

A GEOFISICA APLICADA NA DETECÇÃO DE LIXO URBANO ENTERRADO
EXEMPLO CURITIBA - PARANÁ - BR

* Nelson Ellert

** Ernani Rosa Filho

1. ABSTRACT

Geophysical techniques have been used since long time for oil, mineral and groundwater exploration. Only recently they have been used to ground and groundwater pollution investigation.

In the Curitiba area - Parana State - BR, informations were available that urban wastes had been buried in areas close to the Passauna River. Plans are being made to use this river as a source of water to supply the Curitiba City.

Electromagnetic methods were used to map the ground's conductivity of this site, where anomalies of about 30 dB have been determined, confirming the previous information.

2. RESUMO

Recentemente técnicas geofísicas, tradicionalmente utilizadas na prospecção de petróleo, minerais e água subterrânea, têm sido utilizadas no estudo de poluição de águas subterrâneas e solo por agentes advindos de rejeitos urbanos e/ou industriais.

Haviam informações de que na região da Grande Curitiba, às margens do Rio Passauna, junto à rodovia que liga Curitiba a Ponta Grossa, em uma antiga cava de exploração de argila, foi depositado lixo urbano. Com o projeto de represar este rio para fins de abastecer Curitiba, foram feitos levantamentos geofísicos com a finalidade de se confirmar as informações existentes, bem como verificar se contaminantes advindos deste depósito migram rumo ao rio, o que poderia comprometer a qualidade de suas águas.

Este levantamento não só identificou a presença do acúmulo de lixo enterrado, como também revelou o sentido e localização do fluxo de soluções condutoras, possivelmente contaminantes.

3. INTRODUÇÃO

Mesmo em meios técnicos prevalece a idéia, de que o simples recobrimento e enterramento de produtos indesejáveis, é o suficiente para que a natureza, com o seu "inesgotável" potencial, trabalhe

* - Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas - IG-USP
** - Superintendencia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - PR.

em favor da economia das empresas ou órgãos públicos e da qualidade de vida do meio ambiente. O solo, com as suas capacidades de filtração, adsorção, troca iônica, etc, se encarregaria de depurar as soluções por ele percoladas.

Em muitos locais baseados nesta filosofia, produtos foram se pultados na esperança que a natureza tomasse as providências necessárias para que estes elementos indesejáveis desaparecessem.

Qual não é a surpresa de verificar muitos anos após, o seu aparecimento comprometendo fundamentalmente a qualidade das águas subterrâneas, tornando-as inadequadas ao consumo humano.

Mesmo que o solo possua esta capacidade, esta não é infinita no tempo e espaço. havendo um ponto de saturação, quando os produtos poluentes ou contaminantes contidos nas águas subterrâneas, ou de infiltração passam pelos solos tornando-os inadequados ao consumo humano. Há de ser lembrado que muitos produtos modernos, sobretudo organoclorados e alguns metais pesados, são prejudiciais à saúde, mesmo em concentrações da ordem de ppb, pelo efeito cumulativo no organismo humano.

O fluxo das águas subterrâneas, uma vez existente uma fonte de contaminação liberando os seus produtos, os transporta ao longo de seu deslocamento, gerando-se assim uma "nuvem" poluente.

Com o fluxo subterrâneo se faz através de vazios (poros, frações), está este condicionado essencialmente às características destes vazios, ou seja, o arcabouço geológico. Dependendo das condições de formação das camadas, estas podem ter maior ou menor permeabilidade ou porosidade, afetando assim a forma e velocidade, por conseguinte distância, de deslocamento da nuvem poluente. Este comportamento da nuvem poluente é traduzido pela maior ou menor condutividade das camadas dependendo do contraste introduzido pelo composto ou produto poluente. Em geral os agentes poluentes ligados a depósitos de lixo urbano, possuem altas concentrações salinas (cloretos em geral, nitratos, sulfatos, metais pesados (cobre, chumbo). Assim por meio de medidas indiretas, feitas a partir da superfície do terreno, empregando-se os métodos elétricos tradicionais, tais como o caminhamento elétrico ou sondagem elétrica, ou eletromagnéticos indutivos, igualmente em caminhamentos ou sondagens eletromagnéticas, pode-se avaliar a evolução espacial e temporal da nuvem poluente.

Com este procedimento torna-se mais fácil instalar-se piezômetros ou poços de amostragem representativos.

Se a construção de uma rede de piezômetros era antes uma tarefa de tentativa e erro, ou pelo menos intuitiva, esta torna-se assim objetiva e representativa.

