

Detecção de feições em subsuperfície: Um estudo geotécnico através da microgravimetria e eletrorresistividade

Marieli Machado Zago (Unipampa)*, Tais Renata Zanato (Unipampa), Eduardo Monteiro Lopes (Unipampa) e Maximilian Fries (Unipampa).

Copyright 2017, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 15th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 31 July to 3 August, 2017.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 15th 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 provides an important tool and approach to investigate shallow structures and features. Such elements are important in geotechnical investigations and offers a non-invasive investigation useful in subsurface analysis and detection of materials and structures (joints, faults and cavities). The goal of this study is a detail scale survey performed on a 300m² area located in the Federal University of Pampa campus, Rio Grande do Sul State in Caçapava city. Data processing and enhancing technics of microgravity and DC resistivity showed different anomalies patterns related to small features (electrical wires system, water pipes and regolith fragments). The bedrock/sediments limit was also detected. This study represents a detail reconnaissance in shallow level and consists an important subsurface diagnosis. As a preliminary diagnosis is a valuable tool that can be replied in different situations that require a bedrock/sediments surface morphology diagnosis.

Introdução

A geofísica como ferramenta de investigação indireta e não invasiva para solucionar problemas de geotecnia é de grande importância considerando a capacidade de diagnóstico e caracterização em subsuperfície de forma preventiva, na realização de obras, detecção de cavidades, em locais com potenciais de risco de deslizamento em áreas urbanas e habitadas e no mapeamento geológico-geotécnico. Oyedele *et al.* (2011) integrou o método geofísico de eletrorresistividade com testes geotécnicos para avaliar a estratigrafia e a competência dos materiais de fundações para a construção civil. Junior (2006) constatou que a associação de métodos geofísicos como o gravimétrico e eletrorresistivo - IP são úteis na investigação de feições de dissolução, dando ênfase a regiões que podem comprometer a implantação de estruturas físicas na superfície.

Este estudo tem como objetivo o reconhecimento de feições anômalas associadas a características geológicas e geotécnicas locais por meio da integração de dados de microgravimetria e eletrorresistividade. O uso de técnicas de processamento e realce dos dados oferece a

visualização em diferentes níveis de profundidade de investigação, identificando-se, desta forma, anomalias relacionadas às feições locais antrópicas e geológicas.

Localização da área de estudo

A área de estudo possui aproximadamente 300m² e situa-se próximo as instalações do Campus da Universidade Federal do Pampa (Unipampa) no município de Caçapava do Sul, distante 259 km da capital Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1).

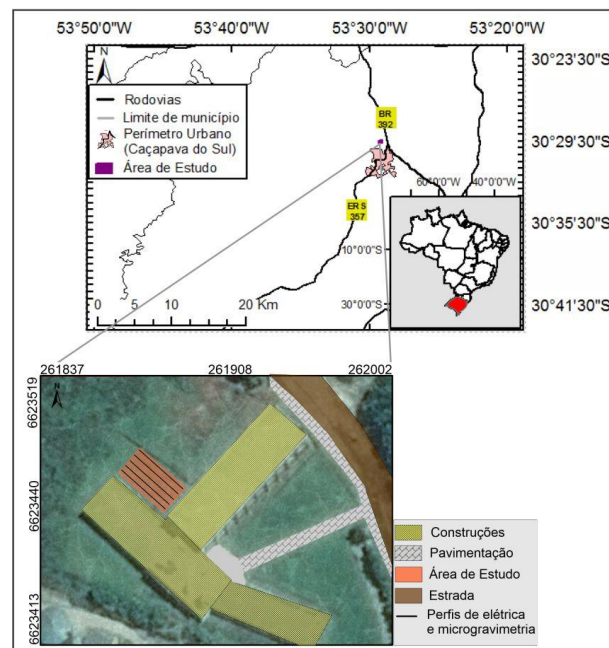


Figura 1 - Localização da área de estudo com destaque para as construções dos prédios da Unipampa e os perfis de aquisição (Adaptado de CPRM 2006).

No contexto geológico, o local encontra-se na denominada Suíte Granítica de Caçapava do Sul, composta predominantemente por monzo e sienogranitos, com participação subordinada de rochas de composição granodiorítica a tonalítica presentes na borda oeste do corpo principal. Devido aos diversos tipos petrográficos, existem três fácies principais: biotita granitos, leucogranitos e granitos transicionais (CPRM, 2000). Na região as camadas de solo são pouco espessas com topo de rocha sã levemente alterado.

