



"Levantamento Geofísico de Imageamento Elétrico na caracterização geológica e geotécnica para Projeto de Travessia de Furo Direcional de Implantação de Duto"

Marquez, Rinaldo Moreira* - Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda
Souza, Georgia Castro de - Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda
Pazetti, Bruno Albiero - Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda

Copyright 2011, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 18-18, 2011. Contents of this paper were reviewed by the technical Committee of the 12th 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 of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This study aimed to perform geologic mapping / geophysicist with the purpose of supporting an engineering project that was carried over the river-Piraque Açú, located in the municipality of Aracruz, ES, identifying structures and geological features associated with fault systems and fractures and to determine the lithostratigraphic variation of the area. In order to achieve the foregoing objectives, an electrical profiling was performed (electrical imaging) with a high density of points of reading through a combination of dipole-dipole distance between dipoles 10, 30 and 50 meters.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento geológico/geofísico com a finalidade de apoiar um projeto de engenharia que foi realizado na travessia do rio Pirâque-Açú, localizado no município de Aracruz/ES, identificando estruturas e feições geológicas associadas a sistemas de falhas e fraturamentos além de determinar a variação litoestratigráfica da área. Com o intuito de atingir os objetivos citados, foi realizado um caminhamento elétrico ("imageamento elétrico") com uma alta densidade de pontos de leitura através de uma combinação do arranjo dipolo-dipolo com distância entre dipolos de 10, 30 e 50 metros.

Introdução

A Geofísica impulsionada pelos avanços tecnológicos que ocorreram nas últimas duas décadas tem ganhado importância nos processos de investigação em sub-superfície.

Dentre os métodos geofísicos mais utilizados atualmente podemos destacar os métodos geoeletricos, atualmente muito utilizados em estudos voltados para as áreas de meio ambiente e geotecnia.

Este trabalho refere-se a uma das aplicações clássicas do método geofísico da eletrorresistividade para a determinação de horizontes e estruturas geológicas e geotécnicas (falhas, fraturas e descontinuidades horizontais) bem como a caracterização das unidades lito-estratigráficas sotopostas; com o objetivo de fornecer subsídios e informações para um projeto de Travessia de um furo direcional no estado do Espírito Santo.

Empreendimentos de "Travessia" correspondem a obras de passagem de dutos através de rios, riachos, lagos, açudes e regiões permanentemente alagadas, ou sobre depressões profundas, grotas e ravinas.

Neste estudo, como já mencionado a metodologia utilizada foi a de imageamento elétrico através da técnica de aquisição dos dados de caminhamento elétrico, por meio do emprego de arranjos com a configuração dipolo-dipolo, uma vez que este possui uma sensibilidade maior na determinação de variações e descontinuidades laterais existentes no meio estudado.

Para obtenção de resultados satisfatórios, através da metodologia, em tais empreendimentos, faz-se necessária a ocorrência essencialmente de dois fatores: O primeiro fator é a necessidade de haver um contraste físico entre as diferentes propriedades do meio estudado. O segundo fator e mais importante diz respeito ao equipamento e o treinamento do profissional que esta realizando o levantamento.

Existem diversos equipamentos no mercado que não seriam capazes de efetuar o trabalho em questão, uma vez que grande parte das aquisições ocorrem em regiões parcialmente e/ou inteiramente alagadas, como rios, lagos, açudes, dentre outras. Com relação ao arranjo de campo, é essencial uma cuidadosa programação visto que o método exige um conhecimento prévio de suas limitações e a forma com a qual pode ser utilizado durante a fase de aquisição dos dados.

O levantamento ora apresentado foi realizado na travessia do rio Piraque-Açú, no município de Aracruz, localizado na região norte do Estado do Espírito Santo, distando aproximadamente 83 km a norte da capital capixaba (Figura 1).



Figura 1 – Localização aproximada da área de estudo (s/escala).

Metodologia/ Problema Investigado

Para realizar um estudo detalhado da área, foram simulados em escritório e testados em campo, diversas configurações de arranjos. A etapa de levantamento de campo foi precedida por uma etapa de bibliográfico da região onde foram obtidas e analisadas fotografias aéreas, imagens de satélites e mapas geológicos variados. Durante a fase de levantamento de campo foram realizados levantamentos topográfico, batimétrico e a investigação geofísica utilizando o método da eletrorresistividade e emprego de técnicas de caminhamento elétrico.

Tais estudos visam a identificação de estruturas geológicas locais e a identificação das unidades litoestratigráficas.

Caminhamento Elétrico ou Imageamento Elétrico

As técnica de imageamento elétrico se baseiam na análise e interpretação de um parâmetro físico conhecido, a resistividade elétrica, que por sua vez, pode ser obtida a partir de medidas efetuadas na superfície do terreno. A partir desta técnica podem ser utilizados diversos arranjos de aquisição de dados, neste trabalho foi empregado o arranjo dipólo-dipólo.

