

**LEVANTAMENTO GEOFÍSICO COM O MÉTODO
RESISTIVIMÉTRICO, NO MUNICÍPIO DE ESTRELA
DALVA (MG)
DISPOSITIVO POLO-POLO**

REQUERENTE: MUNICÍPIO DE ESTRELA DALVA

LOCAL: COMUNIDADE FORMIGA – ZONA RURAL

MUNICÍPIO: ESTRELA DALVA - MG

SUBSTÂNCIA: ÁGUA

outubro - 2024

Sumário

INTRODUÇÃO.....	3
INFORMAÇÕES GERAIS	3
Empreendedor.....	3
Elaborador e Responsável Técnico	3
Endereço para Correspondência	3
DESCRIÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO	4
Localização e acesso.....	4
Aspectos Fisiográficos.....	4
Pedologia	4
Clima	4
Vegetação	5
Geomorfologia.....	5
Hidrografia	5
ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	6
Geologia Regional.....	6
METODOLOGIA.....	7
ELETRORESISTIVIDADE NA PROSPECÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA E DETERMINAÇÃO DE CAVIDADES EM ÁREAS CÁRSTICAS.....	10
IMAGEM DE SATÉLITE	12
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS PERFIS ELÉTRICOS	12
PERFIL ELÉTRICO	13
CONCLUSÕES	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

INTRODUÇÃO

Este documento constitui o Relatório Técnico contendo as informações adotadas e obtidas em campo para a execução de levantamento geofísico com o método resistivimétrico, visando determinar as principais estruturas geológicas em área da PREFEITURA DE ESTRELA DALVA, para obter informações sobre a potencialidade de produção de água subterrânea. Sugerindo após a interpretação dos dados a melhor locação para poço artesiano.

INFORMAÇÕES GERAIS

Empreendedor

Nome: MUNICÍPIO DE ESTRELA DALVA

CNPJ: 17.710.096/0001-84

Endereço: COMUNIDADE FORMIGA – ZONA RURAL

Cidade: ESTRELA DALVA - MG

CEP: 36.725-000

Elaborador e Responsável Técnico

Nome: João Paulo Marques Machado Teixeira

Formação: Engenheiro Geólogo

Nº CREA – MG: 170773/D

Endereço: RUA FRANCISCO MOISES DE SOUZA,342, ESCRITORIO Bairro:
IMPERIAL, Tocantins - MG

CEP: . 36.512 – 000

Tel.: .. (32) 99938-8130

Endereço para Correspondência

Nome: João Paulo Marques Machado Teixeira

Endereço: RUA FRANCISCO MOISES DE SOUZA,342, ESCRITORIO Bairro:
IMPERIAL, Tocantins - MG

CEP: . 36.512 – 000

Tel.: .. (32) 99938-8130

DESCRIÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

Localização e acesso

O acesso à área, a partir de Belo Horizonte, é a princípio através da BR040 e BR 356 até a BR393 que liga esta cidade ao município Estrela Dalva em Minas Gerais (figura 1).

