

3.01.03 – Engenharia Civil / Geotécnica

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS EM BARRAGENS EMPREGANDO ELETRORRESISTIVIDADE POR OHMMAPPER: INDÚSTRIA DE CELULOSE EM INDAIATUBA - SP

Odirlei Neumann¹, Helena R. Neumann²

1. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGTA-UFMS)
2. Professora Doutora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPNV

Resumo

A estabilidade de barragens é um tema de grande visibilidade na atualidade, devido aos grandes acidentes ambientais ocorridos no Brasil nos últimos anos. Diante desta realidade, a proposta deste artigo é apresentar o uso de um método geofísico específico, a eletrorresistividade por Ohmmapper, para facilitar a avaliação não-invasiva para detecção de vazamentos e infiltrações em barragens diversas. Como estudo de caso, avaliou-se duas barragens em uma indústria de celulose em Indaiatuba, estado de São Paulo. Além de detalhar esta metodologia de análise, propõem-se também uma escala de resistividade para as seções do Ohmmapper. Descreve-se ainda a forma para processamento de dados e interpretação das imagens dos perfis resultantes da pesquisa, com o intuito de facilitar a aplicação do método em estudos acadêmicos futuros.

Palavras-chave: Barramentos; Geofísica; Infiltração.

Introdução

Diante dos diversos acidentes ambientais envolvendo rompimento de barragens nos últimos anos no Brasil, faz-se necessário o avanço de métodos de análises capazes de detectar possíveis problemas estruturais visando evitar outras catástrofes sócio-ambientais. Neste sentido, este artigo apresenta os resultados do levantamento geofísico realizado em maio de 2018 para rastreamento de duas barragens específicas, também chamadas de barramentos, de uma indústria de Celulose, situada no Município de Indaiatuba (SP), conforme demonstra a imagem 1 abaixo.

Imagem 1. Vista aérea da Indústria com as áreas específicas investigadas (Barragens 1 e 3)



Fonte: Google Earth modificada pelos autores

O objetivo fundamental do levantamento aqui apresentado foi investigar, através da aplicação de um método geofísico (método indireto), as eventuais feições geofísicas existentes que pudessem estar associadas à presença de vazamentos e/ou infiltrações nas Barragens 1 e 3 (B.1 e B.3 na imagem 1) da indústria citada acima. Assim, a principal finalidade desta pesquisa realizada foi determinar os posicionamentos dessas zonas anômalas, ou seja, áreas de vazamento, com intuito de fornecer informações que poderão contribuir para as eventuais ações futuras de avaliação e gerenciamento referentes às barragens.

Metodologia

Os métodos geofísicos são técnicas de rastreamento em superfície, não invasivos e, portanto, não

destrutivos. Esta metodologia permite avaliar as condições geológicas locais através dos contrastes das propriedades físicas dos materiais de subsuperfície, por exemplo condutividade ou resistividade elétrica, permissividade dielétrica, magnetismo, densidade etc, e que podem ter como origem as diferenciações litológicas e outras heterogeneidades naturais ou não (ORELLANA, 1982). Quanto aos resultados, os desvios significantes do padrão normal das medidas geofísicas podem apontar a presença de líquidos em subsuperfície ou saturação dos materiais subterrâneos, sendo que a interpretação dessas anomalias é de fundamental importância na investigação infiltrações ou vazamentos.

Método da Eletrorresistividade

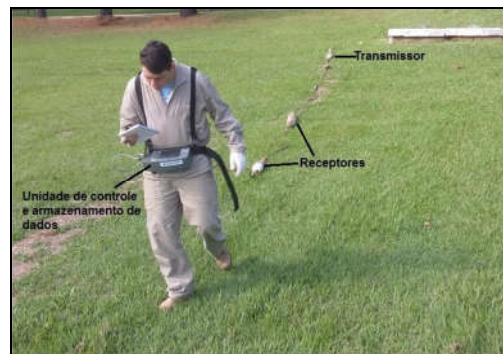
O comportamento físico das rochas depende das propriedades, do modo de agregação de seus minerais e da forma, volume e conteúdo dos poros (geralmente água ou ar). No estudo das águas subterrâneas, os métodos geoeletricos são comprovadamente bem eficientes e economicamente viáveis. Estes se baseiam no estudo de propriedades elétricas ou eletromagnéticas das rochas, sendo geralmente, a magnitude mais significativa a resistividade elétrica (ou sua inversa, a condutividade elétrica).

