

Eletrorresistividade e georadar aplicados à Geotecnia para a construção de prédio anexo no campus do Observatório Nacional

Israeli Rodrigo Mathias dos Santos, Raisa Cristina Rodrigues Alves, Lucca Martins Franco, Giulianna Moreira de Oliveira, Emanuele Francesco La Terra, Observatorio Nacional(ON)

Copyright 2021, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 16-19 August 2021.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 17th 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

The use of geophysical methods for geotechnical investigation has become a necessity for civil construction, as it is the terrain that supports the construction and also establishes fundamental characteristics of the project in terms of properties, such as elevation, drainage and location. With the purpose of synthesizing the characteristic of the geotechnical profile of the area that will be explored at the National Observatory in Rio de Janeiro, for the construction of a building, this research aimed to point out and study the configurations of site subsurface layers using the geophysical methods of resistivity and GPR, the latter using a 100 MHz antenna, in addition to making use of information from direct investigations. The indirect study of soil, as well as the identification of the rock, offers a possibility of subsurface interpreting the subsurface of the study area in a non-invasive way, saving time and enabling the knowledge of greater pedological and geological volumes. In this work, the methods showed a satisfactory correlation between them, which indicated an average depth of 1,6 to 3,7 m of the rock.

Introdução

O emprego dos métodos geofísicos para a investigação geotécnica cada vez fazem-se necessários porque é mais conveniente para mapear grandes áreas em subsuperfície em menos tempo e menos custo do que muitas investigações diretas como sondagens e escavações. Desta forma, à geofísica rasa compete a possibilidade de identificar a zona de intemperismo, como a discretização de solos, até o topo rochoso, necessários para a construção civil e, de forma consequente, para a construção do prédio anexo no campus do Observatório Nacional (ON).

Para a investigação geotécnica no ON, foram utilizados os métodos de eletrorresistividade e de georadar, ou GPR (Ground Penetrating Radar), obtendo 4 perfis geoeletricos e 2 radargramas numa área de aproximadamente 81 m² (Figura 2). Já, Conforme é visto na figura 1, o Observatório Nacional está inserido, em sua maior parte, na unidade Rio Negro, pertencente ao Complexo Rio Negro (Terreno Oriental) (CPRM, 2012).

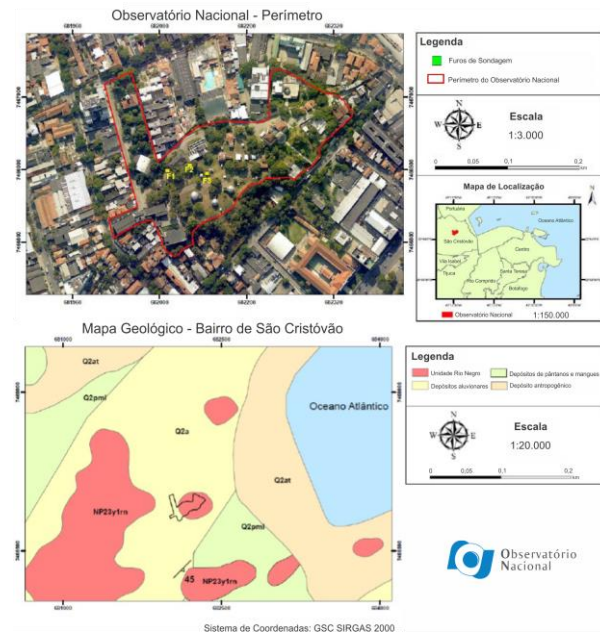


Figura 1: Localização do Observatório Nacional no bairro de São Cristóvão, RJ, com a demarcação das sondagens realizadas pela empresa Soloteste – Engenharia LTDA. A figura também traz o mapa geológico do bairro.

