



Estudos geofísicos para avaliação ambiental de uma estação de esgoto

Eduardo Fernandes Henriques*, IAG/USP, Brasil
Vagner Roberto Elis, IAG/USP, IAG/USP, Brasil

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 11th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 24-28 August 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction, or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This work destine to evaluate the contamination caused by urban effluent station treatment ETE CECAP situated in city at State São Paulo. The area is constituted by three ponds for treatment of domestic sewage. For this purpose, were used geophysical methods widely used in environmental studies: the resistivity method and electromagnetic inductive method. The first of these methods was the use of information associated with SEVs of points where the NA touches to establish the direction of flow of water. The second is the use EM-34 equipment for preparation of the profiles of apparent conductivities. This survey showed that the highest values of apparent conductivity occur in the spring to the southwest. On this basis, we conclude that the contaminants found in three ponds may be moving to this direction. Moreover, there is two points ahead to the third pond possibly related to the infiltration of contaminants.

Introdução

Nos últimos anos tem havido um maior controle da legislação e fiscalização de áreas com potenciais riscos à saúde humana e ao meio ambiente. A maior parte dessas áreas corresponde a locais como depósitos de resíduos industriais e aterros sanitários. Estes se não forem instalados em locais geologicamente adequados e seguindo procedimentos de controle poderão resultar em potenciais fontes de contaminação. Um desses locais de possível contaminação corresponde à estação de esgoto ETE CECAP localizada no município de Piracicaba (Figura 1). A área próxima à estação é destinada ao cultivo de cana-de-açúcar. Nesse caso, a atividade resultante do tratamento e da lagoa de esgoto pode estar representando uma fonte de contaminação do solo e da água da região. Desse modo, o mapeamento e delimitação da contaminação tornam-se necessários e podem ser realizados com o uso de métodos geofísicos como, por exemplo, métodos de eletrorresistividade e eletromagnético indutivo. Os métodos geofísicos apresentam a vantagem de não serem invasivos, baixo custo e rapidez na aquisição dos dados.

A literatura brasileira apresenta vários exemplos da utilização de métodos geofísicos em estudos ambientais. Os principais métodos usados incluem eletrorresistividade (Elis e Lago, 2006; Gandolfo e Gallas, 2007), eletromagnético indutivo (Cunha, 2006; Moreira et al., 2007) e GPR (Porsani et al., 2004; Pedrosa et al., 2006).

Na maior parte dos trabalhos citados exceto os de Moreira et al. (2007) e Pedrosa et al. (2006) os contaminantes são de natureza inorgânica e devido à presença de sais, ocasionam mudanças nos padrões de resistividade (tornam o meio mais condutor). Nesses casos, é comum a aplicação dos métodos de eletrorresistividade e eletromagnético indutivo para a delimitação e mapeamento de plumas de contaminação.

Para a avaliação da contaminação da estação de esgoto é necessário o conhecimento do fluxo subterrâneo. Essa informação foi obtida através de medidas da profundidade da zona saturada com a utilização de sondagem elétrica vertical (SEV) com arranjo Schlumberger, com espaçamento de AB/2 de 100 metros. O mapeamento do fluxo de água é de extrema importância em estudos ambientais possibilitando definir as prováveis direções seguidas pelos contaminantes. Além de eletrorresistividade, perfis eletromagnéticos com o equipamento EM-34 foram realizados ao redor da estação possibilitando mapear e delimitar áreas possivelmente contaminadas. Alguns pontos com informações de furos de trato forneceram perfis de solo que foram úteis para auxiliar a interpretação geofísica. Os resultados dos ensaios geofísicos sugerem a existência de possível contaminação e indicaram locais nos quais os órgãos competentes deveriam instalar poços de monitoramento para avaliar o impacto da estação no ambiente.