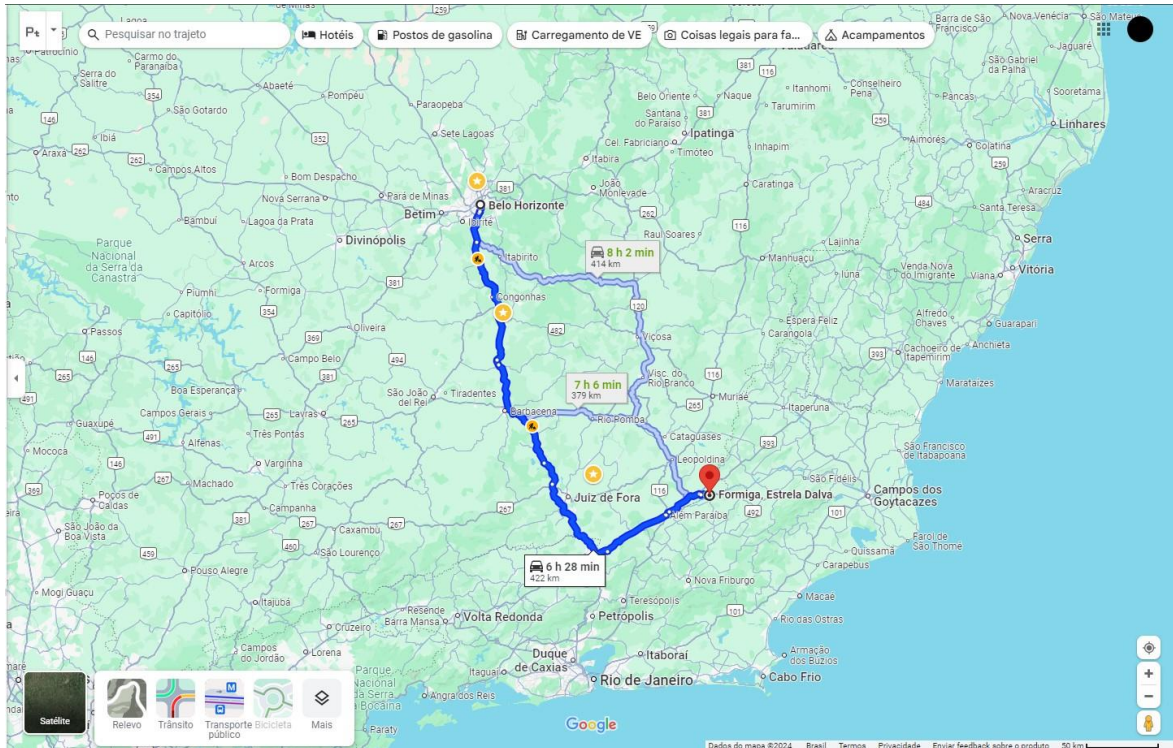


Figura 1 - Estrada que liga Belo Horizonte a Estrela Dalva em Minas Gerais. Fonte: GoogleMaps(2024)

Aspectos Fisiográficos

Pedologia

A maior parte da área, em área, dominada pela subclasse dos latossolos vermelho-amarelo álicos, que são solos antigos, normalmente profundos, com perfis de sequência de horizontes pouco diferenciados (horizontes A e B raramente contendo horizonte C), textura argilo-arenosa.

Clima

Pela classificação climática do Koppen, os limites da área abrangem apenas o tipo climático Cwb, que corresponde a um clima úmido de verões brandos, com pluviosidade média anual de 1.400 a 1.500 mm, estação seca curta com temperatura média anual entre 17,4°C e 19,8 °C e média do mês mais quente inferior a 22 °C (DNPM, 1991).

Vegetação

A vegetação nativa presente na área originalmente era a floresta tropical, caracterizada como uma expansão da Mata Atlântica das regiões serranas da vertente leste para o interior. Nos dias atuais é raro a observação desta vegetação original reduzindo a pequenas manchas e capoeiras nas encostas íngremes, sendo substituídas por lavouras e pastos (principalmente brachiárias).

Geomorfologia

Esta unidade é caracterizada por relevos de formas alongadas, marcados por escarpas adaptadas a falhas, sulcos estruturais, grandes linhas de cume e das cristas simétricas alinhadas. Os rios, nesta unidade, geralmente formam pequenos terraços e planícies.

As feições morfológicas observadas na paisagem denotam, contudo, uma influência por parte das variáveis geológicas (litologias, foliações e falhamentos), bem como de oscilações climáticas mesozoicas e cenozoicas que levaram à elaboração de superfícies cíclicas de erosão.

Hidrografia

A área requerida, apesar de não compreender margem de curso de água é compreendida na região da bacia do rio Rio Paraíba do Sul.

-Rio Paraíba do Sul

A bacia do rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com cerca de 55.500 km², estende-se pelos estados de São Paulo (13.900 km²), do Rio de Janeiro (20.900 km²) e Minas Gerais (20.700 km²). É formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, e o seu comprimento, calculado a partir da nascente do Paraitinga, é de mais de 1.100 km. Entre os principais formadores da margem esquerda destacam-se os rios Paraibuna mineiro, Pomba, Muriaé. Na margem direita os afluentes mais representativos são os rios Pirai, Piabanha e Dois Rios.