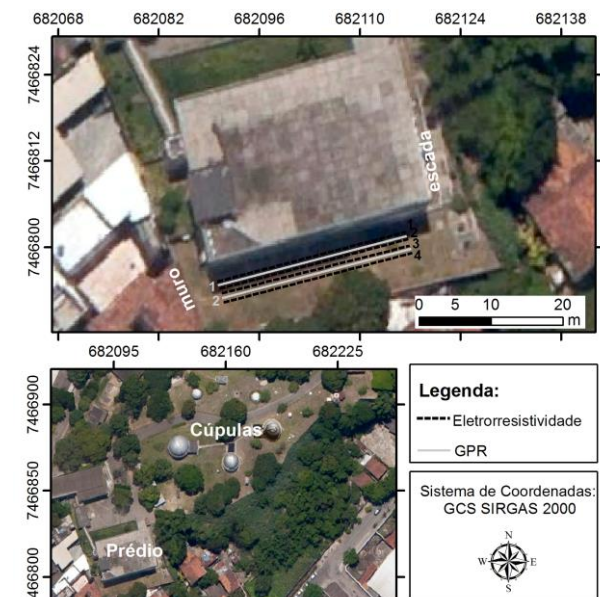


Figura 2: Área de estudo no Observatorio Nacional, com marcação dos perfis realizados de eletrorresistividade e GPR no pátio do prédio no Departamento de Geofísica.

Em janeiro de 1988, a empresa Soloteste Engenharia - LTDA. realizou três sondagens a percussão no pátio das cúpulas no Observatório Nacional (Figuras 1). A descrição dos furos de sondagem (F1, F2 e F3) indica a presença de um aterro raso, em subsuperfície, seguido por um horizonte areno-siltoso, fino a médio, interpretado como solo residual (autóctone). Este, seria produto da alteração pedogenética do embasamento ortoderivado. O resultado das sondagens F1, F2 e F3, ilustrando a descrição anterior, é mostrado na figura 6, na seção de resultados. Mesmo as sondagens não sendo realizadas onde foram feitas as sondagens elétricas e o GPR, o material deverá manter-se o mesmo, com variações granulométricas e de cor acima do embasamento, assim como na espessura das camadas. Mais à frente, na metodologia, será mostrado que foi realizado um furo com sondagem a trado na área dos perfis para ajudar a interpretação dos métodos geofísicos na demarcação do topo das camadas.

A partir das informações sobre a área, obtidas na literatura e com as sondagens realizadas na década de 80, em conjunto com a metodologia aplicada neste trabalho, o objetivo é demarcar o perfil geotécnico na área a ser construída o prédio anexo para aumentar a confiança no projeto de construção do prédio pela empresa que irá construí-lo.

Métodos

A investigação geotécnica foi realizada com a obtenção de 4 perfis de caminhamento elétrico com o equipamento SuperSting R8/IP da AGI, com 28 eletrodos polarizados em cada linha e espaçamento de 1 m entre eles e injeção de 2 A de corrente. O arranjo dipolo-dipolo foi o escolhido por apresentar uma melhor relação entre a profundidade e resolução para o caminhamento, comparado aos outros arranjos. Isto foi confirmado porque no presente estudo foram realizados os mesmos perfis com os arranjos Wenner, Schlumberger, Dipolo-Dipolo, sendo escolhido o dipolo-dipolo para a interpretação. Além disso, também foi integrado o método de georadar com a utilização do sistema da MALÃ Geoscience, com o módulo ProEX System, um par de antenas não blindadas de 100 MHz e cabos conectores de fibra óptica. O processamento dos dados foi feito nos softwares Earthmager 2D e RadExplorer para os dados de eletrorresistividade e georadar, respectivamente. A obtenção do modelo geoeletrico a partir da inversão 2D dos dados realizada foi dada a partir do método de inversão suave do modelo, que é mais estável e robusto e, para a modelagem direta dos dados, foi empregado o método dos elementos finitos (MEF) e o solucionador da equação direta foi a decomposição Cholesky. Também foi utilizado a condição de contorno mista, variando entre Neumann e Dirichlet, escolhida em diferentes partes do contorno do domínio da equação.