Características da área

A região de estudo está situada próximo da rodovia do Açúcar (SP 308), município de São Paulo no Estado de São Paulo (Fig 1). A ETE CECAP é uma estação de tratamento de esgotos domiciliares, que recebe o efluente líquido bruto para depois de tratado ser lançado em um corpo de água da bacia do Ribeirão Piracimirim a uma vazão de 9 m³/h. O tratamento é constituído por caixa de areia de limpeza manual (preliminar), grade de barra limpeza manual (preliminar), lagoa facultativa (secundário) e vertedor triangular (medição vazão).

Métodos

A eletrorresistividade é baseada na medição da resistividade (ohm.m), ou seja, a resistência que um determinado material oferece a passagem de corrente. Para o presente trabalho foi utilizado o arranjo

Schlumberger. Nesse arranjo, os eletrodos AB fixados no solo são responsáveis por injetar a corrente e o potencial é, então, medido através dos dois eletrodos MN. Os dados foram interpretados com software IPI2Win (BOBACHEV ET AL., 2000).

O equipamento EM-34 é baseado na utilização de duas bobinas sendo usado para mapear a condutividade do terreno fornecendo a resposta em miliohm por metro ou miliSiemen por metro. Uma corrente alternada de baixa frequência aplicada à bobina transmissora (Tx) é responsável, de acordo com a lei de Ampère, por gerar um campo magnético variável no solo. Desse modo, devido à lei de Faraday, ocorre a geração de correntes secundárias contendo as informações da condutividade do meio. Essas correntes geram um campo magnético secundário responsável por induzir corrente na bobina receptora (Rx). Esse campo magnético secundário corresponde a uma soma vetorial dos campos primário e secundário (McNeill, 1980).

Instrumentação e coleta de dados

As medidas de resistividade foram obtidas com o uso de arranjo Schumberger com um espaçamento máximo AB/2 de 100 metros. Foram feitas 8 SEVs nas proximidades da ETE CEPAC e uma SEV dentro da estação com espaçamento AB/2 de 30 (Figura 1). O equipamento utilizado foi um resistivímetro modelo SYSCAL-R2 fabricado pela IRIS INSTRUMENTS de propriedade do departamento de Geofísica do IAG/USP.

Foram conduzidas 7 linhas de EM-34. Sendo 5 dessas ao lado dos tanques 2 e 3 e duas linhas fora dos limites da estação para verificar a condutividade do meio sem influência das áreas fontes. As medidas foram realizadas com espaçamento entre as bobinas de 10 metros nos modos dipolo horizontal e vertical possibilitando investigar, respectivamente, níveis situados em 7,5 e 15 metros de profundidade.

Foi coletada uma amostra de água de 200 ml da nascente. Esse ponto corresponde ao local onde o efluente líquido bruto após ser tratado pela ETE CECAP é lançado à bacia do rio Ribeirão Piracamirim. A análise de água foi conduzida pelo Laboratório de Saneamento-SHS-EESC-USP para obtenção dos valores de condutividade e a quantidade de sólidos totais dissolvidos.

Resultados

O resultado apresentado pelas SEVs mostrou que as curvas podem ser ajustadas segundo um modelo de quatro camadas: solo superficial, solo não saturado, sedimento predominantemente argiloso e sedimento predominantemente argiloso (saturado). A primeira dessas camadas é caracterizada por valores baixos de resistividade situando entre 16 a 366 ohm.m, espessura próxima de 1 metro. A segunda camada apresenta valores mais elevados de resistividade com valores entre 357 e 2689, com espessura entre 1 a 5 metros. Por sua vez, a terceira camada apresenta valores mais baixos de resistividade do que a anterior (entre 37 e 570 ohm.m) com espessuras de 1,5 a 10 metros. A última das camadas apresentando valores de resistividade mais

baixos que a camada anterior (valores entre 16 a 77 ohm.m). O limite entre a terceira e quarta camada caracteriza o N.A.

Com base no mapa de fluxo indicado na figura 3, verificou-se que o N.A. está situado em cotas mais altas ao norte com valores de 580 metros e valores mais baixos ao sul com 565 metros. Esse resultado indica que o sentido predominante do fluxo da água como sendo em direção ao sul.