Localizada em uma região de relevo acidentado com poucas áreas planas, caracteriza-se por uma drástica redução da cobertura florestal natural e por apresentar formas de uso do solo inadequadas às condições de relevo e solos.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

Geologia Regional

Este Capítulo é integralmente baseado no mapeamento geológico do projeto Sul de Minas realizado pela CODEMIG no ano de 2013.

O empreendimento está localizado na região conhecida como Faixa Ribeira, uma faixa móvel neoproterozoica-cambriana, que foi gerada no final da Orogênese Brasileira (630- 480 Ma.).

Esta faixa móvel é dividida em alguns terrenos tectôno-estratigráficos: Cabo Frio, Oriental, Paraíba do Sul e Ocidental.

Neste caso a área insere-se no terreno ocidental mais precisamente na região do complexo Mantiqueira.

Estratigrafia

Adotou-se, nesta região, uma subdivisão em três grandes conjuntos litológicos: i) rochas do embasamento paleoproterozóico, retrabalhadas na Orogênese Brasileira; ii) sucessões metavulcano-sedimentares neoproterozóicas; iii) granitos neoproterozóicos que foram agrupados também em função de suas relações com a deformação.

Embasamento

O embasamento é constituído por dois principais complexos: o complexo Mantiqueira e o Complexo Juiz de Fora.

Complexo Mantiqueira

Representado por um complexo ígneo plutônico transformado em ortognaisses de composição variada e freqüentes corpos de anfibolito, de idade paleoproterozóica (ca. 2180 – 2050Ma), mas com inliers de idade arqueana. As rochas deste complexo estão pobremente exposto devido ao intenso intemperismo. Ocorrem gnaisses bandados com intercalações de anfibolito de espessura métrica.

Complexo Juiz de Fora

Composto por ortognaisses e metabasitos com paragêneses da fácies granulito, igualmente de idade paleoproterozóica. Os gnaisses são o litotipo característico deste Complexo, ocorrendo

também nas diversas lascas tectônicas nessa unidade. São rochas de granulação média, verde escuras, exibindo bandamento centimétrico e intercalações máficas boudinadas.

Sua mineralogia essencial é plagioclásio, quartzo, ortopiroxênio e clinopiroxênio; biotita e hornblenda ocorrem como produto de reações retrometamórficas.

Tipos de composição granítica (gnaisses charnockíticos) podem estar presentes. Os gnaisses do Complexo Juiz de Fora podem exibir feições de migmatização, com a presença de leucossoma, de grão grosso, caracterizados pela presença de cristais de piroxênio bem desenvolvidos.

METODOLOGIA

No trabalho de campo foram identificadas as zonas mais favoráveis para execução do poço tubular profundo.

Neste trabalho foram utilizados principalmente critérios hidrogelológicos. Desta forma, os caminhamentos elétricos foram executados em locais onde as probabilidades de êxito são significativas.

As linhas estão apresentadas na imagem de satélite e no croqui de localização.

Para esses caminhamentos, foi utilizado o dispositivo polo. Os eletrodos foram espaçados de 40 e 40 metros, para se obter boa resolução em relação as estruturas assinaladas. Estes eletrodos foram cravados no solo.

Para a interpretação, primeiramente calcula-se as resistividades aparentes (ROA) nas diversas posições e profundidades. Depois é feita uma normatização destes valores para que se tenha uma escala de cores padronizada, para valores entre zero e cem, e finalmente são geradas as pseudosseções através do software RES2DINV.

O aparelho utilizado é de fabricação da AUTO ENERGIA, modelo X6XTAL 250 cujas especificações serão descritas a seguir.