Para conferir a credibilidade dos métodos indiretos, foi utilizada a investigação geotécnica direta da sondagem a trado para apenas um furo. A sondagem a trado manual foi realizada em 3 pontos das linhas 2 e 3.

Resultados

Os resultados obtidos nos perfis de GPR e de Eletrorresistividade são apresentados abaixo, e apresentam uma zona mais condutiva na parte superior dos perfis de resistividade e uma porção mais resistiva na sua porção mais profunda. Os dados de GPR apresentaram em sua radarface um reflector que tem uma boa correlação de profundidade com os dados de eletrorresistividade, que pode ser observado com integração dos métodos adquiridos.

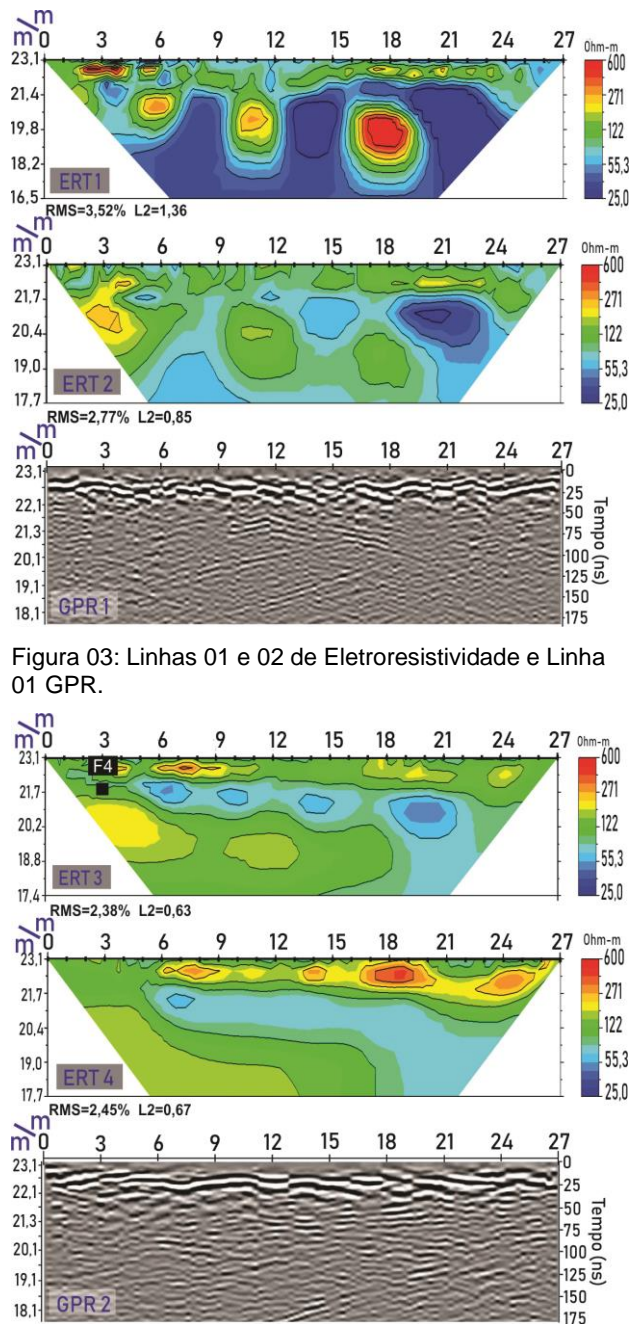


Figura 03: Linhas 01 e 02 de Eletrorresistividade e Linha 01 GPR.

Figura 04: Linhas 03 e 04 de Eletrorresistividade e Linha 02 GPR.