Os resultados apresentados pelo EM-34 para uma profundidade de 7,5 metros (figura 4.a), mostraram uma condutividade situada entre 8 e 50 mS/m. A linha 6 com valores de condutividade entre 13 a 25 mS/m foi considerada como uma zona não influenciada pela estação. Os maiores valores de condutividade ocorrem na região da nascente. Esse resultado pode estar relacionado com a migração dos contaminantes originada nos tanques em direção à nascente. Além disso, verifica-se na linha 4 valores altos de condutividade de até 33,2 mS/m provavelmente relacionados com a infiltração de contaminantes pelo tanque 3.

No caso do EM-34 para uma profundidade de 15 metros (figura 4.b) verificou-se uma menor variação da condutividade entre 10 a 40 mS/m do que o constatado para 7,5 metros, em razão da homogeneidade da saturação abaixo do NA. Os maiores valores ocorrem na região da nascente e do córrego a sudoeste. Além dessa área, ocorrem valores expressivos de condutividade na linha 4 e sobretudo na linha 5 entre 20 a 42 mS/m. Esse fato pode estar relacionado com infiltração de contaminantes.

Foi feita uma análise da água da nascente obtendo valores de condutividade de 223 μ S/cm e sólidos totais dissolvidos (STD) de 152 mg/l. De acordo com Fravet & Cruz (2007), embora o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) não estipule um valor de condutividade elétrica para potabilidade, a CETESB e a Organização Mundial de Saúde sugerem atenção para valores acima de 100 μ S/cm (10mS/m). No caso dos STD, o CONAMA aconselha valores abaixo de 500 mg/l.

Conclusão

Os ensaios geofísicos possibilitaram mapear áreas de anomalias e os caminhos possivelmente associados aos contaminantes. Contudo não é possível afirmar que existe contaminação e nem avaliar o tipo de contaminante e sua concentração, sendo necessário para esse fim que os órgãos competentes a realizem. Com isso, recomenda-se que sejam construídos poços de monitoramento, retirada de amostras de solos e de água da nascente para um estudo mais detalhado e preciso do impacto causado pela ETE CECAP a meio ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela oportunidade de acesso à área para coleta de dados.

Referências

Bobachev, A. A.; Modin, I.N.; Shevin, V.A.. IPI2Win User's Manual. Moscow State University, 33p, 2000

Cunha, L.F.J. Mapeamento da pluma de contaminação em depósitos de resíduos da indústria de couro, através de métodos geofísicos - dois casos em Mato Grosso. 144f. Dissertação (mestrado em física e meio ambiente). Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 108 p, 2005

Fravet, A. M. F.; Cruz, R. Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu-SP. Revista Irriga, Brasília, DF, vol. 12, n.2, pp 144-155.

Lago, A.L.; Elis, V.R.; Giacheti, H.G. Aplicação integrada de métodos geofísicos em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru-SP. Revista Brasileira de Geofísica, Vol. 24, pp. 357-374, 2006.

Gandolfo, O.C.B.; Gallas, J.D.F. O arranjo pólo-dipolo como alternativa ao dipolo-dipolo em levantamentos 2D de eletrorresistividade. Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, Vol. 25, pp. 227-235, 2007.

Mcneill, J.D. Electromagnetic terrain conductivity measurement at low induction numbers. Technical Note TN6, Geonics Limited, Canada, 5p, 1980.

