito geológico é o causado por lentes, onde as lentes atraem água desproporcionalmente, como se fossem ímãs.

HIDROLOGIA

Diferentemente do fluxo turbulento dos sistemas de águas superficiais, o fluxo de águas subterrâneas é laminar. E sempre movendo-se de áreas de potencial alto para áreas de potencial baixo, isto é, água subterrânea sempre desce hidráulicamente; embora haja uma teoria atrás deste potencial, na prática é igual à altura do lençol freático ou superfície piezométrica acima de um determinado datum. Tipicamente vê-se velocidades de um metro por ano até um metro por dia. A recarga de um aquífero é muito pequena em comparação ao seu próprio volume. Portanto, o tempo de residência ou idade média da água é muito alto (poderia ser da ordem de centenas de anos para aquíferos que têm profundidades de mais de 500 metros).

Em termos de poluição, isto significa que vai levar séculos para um aquífero se limpar uma vez que tenha-se tornado poluído.

CONTAMINACAO E MONITORAMENTO

Depois de avaliar a geologia e hidrologia pode-se começar a terceira fase, a de avaliação da contaminação.

No caso de resíduos perigosos, deve-se estar preparado com roupas e equipamentos adequados antes de amostrar o local. Isto é particularmente importante para casos de solventes voláteis desconhecidos que podem ser cancerígenos. Quando não se sabe o que está no ar do local, tem-se condições de Classe A, onde respira-se ar comprimido de um tanque e veste-se uma roupa que cobre completamente o corpo. As vezes o conteúdo do ar é conhecido, e condições de Classe C atuam; nesses casos, usam-se cartuchos de carvão ativado ou adsorvente sintético, através dos quais respira-se.

GEOFISICA

Como um médico usa raio-X para analisar um paciente sem invadir seu corpo, o hidrogeólogo usa metodologias geofísicas para preliminarmente avaliar um aquífero poluído. As metodologias geofísicas mais utilizadas são:

1. Resistividade elétrica
2. Condutividade eletromagnética (EM)
3. Magnetometria
4. Radar de penetração de solo
5. Detectação de metal

Quando a pluma de poluição é composta de íons que fazem um contraste elétrico e não há interferência de solos argilosos, fiações elétricas ou cercas de metal, EM representa uma excelente opção. Sobre condições ideais, EM pode atingir até 60 metros de profundidade. Com essas metodologias geofísicas dando a largura, o comprimento e a espessura da pluma, está-se pronto para selecionar poços de monitoramento e uma metodologia para perfurar.

MONITORAMENTO

A melhor metodologia para perfurar um poço de monitoramento é o trado oco onde não se usa água para perfurar; é uma das poucas metodologias secas. Percussão também é boa, embora seja muito devagar.

Os poços de monitoramento podem ser com um filtro ou do tipo multi-nível onde usa-se muitos filtros pequenos colocados nos varios níveis. Em geral, o melhor material para construir esses aparelhos é o teflon. Porém, por causa do preço, muitos estudos usam PVC ou polietileno. No caso de solventes fortes que podem dissolver PVC, aço inox seria uma boa opção (embora não recomendado no caso de metais pesados).

INTERPRETACAO E ANALISES DE DADOS

Nos casos complexos, envolvendo geologia complicada e onde muitas opções (por exemplo, de recuperação de aquíferos) precisam ser avaliadas, a melhor opção é usar um modelo matemático, como MOC (Konikow-Bredehoeft do United States Geological Survey) ou MODFLOW (McDonald-Harbaugh do USGS).