



**RELATÓRIO TÉCNICO GEOFÍSICO
MÉTODO ELETRORRESISTIVIDADE
PROJETO POÇO TUBULAR PROFUNDO
TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA AMM E FUNASA - MT**

CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPUTANGA

CONTRATADO: AMM/FUNASA - MT.

OBRA: ESTUDO GEOFÍSICO PARA PROSPECÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.

CUIABÁ – MT

2021

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	4
2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO	4
2.1 Geofísica	4
2.2 Resistividade dos minerais e rochas	5
3 - METODOLOGIA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS	6
3.1 Introdução.....	6
3.2 Equipamento	7
3.4 Fixação dos Eletrodos.....	7
3.5 Obtenção das Leituras	8
3.6 Transferência dos Dados	8
4 – DESENVOLVIMENTO	9
4.1 Geologia.....	9
4.2 Hidrogeologia.....	10
5 – RESULTADOS DOS CAMINHAMENTO ELETRICO (CE)	12
5.1 DISTRITO INDUSTRIAL (ZONA URBANA)	12
5.1.1 CE 1	12
5.1.2 Conclusão Distrito Industrial (Zona Urbana)	15
7 – CONCLUSÃO	16
8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
ANEXOS	20

TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA DE PERFURAÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO AMM E FUNASA – MT

Requerente: PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPUTANGA

CNPJ: 15.023.914/0001-45

Local: Rua Antenor Mamedes, N° 911, Centro, CEP 78.260-000

Município: ARAPUTANGA

Estado: Mato Grosso.

Executado por:



Técnico Responsável pelo Projeto

Nome: Ricardo Côrtes Guimarães

Título Profissional: Geólogo.

Carteira Profissional: CREA 035019 - MT.

CPF: 021.959.041-94

Endereço: Rua São Francisco, N° 736, bairro Lixeira, CEP 78008-600

Município: Cuiabá – MT.

E-mail: solo.geotec@gmail.com.

Fone: (65) 9.9699 – 2772.

1 - INTRODUÇÃO

A Geofísica é uma ciência que aplica os princípios da Física, incluindo instrumentos e métodos, para estudar as propriedades do interior da Terra a partir da superfície ou muito próximo dela.

Os principais métodos de prospecção geofísica são os gravimétricos, magnéticos, elétricos (resistividade, potencial espontâneo, polarização induzida e magnetotelúrico), eletromagnéticos, sísmicos e radiométricos.

No presente trabalho a aplicação se dá no campo da hidrogeologia, voltado para a captação de água subterrânea.

Dentre os métodos geofísicos mais utilizados na exploração de água subterrânea destacam-se os elétricos devido a correlação existente entre a resistividade elétrica das rochas e a presença de fluidos nos poros ou fraturas.

2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Geofísica

O estudo da Terra usando medições, à superfície, de parâmetros físicos é designado por Geofísica. Embora estando bastante ligada à Geologia pode distinguir-se desta pelo tipo de dados que são considerados. A Geologia envolve o estudo da Terra por via da observação direta das rochas, quer à superfície, quer proveniente de amostras recolhidas em furos. A Geofísica, por seu turno, aplica métodos indiretos baseados nos princípios da Física ao estudo da Terra.

2.1.1 Método de prospecção

Os métodos elétricos de resistividade e IP podem ajudar na locação de poços tubulares profundos. A resistividade desempenha também um papel importante na caracterização em profundidade dos limites geológicos desde que as litologias presentes exibam forte contraste em termos de resistividade elétrica.

No método de resistividade, é injetada corrente elétrica no terreno através de um par de eletrodos (A e B – eletrodos de corrente) e é medida a diferença de potencial resultante entre outro par de eletrodos (M e N – eletrodos de potencial). A resistividade do terreno é então calculada a partir das distâncias entre os eletrodos, corrente e diferença de potencial medida, com base na Lei de Ohm. O resultado é a resistividade do terreno em Ohm.m ou o seu inverso, a condutividade em Siemen (S)/metro.