Tal formatação de aquisição de dados consiste na investigação em profundidade através da confecção de perfis geoeletricos visando à determinação de descontinuidades laterais originadas por estruturas geológicas diversas tais como contatos litológicos, zonas de fraturamento e falhamentos, além de possibilitar a realização de mapeamento de corpos rochosos que ocorrem no embasamento cristalino e zonas mineralizadas.

Os dados medidos através do arranjo dipólo-dipólo em subsuperfície consiste em utilizar dois eletrodos de injeção de corrente e dois eletrodos de potencial medido, ambos funcionando independentemente (H. Robert Burguer, 1992). Para cada posição dos eletrodos de injeção de corrente são tomadas tantas medidas de diferença de potencial quanto seja desejado, sendo cada medida correspondente a um nível. Cada nível de leitura é representativo de uma profundidade a ser calculada a partir da distância entre cada eletrodo. À medida que a profundidade de investigação aumenta, diminui-se automaticamente a quantidade de pontos de leitura, sendo o principal causador deste fato à geometria no arranjo (Orellana, 1974) (**Figura 2**).

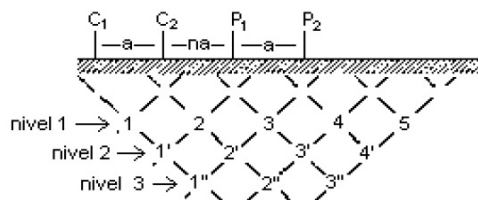


Figura 2 – Disposição dos pontos medidos em profundidade, arranjo Dipólo-Dipólo.

A distância entre os dipolos foi variável com valores de 10, 30 e 50m. O equipamento utilizado permitiu realizar uma aquisição com 10 níveis de investigação, atingindo uma profundidade teórica de investigação ao redor de 90 metros (profundidade real de investigação de aproximadamente 45 metros). Os eletrodos foram cravados no leito do rio e o perfil realizado apresentou um comprimento total 1.590m.

O aparelho utilizado para o levantamento de dados elétricos foi o SYSCAL PRO, fabricado pela empresa IRIS Instruments, o qual utiliza uma unidade microprocessadora para o gerenciamento e chaveamento dos eletrodos, com alimentação de entrada de 12 V e saída de até 1.600V, podendo aplicar uma corrente que pode atingir até 2,5A no meio a ser estudado.

Os dados obtidos na campanha de levantamento passam pela etapa de processamento e inversão (Golden Software, 1996). Na etapa de processamento os dados são filtrados sendo descartados os pontos de leitura que apresentem erro superior a 8%. São utilizadas em média 5 (cinco) interações para a convergência dos dados de campo em seus resultados finais. Posteriormente foram realizadas correções topográficas.

No processo de inversão e modelamento dos dados foi utilizado o método de elementos finitos para a definição dos corpos resistivos e condutores, o software utilizado para processar os dados é o RES2DINV de propriedade intelectual da Geotomo. (Lock, 1999).

Resultados

Aquisição de dados

A disposição das linhas no campo foi fornecida pela contratante. Foram realizados 03 (três) segmentos de aquisição que resultaram em 01 (uma) linha de levantamento através do método eletrorresistivo (imageamento elétrico) (**Figura 3**).



Figura 3 – Foto do levantamento de imageamento elétrico realizado ao longo da travessia do rio Piraque-Açu, no município de Aracruz / ES.

Em toda área do levantamento foram realizados levantamentos topográficos para correção topográfica dos perfis.

Geologia

O quadro geológico da área em questão é representado pela Formação Barreiras representada por um expressivo pacote composto por camadas arenosas, tabulares, admitida como de idade terciária. Com base em uma suposta discordância erosiva, subdividiu-se em duas unidades, informalmente designadas como Unidade Inferior e Unidade Superior. Os sedimentos da Unidade Inferior apresentam-se, em grande parte, inconsolidados, mal selecionados, constituídos por camadas tabulares de areias arcozianas estratificadas, areias cascalhosas e sedimentos argilosos e silticos. Esta unidade, assentada discordantemente sobre o embasamento cristalino, foi associada a um sistema fluvial entrelaçado, depositado sob condições semi-áridas. A Unidade Superior foi descrita como um conjunto de camadas predominantemente areno-argilosas, argilo-arenosas e argilo-silticas, mostrando ferruginização em diferentes níveis, assim como estratificações incipientes.

As rochas granulíticas do Complexo Paraíba do Sul compõem o embasamento cristalino da área de estudo e são representadas por terrenos ígneos e metamórficos pré-cambrianos. Esta fase precoce de magmatismo foi sucedida por um episódio extrusivo de idade neocomiana-barremiana, quando basaltos toleíticos e rochas vulcanoclásticas da Formação Cabiúnas acumularam-se conjuntamente aos sedimentos iniciais da fase rifte na bacia.