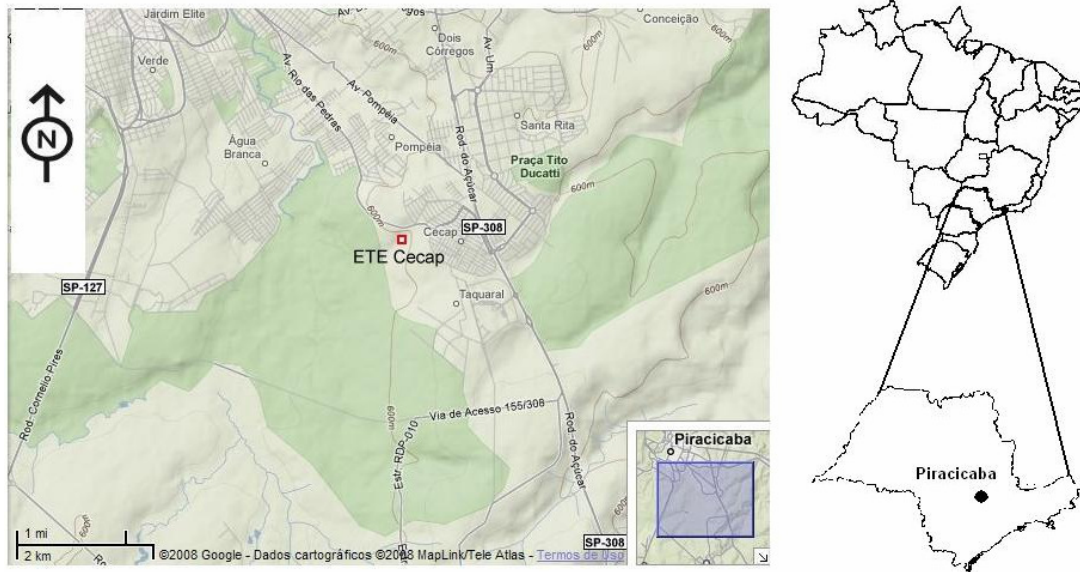


Figura 1 – Mapa de localização da estação ETE CECAP em Piracicaba no estado de São Paulo

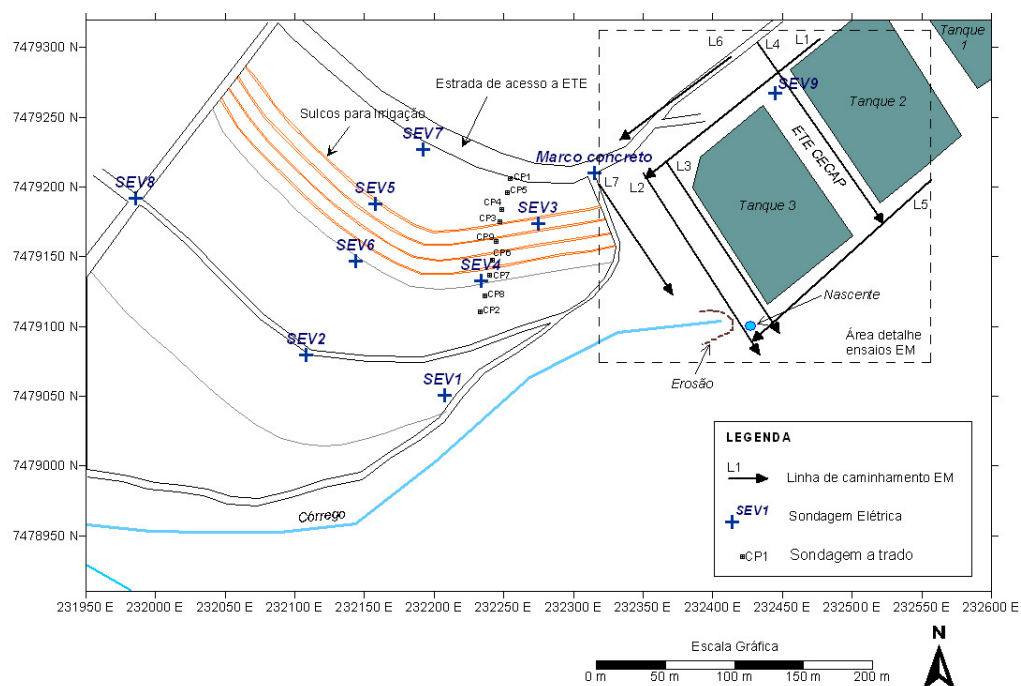


Figura 2 – Localização dos ensaios geofísicos.

