

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGc

044500 – TRABALHO DE FORMATURA

MODELAGEM ESTRUTURAL E CORRELAÇÃO GEOFÍSICA DA ÁREA
DE EXPANSÃO DE LAVRA DA CIMENTO ITAÚ EM ITAPEVA, SP

Monografia Final

TF/2006-36

Aluna: Maria Elisa Moura

Orientador: Prof. Dr. Fabio Taioli

São Paulo, novembro de 2006.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Modelagem estrutural e correlação geofísica da área de
expansão de lava da Cimento Itaú em Itapeva, SP**

Maria Elisa D'A. S. Moura

Monografia de Trabalho de Formatura



Banca Examinadora

Prof. Dr. Fabio Taioli

Prof. Dr. Lindolfo Soares

Prof. Dr. José Domingos Faraco Gallas

São Paulo

2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGc

044500 – TRABALHO DE FORMATURA

DEDALUS - Acervo - IGC



30900024394

MODELAGEM ESTRUTURAL E CORRELAÇÃO GEOFÍSICA DA ÁREA
DE EXPANSÃO DE LAVRA DA CIMENTO ITAÚ EM ITAPEVA, SP

Monografia Final

TF/2006-36



Aluna: Maria Elisa Moura

Orientador: Prof. Dr. Fabio Taioli

São Paulo, novembro de 2006.

TF
M929
MEM

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
INSTITUTO DE GEOLOGIA - IG
LABORATÓRIO DE MINERALOGIA

MODELAGEM ESTRUTURAL E CORRELAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA
DE EXPANSÃO DE LAVRA DA CIMENTO ITABÉ EM TABAPOA, SP



Monografia Final

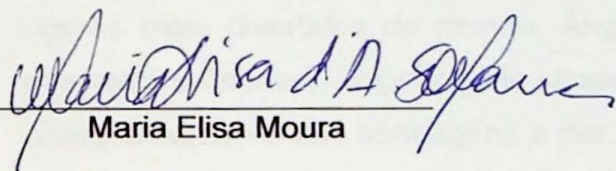
1982

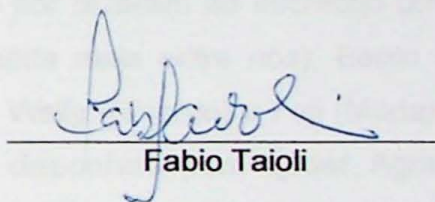
Geologia Geral da Terra

Volume 1 - 1982

2007 - 1982

De acordo,


Maria Elisa Moura


Fabio Taioli

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à BTX Geologia e Meio Ambiente, à *PROMINER*, à Cia. Cimento Itaú, à *INTERGEO* pelo levantamento geofísico, à *LEGTOP* pelo levantamento topográfico e à *Minas Trading*. Agradeço também ao Prof. Fabio Taioli pela paciência e pela ajuda no possível.

A história deste trabalho começou próximo à data de entrega do Projeto Inicial, quando minha chefe perguntou: “Porque você não faz o TF com algum tema da empresa?”, e pela primeira vez na minha vida fiquei sem resposta.

De repente tudo se encaixou: ela jogou a idéia, minha outra chefe jogou o tema e “os chefes poderosos” (é assim que gostam de ser tratados), cuidaram da burocracia. Então agradeço à Aline (Etu), Gláucia (Maná), Fernando (Bis, ou “zóio azul”) e Alexandre (Xapa), em especial ao Alexandre por ter me orientado na parte de estrutural. Também agradeço ao Gustavo (Troglô) por ter deixado eu imprimir este trabalho na empresa.

Agradeço à Alethéa Sallun (minha ex-chefe favorita) e ao Ricota (William Sallun) pelos artigos e pelo mapa geológico.

Como não sou puxa saco também agradeço ao proletariado (ou companheiros de causa): Rasgaderah (Camila), Mixaria (Rodrigo), Bideh (Fábio), Pinda (Iza), Mona (Augusto), Sandrinho (Alex), Agrô (Marco) e Lilian, pela amizade e por fazerem do escritório um dos lugares mais divertidos do mundo. Ângela (que não habita mais entre nós), Bento (pelo churrasco e fofocas), Vagner (pelo chopp de toda sexta), Wally (Ricardo) e Fuji (Maria) pelo acompanhamento das sondagens e por sempre estarem disponíveis para ajudar. Agradeço também ao Hélio (por favor, não comente mais sobre cabritas), Amanda (Amostra Grátis), Kelen Coelho e Maurão (simplesmente por transitar pela sala).

Em especial agradeço a todos aqueles que estão passando, ou já passaram pelo mesmo: Rabo d’Galo e Bitoka (Bruna e Alê) pelas horas no Drake’s, pela amizade e por todas as piadas. Ao Silas, Susi (sumida), Jeitozzo, Tropesso (ou, simplesmente: Chato), Biva, Perereka, Skrotho (Pedrinho), Ana (Meduzza), Rosa (Enos – qual é o nome e qual é o apelido???), à O.B que sempre contagia com seu bom humor e, aos meninos do banco: Capitão (*Bacon*), Vivi, Grazzi, Cabuloso, Pavão, Noku, Satã e Chachá.

Agradeço também à minha família: Mãe, Pai, Fá, Pá, Pati, Dobby, Helga, Gaia, Teco, Pink, Kaiser e Poster.

Dedico este trabalho a Joseph Climber cuja história serve de exemplo a todos.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi a identificação das principais estruturas e das direções das componentes do tensor de permeabilidade do maciço rochoso, integrando-se dados estruturais e geofísicos (levantados pelo método de eletrorresistividade) na área de ampliação da lavra de dolomito da *Cimento Itaú* em Itapeva, SP. Assim, avaliou-se também a eficácia da geofísica aplicada à identificação de estruturas preenchidas com água.

Baseando-se nos resultados dos levantamentos geoelétricos, foram locadas e realizadas dez sondagens rotativas. Destas, somente sete apresentaram dados estruturais significativos, os quais foram utilizados neste trabalho.

Os testemunhos obtidos em cada sondagem foram orientados e as atitudes das fraturas presentes medidas. Ao todo foram 552 fraturas, sendo 457 abertas e 95 fechadas. As fraturas foram separadas em 4 famílias, e para cada uma foi calculada a frequência de fraturamento.

O tensor de permeabilidade foi estimado utilizando-se a porcentagem relativa de frequência de fraturamento, sendo que a direção foi atribuída ao plano médio de cada família. Com isto, foram estimados autovetores e autovalores que, quando corrigidos, forneceram as direções principais do tensor de permeabilidade: NE-SW (a maior) e NW (a menor).

No levantamento pelo método da eletrorresistividade foram aplicadas as técnicas de caminhamento elétrico e sondagem elétrica vertical (SEV) que, no geral, indicaram alternância de zonas de baixa e alta resistividade e nível d'água aproximado.

Integrando-se os dados geofísicos aos das sondagens rotativas realizadas percebe-se uma coerência entre ambos, principalmente ao se levantar a espessura média das zonas saturadas e secas do maciço, além da profundidade do topo rochoso.

Abstract

The purpose of this research was to identify the main structures and directions of the rock mass permeability tensor and to integrate the structural to the electroresistivity data of the dolomite found in the area of *Cimento Itaú's* mine, in Itapeva, SP. Therefore, the efficiency of the geophysics method when applied to identify saturated structures was also verified.

According to the geophysical results, there were made ten rotary drills, however only seven of them presented significant structural data that were used in this study.

The cores obtained in each drill were oriented and a total of 552 fractures were measured, being 457 open and 95 sealed. The fractures were separated into 4 families, and for each one the fractures' frequency was calculated.

The direction of the permeability tensor was estimated according to the relative percentage of the fractures, which was attributed to the mean plane of each family. The eigenvalues and the eigenvectors were determined, and when corrected led to the principal directions of the tensor: NE-SW and NW.

Resistivity Profiling and Vertical Electrical Sounding (VES) were used as the electroresistivity methods. In general, both indicated an alternation between zones of high and low resistivity, and the approached water level.

A coherence between the geophysical data and the description of the boreholes is notable, especially when regarded to the measurement of the thickness of the saturated and dry zones, as well as the depth of the bedrock.