2.2 Resistividade dos minerais e rochas

A prospecção geofísica pelo método da resistividade dá uma imagem da distribuição da resistividade no subsolo. Para converter esta imagem num modelo geológico são necessários conhecimentos acerca dos valores típicos de resistividade dos diferentes materiais no subsolo que podem ser consultados abaixo:

TIPO DE MATERIAL OU MEIO GEOLÓGICO	RESISTIVIDADE ELÉTRICA
ÁGUA DO MAR	0,2
ÁGUA SUPERFICIAL	10 – 30
ÁGUA SUBTERRÂNEA	50 – 100
AREIAS E CASCALHOS SECOS	1000 – 10000
AREIAS E CASCALHOS SATURADOS COM ÁGUA DOCE	50 – 500
AREIA E CASCALHOS SATURADOS COM ÁGUA SALGADA	0,5 – 5
CONGLOMERADOS	10 – 10000
ARGILAS	2 – 20
MARGAS	20 – 100
CALCÁRIOS	300 - 10000
MÁRMORES	100 – 10000
GRÉS E QUARTZITOS	300 – 10000
GRÉS ARGILOSO	50 – 300
LAVAS	300 - 10000
TUFOS VULCÂNICOS	20 – 100
BASALTOS	100 – 10000
XISTOS GRAFITOSOS	0,5 - 5
XISTOS ARGILOSOS OU ALTERADOS	100 – 300
XISTOS SÃOS	300 – 3000
GNEISSE E GRANITO ALTERADO	100 – 1000
GNEISSE E GRANITO SÃOS	1000 - 10000

Tabela 1 - Tipo de material e sua resistividade média

3 - METODOLOGIA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS

3.1 Introdução

A metodologia utilizada diz respeito a três etapas de trabalho. Na primeira etapa o estudo compreende o levantamento cadastral de poços perfurados nas proximidades da área estudada e as informações da geologia através de Mapa Geológico.

Na segunda etapa foram realizados trabalhos de aero fotointerpretação, para a definição das principais fotos lineamentos, relacionando com as informações da geologia do local.

Na terceira etapa foram realizados trabalhos de aquisição de dados geofísicos, utilizando-se do método da ELETRORESISTIVIDADE.

Em um resistímetro, depois de inserida a sequência de medições há que colocar os eletrodos ao longo da linha escolhida respeitando o espaçamento previamente definido. Posteriormente são efetuadas as leituras e guardadas temporariamente, faz-se a transferência dos dados para um computador e inicia-se o seu processamento e inversão que transformará os dados de resistividade aparente em resistividade real.

Estes estudos, realizados nestas etapas de trabalho, têm por finalidade principal a determinação das potencialidades do local para a exploração de água subterrânea.

A obtenção da resistividade em profundidade envolve os seguintes passos:

1. Escolha do equipamento (caso seja possível)
2. Planejamento da prospecção
3. Colocação dos eletrodos no solo e ligação dos cabos
4. Obtenção e registo das leituras
5. Transferência dos dados para o computador
6. Processamento e interpretação dos dados

3.2 Equipamento

O resistivímetro é o equipamento principal para realizar um estudo de resistividade do subsolo. Na sondagem elétrica este aparelho é responsável pela injeção de corrente elétrica no subsolo.

Em síntese, o material necessário e recomendável para um trabalho de campo como o que foi desenvolvido neste trabalho é o seguinte:

- Resistivímetro Sycal PRO;
- Bateria 12V de 70Ah;
- Eletrodos (estacas de aço);
- Cabos elétricos para ligação entre as estacas e os cabos principais;
- Marreta;
- Fita métrica;
- Garrafão com água e sal;
- Computador portátil para transferência e interpretação dos dados;
- Caderno de campo.

3.3 Definição da Sequência de Medições

No caso de estudo, para a definição da sequência de medições, utilizou-se com base nas limitações naturais da área objeto de estudo.

Para definir a sequência de medições e os parâmetros referidos seguem-se os seguintes passos para caminhamento elétrico: espaçamento de 10 metros entre os eletrodos. Após definição dos parâmetros indicados, procede-se à transferência da sequência de forma manual de medições para o resistivímetro iniciar as leituras.