Metodologia

Para a aquisição gravimétrica as estações gravimétricas foram obtidas com espaçamento de 2 metros. Foi

empregado um gravímetro modelo CG-5 da Scintrex Inc. A malha (*grid*) de aquisição é composta por 6 perfis de com 28 metros de comprimento cada. As medidas de variação de gravidade relativa foram realizadas com duração pré-programada (ciclos) de sessenta segundos. Foi adotado 3 medidas para cada ponto a fim de obter-se através do desvio padrão maior acuracidade para o ponto. Para o georeferenciamento dos pontos (coordenadas X, Y e altitude) foi utilizado uma planta topográfica de detalhe do campus (PROPLAN/UNIPAMPA) elaborado para expansão das obras no local. Para o cálculo da gravidade absoluta foi empregada como Estação Base a RN Geodésica do IBGE, localizada na Igreja Matriz do município de Caçapava do Sul - RS.

Os valores da anomalia gravimétrica Bouguer foram obtidos por meio das reduções: i) correção de deriva (*Drift*); ii) terreno; iii) luni-solar; iv) ar-livre (*free air*) e v) Bouguer. Para análise e interpretação, técnicas de processamento (superfícies de tendência/resíduos) foram aplicadas.

Os dados de eletrorresistividade foram obtidos com um resistivímetro modelo Syscal Pro de fabricação da Iris instruments. Utilizou-se a técnica de caminhamento elétrico - CE para a medida dos valores de resistividade, ao longo de 5 perfis, com espaçamento entre eletrodos de 2 metros totalizando 28 metros de comprimento em cada perfil.

Os valores de eletrorresistividade medidos com o equipamento (dados brutos) foram submetidos a inversão. O procedimento possibilita converter os parâmetros medidos no local em respostas de profundidade (perfil de eletrorresistividade) para análise e interpretação. Os resultados de subsuperfície dos contrastes resistividade/condutividade do terreno são posteriormente analisadas de acordo com as informações geológicas/geotécnicas conhecidas na área por meio de um perfil geolétrico interpretado. Estes processamentos, quando corretamente aplicados, permitem gerar modelos com informações consistentes a partir dos dados conhecidos (Rocha, 2013). Nos levantamentos de eletrorresistividade o processo de inversão transforma os dados de resistividade aparente amostrados em valores de resistividade real.

Resultados

Foram gerados a) mapa gravimétrico da anomalia Bouguer; b) mapa gravimétrico dos valores anômalos regionais Bouguer (superfície de tendência) a partir de uma superfície polinomial de grau 3 e c) mapa gravimétrico de resíduos da anomalia Bouguer. Como consequência, uma caracterização preliminar das fontes rasas/profundas pode ser realizada. O mapa dos dados Bouguer/regional representa baixas frequências oriundas das fontes densas mais profundas representadas pelo corpo granítico (rocha sã) que se encontra em subsuperfície. As anomalias residuais são observáveis em seções lineares com contrastes anômalos tênues e correspondentes a feições e estruturas no local (rede elétrica, tubulação de água, fragmentos de regolito e fraturas).

As seções de eletrorresistividade são a) resistividade aparente e b) real que apresentam anomalias resistivas

associadas ao limite aterro/solo, feições heterogêneas do aterro como blocos, pequenos fragmentos enterrados. Anomalias condutivas observadas são oriundas de feições preenchidas com ar (vazios e cavidades) e a presença de fluidos (água) interporos ao longo dos materiais permeáveis (solo, aterro e fraturas na rocha sã).

Discussão

A integração dos resultados de microgravimetria e eletrorresistividade processados e analisados, considerando as características da área (rocha granítica como base de um aterro posteriormente feito) fornece resultados correlacionáveis e coerentes com o local. É importante considerar-se que, de acordo com Telford *et al.* 1990 tem-se valores pré-estabelecidos de resistividade em Ohm.m para alguns dos materiais presentes no local (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de resistividade em Ohm.m de materiais presentes na área de estudo (Extraído de Telford *et al.* 1990).

Material	Resistividade (Ohm.m)
Granito	$4,5 \times 10^3$
Arenito	$1 - 6,4 \times 10^8$
Regolito/solo	$100 - 3 \times 10^3$
Rejeito de Obra	$40 - 2 \times 10^3$

Para a interpretação indireta dos resultados, empregando-se apenas os resultados geofísicos, uma seção (Figura 2a) da anomalia Bouguer mostrando a variação de densidades de feições mais profundas em mGal ao longo do perfil de eletrorresistividade (Figura 2b). Um modelo geofísico-geológico interpretativo elaborado (Figura 2c) permite observar baixas resistividades na maior parte do perfil associado com a baixa densidade no perfil de microgravimetria. Estas anomalias, relacionadas a resistividade encontrada no local permite constatar que em grande parte do perfil tem-se a presença de rejeito de obras e em uma pequena parcela regolito/solo.