Índice de Figuras:

Figura 1.	Localização de Itapeva e estradas próximas	2
Figura 2.	Mapa Geológico Regional	8
Figura 3.	Esquema do Caminhamento Elétrico	10
Figura 4.	Esquema das sondagens Elétricas Verticais - SEV	10
Figura 5.	Esquema do cálculo da projeção perpendicular ao plano	12

Índice de Tabelas:

Tabela 1.	Dados obtidos nas sondagens realizadas	14
Tabela 2.	Parâmetros das famílias separadas	21
Tabela 3.	Comprimento total dos trechos orientados, e sondagens correspondentes	21
Tabela 4.	Ângulos (α) entre rumo das sondagens e o pólo do plano médio de cada família	22
Tabela 5.	Projeções médias calculadas em cada família	22
Tabela 6.	Relação entre o número de fraturas abertas, projeção destas, frequência e espaçamento.	23
Tabela 7.	Autovalores e autovetores estimados a partir do peso atribuído aos planos médios de cada família	25
Tabela 8.	Componentes principais do tensor de condutividade hidráulica.	25

Índice de Estereogramas:

Estereograma 1.	Atitudes das fraturas medidas em campo	16
Estereograma 2.	Diagrama de contorno antes da correção das medidas	16
Estereograma 3.	Diagrama de contorno após a correção	17
Estereograma 4.	Diagrama de pontos da família 1	17
Estereograma 5.	Diagrama de contorno da família 1	18
Estereograma 6.	Diagrama de pontos da família 2	18
Estereograma 7.	Diagrama de contorno da família 2	19
Estereograma 8.	Diagrama de pontos da família 3 (Baixo ângulo)	19
Estereograma 9.	Diagrama de contorno da família 3	20
Estereograma 10.	Diagrama de pontos da família 4	20
Estereograma 11.	Diagrama de contorno das fraturas medidas na família 4	21
Estereograma 12	Diagrama de contorno dos autovetores dos planos médios das famílias, com pesos atribuídos (autovalores)	26
Estereograma 13.	Diagrama de contorno das principais componentes do tensor geométrico de condutividade hidráulica (K_x , K_y , K_z)	26

ÍNDICE

Índice de Figuras	i
Índice de Tabelas	i
Índice de Estereogramas	ii
1. Introdução	1
1.1 Localização e Acessos	1
2. Metas e Objetivos	2
3. Levantamento Bibliográfico	3
3.1. Geologia Regional	5
3.2 Geologia Local	6
4. Materiais e Métodos	9
4.1. Geofísica	9
4.2. Estrutural	11
5. Desenvolvimento do Projeto	13
5.1. Geofísica	14
5.1.1. Caminhamento Elétrico	14
5.1.2. Sondagens Elétricas Verticais	15
5.2. Estrutural	15
6. Resultados Obtidos	24
6.1 Geofísica	24
6.2 Estrutural	24
7. Discussão dos Resultados	27
7.1 Correlação dos perfis dos poços e dados geofísicos	28
8. Conclusões	31
10. Bibliografia Consultada	33
11. Anexos	35
Anexo 1. Localização das Investigações	
Anexo 2. Perfis Descritivos de Sondagem	
Anexo 3. Descrição das Fraturas	
Anexo 4. Seções do Caminhamento Elétrico	
Anexo 5. Sondagens Elétricas Verticais	

1. Introdução

O tema desenvolvido no trabalho de formatura faz parte de um projeto sob responsabilidade da BTX Geologia e Meio Ambiente, empresa na qual a aluna desenvolve programa de estágio. A empresa foi contratada para elaboração de uma modelagem hidrogeológica, necessária para o processo de EIA-RIMA, na área de ampliação da lavra de calcário da *Cia. Cimento Portland Itaú* em Itapeva - SP.

A modelagem hidrogeológica visa quantificar e qualificar a influência que tal expansão provocará no aquífero local e, para tal, é necessário fazer um estudo identificando as principais estruturas, como grandes fraturas e condutos cársticos, por serem estes os caminhos preferenciais da água .

Estas estruturas foram identificadas através do mapeamento, das sondagens e dos métodos geofísicos, e incorporadas ao modelo numérico, atuando como os principais caminhos de fluxo no maciço; já o *background* de fraturas menores, que formam os domínios mais homogêneos, deve ser identificado e quantificado, permitindo determinar as direções e proporções entre os componentes principais do tensor de permeabilidade do maciço rochoso, auxiliando na realização do modelo hidrogeológico aproximado a um meio contínuo.

Além da coleta de dados estruturais, realizada na execução das sondagens, foi feito na área de expansão da lavra um mapeamento inicial das estruturas e feições mais marcantes nas cavas já abertas, seguido pelo levantamento geofísico (método de eletrorresistividade) para assim entender melhor os compartimentos geológico-estruturais e reconhecer as camadas condutivas e resistivas, auxiliando nos estudos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos. Portanto, os dados geológicos e estruturais foram relacionados aos geofísicos e espera-se verificar a eficácia da geofísica aplicada à identificação de condutos e fraturas preenchidas com água.

1.1 Localização e Acessos

A cidade de Itapeva localiza-se no sudoeste paulista, distando 270 km da capital.

Partindo da cidade de São Paulo há dois caminhos possíveis para se chegar a Itapeva: um pela Rodovia Castelo Branco (SP-280) e outro pela Rodovia Raposo Tavares (SP-270).

No primeiro caminho segue-se pela Rodovia Castelo Branco até o Km129, chegando a Tatuí, de onde toma-se a Rodovia Antônio Schincariol (SP-127), até Capão Bonito. De lá pega-se a Rodovia Francisco Alves Negrão (SP-285), até Itapeva.

Indo pelo segundo caminho, parte-se pela Rodovia Raposo Tavares (SP-270), segue-se até Itapetininga, onde se pega a Rodovia Antônio Schincariol até Capão Bonito e, por fim, toma-

se a Rodovia Francisco Alves Negrão, até Itapeva. A **Figura 1** apresenta os arredores da cidade, e estradas próximas.

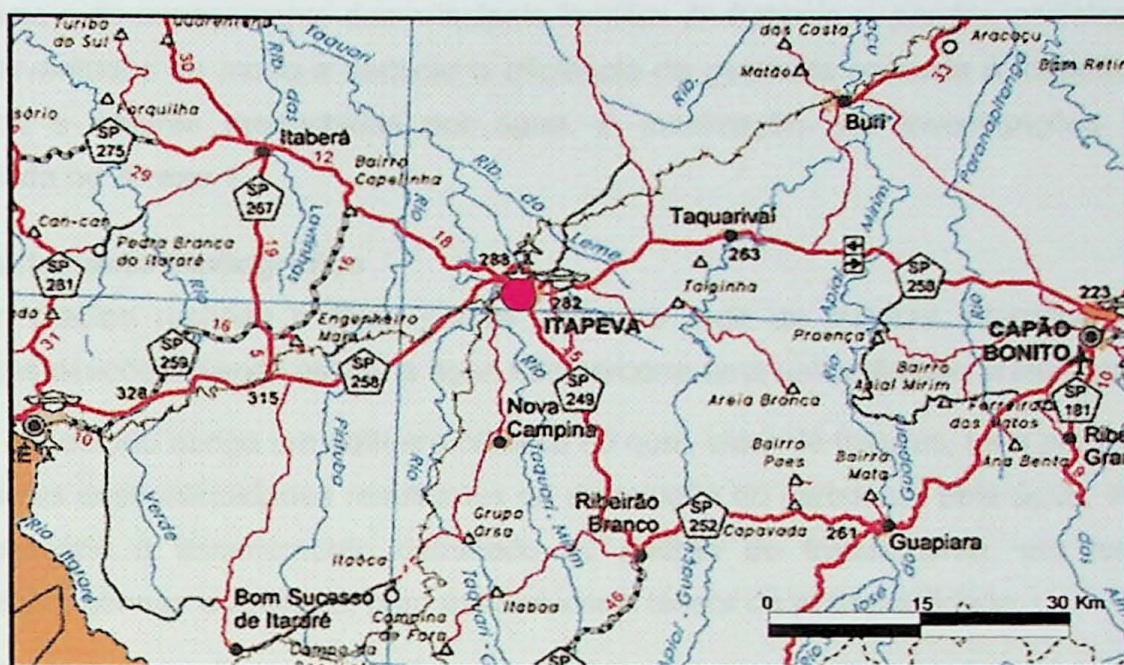


Figura 1 – Localização de Itapeva e estradas próximas, mapa rodoviário do estado de São Paulo, DER 2004.

2. Metas e Objetivos

O tema desenvolvido neste trabalho utiliza dados estruturais e geofísicos, que serviram de apoio à modelagem hidrogeológica feita para a área de expansão da lavra de dolomito da Mina Lavrinhas, Itapeva - São Paulo. As etapas de levantamento de dados foram:

- Mapeamento estrutural tanto de superfície como de subsuperfície na área de expansão de lavra. Para fins deste trabalho, foram utilizados somente os dados de subsuperfície, pois são mais confiáveis já que não sofrem influência direta da utilização de explosivos na mina, e são de aplicação direta no modelo hidrogeológico;
- Levantamento geofísico para caracterizar a subsuperfície da área em estudo. O método utilizado foi a eletrorresistividade por possibilitar boas respostas em relação aos parâmetros de interesse, como: presença de água em discontinuidades, profundidade do topo rochoso e espessura do manto de alteração;
- Perfuração de sondagens rotativas, nos locais que a geofísica apontou como os mais condutivos (ou seja, menos resistivos);
- Retirada de testemunhos orientados para caracterização das estruturas subsuperficiais;
- Tratamento dos dados estruturais;
- Realização de perfis que correlacionam as seções geofísicas às geológicas;

Com o levantamento destes dados, os objetivos foram: caracterizar o tensor de permeabilidade do aquífero fraturado da área através da definição da distribuição, da frequência e do espaçamento das principais famílias de fraturas e, por fim, correlacionar os dados levantados de modo a verificar a eficiência da geofísica aplicada à identificação de condutos e fraturas preenchidas por água. A localização das investigações pode ser visualizada no **Anexo 1**.