3.4 Fixação dos Eletrodos

Depois da observação de certas condições existentes no terreno como, topografia pouco acidentada, camada de solo facilmente penetrável pelas estacas, pouca vegetação e árvores que podem ser um obstáculo à colocação dos eletrodos e manutenção de uma linha reta e, finalmente, ausência de fatores

externos que perturbem a qualidade das medições como, estruturas metálicas à superfície e postes de eletricidade, pode iniciar-se a colocação dos eletrodos.

Estes são espaçados com os intervalos previamente definidos e devem ser corretamente introduzidos no terreno. É utilizada uma marreta e fita métrica para esta operação. No caso do caminhamento elétrico o espaçamento dos eletrodos já é pré-definido, assim não precisando de fita métrica para as medições. Quando se utilizado o método SEV é esticado o cabo gradativamente com 04 eletrodos ao longo da linha de prospecção, já no caminhamento elétrico os eletrodos são cravados de maneira permanente e fixas durante toda duração do estudo. Os cabos interligam os eletrodos fixados no solo com o resistímetro. Este é colocado a meio da linha de prospecção.

Seguidamente é importante verificar se todas as ligações e eletrodos estão corretamente instalados para uma melhor transmissão de corrente ao solo. No aparelho utilizado, esta operação é feita muito rapidamente com a função RS CHECK. Os valores de resistência medidos não devem ultrapassar o valor de 20 kohm. Para melhorar o contato entre os eletrodos e o terreno deve molhar-se os eletrodos e o solo envolvente com água salgada que, como se sabe, apresenta elevada condutividade.

3.5 Obtenção das Leituras

Como foi dito anteriormente, no resistímetro utilizado a obtenção das medições é automática após informados distâncias dos eletrodos de corrente e eletrodos de potencial, não tendo o operador que intervir durante o processo de aquisição de medições. O tempo de duração das medições depende de vários fatores, desde o tipo de resistímetro.

3.6 Transferência dos Dados

Terminada a coleta dos dados pode fazer-se, imediatamente e no próprio local, a sua transferência para um computador portátil, processar os dados e obter-se um mapa da distribuição da resistividade ou da condutividade.

Para SEV, inserimos os resultados obtidos em campo no Software IPI2WIN para a etapa de tratamento dos dados e assim obter o resultado final, um perfil 1D.

Para o caminhamento elétrico realizamos o download dos dados no software PROSYS II, onde os dados são tratados e salvos em arquivo .dat. Na etapa final, abrimos esse arquivo .dat no software RES2DINV onde o mesmo gerará o perfil 2D.

4 – DESENVOLVIMENTO

4.1 Geologia

4.1.1 Complexo Alto Guaporé

Complexo Metamórfico Alto Guaporé foi definido por Menezes et al. (1993) para denominar ortognaisses tonalíticos e granodioríticos, gnaisses paraderivados e leucogranitos anatéticos, expostos na parte oeste da Folha Pontes e Lacerda. Na Folha Jauru o Complexo Metamórfico Alto Guaporé é composto por gnaisses ortoderivados de composição granodiorítica a tonalítica, polideformadas. Estas rochas afloram em duas regiões na Folha Jauru. Na porção nordeste, na região de Botas, aflora em forma de duas faixas alongadas orientadas NW. Estas faixas são limitadas por anfibolitos do Grupo Alto Jauru e pelas coberturas sedimentares da Bacia do Parecis. A segunda ocorrência é na parte noroeste da Folha, na região de Taquarussu, onde são reconhecidos três corpos que estão em contato com rochas do Grupo Alto Jauru, suítes intrusivas Figueira Branca e Pindaituba, e coberturas sedimentares da Bacia do Parecis. O contato com as rochas do Grupo Alto Jauru é intrusivo, conforme atestam xenólitos de anfibolito encontrados no interior dos gnaisses. Estes xenólitos são estirados, dobrados e/ou rotacionados seguindo o padrão estrutural do gnaisse. A quantidade e o tamanho dos xenólitos diminuem à medida que se afasta do contato. Bons afloramentos demonstrando esta relação de contato podem ser observados nas proximidades da rodovia MT-415 e na estrada da Fazenda São Paulo. As relações de contato das rochas do Complexo Metamórfico Alto Guaporé e a Suíte Intrusiva Água Clara são intrusivas, conforme revelam a

