

**1º Congresso da Sociedade
Brasileira de Geofísica**
**1st Congress of the Brazilian
Geophysical Society**

20 a 24 de novembro de 1989
Rio de Janeiro

ANAIIS - ANNALS

SBGf

Divisão Centro-Sul

VOLUME 3

ABORDAGEM GEOFÍSICA PARA O MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DA PLUMA DE CONTAMINAÇÃO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE UM ATERRO SANITÁRIO URBANO

*Clovis José , UNESP-IGCE-Depto. de Física, Rio Claro-SP
Nelson Ellert, USP-IG-Depto. de Geologia Económica, São Paulo*

Abstract

The groundwater contamination problem due to the leachate produced by waste decomposition in a landfill is discussed in the sense of testing the implementation and the local response to a geophysical approach. We look for the establishment of a geophysical monitor and mapping of contamination plume considering the detection limits of the monitoring scheme and its sensitivity, related to the noise levels in readings imposed by seasonal variation of water contents in the unsaturated zone.

The geophysical response to the particular environment is appraised by induced electromagnetic conductivity instruments. Shallow seismic and vertical electric soundings were used in specifying the geology.

A previous results analysis shows that this geophysical methodology represents a significant contribution in providing a quick and low-cost approach to aquifer compromise investigations in a landfill area, previously to a detailed groundwater sampling program. Moreover, the characteristics of this methodology enables to establish a monitoring process in the target area, by tracking the contamination plume evolution in time and space.

1. Introdução

A crescente necessidade de avaliação de potencialidades de terrenos para deposição de rejeitos, urbanos ou industriais, tem proporcionado à metodologia geofísica, um no-

vo campo de aplicação em nosso meio, muito embora métodos sísmicos e elétricos venham sendo usados rotineiramente, em países mais desenvolvidos, na caracterização de parâmetros geológicos e geotécnicos, determinantes no selecionamento de áreas para esse fim. Métodos elétricos e eletromagnéticos vem sendo utilizados nos últimos anos, particularmente em atividades que envolvem a qualidade da água subterrânea nas imediações de áreas de deposição de rejeitos, contudo, em nosso país, não se tem notícia até o presente, de um trabalho sistemático nessa área específica, utilizando metodologia geofísica.

As aplicações geofísicas, com o propósito de identificar a contaminação da água subterrânea e da sub-superfície na área de domínio de um aterro sanitário, fundamentam-se no fato de que o fluido lixiviado eleva as concentrações de sólidos dissolvidos, provocando um aumento da condutividade elétrica associada. Os procedimentos utilizados na abordagem geofísica em estudos da migração de água subterrânea, podem ser classificados em duas categorias principais: o mapeamento e o monitoramento. O diagrama da Fig.1 apresenta um esquema desses procedimentos, que embora compreendam técnicas de medidas semelhantes, contemplam problemas distintos na concepção da pesquisa.

2. A Área Alvo e a Implementação dos Sistemas

A área investigada compreende cerca de 50.000 m² em superfície, onde se encontra em operação o aterro sanitário urbano do Município de Rio Claro (SP), há cerca de dois anos. Na planta esquematizada da Fig.2, é representado o aterro e suas imediações.

Os objetivos do mapeamento e monitoramento geofísicos, podem ser resumidos como sendo sistemas de deteção ou alerta contra uma probabilidade de ocorrência de infiltrações ou vazamentos que possam colocar em risco a qualidade da água subterrânea local, ou mesmo implicar num comprometimento do aquífero regional, a médio prazo.

Os procedimentos para a implementação de ambos os

sistemas, bem como número e distribuição espacial das estações, frequência de medidas, etc., variam conforme a história anterior do problema abordado. Seu sucesso pode ser avaliado em termos da relação custo-benefício, fundamentação teórica dos requisitos de deteção, ou mesmo da eficiência do monitoramento em relação ao meio que se pretende proteger.

Tais procedimentos geofísicos de superfície possuem limites, que dependem de parâmetros locais específicos notadamente da profundidade, extensão e níveis de contaminação.