3. Levantamento Bibliográfico

Em um maciço rochoso o fluxo ocorre por uma rede de fraturas interconectadas de diferentes direções. Sendo assim, a água não percorre uma única direção preferencial.

A área em estudo abriga um aquífero cárstico no qual, além de fraturas, há a percolação do fluido pelas descontinuidades resultantes da dissolução do carbonato pela água, tornando-se necessário o levantamento detalhado do padrão de fraturamento, em termos de distribuição, gênese e tipologia, para estabelecer o tensor de permeabilidade.

Os parâmetros hidráulicos em aquíferos deste tipo podem ser determinados de duas formas (Tressoldi, 1991): *aproximação de redes de descontinuidade discretas e aproximação de meio contínuo*.

A primeira utiliza-se de informações das estruturas presentes no aquífero, tais como: espaçamento entre fraturas, abertura e orientação. Neste caso, aplica-se a Lei Cúbica, estabelecida por diversos autores, na qual a condutividade hidráulica de descontinuidades paralelas, sob condição de fluxo laminar, é proporcional ao quadrado de suas aberturas e a vazão é proporcional ao cubo de suas aberturas (Tressoldi, 1991).

A aproximação de meio contínuo utiliza-se de dados coletados através de ensaios hidráulicos de campo (bombeamento ou injeção d'água), que integram os vários parâmetros do sistema de fraturas. Neste caso, a rede de descontinuidades é tratada como um meio contínuo fictício e anisotrópico. A principal dificuldade está em determinar o volume elementar representativo (V.E.R.) do maciço, que é função não só do volume do maciço como também de sua permeabilidade. Este valor deve ser grande o suficiente para englobar todas as feições condicionantes e baixo o bastante para que o gradiente hidráulico seja constante no interior do maciço. O volume elementar é estimado quando a permeabilidade média torna-se estável; quando o volume do maciço é baixo a permeabilidade sofre variações bruscas e, a partir de certo volume, quando não há inclusão de novas fraturas, é estabilizada.

Inúmeros trabalhos, utilizando os métodos acima, visam a caracterização dos parâmetros hidráulicos nos maciços rochosos. Dentre eles destacam-se Quadros *et al.* (1991), Tressoldi (1991) e Quadros (1992).

Quadros *et al.* (1991) realizou testes pontuais e 3D para determinar as propriedades hidráulicas no basalto presente na fundação da represa de Porto Primavera. Os testes foram executados com auxílio de um equipamento que permite o monitoramento da pressão hidráulica efetiva e da temperatura dentro da seção testada. Com os resultados obtidos foi possível indicar a heterogeneidade e a anisotropia do maciço estudado.

Tressoldi (1991) realizou uma caracterização hidrogeológica e hidrogeotécnica de basaltos fraturados de Porto Primavera. Para tal foram feitos ensaios de bombeamento pontuais e de intercomunicação tridimensionais, que indicaram que o maciço rochoso comporta-se como um meio homogêneo e anisotrópico.

Quadros (1992) fez uma análise criteriosa da percolação nos maciços rochosos através do conhecimento geométrico de suas propriedades e da realização de ensaios hidráulicos. Para a caracterização das propriedades geométricas foram feitos levantamentos estruturais *in situ* nas partes expostas do maciço e através de furos de sondagem dos diferentes locais estudados. Os ensaios foram realizados com o objetivo de determinar o tensor hidráulico nos locais estudados.

Na coleta e no tratamento dos dados de fraturas há diversos erros que podem ser cometidos. Terzaghi (1965) propôs precauções a serem tomadas a fim de corrigir estes erros: a coleta de dados deve ser feita em furos orientados e o tratamento feito através da plotagem dos dados em diagramas polares, corrigindo o valor do ângulo de intersecção entre a orientação do furo e a direção da fratura.

Uma integração entre o tratamento estrutural do maciço e os dados hidrogeológicos pode ser vista em Quadros *et al.* (2003). Neste trabalho são comparados os tensores hidráulicos e geométricos obtidos por diferentes métodos, e é proposta uma integração dos métodos hidráulicos e estruturais para caracterização da anisotropia nos meios fraturados.

Na caracterização hidrogeológica de maciços rochosos é necessária a construção de poços para a aquisição de dados estruturais e realização de ensaios. A locação destes poços não deve ser aleatória, pois é importante a presença de água para a realização dos ensaios.

Na prospecção de água subterrânea, os métodos geoeletricos constituem uma ferramenta de grande valor. Dentre eles, a eletrorresistividade, que é de relativo baixo custo, detecta com maior precisão a existência de estruturas potencialmente aquíferas (Gallas, 2003).

É reconhecido que, em ambiente tropical, fraturas geralmente apresentam-se como zonas de baixa resistividade, quando comparadas à rocha não fraturada. Isto se dá pelo fato dessas fraturas e fissuras serem regiões que facilitam a infiltração de águas e alteração da rocha, proporcionando uma redução nos valores da resistividade originais da rocha sã.

Dentre as aplicações de eletrorresistividade à prospecção de água subterrânea, auxiliando a locação de poços para captação de água em aquífero cristalino destacam-se Gallas (2000) e Madrucci (2004).

Gallas (2000) utilizou dados geofísicos de eletrorresistividade para a prospecção de águas subterrâneas e locação de poços numa região próxima à represa Billings em São Paulo, onde a água encontra-se nas rochas cristalinas do Grupo Açungui.

Através de técnicas geofísicas combinadas a sensoriamento remoto e geoprocessamento Madrucci (2004) construiu um modelo hidrogeológico regional para a região de Lindóia, SP. No local, as estruturas geológico-estruturais condicionam a recarga e a acumulação de água subterrânea. O método de eletrorresistividade foi aplicado para confirmar quais as fraturas de maior importância visando a prospecção de água e locação de poços.

Destaca-se também o trabalho de Vouillamoz *et al.* (2003), que utilizou eletrorresistividade e sondagens por ressonância magnética (MRS) para a localização da zona saturada em um aquífero cárstico no *site Lamalou*, sul da França. Os resultados obtidos foram satisfatórios, sendo que o método de eletrorresistividade, além de fornecer dados sobre a presença d'água foi capaz de detectar estruturas cársticas, no caso uma caverna.

3.1. Geologia Regional

Segundo Sallun (1999), a faixa de dobramentos Itaiacoca se estende desde a região de Guapiara e Itapeva, em São Paulo, até Itaiacoca, no Paraná. Esta faixa tem direção NE-SW e nela aflora o grupo homônimo.

Os limites do Grupo Itaiacoca se dão a noroeste e a sudeste, com os Complexos Graníticos Cunhaporanga e Três Córregos de idades Neoproterozóica e Eopaleozóica, respectivamente. A nordeste e sudoeste faz limites com as rochas paleozóicas da Formação Furnas e Subgrupo Itararé (Bacia do Paraná), em discordância angular e erosiva. O mapa geológico, extraído de Sallun (1999) pode ser visualizado na **Figura 2**.

Embora não haja uma estratigrafia detalhada do grupo, pode-se ressaltar dois trabalhos importantes: Trein *et al.* (1985) e Theodorovicz *et al.* (1986, 1988).

No Paraná Trein *et al.* (1985) atribuiu ao Grupo Itaiacoca duas seqüências distintas: uma na base (Seqüência Abrapã), que se trata de uma sucessão metavulcanossedimentar composta por: metarcóseos, metarenitos, basaltos, basaltos andesíticos, tufos e raras rochas ácidas. A seqüência do topo (Seqüência Carbonática) tem contato brusco com a da base, e é composta por uma sucessão metassedimentar de metassiltitos e quartzitos, recobertos por metadolomitos.

No estado de São Paulo, Theodorovicz *et al.* (1986, 1988) elevou a Formação Itaiacoca a Grupo Itaiacoca e subdividiu-o em três unidades:

- *Unidade A:* encontra-se na base e é composta por metassedimentos, variados de filiações vulcânica, vulcânica – sedimentar, sedimentar terrígena e química.

- *Unidade B:* composta por xistos diversos, metatufos e metaconglomerados de origem vulcanossedimentar; e por metabásicas diversas de filiação vulcânica.