presença de diques, plugs e stocks de rochas da suíte cortando o Gnaisse. Esta relação pode ser observada na Fazenda Quatro Meninas, onde ocorre dique de granodiorito cortando. O Complexo Metamórfico Alto Guaporé consiste de gnaisses leuco a mesocráticos, branco a cinza-escuro, com nuances de cinza-rosado, apresentando textura equigranular média a grossa, em alguns locais é possível observar textura porfirítica, com porfiroclastos de quartzo e plagioclásio em matriz de granulação média a grossa.

4.1.2 Complexo Alto Guaporé

Compreende as rochas mais antigas expostas na área e é caracterizado por anfibolitos, BIF's, metacherts, paragnaisse, mica xistos e quartzitos. Estas rochas foram originalmente designadas Greenstone Belt do Alto Jauru por Monteiro et al. (1986) que a subdividiu em três formações, da base para o topo: Mata Preta, Manuel Leme e Rancho Grande. Posteriormente, esta unidade foi redefinida por Lacerda Filho et al. (2004), que a designou Grupo Alto Jauru, mantendo-se as formações propostas por Monteiro et al. (1986).

4.2 Hidrogeologia

Quase toda a água subterrânea existente no planeta Terra está relacionada ao ciclo hidrológico, processo pelo qual a natureza propicia a circulação das águas superficiais (rios, lagos, oceanos) para a atmosfera e daí para os continentes por meio de precipitações, de onde retorna superficial e subterraneamente aos oceanos, rios e lagos (Manoel Filho, 1997).

Com relação a hidrogeologia local, a área de estudo está no domínio das rochas metamórficas do Complexo Guaporé, as quais constituem os aquíferos fissurais. Estes reservatórios apresentam como característica uma porosidade primária insignificante, sendo que a ocorrência de água subterrânea está condicionada à existência de fraturas e fendas que geram a porosidade secundária ou induzida, que é dado pelo desenvolvimento de fraturas devido à dissolução parcial da rocha resultando na formação de reservatórios de pequena

extensão. O potencial hidrogeológico destas rochas para acumularem e produzirem água depende da abertura e intercomunicação destas fraturas e fendas.

4.3 Caminhamento Elétrico – CE

Este relatório também é composto por investigações geofísicas pelo método caminhamento elétrico. O caminhamento elétrico (CE), que corresponde à investigação lateral das variações do parâmetro físico a uma ou várias profundidades determinadas.

Os caminhamentos elétricos - CE, com extensão de 480m, espaçamento de 10 metros entre os eletrodos e 10 níveis de investigação, com arranjo de desenvolvimento dipolo-dipolo, apresentando como resultado um perfil 2D.

4.4 Modelos 2D de resistividade

Os perfis resistivos colocam-se na abscissa os valores de “a” em metros e nas ordenadas as profundidades, também em metros. Um código de cores é utilizado para ligar os pontos desse espaço, com iguais resistividades aparentes. Dessa forma explicita-se uma feição geológica possível para o local mostrando o perfil de resistividades aparentes que se relaciona às rochas de maior ou menor conteúdo de água e ou rochas com diferentes graus de trituração, rochas inconsolidadas ou rochas sólidas.

No modelo de inversão se representa uma das possíveis formas de configuração das rochas com suas respectivas resistividades aparentes. Os gráficos a seguir consistem das pseudo-seções de resistividade medida, calculada e a representação gráfica do processo de inversão dos dados de resistividade.

Foi usado o método de investigação cujo arranjo geométrico se costuma chamar de dipolo-dipolo o qual possibilita uma melhor resolução vertical aliada a um maior poder de penetração, mesmo usando um número relativamente limitado de eletrodos.

5 – RESULTADOS DOS CAMINHAMENTO ELETRICO (CE)

5.1 DISTRITO INDUSTRIAL (ZONA URBANA)

O resultado da medida de resistividade do terreno que foi executado dentro do município serve para orientar a construção de poços tubulares profundos. Devido a comprovada eficiência do Caminhamento Elétrico, pode-se estimar a possível profundidade ou ao menos o topo do aquífero.