Na figura 5 abaixo, podemos notar uma profundidade que varia entre 1,16 até 3,7 m até uma zona mais resistiva e

que é bem marcada pelos refletores dos dados de GPR, o que possibilitou uma boa correlação com os dados

diretos coletados em F4, F5 e F6.

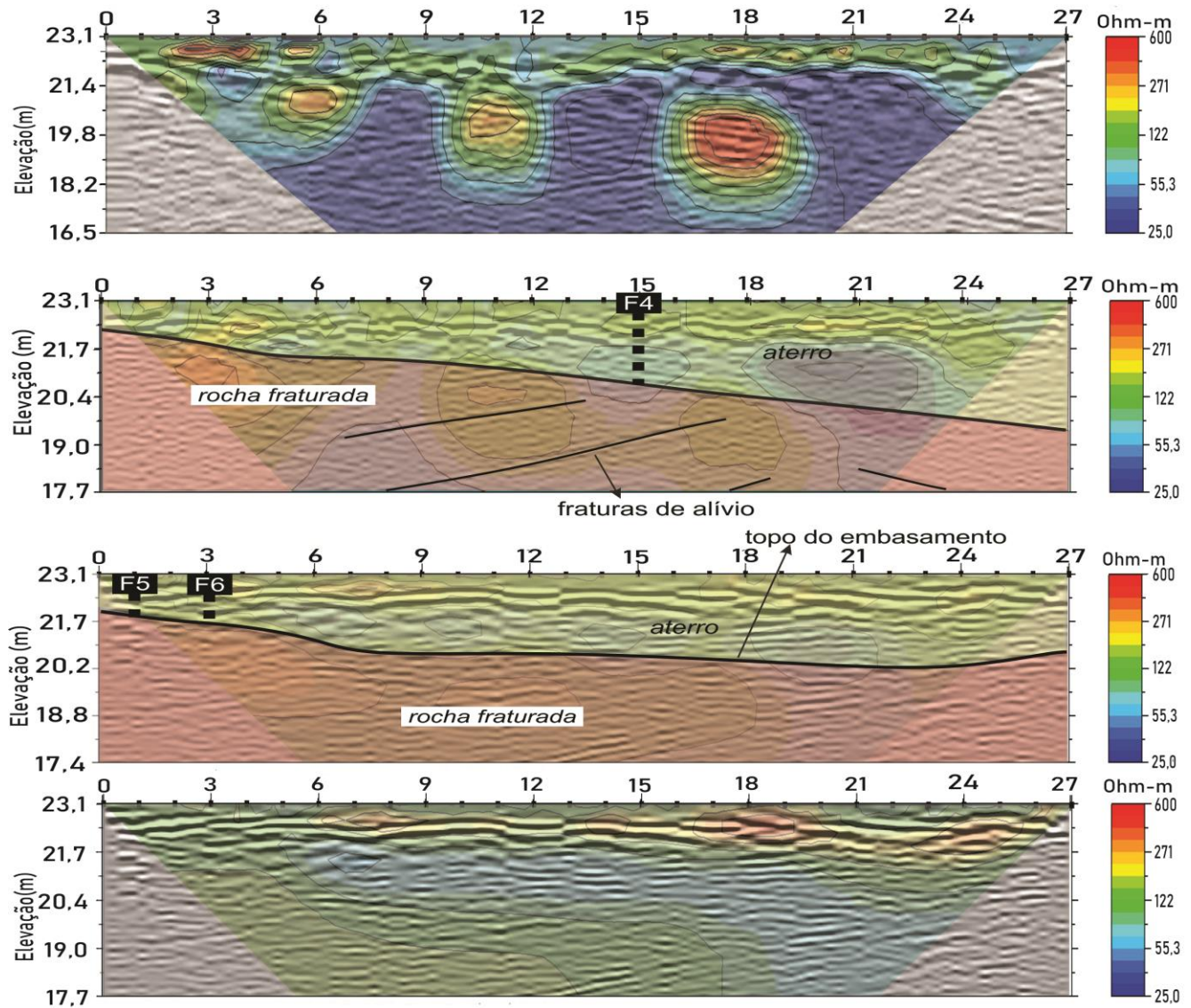


Figura 5: Integração dos dados de Eletroresistividade e GPR. Tem-se as seguintes descrições dos furos: F4 – realizado na Linha 02, no mesmo local do eletrodo 15, marcando uma profundidade de 2.26m; F5 – realizado na linha 03, no mesmo local do eletrodo 01, marcando uma profundidade de 1.16m; F6 – realizado na Linha 03, no mesmo local do eletrodo 03, marcando uma profundidade de 1.4m.

Através das análises dos caminhamentos 1, 2, 3 e 4, foi identificado o que acreditamos ser o contato solo rocha. Como normalmente é esperado para região de estudo, este deve ocorrer em profundidades superiores a 2,43 m.

Figura 6: Classificação geotécnica do solo no Observatório Nacional (RJ), com base em três furos de sondagem a percussão. O ensaio SPT foi realizado com amostrador padrão de 2", martelo de 65 Kg e altura de queda de 75 cm. Cota da boca dos furos: F1 = 27,45 m, F2 = 27,50 m F3 = 32,00. O limite de perfuração representa o contato com a rocha sã, lembrando que podem ocorrer blocos soltos (matações) em subsuperfície.

Profundidade (metros):	Litologia:						Legenda:
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	
0,35							aterro arenoso cinza escuro
0,70							aterro argiloso siltoso vermelho e branco micáceo cinza escuro
0,96							siltos argilosos compactos cinza micáceo (solo residual)
1,00							areia fina siltosa muito compacta cinza e branca micácea
1,48							solo residual
1,76							vergalhão
2,0							
2,8							
3,0							
3,65							
4,0							

Conclusões

A integração dos dados de Eletroresistividade e GPR demonstraram uma boa correlação de profundidade entre