Informações.:

- Equipamento de Geofísica Destinado à sondagem elétrica SEV/CE.
- Precisão de Leitura > 98%,
- Resolução 0,01 para valores mV e mA;

- Taxa de amostragem Média True-Rms de 60 ciclos/segundo
- Escala automática de medidas em sPmV, mV e mA
- Congelamento (Hold) nos displays mV e mA
- Tempo de estabilização de leituras menor que 4 segundos
- Proteção de inversão de polaridade da bateria
- Mudança de escala automática de medidas em sPmV, mV e mA
- Proteção contra curto-circuito na saída
- Controle eletrônico de potência linear
- Sistema de saída cabos comuns ABMN;
- Auto-Teste e calibração ao iniciar
- Sistema de acoplamento a 4 fios para MultiPoint 32 canais;
- Displays atualizam mV e mA simultaneamente;

Características.:

- Relé de potência hermético com contactos duplos;
- Placas eletrônicas testadas conect-to-connect;
- Fusível de proteção Curto-circuito da bateria externa;
- Sinal injetado por chave Push-botton;
- Sistema de solda ponto-a-ponto;
- 02 baterias internas recarregáveis de 12V x 1,3A
- Medidores de Tensão de entrada e Corrente de saída;
- Refrigeração por dissipadores de calor;
- Tensão de Entrada CC 12V, bateria externa recomendada não inclusa => 45A;
- Tensão de saída CC ~ 760V;

- Corrente Máxima de saída ~ 250mA;
- Sistema de descarga resistiva de 4 segundos após pulso aplicado;
- Gerador controlado a Cristal com frequência de saída CC 0.6 Hz;
- Contador binário/2 sub-frequências distribuídas para somatória de saídas (Power);
- Filtro Indutivo/Capacitivo e ripple 4700uF;
- Proteção inversão de polaridade entrada de energia;
- Estabilizador Integrado de tensão de entrada 12Vcc;
- Leitor de mV e Injeção de mA uProcessados;
- Duplicador de tensão Resistivo/Capacitivo/Diodo;
- Umidade relativa até 75% (sem condensação)
- Ruído acústico < 40db;
- Faixa de temperatura -40°C a 70°C.
- Peso - 7,3Kg

Utilizações.:

- Pesquisa de água no subsolo e compreensão do fluxo;
- Contaminação Ambiental;
- Monitoramento de Barragens;
- Pesquisa Mineral e Cavernas;
- Estudo de Cavidades;
- Estudo Arqueológicos;

ELETRORESISTIVIDADE NA PROSPECÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA E DETERMINAÇÃO DE CAVIDADES EM ÁREAS CÁRSTICAS

Quando da realização de uma pesquisa para locação de um poço para obtenção de água subterrânea, pretende-se obter uma boa vazão, mas para isso é necessário em primeiro lugar, que exista água. Em segundo lugar, é necessário que esta água possa ser mobilizada, ou seja, que haja permeabilidade suficiente. Em rochas cristalinas, ígneas ou metamórficas, ou mesmo sedimentar carbonática, a boa permeabilidade está relacionada ao grau de fraturamento.

A presença de água em uma rocha faz com que esta conduza melhor a eletricidade, pois a água é sempre condutora da eletricidade, por conter sais dissolvidos. A existência de fraturas em uma rocha cristalina implica sempre na maior ocorrência de água, que tende a percolar pelos canais produzidos por estas estruturas. O posicionamento espacial da fratura é de grande importância, pois esta pode muitas vezes ser definida por foto interpretação ou outros métodos, mas o mergulho nem sempre é bem definido.

A geofísica define o posicionamento e permite local o poço com maior segurança.

A resistividade é uma grandeza física, que reflete a dificuldade que possui um corpo em ser atravessado por uma corrente elétrica, quando se conecta em dois pontos deste, uma diferença de potencial.

Nos solos e rochas, a resistividade quando secos atinge valores altíssimos, sendo estes praticamente isolantes, não permitindo que neles atravesse uma corrente elétrica. Isto se dá pelo fato de ser a maioria dos minerais isolantes ou pelo menos muito maus condutores.

Algumas exceções como a grafite, os metais livres, alguns sulfetos e alguns óxidos, são bons condutores, mas geralmente se apresentam em quantidades tão pequenas que não chegam a afetar significativamente a resistividade do material num todo. No seu estado natural, consequentemente, os materiais secos possuem resistividade elevada.