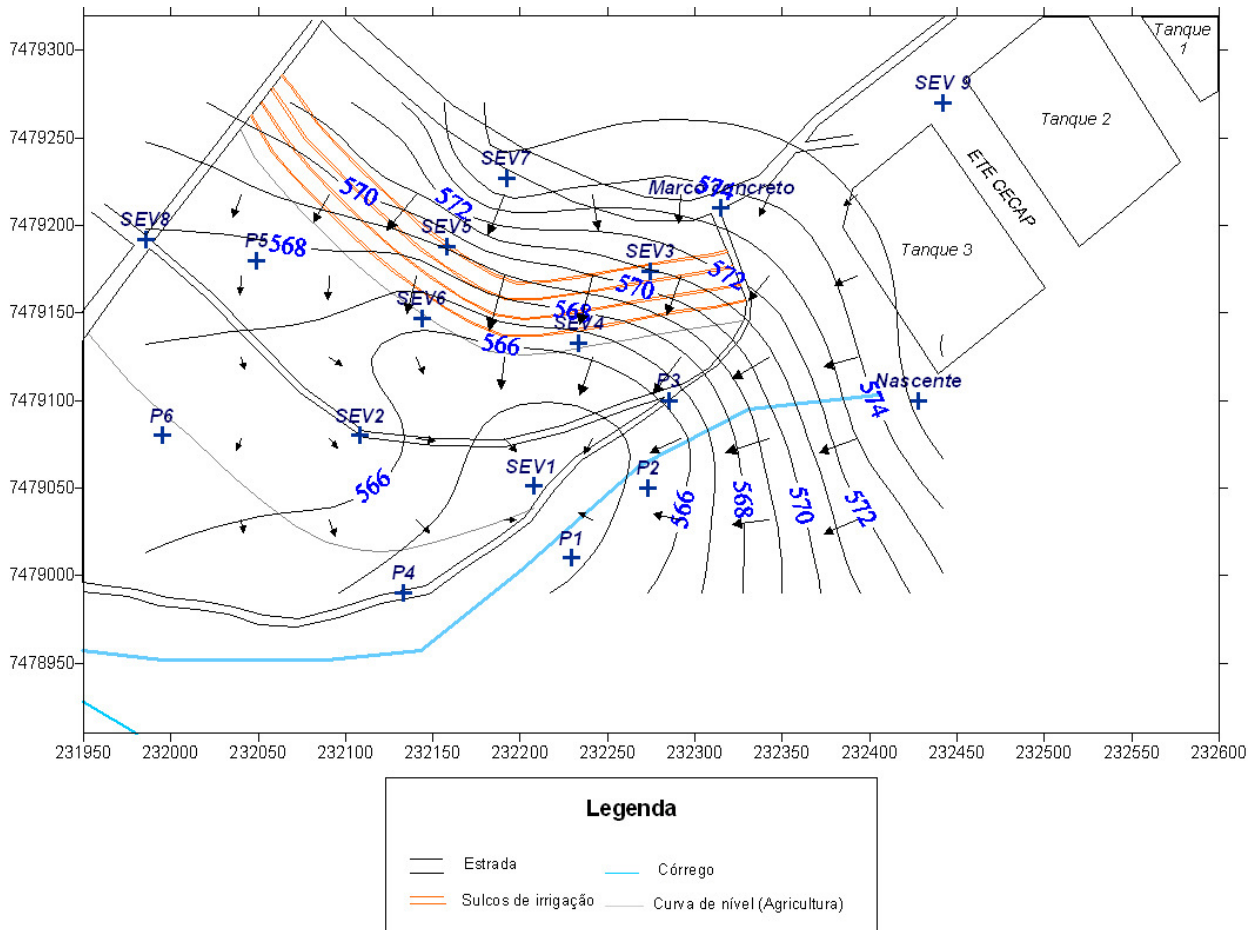


Figura 3 – Mapa de fluxo da água com base nos dados das SEVs, pontos P1-P6 e nascente onde o nível da água aflora. As curvas de nível representam valores de igual profundidade do N.A, ou seja, equipotenciais. As flechas (perpendiculares às equipotenciais) indicam o sentido do fluxo.

