



Estudos geofísicos no campus da USP, bacia sedimentar de São Paulo

* Jorge Luís **Porsani**¹, Welitom Rodrigues **Borges**¹, Vagner Roberto **Elis**¹ & Francisco Yukio **Hiodo**¹

¹ Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP), Email: porsani@iag.usp.br

Copyright 2003, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper were reviewed by The Technical Committee of The 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does 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 article presents some results obtained from surface geophysical investigations carried out in the border of São Paulo sedimentary basin, in the campus of USP. The main objective was to characterize the geoelectrics structures of the subsurface. In the area of study, three boreholes were drilled for geological and geophysical researches purposes (pioneer in Brazil), and were used to calibrate the results. To emphasize the notion about integrated interpretation, the data were acquired in the same area. The surface methods used were: ground penetrating radar-GPR, electrical resistivity, induced polarization, seismic (reflection and refraction), magnetic and inductive electromagnetic. The integration of results permitted to obtain a geological-geophysical model for the border of São Paulo basin, as well as testing the various geophysics methods usually used in geological, geotechnical and environmental researches, in conditions of controlled field.

Introdução e Objetivos

O campus da Universidade de São Paulo (USP) vem sendo utilizado como laboratório de pesquisas geofísicas pelo Departamento de Geofísica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) desde 1993 (Mendonça et al., 1999).

Porsani (2001) realizou vários levantamentos geofísicos no campus da USP e perfurou de três poços para pesquisas geológicas e geofísicas (únicos no Brasil). Como resultado foi elaborado um modelo geológico - geofísico satisfatório para a borda da Bacia de São Paulo.

Borges (2002) caracterizou a estrutura geoeletrica rasa e o topo do embasamento da Bacia Sedimentar de São Paulo, utilizando os métodos GPR e Eletroresistividade. Os resultados obtidos na área em frente ao IAG/USP apresentaram uma boa concordância com as informações litológicas dos poços.

Para enfatizar a noção de interpretação integrada e de testes controlados de geofísica rasa, os trabalhos de campo foram concentrados numa mesma área na borda

da Bacia Sedimentar de São Paulo (Figura 1). Os métodos utilizados foram: sísmica (refração e reflexão), magnetometria, eletromagnético indutivo (EM34), eletroresistividade (sondagem elétrica vertical e caminhamento elétrico) e GPR - *Ground Penetrating Radar*. Os dados foram adquiridos durante as atividades didáticas dos cursos de graduação e pós-graduação em Geofísica do IAG.

Geologicamente, a área utilizada para os testes de campo está situada na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo, sendo constituída predominantemente por sedimentos areno-argilosos de idade terciária (formações Resende e São Paulo), sobrepostos ao embasamento granito-gnáissico de idade pré-cambriana, com diferentes graus de intemperização (Iritani, 1993). Dados dos poços mostram que a espessura dos sedimentos na área da pesquisa não ultrapassa 53 metros (Porsani, 2001).

A interpretação dos resultados das investigações de superfície foi realizada de maneira integrada com os dados litológicos dos poços, permitindo testar, em condições controladas de campo, os diversos métodos geofísicos usados rotineiramente em estudos geológicos, geotécnicos e ambientais.

O presente trabalho sintetiza os resultados mais significativos obtidos das investigações geofísicas de superfície realizada na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo, no campus universitário da USP (Porsani, 1999). Os resultados de todas as investigações geofísicas de superfície e de poço, correlacionados com as informações litológicas dos poços, estão sendo reunidos num artigo que deverá ser submetido a uma revista arbitrada (Porsani et al., 2003).

Dados de Investigações Geofísicas de Superfície

Os perfis geofísicos foram adquiridos ao longo de uma linha com 200 metros de comprimento, na direção NW – SE (Figura 1). Neste trabalho serão mostrados um perfil de caminhamento elétrico dipolar e um perfil GPR sobreposto às colunas litológicas dos poços.