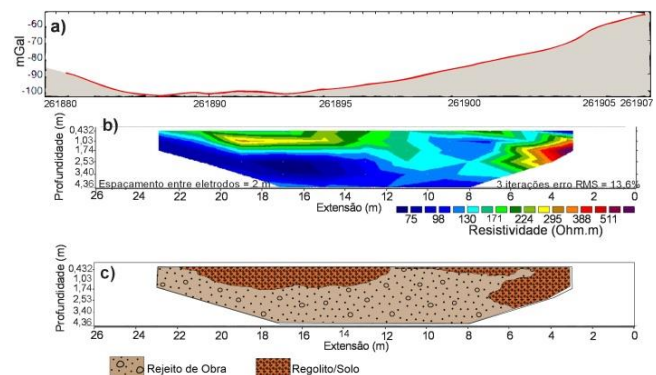


Figura 2 - Em a) Seção da anomalia Bouguer com a variação da densidade dos materiais (mGal) do perfil

estudado, b) Seção de resistividade do modelo invertido c) seção litológica interpretada.

Na Figura 3 tem-se a análise de um perfil com as anomalias relacionadas a materiais de alta densidade detectada com a microgravimetria. Estas características foram correlacionadas com o perfil de eletroresistividade. Tubulações enterradas, de localização desconhecida, são reconhecidas por meio da integração de elementos anômalos com i) alta resistividade; ii) densidade elevada (devido ao concreto na qual foi construída). Demais feições foram classificadas como interfaces regolito/solo devido à baixa densidade. Podem, também, estar relacionadas com a presença de espaços vazios ou infiltração de água no local e rejeitos de obra que possuam atributos de resistividade intermediária e contrastes de densidade (variações em mGal).

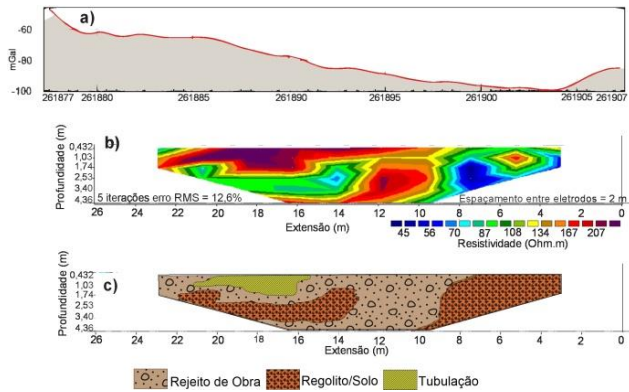


Figura 3 - Em a) Variação da densidade dos materiais (mGal) do perfil estudado, b) Seção de resistividade do modelo invertido c) seção litológica interpretada.

Conclusão

A aplicação da geofísica em escala de detalhe em uma área de aterro sobre rochas graníticas usando-se os métodos da microgravimetria e eletroresistividade constitui uma importante ferramenta de investigação na detecção, análise e caracterização de feições em subsuperfície. Oferece importantes subsídios e resultados em estudos geotécnicos e delimitação e reconhecimento de limites rocha sã/regolito/solo e morfologia em subsuperfície. Estes quesitos são importantes em estudos prévios para realização de obras e diagnóstico preliminar de substrato rochoso (fraturas) e para determinação do tipo de estrutura e fundação a ser usada.

Referências

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2006. Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Projeto Geologia do Brasil ao milionésimo –Programa Geologia do Brasil. Porto Alegre. Escala: 1:750.000.

JUNIOR, J. S. S.; FERREIRA, F. J. F.; STEVANATO, R. 2006. Aplicação dos métodos gravimétrico e

eletroresistivimétrico-IP em área de risco geotécnico do sistema aquífero cárstico em Almirante Tamandaré-PR. *Brazilian Journal of Geophysics*, v. 24, n.3, 411-428 p.

OYEDELE, K. F.; OLADELE, S.; ADEDOYIN, O. 2011. Application of geophysical and geotechnical methods to site characterization for construction purposes at Ikoyi, Lagos, Nigeria. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, v. 1, n.1, 87-100p.

ROCHA, M.S.Q. 2013. Inversão do traço sísmico: O método e sua aplicação em Amberjack, Golfo do México. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Geociências - Departamento de Geologia e Geofísica. 48p.

TELFORD, W. M.; GELDART, L. P.; SHERIFF, R. E. 1990. *Applied Geophysics*. Editora Cambridge 2ª edição. NY.