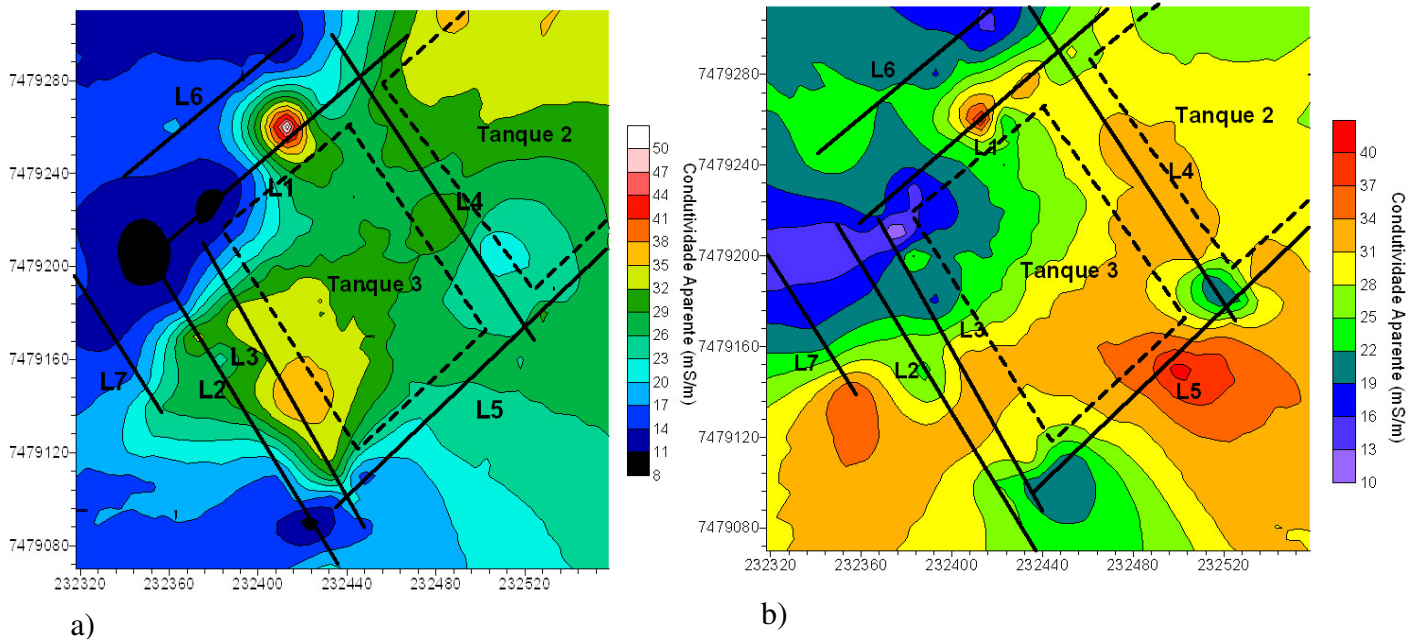


Figura 4 – a) Mapa de condutividade aparente (mS/m) para o modo dipolo horizontal com espaçamento de 10 metros, ou seja, 7,5 de profundidade de exploração. b) Mapa de condutividade aparente (mS/m) para o modo dipolo vertical com espaçamento de 10 metros, ou seja, 15 metros de profundidade de exploração. L1 a L7 representam a posição das linhas de caminamento de EM-34. Os limites dos tanques 2 e 3 são representados pela linha tracejada.