- Caminhamento Elétrico Dipolar

Foram adquiridos dois perfis de caminhamento elétrico com arranjos dipolares de 10m e o outro de 20 metros. Em ambos os perfis, cinco níveis de profundidade foram investigados, permitindo atingir, teoricamente, 30 e 60m de profundidade, respectivamente. Visando determinar as resistividades e as profundidades reais dos corpos geológicos, os dados foram tratados através de software de modelagem 2D (Interpex, 1996a).

A Figura 2 mostra o resultado da modelagem 2D do perfil de caminhamento elétrico com dipolos de 20m, onde são apresentados: a pseudo-seção de resistividade aparente de campo (a), a seção de resistividade aparente sintética (b) e o modelo geoeletrico interpretado (c). O modelo geoeletrico mostra os vários estratos sedimentares existentes e, uma zona mais condutora entre as distâncias de 90 e 140 metros.

- GPR (Ground Penetrating Radar)

Com o objetivo de imagear em detalhe a estratigrafia da subsuperfície da Bacia de São Paulo, foram obtidos quatro perfis de reflexão com afastamento constante, utilizando-se o equipamento sueco RAMAC-MALA com antenas de 25, 50, 100 e 200MHz (Figura 1). Os perfis de 200m de comprimento foram adquiridos sobre uma mesma linha visando obter boa penetração da onda de radar com antenas de 25MHz e boa resolução com antenas de 200MHz.

Sobre os perfis de reflexão foram adquiridas seis sondagens de velocidade do tipo CMP – *Common Mid Point*, utilizando-se antenas de 50, 100 e 200MHz. A velocidade de propagação da onda do radar em subsuperfície de 0,08m/ns foi determinada pelo método *Semblance* (Yilmaz, 1987). Esta velocidade foi utilizada para a conversão dos perfis de reflexão de tempo para profundidade.

Os dados GPR foram processados utilizando-se o software GRADIX (Interpex, 1996b). A Figura 3 mostra o perfil GPR obtido com antena de 50MHz, sobreposto aos perfis litológicos dos três poços. Fortes refletores com características bem heterogêneas, até cerca de 5m de profundidade estão presentes. As informações da coluna litoestratigráfica do poço P3 (Figura 1) mostram que este horizonte corresponde à base de um aterro, sobre uma camada argilosa, estando o nível freático a 6,5m de profundidade. Além disso, estão identificados dois refletores: um mergulhando para o NW (entre 50 e 100m) e, o outro suavemente para SE. O refletor mergulhando para NW, entre 5 e 7m de profundidade parece não ter correspondência em termos geológicos. Para verificar a natureza deste refletor, foram realizados dois perfis de reflexão: paralelo e perpendicular ao prédio do Instituto de Física (Figura 1). A análise desses perfis permitiu concluir que o refletor mergulhando para NW é devido à presença deste prédio.

O refletor com suave mergulho para SE variando de 7 a 11 m de profundidade, provavelmente está relacionado com uma camada de areia grossa-cascalho, conforme pode ser verificado na coluna litoestratigráfica dos poços.

Discussão e Interpretação dos Resultados

Os resultados geofísicos de superfície foram comparados com as informações das colunas litoestratigráficas dos três poços perfurados. De um modo geral, os perfis obtidos dos vários métodos geofísicos apresentaram uma boa concordância e uma boa correlação com as informações geológicas provenientes dos poços.

O modelo geoeletrico 2D (Figura 2c) obtido do perfil de caminhamento elétrico com dipolos de 20m apresentou um excelente ajuste com a pseudo-seção (Figura 2a). Nesta figura observa-se claramente uma variação lateral de resistividade, e a presença de duas cunhas de materiais mais resistivos, comum em bacias terciárias com sedimentos fluviais.