- *Unidade C:* é a seqüência da base e é caracterizada pela presença de metapelitos e filitos de filiação sedimentar terrígena e por metarritmitos, metachert e metacalcários de filiação sedimentar química.

Apesar de não haver uma estratigrafia detalhada do grupo, todos os autores reconhecem uma mesma sucessão geral composta por três unidades maiores representadas, da base para o topo por: metarcóseos com importante contribuição vulcânica – vulcanoclástica, seguidas por metacarbonáticas, e por fim, rochas metapelíticas - metapsamíticas. Quanto à idade destas rochas, dados mais recentes apontam para um cenário tectônico Neoproterozóico envolvendo vulcanismo metamorfismo e plutonismo granítico, relativos aos estágios finais da evolução da Bacia Itaiacoca, Siga Jr. *et al.* (2003).

De idade Devoniana as rochas da Formação Furnas apresentam contatos discordantes com os metassedimentos da Formação Itaiacoca e com os granitos brasileiros, enquanto que com a Formação Itararé este contato se dá por discordância erosiva. Essas rochas são caracterizadas por um pacote de arenito quartzoso, por vezes feldspático e pouco micáceo. A granulometria varia de média a grossa, podendo apresentar finos níveis conglomeráticos na base. A textura é variável e a coloração é branca, localmente amarelada quando oxidado.

As rochas do Subgrupo Itararé são definidas pela presença de lamitos, ritmitos e arenitos. Têm origem relacionada à sedimentação continental de leques aluviais ou a rios contemporâneos ou anteriores à ação das geleiras em ambiente continental. A sedimentação deste período corresponderia a areias finas a conglomeráticas e diamictitos. Posteriormente seria generalizado ambiente marinho, provavelmente interglacial, de plataforma ou transicional (praia e planície de maré), representado por sedimentos finos que geraram os siltitos, ritmitos, folhelhos e arenitos finos. Estes sedimentos finos foram recobertos por um sistema deltáico progradante representado por arenitos.

3.2 Geologia Local

A geologia na área de expansão da mina foi estudada através das sondagens realizadas. Ao todo foram dez sondagens rotativas, locadas próximas às zonas de baixa resistividade (de acordo com o levantamento geofísico). As sondagens apresentam profundidades variadas: de 47,00m a 115,30m.

De maneira geral, destacam-se duas camadas presentes na área: uma pertencente ao Subgrupo Itararé e a outra associada ao Grupo Itaiacoca.

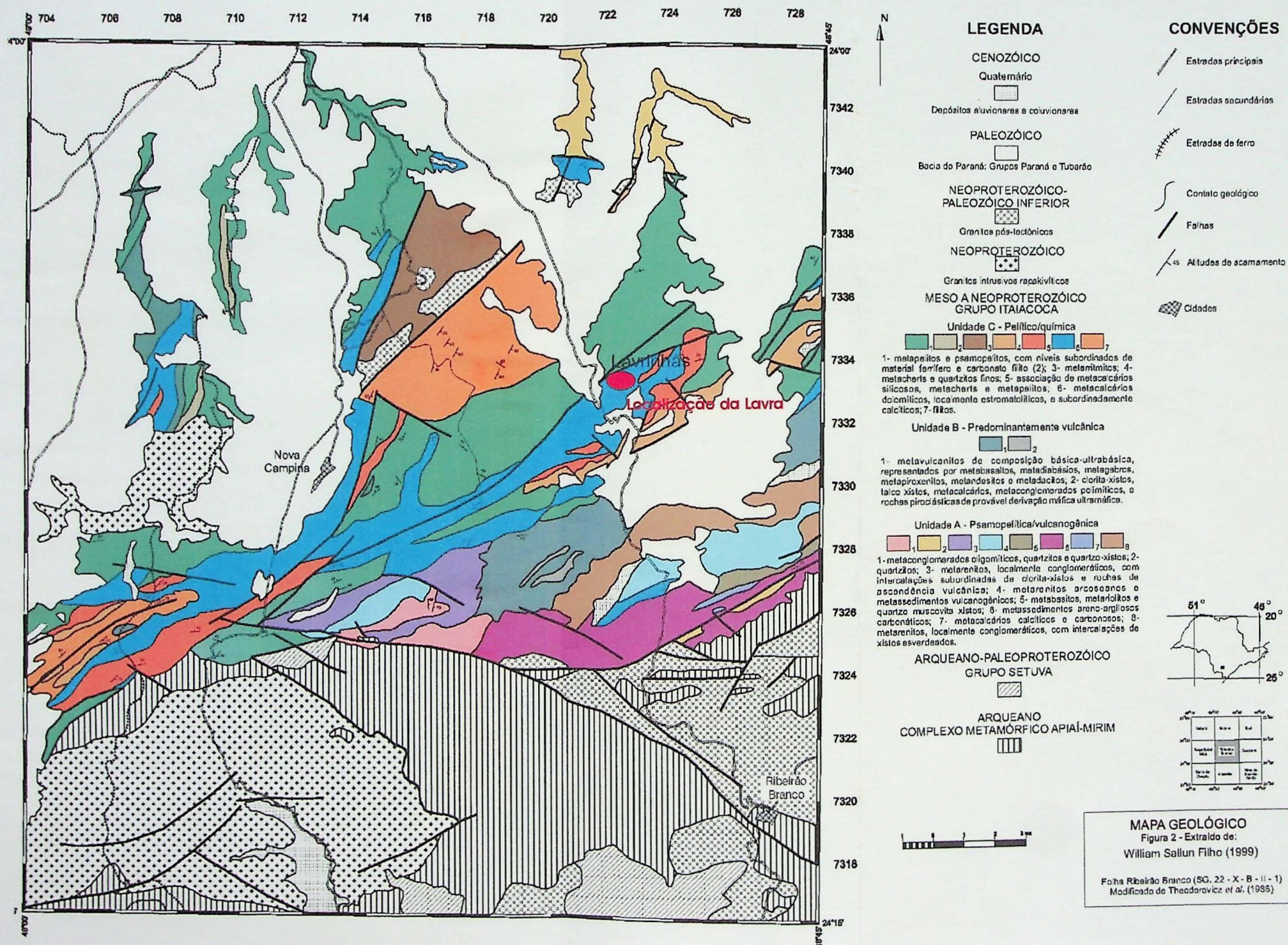
O Subgrupo Itararé é representado por litotipos variados: arenito de granulação média, apresentando mica; e solo de alteração com areia, de granulação fina a grossa, pouco argilosa e de cor bege. Localmente ocorre conglomerado.

As rochas associadas ao Grupo Itaiacoca são de origem carbonática e foram observadas em quase todas as sondagens, aparecendo em diferentes níveis topográficos. Apresentam-se tanto como calcário quanto como dolomito. Ambos ocorrem ou maciços ou fraturados e com cor variegada: rosa, cinza e branco. Além de calcita e quartzo, as fraturas também encontram-se preenchidas por minerais óxidos. A presença de estruturas de dissolução é comum nos calcários.

Em algumas sondagens, as camadas mais superficiais foram descritas como aterro, formado por brita de calcário, ou solo superficial, caracterizado por argila arenosa, areia de granulação grossa (localmente silto-argilosa), com ocorrência de blocos de dolomito e óxidos e, conglomerado com seixos calcários.

A presença de fendas, fraturas e estruturas de dissolução foram descritas nas sondagens. A descrição completa das sondagens e os perfis construtivos dos poços podem ser visualizados no **Anexo 2**.

Figura 2: Mapa Geológico extraído de Sallun (1999)



4. Materiais e Métodos

Para a correlação dos dados estruturais aos geofísicos foram elaborados perfis esquemáticos das sondagens realizadas. Estes perfis, bem como os construtivos, foram desenhados no programa *AutoCad 2000*. Para edição de algumas figuras, como o mapa geológico extraído de Sallun (1999), o *software* utilizado foi o *Corel Draw 11*.

4.1. Geofísica

O método geofísico utilizado para auxiliar na caracterização de subsuperfície da área em estudo foi a eletrorresistividade, pois este obtém boas respostas em relação à presença de água em descontinuidades, profundidade do topo rochoso e espessura do manto de alteração, parâmetros de interesse ao estudo.

Este método permite determinar a resistividade elétrica dos materiais geológicos em subsuperfície. A resistividade das rochas e minerais é a propriedade física que apresenta maior variação, sendo menor quando a rocha encontra-se saturada ou suas fraturas apresentam-se preenchidas por argila (material mais condutivo), e maior quando o material apresenta-se seco ou compacto (resistivo).

Para a quantificação desta propriedade utiliza-se uma fonte artificial para introduzir uma corrente elétrica no subsolo. A corrente é introduzida através de um par de eletrodos em contato galvânico com o solo e a diferença de potencial é medida por meio de outro par de eletrodos assim, geralmente, há quatro eletrodos: dois para emissão e dois para a medida de voltagem que dependendo do intuito da pesquisa podem ser dispostos segundo diversos arranjos, buscando tanto por heterogeneidades horizontais como verticais.