A condutividade que os materiais apresentam é devido à água intersticial ou pelicular, sempre presente em maior ou menor quantidade. A resistividade depende da quantidade e da qualidade (salinidade) da água contida, que pode às vezes atingir valores muito baixos. Assim a medida da eletroresistividade dos materiais é o melhor indicativo da presença da água em subsuperfície.

O dispositivo polo-polo:

A característica deste dispositivo é serem as distâncias AB e MN muito grandes, podendo ser considerado infinita. A distância $X = (BM)$ varia conforme a profundidade que se deseja

penetrar no terreno. fisicamente falando, se AB e MN tiver a distância de algumas vezes o maior valor de $X = (BM)$, o valor pode ser considerado infinito.

Se as distancias entre AB e MN forem suficientemente grandes para serem considerados infinito, a fórmula se resumiria a:

$$\rho a = \left(\frac{\Delta V}{I} \right) * 2\pi BM$$

Mas como geralmente estes valores não são tão grandes, é preferível usar a fórmula geral. A simplificação não traz vantagem nenhuma, posto que os cálculos são feitos por computador, e em milésimos de segundo. O volume de terreno envolvido na leitura, é sensivelmente uma semi-esfera, centrada no meio de AN, com um raio que pode variar entre uma a duas vezes o valor da distância X, dependendo da distribuição das resistividades existentes no terreno. Este dispositivo é ideal quando se deseja fazer seções elétricas.

Levando em consideração o dispositivo eletro-resistivo normal que foi utilizado neste trabalho para execução de seções, tanto o posicionamento dos eletrodos no terreno, quanto a distância entre os mesmos são estipulados em função da profundidade que se deseja investigar. Desta forma, os valores das resistividades são lançados em um plano vertical, onde x é o posicionamento no terreno e z a profundidade nominal do valor da resistividade obtida. A Figura abaixo ilustra a visão do método bem como do posicionamento dos equipamentos. Os eletrodos foram cravados de 40 em 40 metros, sendo a profundidade de investigação.

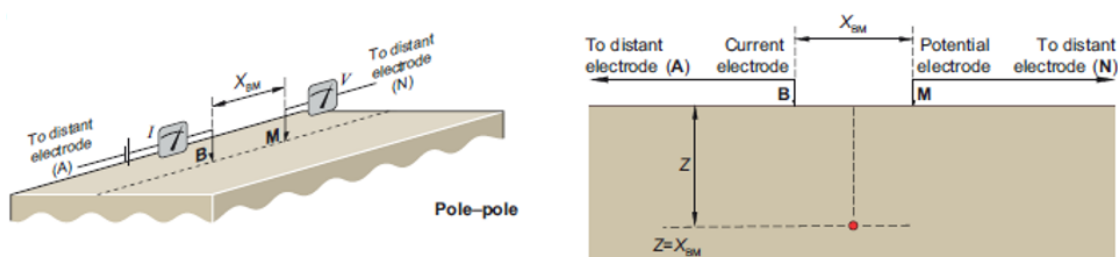


Figura 2 – disposição do caminhamento arranjo polo polo

Representação da execução de uma seção geofísica. De acordo com a montagem dos equipamentos pode-se tingir a profundidade z que se deseja estudar dentro de uma área subsuperficial determinada. Para as seções realizadas nesse trabalho os eletrodos foram colocados de 40 em 40 metros, A está a uma distância longa do eletrodo 0 assim como M está do final da linha, de modo a não gerar interferência. B permanece fixo enquanto M se desloca até o eletrodo 12, sendo que em cada deslocamento faz-se uma leitura. Terminada essa permuta,

inicia-se outra, onde o B se desloca para o eletrodo 1 e o M desloca-se de 2 até o eletrodo 11, permanecendo fixos os eletrodos A e N, assim, sucessivamente, até atingir o final de uma linha.