A resistividade elétrica das rochas, considerando apenas seus minerais constituintes, e da água pura, é muito elevada, ou seja, elas são praticamente isolantes elétricos. No entanto, os tipos de águas presentes na natureza apresentam condutividade elétrica apreciável, pois sempre tem algum sal dissolvido, sendo que a quantidade e a classe destes sais dependem da natureza das rochas com que as águas tiveram contato em seu movimento subterrâneo ou na superfície do terreno, ou ainda dos gases em contato durante a sua precipitação (NOBES, 1996). Para esta pesquisa, como apontado anteriormente, o método empregado foi a Eletrorresistividade, o qual responde às variações geoeletricas existentes em subsuperfície no caso da presença de líquidos saturando o meio.

Caminhamento Elétrico Capacitivo

No Caminhamento Elétrico Capacitivo, a injeção de corrente se dá de forma capacitiva através de um cabo coaxial contendo um transmissor e receptor de corrente elétrica (dipolo) em contato com o solo e que são puxados por uma única pessoa, sendo que o nível de tensão recebido é convertido num sinal digital no receptor e que é transmitido para o registrador de dados. (GEOMETRICS, 2001) Desta forma, obtêm-se medidas de resistividade ao longo de um perfil, possibilitando a aquisição de uma seção completa dipolo-dipolo (perfis resultantes abaixo apresentados) muitas vezes mais rápida do que os sistemas que utilizam resistividade convencional com injeção de corrente elétrica por eletrodos.

Imagem 2. Foto do Sistema de Resistividade OhmMapper em campo



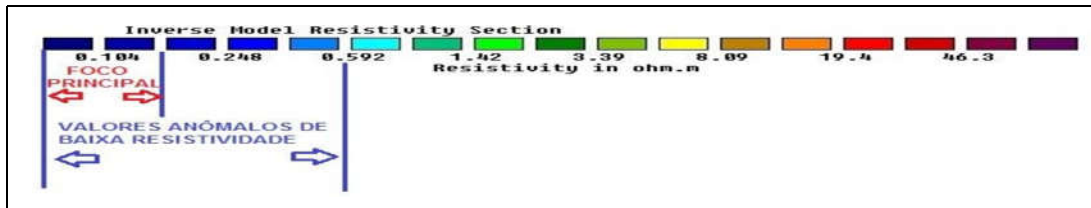
Fonte: Arquivo pessoal

Nesta técnica, o equipamento utilizado foi o Geometrics OhmMapper, conforme mostra a imagem 2 acima, que é um resistivímetro que mede as propriedades elétricas de rochas e do solo de forma capacitiva, sem cravamentos de eletrodos no terreno, diferentemente dos utilizados em levantamentos de resistividade tradicionais. O Sistema OhmMapper atua sobre solo muito compactado, asfalto, concreto, bloquete e outras áreas onde as medições de dipolo aterrado são difíceis de fazer ou são inviabilizadas, impedindo o cravamento de eletrodos na superfície do terreno. Foram executados 03 perfis de Caminhamentos Elétricos ao longo do perímetro das barragens, totalizando 422m de distância linear percorrida. As leituras de campo foram armazenadas automaticamente no equipamento Ohmmapper. Posteriormente, esses dados foram tratados pelo programa de inversão RES2DINV, versão 3.54, de onde se obteve o imageamento das variações laterais e em profundidade da resistividade elétrica ao longo da linha realizada (RES2DINV, 2004).

Resultados e Discussão

Apresenta-se agora os procedimentos de interpretação adotados aos dados obtidos no levantamento geofísico executado. Para este tipo de pesquisa os valores de resistividade elétrica são representados através de uma escala cromática, sendo que cada seção possui sua escala própria. Como o objetivo principal desta investigação era determinar os possíveis focos principais de infiltrações ou vazamentos subterrâneos, procurou-se assim identificar os locais com anomalias de baixas resistividades elétricas nas seções obtidas conforme os menores valores orientativos da escala cromática da Imagem 3 abaixo.

Imagem 3. Exemplo de escala de resistividade elétrica para seções do Ohmmapper



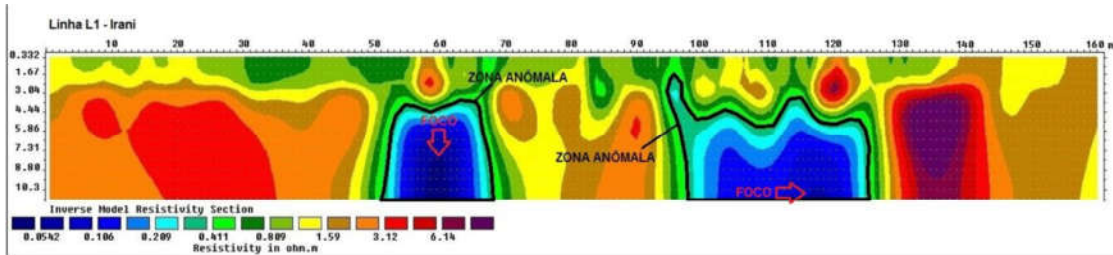
Fonte:

Software RES2DINV Version 3.54 modificada pelos autores

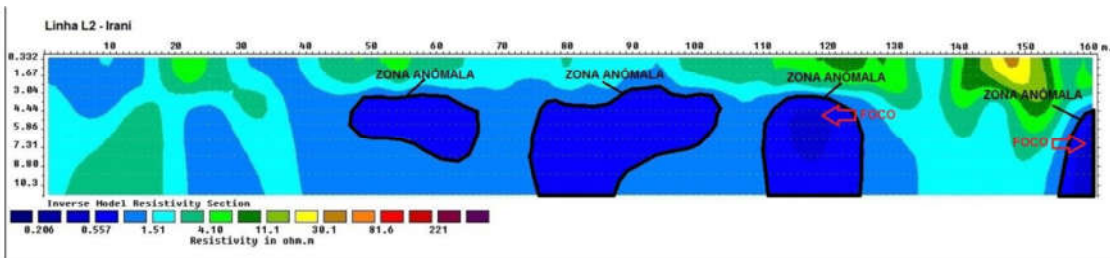
Demonstra-se então as seções elaboradas a partir dos Caminhamentos Elétricos (CEs), constando as indicações e conformações das regiões anômalas de baixas resistividades elétricas e seus focos principais que, segundo a interpretação aqui considerada, podem estar associadas aos locais com pontos de infiltração e/ou vazamentos, presentes na imagem 4 abaixo.

Imagem 4. Perfis resultantes dos Caminhamentos Elétricos (CEs)

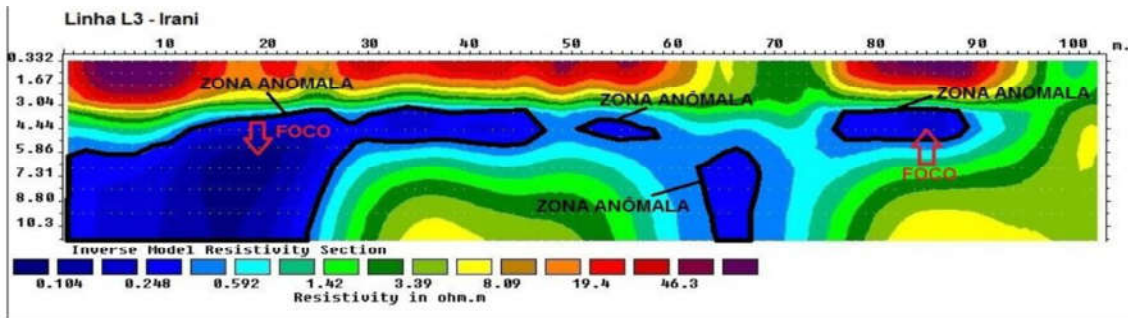
PERFIL L1



PERFIL L2



PERFIL L3



Fonte: Arquivo pessoal

Salienta-se que a interpretação apresentada nesta pesquisa, e que se refere ao atual conhecimento do local, foi fundamentada na aplicação de método indireto de avaliação de subsuperfície, sendo que esta pode ser aperfeiçoada caso se obtenha informações a partir de investigação direta e até mesmo de novo levantamento geofísico de detalhamento de locais específicos, caso se julgue necessário.

Conclusões

Para orientação dos futuros trabalhos de diagnóstico da área, ou mesmo com exemplo para demais estudos similares, foi confeccionado o mapa da Imagem 5 abaixo, no qual consta a localização dos trechos anômalos com menores resistividades elétricas e de seus focos principais, relacionados à existência de possíveis processos de infiltrações e/ou vazamentos no meio subterrâneo.

Imagem 5. Mapa com a localização das anomalias de resistividade elétrica.



Fonte: Arquivo pessoal

Neste mapa, foram plotados as abrangências dos trechos anômalos de baixas resistividades elétricas e os posicionamentos dos focos principais identificados, sendo que esses últimos se constituem nos locais onde deverão ser realizadas, de forma prioritária, as eventuais atividades de avaliação confirmatória. Desta forma, estima-se que, nesses locais prioritários, os processos relativos à infiltração ou vazamento em subsuperfície, de saturação do meio ou transporte dos líquidos percolados, podem estar ocorrendo de forma mais frequente e/ou intensa.

Referências bibliográficas

GEOMETRICS. Manual de Operação do Equipamento OhmMapper TR1. 2001.147p.

NOBES, C.D. Troubled Waters: Environmental Applications of Electrical and Eletromagnetic Methods, Surveys in Geophysics N.17. 1996. 61p.

ORELLANA, E. Prospeccion geoelectrica en corriente continua. Madrid. Editora Paraninfo.1982. 578p.

RES2DINV Version 3.54 Manual do programa de inversão (2D) de caminhamento elétrico. 2004.133p.