Neste estudo, as técnicas utilizadas foram: caminhamento elétrico (arranjo Dipolo-dipolo) e, SEV (sondagem elétrica vertical - arranjo *Schlumberger*).

O caminhamento elétrico visa a investigação horizontal de uma ou várias profundidades, definindo variações laterais da resistividade, podendo ser aplicado na identificação de zonas de falhas e fraturas (Madrucci, 2004). No arranjo dipolo-dipolo há dois eletrodos (A e B) para emissão da corrente e dois (M e N) para a recepção. Os eletrodos são dispostos em um mesmo alinhamento e, usualmente, o espaçamento de AB é o mesmo de MN, sendo definido de acordo com o objetivo do trabalho. A profundidade de investigação é tanto maior, quanto maior a distância dos pontos médios de AB e MN. A **Figura 3** esquematiza o arranjo descrito.

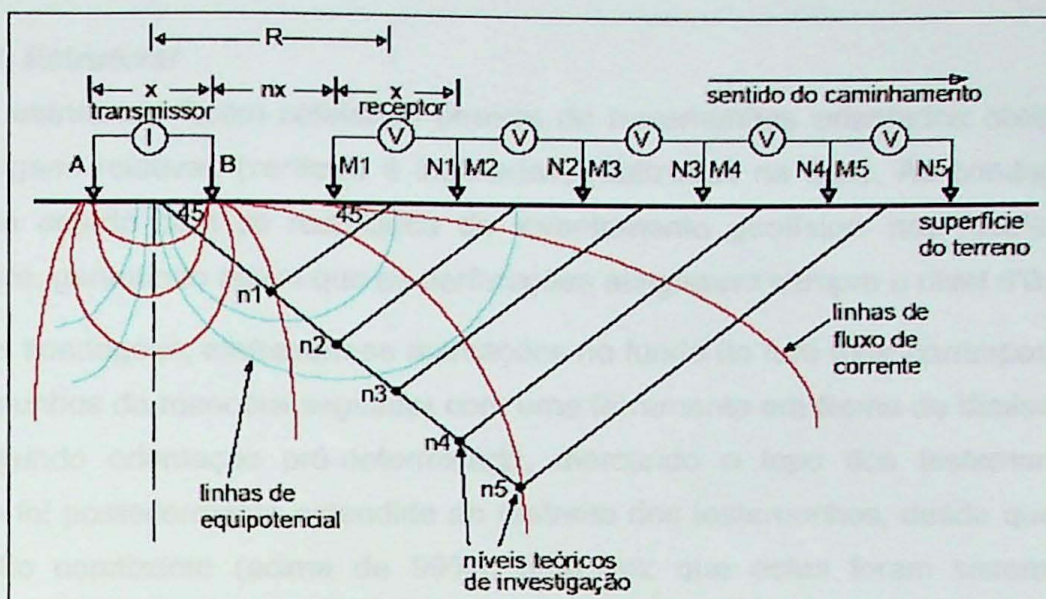


Figura 3: Esquema do caminhamento elétrico com arranjo dipolo-dipolo. AB= eletrodos de corrente; MN= eletrodos de recepção; (Malagutti *et al.* 1999, in Elis *et al.* 2004 *apud* INTERGEO, 2005).

A Sondagem Elétrica Vertical (SEV) é uma técnica que investiga variações verticais de resistividade em subsuperfície. No arranjo *Schlumberger* os eletrodos M e N (de recepção) permanecem próximos ao ponto de investigação, enquanto os eletrodos A e B (emissores) são distanciados progressivamente a cada leitura. Quanto maior o espaçamento de A e B, maior é o volume amostrado e assim, maior a profundidade de investigação. O posicionamento da SEV deve sempre permitir uma abertura máxima dos eletrodos emissores, em condições de pouca variação topográfica e ao longo de uma linha reta. A resistividade determinada é um valor aparente, resultado de todo o pacote investigado (Madrucci, 2004). Os dados obtidos são plotados em um gráfico *bi-log*, no qual o eixo das ordenadas equivale aos valores da resistividade aparente (em ohm metro) e o eixo das abscissas equivale à distância em metros ($AB/2$). A **Figura 4** mostra o esquema deste arranjo.

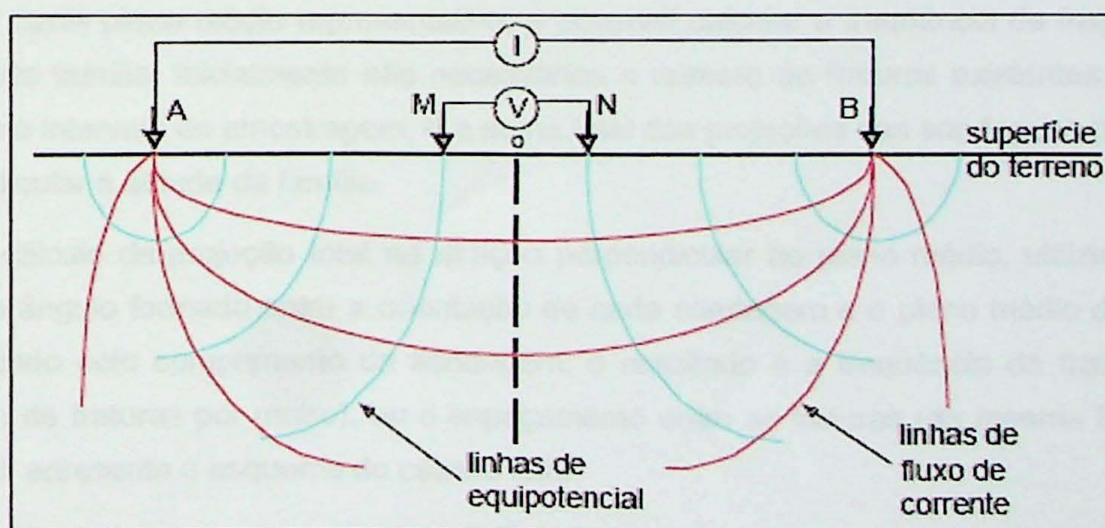


Figura 4: Esquema da Sondagem Elétrica Vertical (SEV), com arranjo *Schlumberger*. AB= eletrodos de corrente; MN= eletrodos de recepção; (Malagutti *et al.* 1999, in Elis *et al.* 2004 *apud* INTERGEO, 2005).

4.2. Estrutural

Os dados estruturais foram coletados através de testemunhos orientados obtidos através das sondagens rotativas (verticais e inclinadas) realizadas na área. As sondagens foram locadas de acordo com os resultados do levantamento geofísico, nos locais de menor resistividade, garantindo assim que as perfurações atingissem sempre o nível d'água.

Durante as sondagens, efetuaram-se marcações no fundo do furo (que corresponde ao topo dos testemunhos da manobra seguinte) com uma ferramenta em forma de lâmina, a qual foi batida segundo orientação pré-determinada, marcando o topo dos testemunhos. Essa orientação foi posteriormente estendida ao restante dos testemunhos, desde que houvesse recuperação condizente (acima de 99%), uma vez que estes foram sistematicamente montados e encaixados.

As fraturas encontradas nestes testemunhos, agora orientados, são então medidas utilizando-se uma bússola tipo Clar, obtendo-se o rumo do mergulho. Os dados estruturais foram lançados em estereogramas (segundo a projeção de igual-área de Schimdt-Lambert), obtendo-se assim diagramas de contorno, nos quais as principais famílias foram previamente identificadas.

Para evitar uma amostragem tendenciosa, devido à maior probabilidade de se encontrar fraturas de baixo ângulo cortando um furo vertical, foi realizada uma correção similar à descrita por Terzaghi (1965). Esta correção é feita atribuindo-se pesos às medidas, inversamente proporcionais ao ângulo entre a atitude e a direção da sondagem.

Com essa correção, famílias anteriormente subestimadas devido a sua posição mais tangencial à orientação das sondagens, são ressaltadas, e podem ser definidas; as famílias de fraturas são isoladas, e a atitude do plano médio calculado através da soma vetorial dos pólos das fraturas.

A partir deste plano médio representativo, é possível calcular a frequência de fraturamento para cada família. Inicialmente são necessários o número de fraturas existentes em cada família no intervalo de amostragem, e a soma total das projeções das sondagens na direção perpendicular à atitude da família.

Para o cálculo da projeção total na direção perpendicular ao plano médio, utiliza-se o cosseno do ângulo formado entre a orientação de cada sondagem e o plano médio da família, multiplicado pelo comprimento da sondagem; o resultado é a frequência de fraturamento (número de fraturas por metro), ou o espaçamento entre as fraturas (da mesma família). A **Figura 5** apresenta o esquema do cálculo feito.