Os refletores observados no perfil GPR (Figura 3) foram correlacionados com os horizontes geológicos obtidos dos poços. O forte refletor em torno de 5m de profundidade, correspondente à base do aterro, é seguido pela ausência de refletores devido uma camada de argila. Além disso, o refletor em torno de 12m de profundidade, entre 90 e 160m, tem uma nítida correspondência com o topo de uma camada de 2m de espessura caracterizada por uma areia grossa-cascalho. A descrição litológica dos poços e medidas de suscetibilidade magnética nas amostras dos sedimentos do poço P3 constatou a presença de óxidos de ferro nessa camada de areia grossa, que pode causar reflexões nos perfis GPR (Van Dam et. al., 2002).

Os perfis litológicos dos poços permitiram identificar intercalações de sedimentos areno-argilosos e o topo do embasamento granito-gnaisse da Bacia de São Paulo. As informações mais rasas até cerca de 20m de profundidade, foram fundamentais para a calibração e a interpretação dos perfis geofísicos obtidos com os métodos GPR, sísmica de refração, caminhamento elétrico, eletromagnético indutivo e magnetométrico.

Os poços perfurados permitirão testar, em condições controladas de campo, novas metodologias de geofísica de superfície, de poço e de combinações superfície-poço, e também servirão de referência litológica para os futuros trabalhos de geologia e de geofísica que vier a serem realizados na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo, no campus universitário da USP.

A interpretação integrada das investigações geofísicas com as informações litológicas dos poços permitiu obter um modelo geológico/geofísico mais confiável para a borda da Bacia Sedimentar de São Paulo. Os resultados apresentados ilustram a importância da integração de diversos métodos geofísicos na solução de um problema geológico em área urbana.

Referências Bibliográficas

Borges, W.R., 2002. Investigações geofísicas na borda da bacia sedimentar de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geofísica, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, IAG/USP, São Paulo - SP, 153p.

Interpex, 1996a. RESIXIP2DI V3 - Resistivity and Induced Polarization Data Interpretation Software. Manual do usuário, Golden, Colorado, USA, 280p.

Interpex, 1996b. GRADIX V1 - Ground Penetration Radar Processing and Interpretation. Manual de Processamento e Interpretação, Golden, Colorado, USA, 222p.

Iritani, M.A., 1993. Potencial hidrológico da cidade

universitária de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, IGc/USP, 63p.

Mendonça, C.A.; Diogo, L.A.; Porsani, J.L.; Hido, F.Y., 1999. Ensino de geofísica aplicada: o campus universitário como laboratório de exploração. In: 6th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Resumos Expandidos, Rio de Janeiro-RJ, SBGf, CD.

Porsani, J.L., 1999. Investigações geofísicas de superfície e de poço na borda da bacia sedimentar de São Paulo. Projeto de pesquisa. Processo FAPESP No. 99/12215-2, São Paulo - SP.

Porsani, J.L., 2001. Investigações geofísicas de superfície e de poço na borda da bacia sedimentar de São Paulo. Relatório de pesquisa. Processo FAPESP No. 99/12215-2, São Paulo - SP.

Porsani, J.L.; Borges, W.R.; Elis, V.R.; Diogo, L.A.; Hido, F.; Marrano, A.; Birelli, C.A., 2003. Investigações geofísicas de superfície e de poço na borda da bacia