5.1.1 CE 1

Os resultados da inversão das medidas de resistividade aparente do terreno, obtidas através da utilização do arranjo de Dipolo-dipolo, evidenciam a existência de uma anomalia com alta resistividade, em torno de 31909 Ω .m predominando em maior parte nas camadas mais profunda ao centro do estudo, representada pelas cores nos tons de vermelho e roxo caracterizando uma zona possivelmente não saturada em água devido sua alta resistividade. Outra anomalia encontrada possui uma resistividade menor, em torno de 12 Ω .m e encontra-se na camada superficial do perfil de investigação, este que é identificado pelas cores nos tons de azul. As menores resistividades encontradas no estudo são as que apresenta indícios favoráveis de uma zona possivelmente fraturada e saturada em água, sendo assim, um possível alvo da perfuração do poço tubular.

Essa interpretação está localizada entre a posição 280m a 330m conforme destacado no perfil geoeletrico (Figura 03). Os valores de resistividade que variam entre 37 a 355 Ω .m, representadas pelas cores nos tons de verde e azul têm as zonas e os dados mais satisfatórios à perfuração, devido sua baixa resistividade em relação a todo o perfil geoeletrico e principalmente na porção onde se encontra. A profundidade de perfuração pretendida começa desde a superfície e chegando a 70 metros baseando-se integralmente com o que o perfil geoeletrico demonstra, contudo, os históricos de poços já perfurados na região nos auxiliam muito na hora de estimar as profundidades, portanto a perfuração

pode extrapolar o limite do estudo podendo chegar até 120 metros caso houver indícios de incremento na vazão. A continuidade em profundidade extrapola o poder de investigação do resistivímetro, Syscal Pro, em razão do limite de extensão disponível para a disposição do arranjo geométrico.

A estruturação geológica do local nos leva a deduzir também que as anomalias de menor resistividade estão ligadas aos faturamentos e maiores porosidades característico das rochas do meio, como demonstrado ao longo do perfil. Alguma anomalia de menor resistividade pode-se até estender em uma profundidade superior a capacidade de investigação, porém o aparelho tem apenas esse limite de profundidade.