Dentre os diversos métodos geofísicos existentes para medidas de condutividade elétrica do terreno, estão sendo utilizados na área em estudo os conhecidos métodos de resistividade elétrica (de 4 eletrodos) e os de indução eletromagnética. Ambos respondem a um valor médio ponderado da condutividade elétrica de um volume de terreno. Assim, a escolha do método dependerá das condições próprias da área investigada, em relação à extensão, profundidade e fonte de contaminação.

No presente estudo, além de sondagens elétricas verticais, utilizamos ainda o método de refração sísmica para definição da estrutura geológica local e avaliação do nível hidrostático. Os métodos de indução eletromagnética foram utilizados especificamente no mapeamento da pluma contaminante e nas séries de medidas para o monitoramento da área. Uma vez que a metodologia empregada no monitoramento exige uma sistemática de medidas a longo prazo, essas séries devem ser continuadas até que se obtenha uma melhor definição da pluma e de sua evolução temporal.

3. Coleta e Apresentação dos Dados

No caso dos instrumentos utilizados na determinação da condutividade, as dimensões horizontal e vertical da zona de influência são aproximadamente as mesmas, de modo que o espaçamento mínimo da malha de medidas não precisa ser menor do que a profundidade de penetração. No caso presente, foram utilizados para esse fim, os condutivímetros de indução eletromagnética EM-31D e EM-34-3 (Geonics Lt.), cujas

profundidades de exploração são da ordem de 6 m para o primeiro e, variável até 60 m para o segundo.

Os dados de condutividade aparente do terreno ($\sigma_{AP.}$) e do "background" ($\sigma_{AP.B}$), são preferencialmente expressos através da relação $\sigma_{AP.}/\sigma_{AP.B}$ conhecida como razão de superfície. As linhas de contorno dessa razão são mais convenientemente apresentadas através de números inteiros de mesma unidade logarítmica denominada decibel (db), expressa por:

$$20 \log_{10} \frac{\sigma_{AP.}(x,y)}{\sigma_{AP.B}}$$

onde $\sigma_{AP.}(x,y)$ representa uma dada leitura na malha de pontos de medidas e $\sigma_{AP.B}$ corresponde a um valor médio do "background" de condutividade na área estudada (Greenhouse & Slaine, 1933). Um exemplo de linhas de contorno utilizando esse método para o mapeamento geofísico é apresentado na Fig.3.

4. Conclusão

O mapeamento e monitoramento geofísicos se apresentam como ferramentas importantes, tanto para uma avaliação inicial, quanto para o acompanhamento de longo prazo do problema de contaminação de água subterrânea na área de domínio de um aterro sanitário. Devem, portanto, integrar a maioria, se não a totalidade, dos programas de prevenção e monitoramento de água subterrânea.

Esses procedimentos, têm a função de suplementar e complementar informações obtidas por meio de amostragens de poços, de modo a reduzir custos e aumentar a eficiência de um programa global de monitoramento hidrológico.

5. Bibliografia

- Greenhouse, J.P. e Williams, M.M., 1935 - "Geophysical monitoring of groundwater contamination around waste disposal sites". - Ground Water Monitoring Review- Fall 1935.
- Greenhouse, J.P. e Slaine, D., 1933 - "Reconnaissance Geophysical surveys at several waste disposal sites". Ground Water Monitoring Review, Spring 1933.