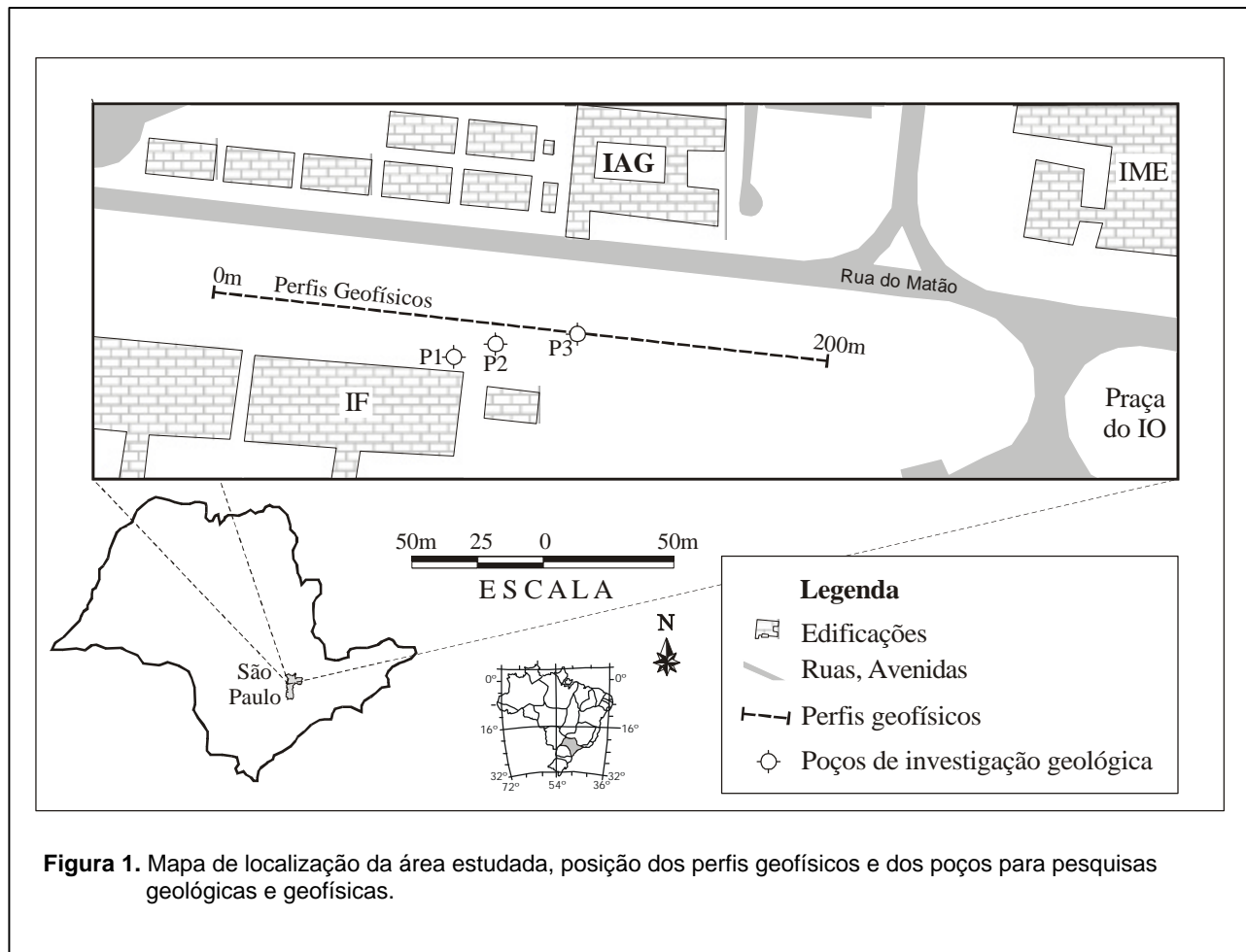
sedimentar de São Paulo. Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Geofísica-SBGf.