4. TÉCNICAS GEOFÍSICAS

Foi só recentemente, (Greenhouse, Slaine) que técnicas geofísicas foram aplicadas com o objetivo de mapear e monitorar áreas poluídas ou sujeitas a poluição.

A deposição de qualquer produto perigoso no solo, quer acidental quer intencional, cria condições de risco para as águas subterrâneas. Com a precipitação da chuva, estes produtos podem ser carregados para as partes mais profundas e comprometer a qualidade das águas.

Desde que os produtos contidos na água alterem as suas características físicas, tais como a condutividade, são passíveis de serem detectadas através do emprego de métodos elétricos ou eletromagnéticos.

Depósitos de rejeitos urbanos, em aterros sanitários, com as suas altas concentrações de sais minerais, de orgânicos, etc. são facilmente identificáveis, considerando as elevadas condutividades por eles gerados.

Métodos elétricos, como a eletrorresistividade em seus procedimentos de sondagem elétrica e caminhamento elétrico são juntamente com métodos eletromagnéticos indutivos os mais aplicáveis para este tipo de investigação.

Nos procedimentos de caminhamento elétrico e sondagem elétrica, verifica-se que ao se aplicar uma corrente elétrica no solo, a sua distribuição será afetada em maior ou menor escala dependendo dos contrastes de condutividade das camadas saturadas e insaturadas e o meio envolvente.

Nos métodos eletromagnéticos verifica-se que a passagem de uma corrente elétrica alternada através de uma bobina cria um campo eletromagnético alternado. Se no raio de influência deste campo se encontrar um corpo condutor, terá nele induzidas correntes elétricas secundárias. Estas por sua vez criam igualmente um campo secundário. Uma bobina receptora aí colocada terá induzidas correntes resultantes, que como em alguns equipamentos, podem ser diretamente proporcionais a condutividade do meio circundante. Assim como por exemplo, os equipamentos EM-31 e EM-34, fabricados pela GEONICS-CANADÁ, permitem determinar diretamente a condutividade do solo.

Enquanto, que nos métodos de eletrorresistividade convencionais há a necessidade de se aplicar a corrente ao solo através do emprego de eletrodos enterrados no solo, nos procedimentos eletromagnéticos a aplicação da corrente é feita de forma indutiva o que reduz substancialmente o tempo, a equipe e igualmente o volume do equipamento.

Neste caso, pontos de medida são dispostos sistematicamente ao longo de perfis nos quais as medidas são feitas. No caso dos métodos eletromagnéticos, a profundidade de investigação depende, dentre outros fatores, da distância entre as bobinas receptora e

transmissora, bem como da deposição do seu eixo. No caso do eixo do dipolo estar vertical, a profundidade de investigação alcança o dobro que seria alcançado com o eixo na posição horizontal.

No caso do caminhamento elétrico, bem como das sondagens elétricas, a profundidade de investigação é função direta do espaçamento entre os eletrodos de corrente.

EXEMPLO DE APLICAÇÃO - CURITIBA

Tendo em vista a futura construção de um novo sistema de abastecimento de água para a cidade de Curitiba, planeja-se represar o Rio Passauna, que circunda a cidade em sua parte W. (Figura 1).

Tem-se notícias de que em alguns locais nas proximidades de seu curso foram depositados e enterrados rejeitos urbanos e/ou industriais.

Foi assim que se suspeitou da deposição de rejeitos ao longo da margem esquerda do Rio Passauna, junto da Rodovia que liga Curitiba a Foz do Iguaçu.

Figura 1. Localização da área investigada

O local, completamente plano, coberto por uma vegetação rasteira, apresentando locais bastante saturados, sem qualquer evidência de seu passado histórico.

O seu lado S apresenta um corte do terreno, onde solo de alteração de diabásio está presente, sugerindo ter sido fonte de material para cobrir o depósito de lixo que ocupou a depressão provocada pela retirada de argila para a confecção de tijolos e areia para construção.

A área foi demarcada com 5 perfis perpendiculares a rodovia (paralelos ao Rio Passauna), espaçados em média 20m entre si e com pontos de medida a cada 10m de intervalo.

As medidas de condutividade foram executadas utilizando-se somente os equipamentos eletromagnéticos citados anteriormente, ou seja EM-31D e EM-34-3 da GEONICS.

No caso do equipamento EM-34-3, empregou-se somente o espaçamento de 10m entre as bobinas, estas com o eixo horizontal, o que representa uma profundidade de investigação de até 7,5m.