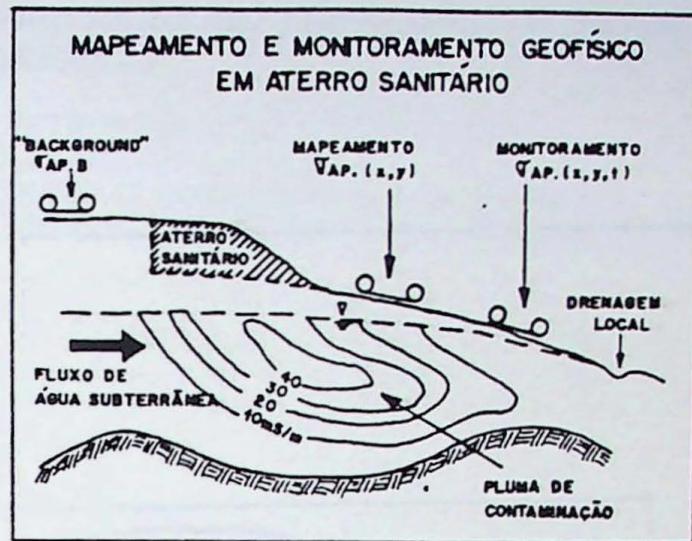


Figura 1. Esquema dos processos de mapeamento e monitoramento da pluma de contaminação de água subterrânea na área de influência de um aterro sanitário usando instrumentos geofísicos. No mapeamento, as medidas $TAP.(x,y)$ são feitas sobre a área em um dado tempo do processo de contaminação. No monitoramento, as medidas $TAP.(x,y,t)$ são feitas em um dado local em função do tempo, desde o início do processo. (After Greenhouse and Williams).

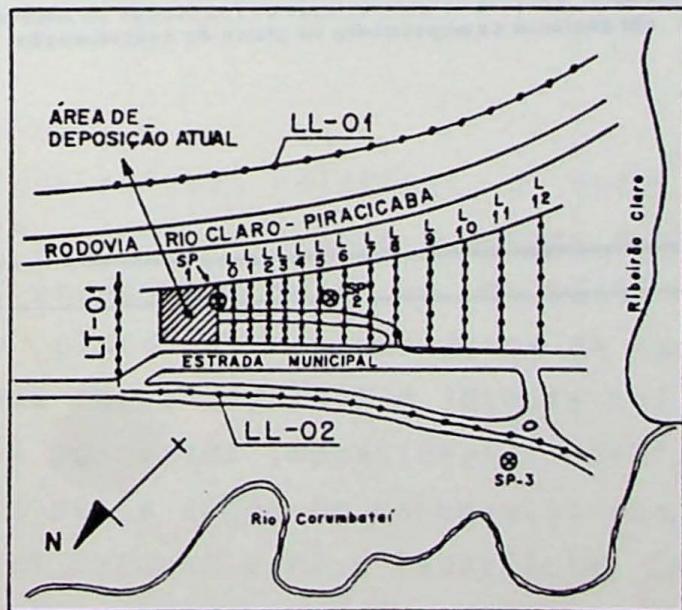


Figura 2. Planta esquemática do aterro sanitário do município de Rio Claro (SP) e suas imediações. São representadas as estações de medidas ao longo das linhas de mapeamento e monitoramento geofísicos e os furos de sondagem.

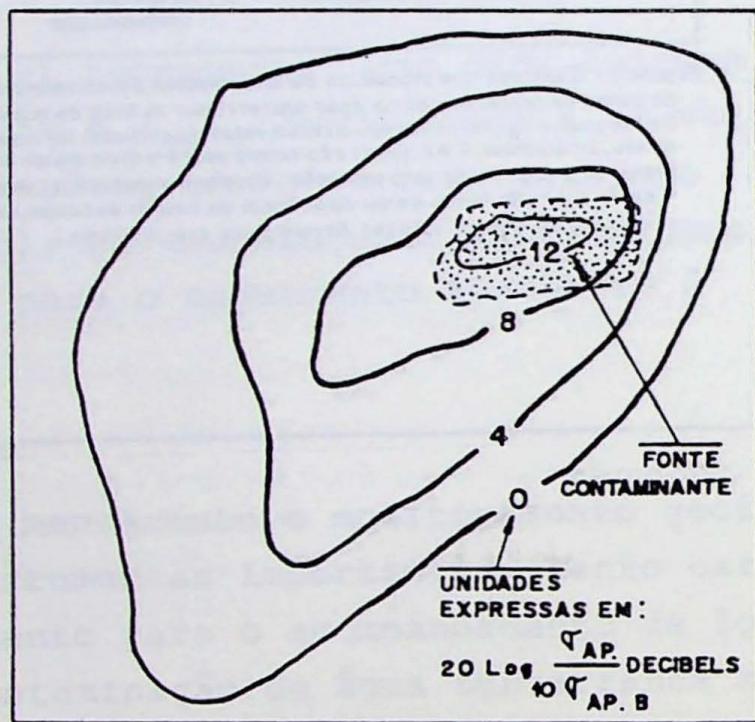


Figura 3. Exemplo de apresentação de resultados de investigação geofísica de mapeamento da pluma de contaminação.