os dois métodos, o que ficou ainda mais claro com a aplicação de trado manual, possibilitando uma certa margem de segurança em relação as profundidades do contato da rocha fraturada. É importante ressaltar que a extensão do terreno foi um limitador para a obtenção de maiores profundidades no método de eletrorresistividade, tendo sido possível chegar apenas na rocha fraturada.

Agradecimentos

Ao CNPq, CIEE e Fundep, que forneceram as bolsas para os autores; ao PEG BR (Pool de equipamentos geofísicos do Brasil) que emprestou os equipamentos utilizados na metodologia e à SBGf por proporcionar a oportunidade da divulgação desta pesquisa..

Referências

Davis, J. L., Annan, A. P., 1989. Ground Penetrating Radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, vol. 37, p. 531-551.

Duarte, O. O., 1997 Dicionário enciclopédico inglês-português de geofísica e geologia. In: Sociedade

introdução no estudo com o método direto com a
Acreditamos que o presente estudo possa ser utilizado em apoio as equipes de engenharia, para tomada de decisões durante a construção do prédio anexo da geofísica do ON. Ainda, que ele demonstre a importância dos estudos de geofísica na geotecnia, como ferramenta indispensável antes de realizados quaisquer projetos.

Brasileira de Geofísica. Congresso Internacional (5o: 28 set.- 2 out.), São Paulo.

Morais, F., Almeida, P. B. L. E., Aranha, P., 2008. Study of flow in vadose zone from electrical resistivity surveys. *Revista Brasileira de Geofísica*. 26. 10.1590/S0102-261X2008000200001.

Neal, A. (2009) Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. p. 412-454.

Valeriano, C. D. M, Porto Junior, R., Almeida, J., Silva, L. G. E., Duarte, B., Schmitt, R., ... Valente, S. D. C., 2012. Geologia e recursos minerais da folha Baía de Guanabara SF. 23-ZB-IV Programa Geologia do Brasil, CPRM.