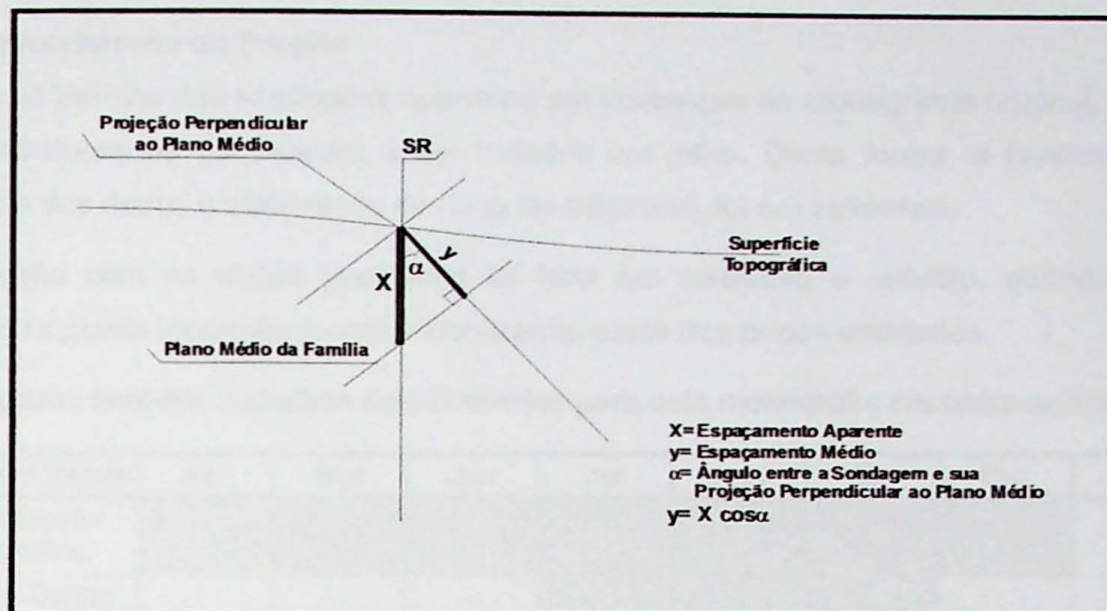


Figura 5: Esquema do cálculo da projeção perpendicular ao plano médio

Para a caracterização das famílias de fraturas são necessários todos os dados, tanto das fraturas abertas como das seladas, porém, para estimar a frequência, os dados das fraturas fechadas são descartados, pois para a modelagem hidrogeológica somente as fraturas abertas passíveis de conduzir água são levadas em consideração.

5. Desenvolvimento do Projeto

O atraso no término das sondagens acarretou em mudanças no cronograma original, pois os dados estruturais só começaram a ser tratados em julho. Desta forma, a finalização do tratamento dos dados e elaboração do texto de estrutural, foi em setembro.

A correlação com os dados geofísicos foi feita em setembro e outubro, quando já se dispunha da planta topográfica com a localização exata dos poços instalados.

O cronograma final dos trabalhos desenvolvidos para esta monografia encontra-se abaixo.

Atividades/ Meses	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Levantamento Bibliográfico								
Trat. dos Dados Estruturais								
Corr. com Dados Geofísicos								
Elaboração do RP								
Elaboração da Monografia								
Entrega da Monografia								

Os dados geofísicos foram coletados em dezembro de 2005 pela empresa *INTERGEO – Comércio e Serviços em Geofísica Aplicada*.

Para a caracterização geofísica foram realizados três perfis de caminhamento elétrico de direção NW-SE, totalizando 3,5 km lineares de levantamento dipolo-dipolo. O espaçamento entre os eletrodos emissores e receptores foi de 20 metros, com 6 níveis de leitura. Além dos perfis de caminhamento, foram realizadas seis sondagens elétricas verticais (SEV), distribuídas na área onde se pretende ampliar a cava.

As sondagens rotativas foram realizadas pela empresa *MINAS TRADING*. Estas foram locadas de acordo com os resultados geofísicos, em áreas de maior probabilidade de ocorrência de zonas fraturadas e saturadas. Ao todo foram realizadas dez sondagens (**Anexo 2**), porém para fins do levantamento estrutural, somente sete foram consideradas, as quais haviam efetivamente dados estruturais (**Anexo 3**). As profundidades das sondagens, bem como a identificação delas, os níveis d'água e a profundidade do topo rochoso encontram-se relacionados na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Dados obtidos nas sondagens realizadas

Sondagem	Orientação do furo	Profundidade (m)	Nível d'água (m)	Profundidade do topo rochoso (m)
SR-01	vertical	110,00	12,79	7,20
SR-02	60/75	110,15	14,63	6,00
SR-05	vertical	115,30	10,00	6,05
SR-06	vertical	47,00	17,88	34,00
SR-08B	150/75	49,60	não alcançado	9,70
SR-09	vertical	100,05	28,63	24,89
SR-10	60/85	85,31	obstruído	51,65

Os testemunhos retirados de cada sondagem foram orientados e as atitudes das fraturas presentes neles foram medidas. Ao todo foram 552 medidas, sendo 457 de fraturas abertas e 95 de fechadas. As fraturas foram caracterizadas de acordo com sua abertura (aberta ou selada), oxidação (oxidada ou fresca), superfície (rugosa, lisa, irregular ou estriada), e seu preenchimento (carbonato, limonita e/ou argila). As fichas com as descrições das fraturas encontram-se no **Anexo 3**.

As atitudes das fraturas das sondagens inclinadas foram inicialmente medidas como numa sondagem vertical, para facilidade de medida, e posteriormente rotacionadas no estereograma para sua posição original. Todas foram plotadas numa projeção inicial no programa *StereoNett 2.46* (Duyster, 2000).

5.1. Geofísica

5.1.1. Caminhamento Elétrico

O caminhamento elétrico contribuiu para a identificação de discontinuidades associadas às falhas e fraturas percoladas por água ou preenchidas por argila.

Foram realizados três perfis, com direção NW-SE, que totalizaram 3,5 km lineares de levantamento em arranjo dipolo-dipolo com seis níveis de investigação. As seções de resistividade aparente e real dos três caminhamentos encontram-se no **Anexo 4**.

O perfil A, possui 1200 metros de comprimento e sentido de caminhamento de NW para SE, apresentou em sua pseudoseção uma resistividade aparente variando de 37 a 15230 Ωm , com núcleos resistivos ($\geq 1000 \Omega m$) e condutivos ($\leq 1000 \Omega m$) alternados, predominando os resistivos. Na seção de resistividade real, também predominam os núcleos resistivos e pode-se observar a presença de camadas mais condutivas em maior e menor profundidade.

O perfil B, com 1300 metros de comprimento e sentido de caminhamento de NW para SE. Próximo à porção sudeste do caminhamento há um canal separando o perfil de resistividade aparente em duas partes.

Este caminhamento apresentou uma variação muito acentuada entre os tratos condutivos e resistivos (a resistividade oscilou entre 18 e 30737 Ωm). Analisando a pseudoseção,

percebe-se a presença de núcleos mais resistivos na porção central e no extremo noroeste do perfil. A seção de resistividade real mostra dois tratos resistivos localizados no centro do perfil.

O caminhamento feito no perfil C teve direção de SE a NW, tendo comprimento de 1000 metros. Pelo fato da linha de caminhamento apresentar taludes, construções e pilhas de brita e lenha, ele foi interrompido, sendo apresentada em quatro partes. Na porção sudeste do perfil de resistividade verdadeira percebe-se anomalias delimitadas por ambiente resistivo.

Dos perfis realizados na área, este é o que apresenta uma pseudoseção com valores de resistividade aparente menos dispersos, sendo visível um núcleo mais resistivo na porção sudeste, também visível na seção de resistividade verdadeira.

5.1.2. Sondagens Elétricas Verticais

Para determinar a profundidade de solo ou contato entre o solo e a rocha são foram realizadas seis sondagens elétricas verticais com arranjo Schlumberger e abertura máxima de eletrodos de corrente AB de 300m.

De maneira geral, a análise dos gráficos de resistividade pela distância das SEV 1 a 5 mostra uma conformidade linear crescente, já que há o aumento da resistividade quanto mais profunda é a investigação.