O Quaternário é composto por areias média e material argiloso rico em matéria orgânica que se distribui ao longo de áreas compostas por manguezais.

Imageamento Elétrico

Os dados obtidos através do método da eletrorresistividade (imageamento elétrico) indicam a presença de zonas de baixa resistividade que estão associadas a estruturas geológicas tais como falhas, fraturas e planos de acamamento da rocha encontrada na área.

Valores de baixa resistividade associados a este tipo de estruturas indicam a possibilidade de ocorrência de percolação de água subterrânea no sistema.

A campanha de levantamento geofísico pelo método do imageamento elétrico teve como objetivo caracterizar as diferenças litológicas em sub-superfície afim de fornecer subsídios para realização de furo direcional.

A partir dos dados de Imageamento foi elaborado um modelo geológico para a área de levantamento (**Figura 4**). A caracterização geológica da área foi realizada através de furos de sondagem e levantamento geológico de campo.

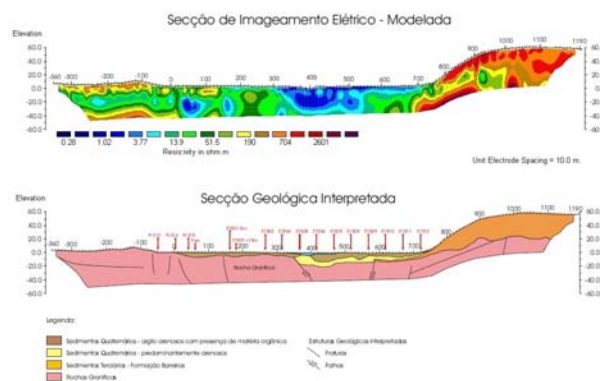


Figura 4 – Secção de Imageamento Elétrico modelada e secção de interpretação geológica.

As transições abruptas nos valores de resistividade apresentadas no perfil por volta dos 300m e 550m estão relacionadas a um sistema de falhas normais. Valores de baixa resistividade ao longo do perfil, com maior ocorrência entre -360m à 300m estão associadas a estruturas geológicas tais como falhas, fraturas e planos de acamamento da rocha encontrada na área. Os valores de alta resistividade apresentados a partir de 800m estão relacionados a sedimentos da Formação Barreiras. Valores médios de resistividade ao longo do perfil estão relacionados ao embasamento cristalino formado por rochas graníticas.

Conclusões

O imageamento elétrico efetuado confirma a presença do sistema de fraturas sub-verticais ao longo do perfil, bem como uma estrutura horizontalizada. Nas proximidades do rio (entre 330m e 550m) foram interpretadas duas falhas sub-concorrentes provavelmente tectonicamente desativas, contudo, apresentando um rejeito considerável. Em casos de perfurações nessas áreas devem ser tomadas as medidas cabíveis durante o trajeto de penetração da broca a fim de evitar o desmoronamento do furo.

A ocorrência das estruturas mapeadas pode ser observada nos perfis interpretados. Durante o processo de interpretação atribuiu-se aos corpos de baixa resistividade zonas de fraturamento e/ou falhamento capaz de permitir a percolação de água no sistema, alterando as características geoeletricas e gerando a anomalia mapeada.

A lito-estratigrafia no perfil realizado é composta pelo embasamento cristalino, sedimentos Terciários e Quaternários.

O cristalino é representado pela rocha granítica, localmente fraturada e com profundidade máxima interpretada (topo) de aproximadamente 21 metros.

Ocorrem sedimentos Terciários da Fm. Barreiras que afloram na área de levantamento na porção final do perfil executado através da técnica de imageamento elétrico, estratigraficamente superiores ao granito.

Sotoposto as demais unidades ocorre o evento Quaternário representado por duas litofácies bem distintas. Sedimentos arenosos de cor ocre que ocorrem no fundo do rio e afloram nos 100 (cem) primeiros metros do perfil a partir do marco 0 (zero). Também ocorrem sedimentos argilosos com areias e abundante matéria orgânica de coloração cinza escura a preto que compõem o sistema do mangue.

Não foram realizados nesta área levantamentos através do método GPR, devido ao fato de 80% da área de levantamento estar situada sobre uma área de mangue, que encontra-se sob influência diária da variação de marés. Neste caso a área de estudo possui um alto valor de condutividade do solo devido a presença de matéria orgânica e salinização dos sedimentos.

Referências :

H. ROBERT BURGUER. – 1992 - Exploration Geophysics of Shallow Subsurface, pag290.

GOLDEN SOFTWARE, Inc. – 1996 – Surfer (tm) for Windows V6. Reference Manual. Golden, Colorado – USA.Software, 1996).

ORELLANA, E. - 1974 - Prospeccion Geoelectrica por Campos Variables. Madrid:Paraninfo, pag 561.