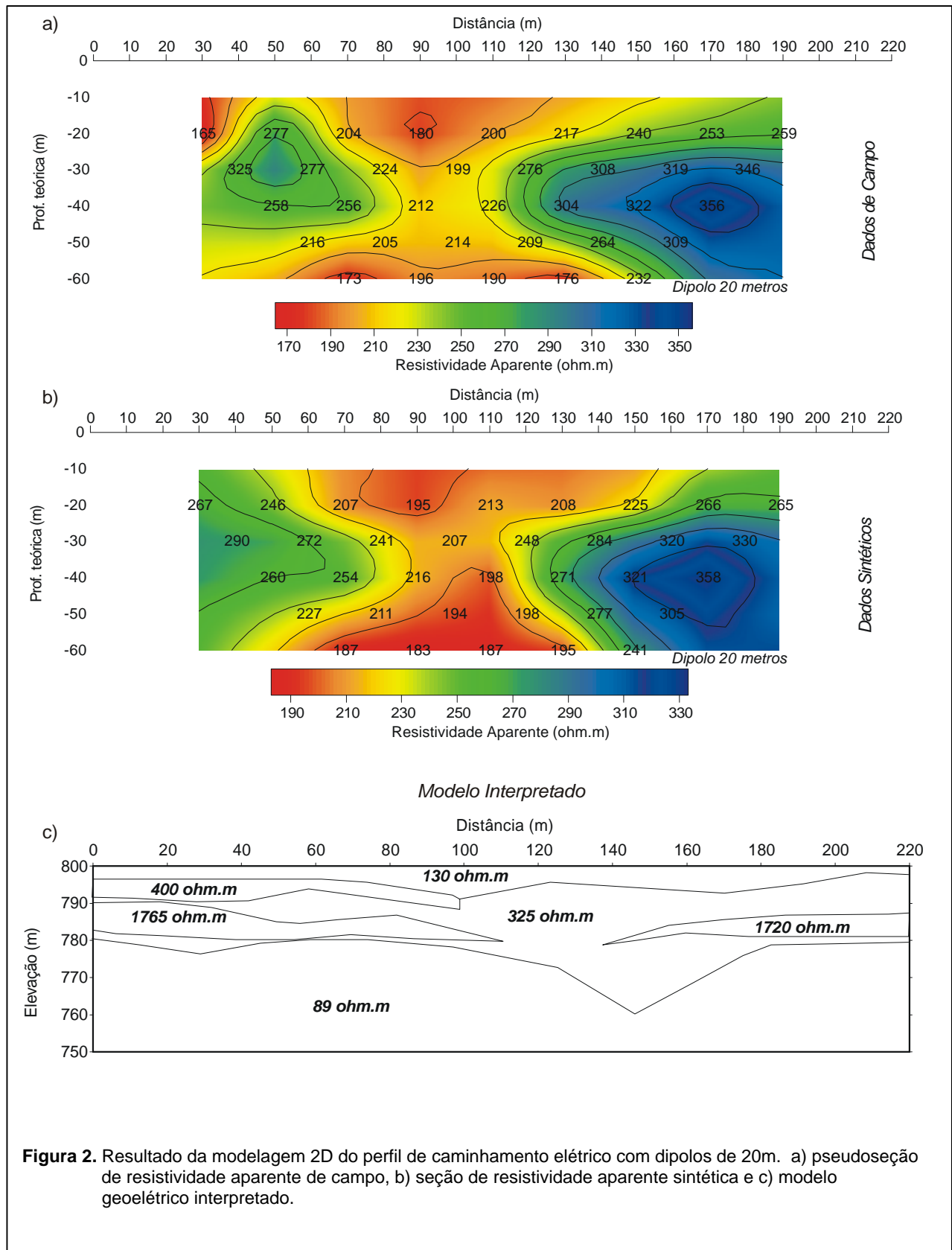
Van Dam, R.L.; Schlager, W.; Dekkers, M.J.; Huisman, J.A., 2002. Iron oxides as a cause of GPR reflections. *Geophysics*, v.67, no.2 (march-april), p.536-545.

Yilmaz, O., 1987. Seismic data processing. Tulsa: Society of Exploration Geophysics Press, 526p.

Agradecimentos

À FAPESP (Processos Nos. 99/12215-2 e 99/12217-5) pelo apoio financeiro necessário para a realização desta pesquisa. Ao Departamento de Geofísica do IAG/USP pela infra-estrutura. Aos colegas do IAG e da DIGEO/IPT pelas proveitosas discussões. Ao técnico Ernande Costa e aos alunos da graduação e da pós-graduação em Geofísica do IAG, pela participação ativa na aquisição dos dados.