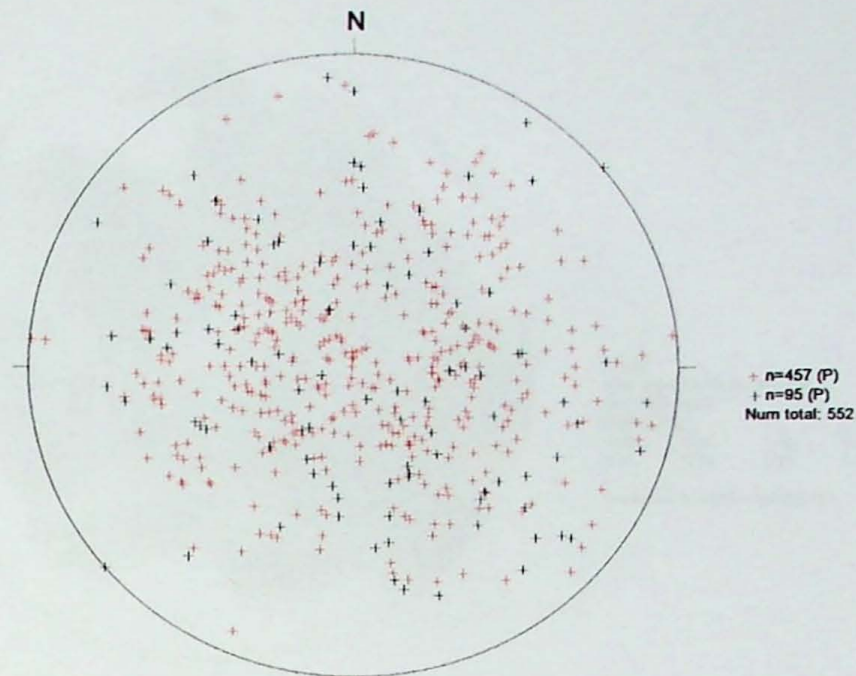
As sondagens elétricas verticais 3 e 5, apesar da curva crescente, mostram uma alternância entre camadas mais e menos resistivas, fato que não é observado nas SEVs 1 e 2, que apresentam camadas com resistividades sempre crescentes. A SEV 4 foi desconsiderada por incongruência entre o dado da inversão e a realidade observada.

A SEV 6 apresenta uma queda de resistividade acentuada entre 5,8 metros que indica o nível d'água subterrânea.

No **Anexo 5** pode-se observar os gráficos *bi-log* de cada SEV.

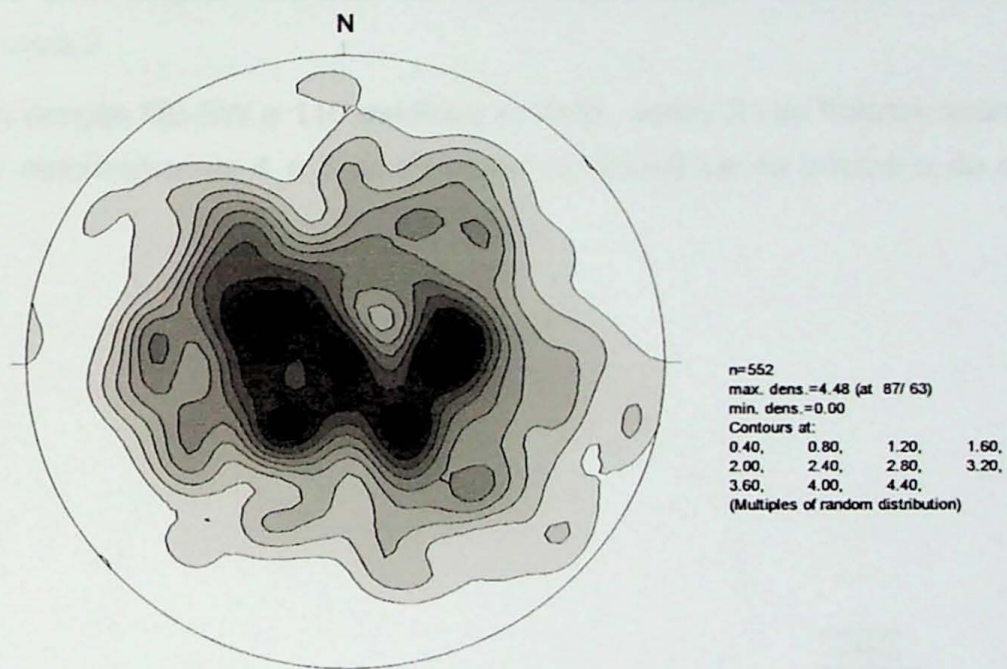
5.2. Estrutural

Após a orientação dos testemunhos, as atitudes das fraturas foram medidas e lançadas no estereograma *StereoNett 2.46* (Duyster, 2000). O estereograma 1 apresenta todas as 552 medidas, sendo 457 de fraturas abertas (em vermelho) e 95 de fechadas (em preto). O estereograma 2 representa o diagrama de contorno destes pontos, antes da correção similar à de Terzaghi (1965), nota-se a densidade de medidas na região de baixo ângulo. Os pólos em vermelho representam as fraturas abertas enquanto os em preto as fechadas.



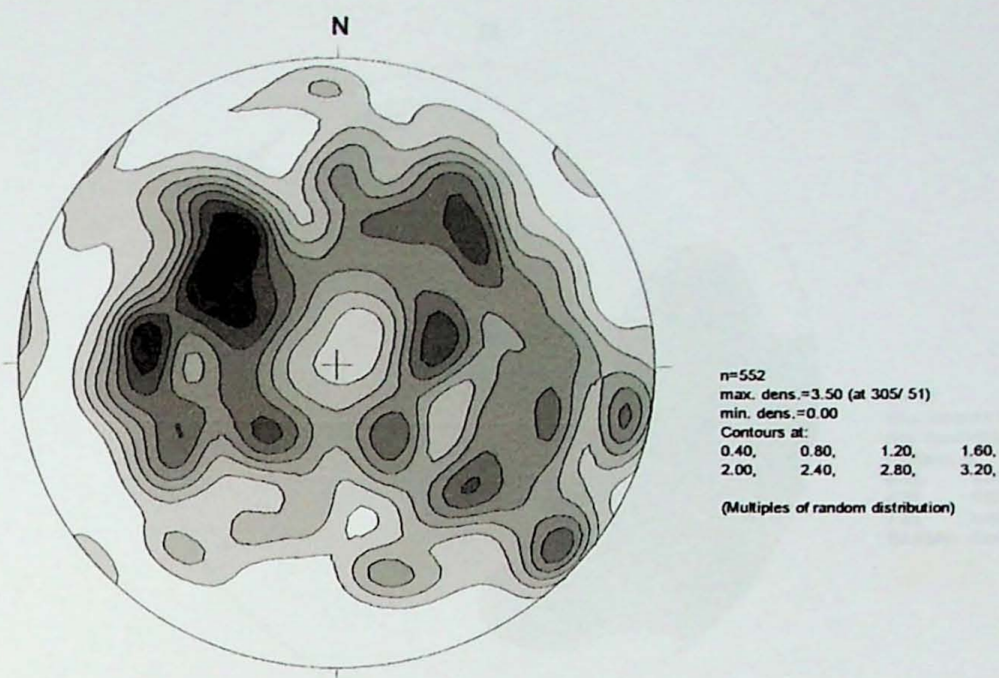
Equal area projection, lower hemisphere

Estereograma 1 – Atitudes das fraturas medidas em campo



Estereograma 2 – Diagrama de contorno antes da correção das medidas, notar maior densidade de medidas no centro (baixo ângulo)

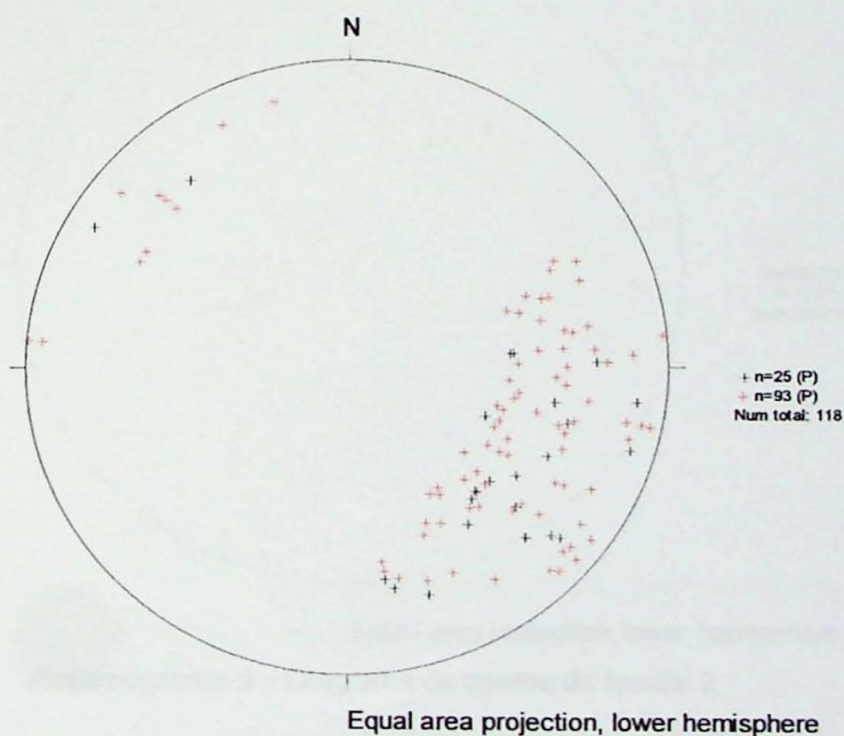
Para evitar uma amostragem tendenciosa utilizou-se uma correção similar à de Terzaghi (1965), na qual foram atribuídos às medidas, pesos inversamente proporcionais ao ângulo entre a atitude e a direção da sondagem. O estereograma abaixo apresenta o diagrama de contorno das medidas após a correção.