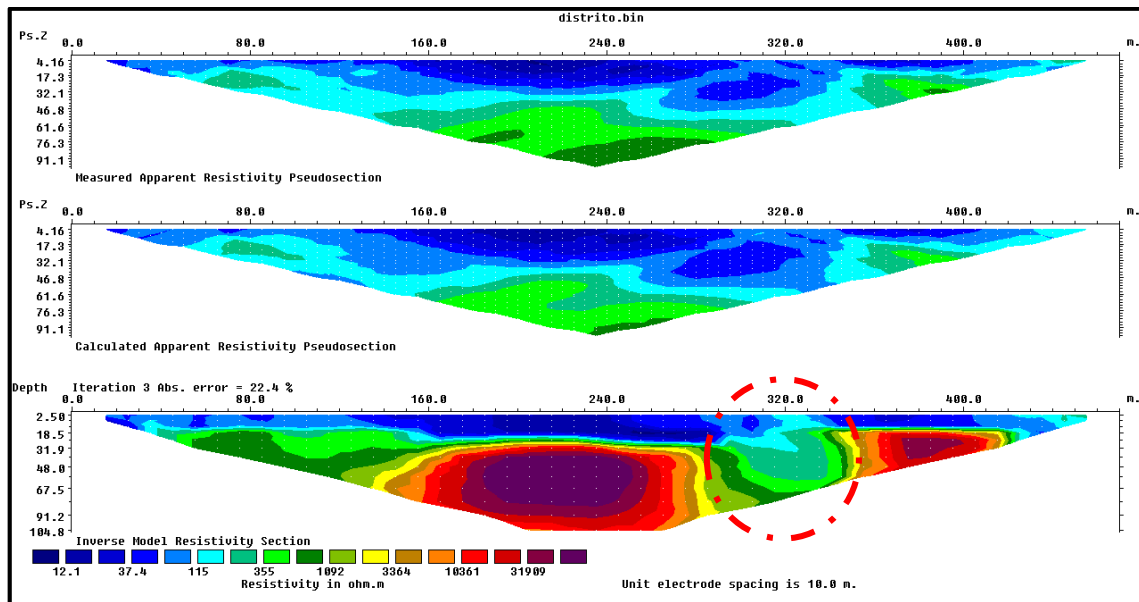


Figura 03 - Perfil do Caminhamento Elétrico 1



Figura 04 – Croqui de localização do Caminhamento Elétrico 1



Figura 05 – Croqui de localização do Caminhamento Elétrico 1

5.1.2 Conclusão Distrito Industrial (Zona Urbana)

Conforme solicitado pela prefeitura municipal, a perfuração de um poço para o abastecimento da população, determina-se que o local favorável à perfuração, com base na hidrogeologia local, resultados obtidos na geofísica e principalmente nos históricos de poços perfurados na região se encontra nas coordenadas geográficas **Latitude 15°28'55.40"S Longitude 58°19'52.95"O e a profundidade entre 70 a 120 metros.**

Caso haja interesse em aprofundar a investigação, existe a necessidade de se ampliar o arranjo geométrico para assim atingir zonas mais profundas.

7 – CONCLUSÃO

A locação de poços tubulares profundos utilizando-se somente técnicas convencionais (aero fotointerpretação e estudos hidrogeológicos preliminares) não oferece resultados suficientes para o sucesso no empreendimento. Aliada as técnicas convencionais tem o uso do método da eletrorresistividade que através do caminhamento elétrico é capaz de delimitar de forma clara e precisa as zonas favoráveis para a perfuração de poços. Além disso, pode também fornecer dados a respeito do projeto construtivo do poço tubular como, a composição e espessura do material de cobertura (para revestimento), as profundidades onde as discontinuidades são mais propícias a entradas de água e também estimar a profundidade máxima a ser perfurada. Porém não delimita vazão do poço a ser perfurado e nem a qualidade da água.

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

DISTRITO INDUSTRIAL (ZONA URBANA)

- Latitude 15°28'55.40"S Longitude 58°19'52.95"O é na profundidade de 70. Porém através de informações locais sobre os históricos de poços já perfurados na região podemos extrapolar a perfuração até 120 metros de profundidade baseando exclusivamente nos históricos.

NOTA: OS PERFIS DOS POÇOS APRESENTADOS EM ANEXOS SÃO DOCUMENTOS MERAMENTE ILUSTRATIVOS, PODENDO NÃO COINCIDIR COM A REALIDADE APRESENTADA NO MOMENTO DA PERFURAÇÃO.

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, A. C. O. **Métodos geoeletricos aplicado**: módulo: hidrogeologia. Rio Claro, SP: DGA / UNESP, 2005.

COSTA, W. D.; SILVA, A. B. Hidrogeologia dos Meios Anisotrópicos. In: Feitosa, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.) **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2.ed. Fortaleza, CE: CPRM,/REFO, LABHID -UFPE, 1997. p.133-148.

GAMA, A. R. **Condições Geoeletricas do Embasamento Cristalino no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Embrapa**. 2007. 32f. Monografia (Graduação em Geologia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

AKTARAKÇI, H. (2008). **Resistivity Imaging**. Seminar on resistivity imaging. Madrid.

MEDEIROS, W.E. **Eletro-resistividade aplicada à hidrogeologia do cristalino: um problema de modelamento bidimensional**. 1987. 149f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1987.

TELFORD, W.M.; GELDART, L. P.; SHERIFF, R.E. (1990). **Applied Geophysics. Second Edition**. Cambridge University. pp. 283-292 e pp. 522-577.

Executado. Por
Associação Mato-grossense dos Municípios
Central de Projetos AMM

Responsável Técnico



Ricardo Côrtes Guimarães
Geólogo Crea 035019 - MT

ANEXOS

ART DO RESPONSÁVEL TÉCNICO

MAPA GEOLOGICO DA ÁREA DE ESTUDO

PERFIL GEOLOGICO E CONSTRUTIVO DO POÇO TUBULAR