5. RESULTADOS OBTIDOS

As figuras 2, 3, 4 e 5 representam os dados obtidos no campo. De modo a melhor visualizar os pequenos contrastes de anomalia, e por outro lado reduzir os altos valores, adota-se frequentemente a representação dos dados sob a forma de decibels (dB) de anomalia. Entende-se por dB a representação segundo a seguinte equação: $a=20 \times (\log (\text{valor lido}/\text{valor regional}))$. Assim para uma medida executada sobre o valor regional (background) o valor de representado será

igual a zero (0).

Além de identificar a presença de zonas altamente condutoras, representadas pelos depósitos de lixo, há ainda evidências do caminho tomado pelo fluxo subterrâneo, partindo do lixo rumo ao rio. Isto representa que o Rio Passauna drena o aterro, estando sob o risco de ter a qualidade de suas águas alteradas comprometendo a sua utilização para fins de abastecimento.

O levantamento geofísico precedido pelo levantamento topográfico, que locou no terreno os perfis e pontos de medida, empregou uma equipe de duas pessoas e foi realizado em 2 dias.

6. BIBLIOGRAFIA

- BENSON, R.C.; GLACCUM, R.A.; NOEL, M.R.; 1983 - Geophysical Techniques for Sensing Buried Wastes and Waste Migration. EPA. Environmental Protection Agency.
- GREENHOUSE, J.P.; MONIER-WILLIAM, M.; ELLERT, N.; 1987 - Geophysical Studies of Groundwater Contamination at Two Sandfills in São Paulo State. Anais 1.^a Conferencia Latinoamericana Sobre Hidrogeologia Urbana y Contaminacion de Acuiferos. Cochabamba. Bolívia.
- GREENHOUSE, J.P.; SLAINE, D.; 1982 - Case Studies of Geophysical Contaminant Mapping at Several Waste Disposal Sites. In. Proceedings of Second National Symposium on Aquifer Restoration and Groundwater Monitoring. Columbus, Ohio, pp 299-315.

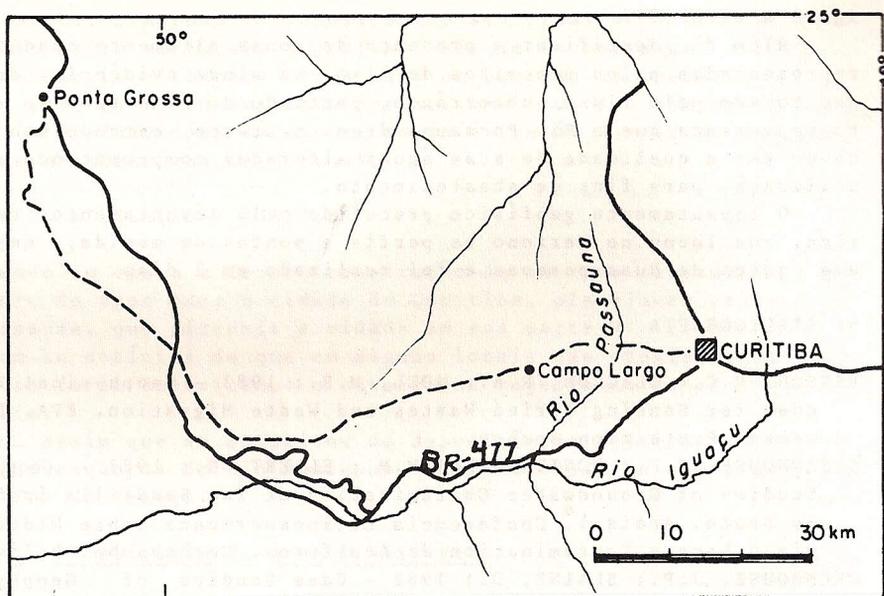
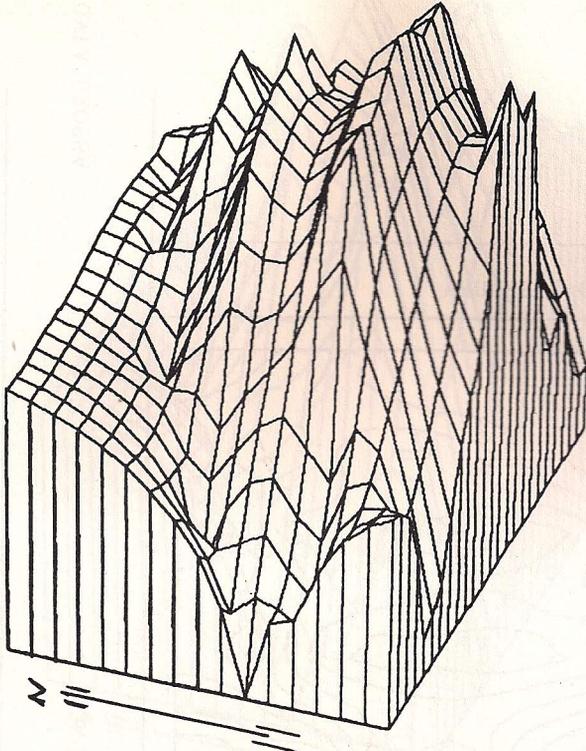