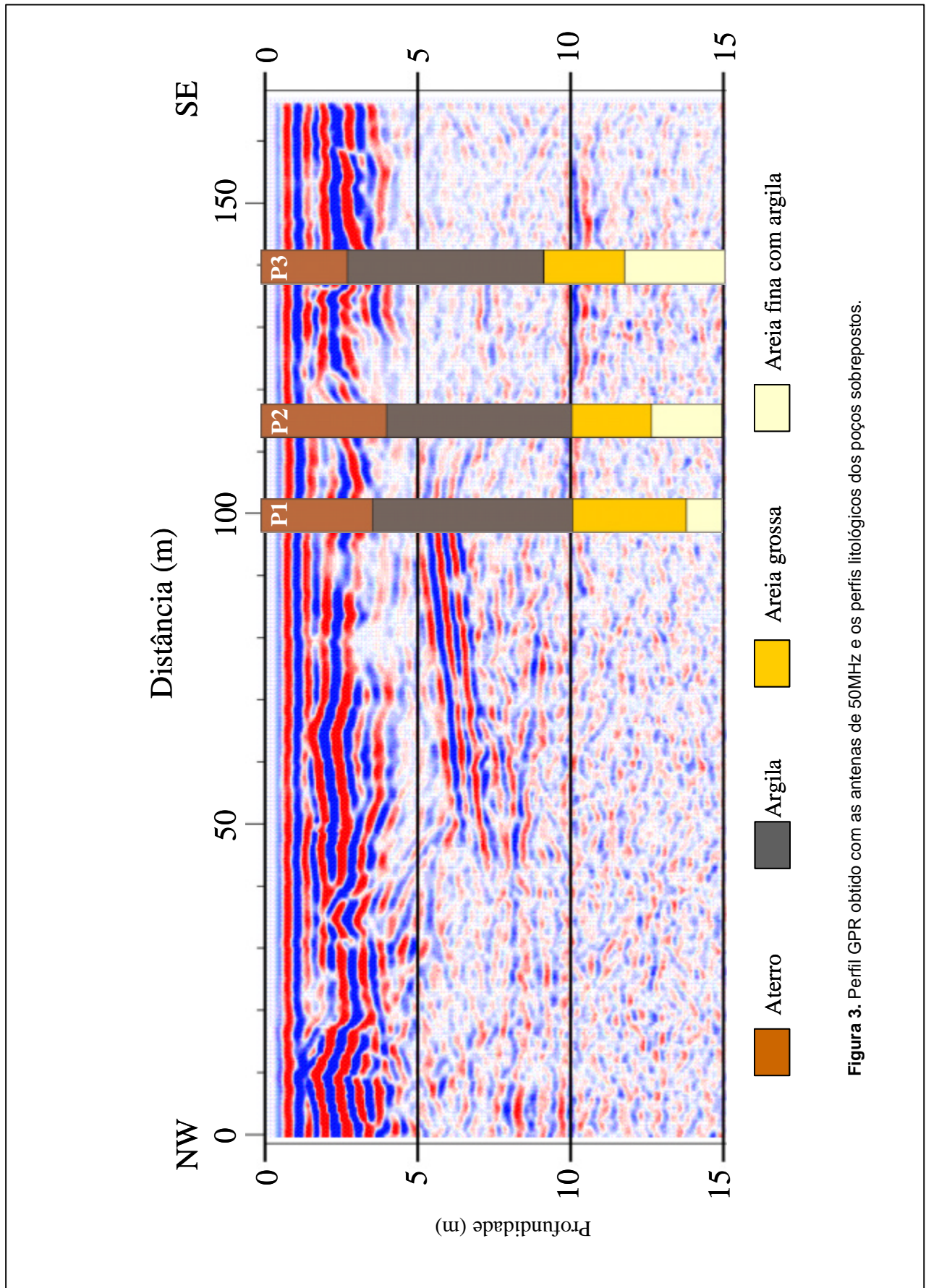


Figura 3. Perfil GPR obtido com as antenas de 50MHz e os perfis litológicos dos poços sobrepostos.