IMAGEM DE SATÉLITE



Figura 3 – Localização e arranjo da linha geofísica com os pontos onde houveram coleta de dados.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS PERFIS ELÉTRICOS

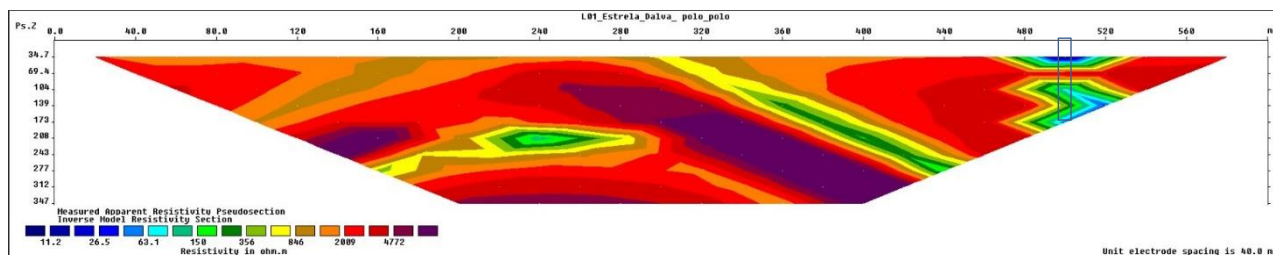
Nos perfis elétricos coloridos, a linha horizontal é a superfície do terreno, e a linha vertical é a profundidade.

As linhas contínuas e sinuosas equivalem a curvas de isorresistividade, ou seja, zonas em que a resistividade no subsolo é a mesma em relação a corrente elétrica.

No diagrama de cores, amarelo, laranja e vermelho correspondem a altas resistividades, com tendência a presença de rocha fechada. As cores verde, azul e roxa, correspondem a baixas resistividades.

Em função das linhas de isorresistividade e das cores, são traçadas as fraturas, representadas nos perfis pelas linhas retas e tracejadas de vermelho. Desta forma, os poços podem ser traçados como linhas retas perpendiculares a superfície do terreno.

PERFIL ELÉTRICO



CONCLUSÕES

De acordo com a análise do perfil geofísico alinhado com as condições geológicas locais conclui-se que:

- 1ª Opção para perfuração: Ponto 500. A 500 metros do início da linha de levantamento geofísico, em direção ao final da mesma, ou seja, no ponto médio entre os piquetes 480 e 520. Profundidade estimada: 200 m

Obs: vale ressaltar que métodos geofísicos lidam com valores relativos, não garantindo quantidade ou qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARUQUI, A. M. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da zona Campos das Vertentes / Alfredo Melhem Baruqui ... [et al.]. – Dados eletrônicos – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 96)

CBH – Comitê de Bacias Hidrográficas, sítio <http://www.grande.cbh.gov.br/GD2.aspx> acessado em 18/09/2024.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral . Normas Reguladoras da Mineração. Disponível em: http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_00.php. Acessado em: 04/07/2020..

GATTO, L. C. S.; RAMOS, V. L. S.; NUNES, B. T.A.; MAMEDE, L.; GÓES, M. H. B.; MAURO, C. A.; ALVARENGA, S. M.; FRANCO, E. M. S.; QUIRICO, A.F.; NEVES, L. B. Geomorfologia. In: Projeto Radambrasil, Brasília: DNPM, 1983. v. 32, p. 305-384.

IBAMA. Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração. Técnicas de Revegetação. Brasília. DF. 1990. P.96.

IGAM – Instituto Mineiro de gestão de Águas, sitio <http://www.igam.mg.gov.br/> acessado em 18/09/2024.

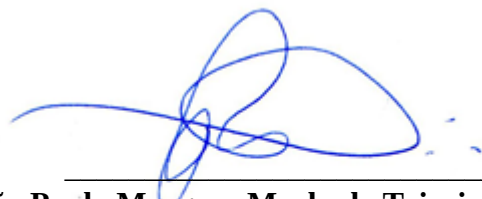
MINAS GERAIS, **Lei 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Disponível em <<
<http://www.siam.mg.gov.br/>>>. Data de acesso: 18/09/2024.

Sites consultados:

http://www.casece.com/pt_br/Gallery/Downloads/Produtos.PAC-W20E/flt.PAC-W20E-pt_br.pdf

www.google.com.br/maps

Tocantins, 17 de outubro de 2024



João Paulo Marques Machado Teixeira

Engenheiro Geólogo
CREA n.º 170.773/D – MG