FIGURA 1 - Localização da área pesquisada.



RODOVIA CURITIBA - IGUAÇU EM31- dB

FIGURA 2 - Representação tridimensional do dB ($20 \times \text{Log} \frac{\text{valor lido}}{\text{valor regional}}$)
da condutividade obtida com o EM - 31.

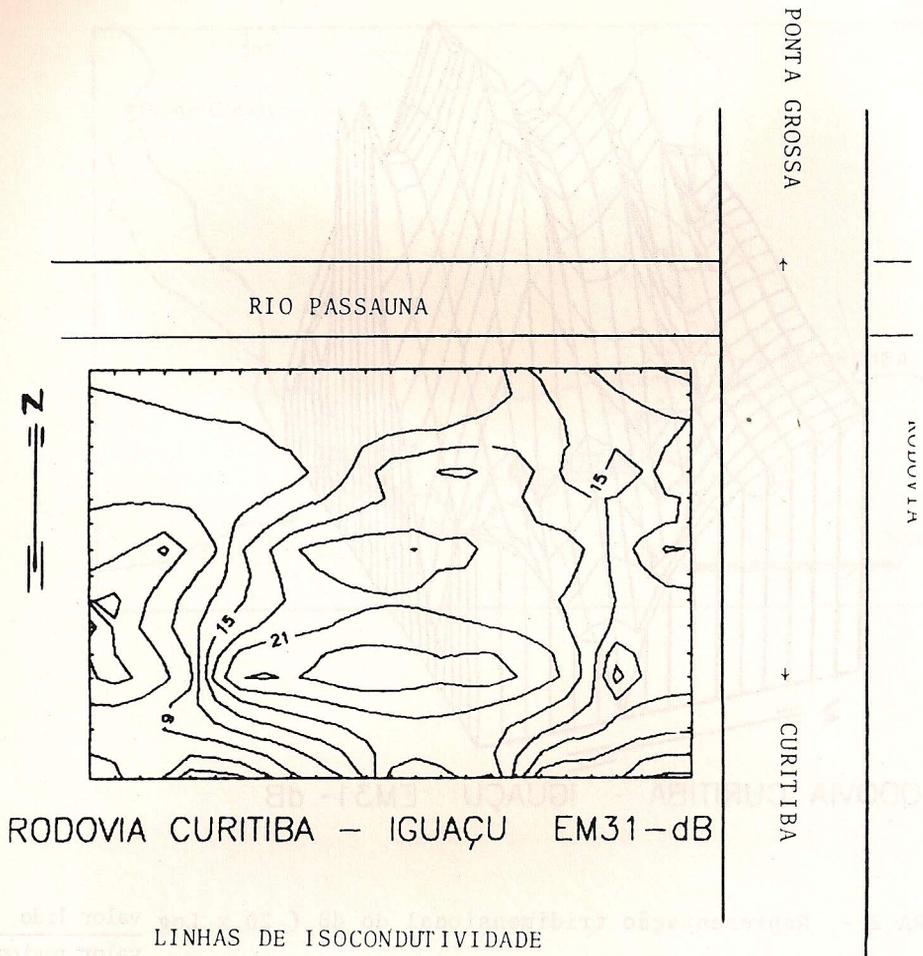
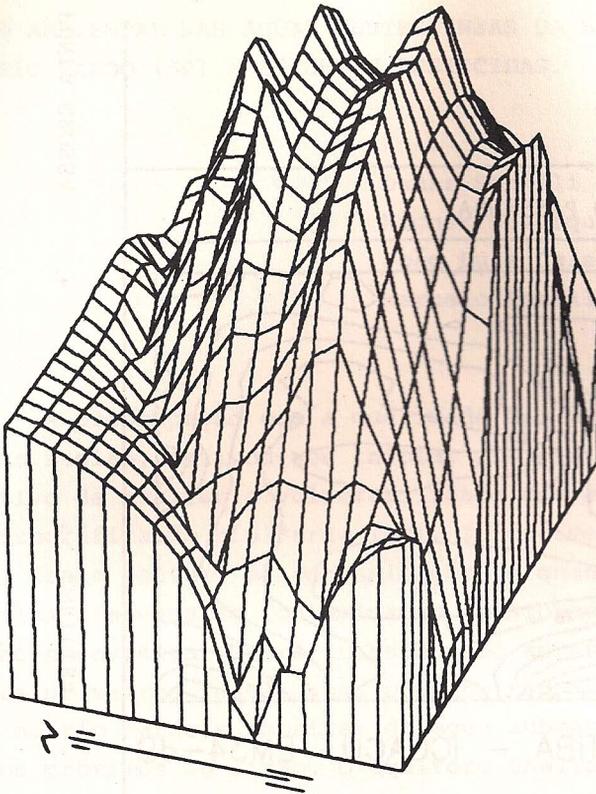
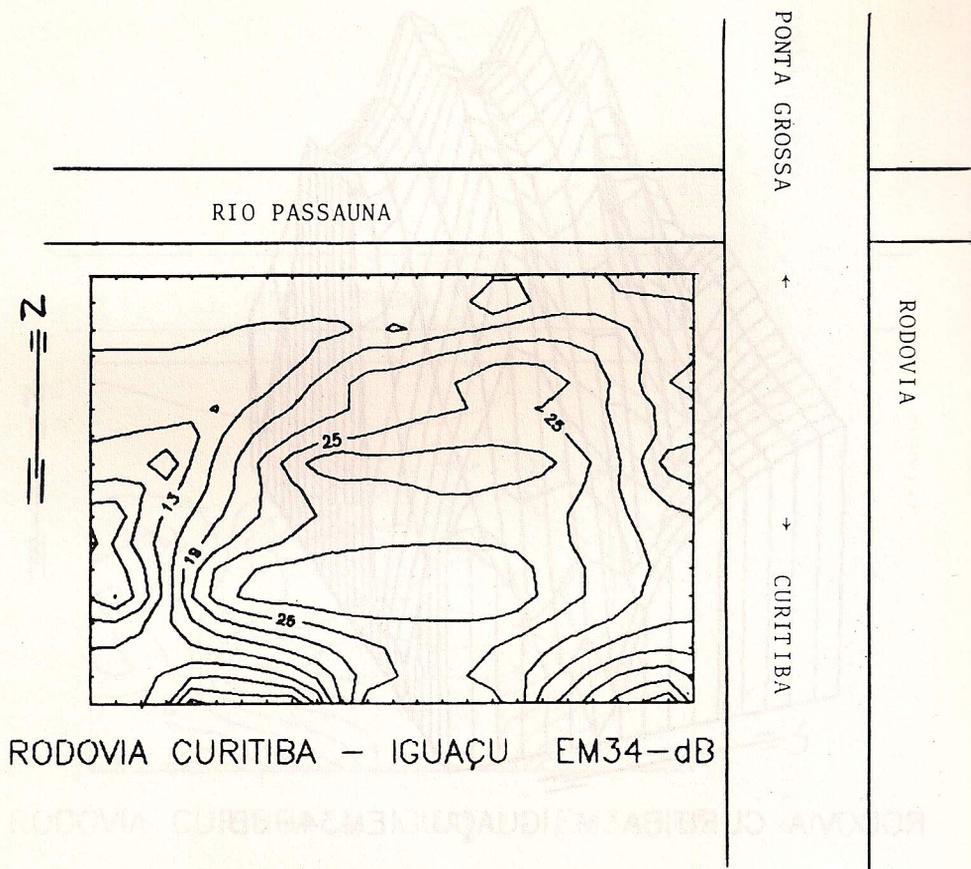


FIGURA 3 - Representação planimétrica do dB da condutividade obtida com o EM - 31.



RODOVIA CURITIBA - IGUAÇU EM34-dB

FIGURA 4 - Representação tridimensional do dB da condutividade obtida com o EM - 34, com 10m de espaçamento entre bobinas.



LINHAS DE ISOCONDUTIVIDADE

FIGURA 5 - Representação planimétrica do dB da condutividade obtida com o EM - 34, com 10m de espaçamento entre as bobinas.