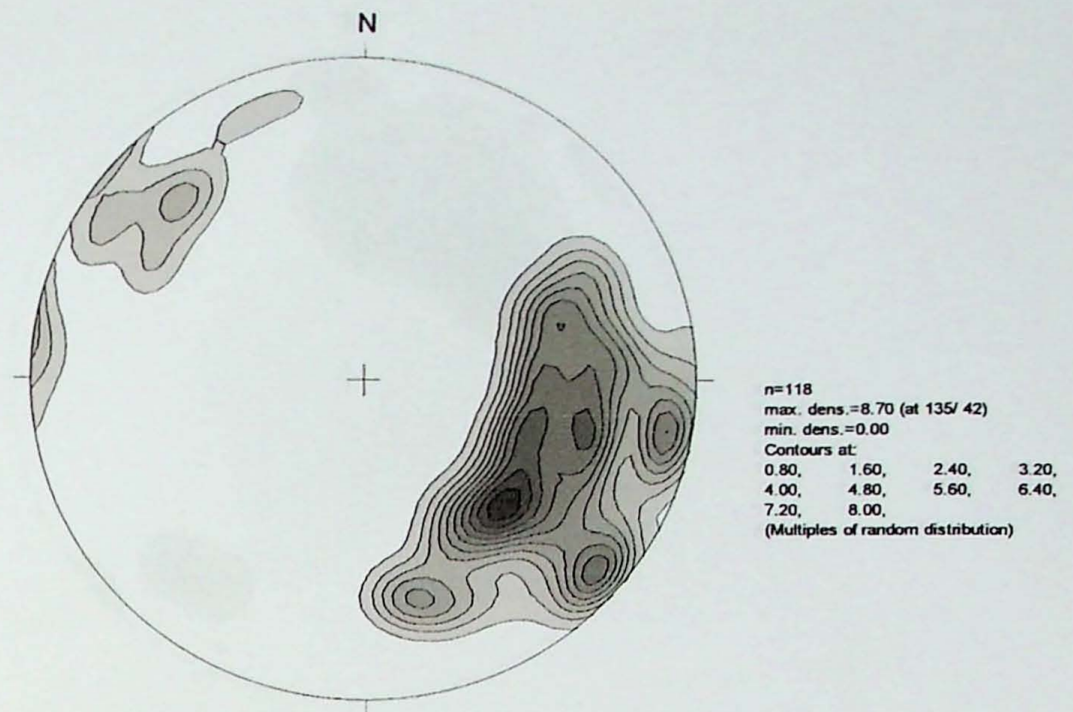
Estereograma 3 – Diagrama de contorno após a correção, notar espalhamento das medidas

Pela análise dos diagramas de contorno (estereogramas 2 e 3), foram separadas quatro famílias: uma de baixo ângulo mais bem visível do diagrama 2, e as outras três mais bem visíveis no diagrama 3.

A família 1, tem direção NE-SW e 118 medidas ao todo, sendo 93 de fraturas abertas e 25 de seladas. Os estereogramas 4 e 5 apresentam os diagramas de pontos e de contorno desta família.

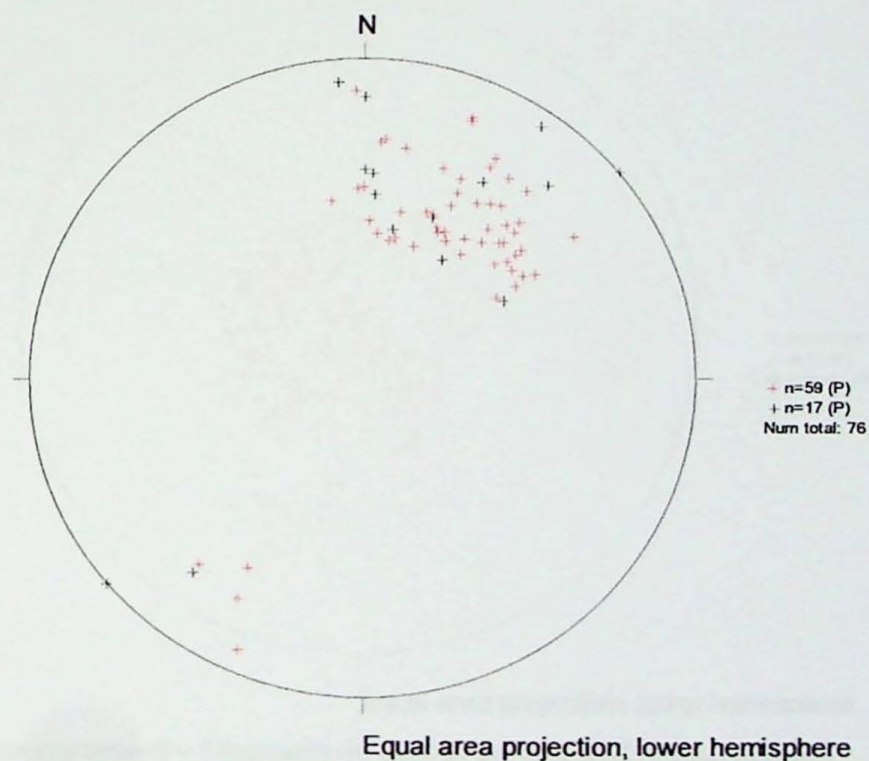


Estereograma 4 – Diagrama de pontos da família 1

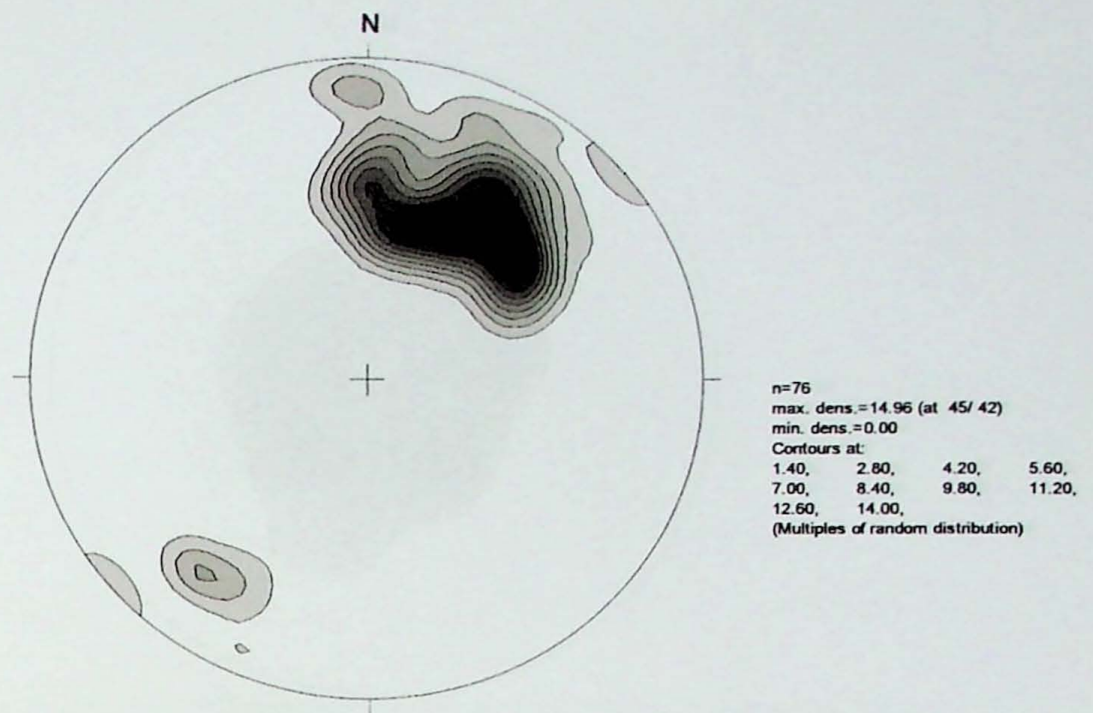


Estereograma 5 – Diagrama de contorno da família 1

A família 2 apresenta direção NW-SE, tendo ao todo 76 medidas de fraturas (59 abertas e 17 fechadas). Os estereogramas 6 e 7 apresentam, respectivamente, os diagramas de pontos e de contorno desta família.



Estereograma 6 – Diagrama de pontos da família 2



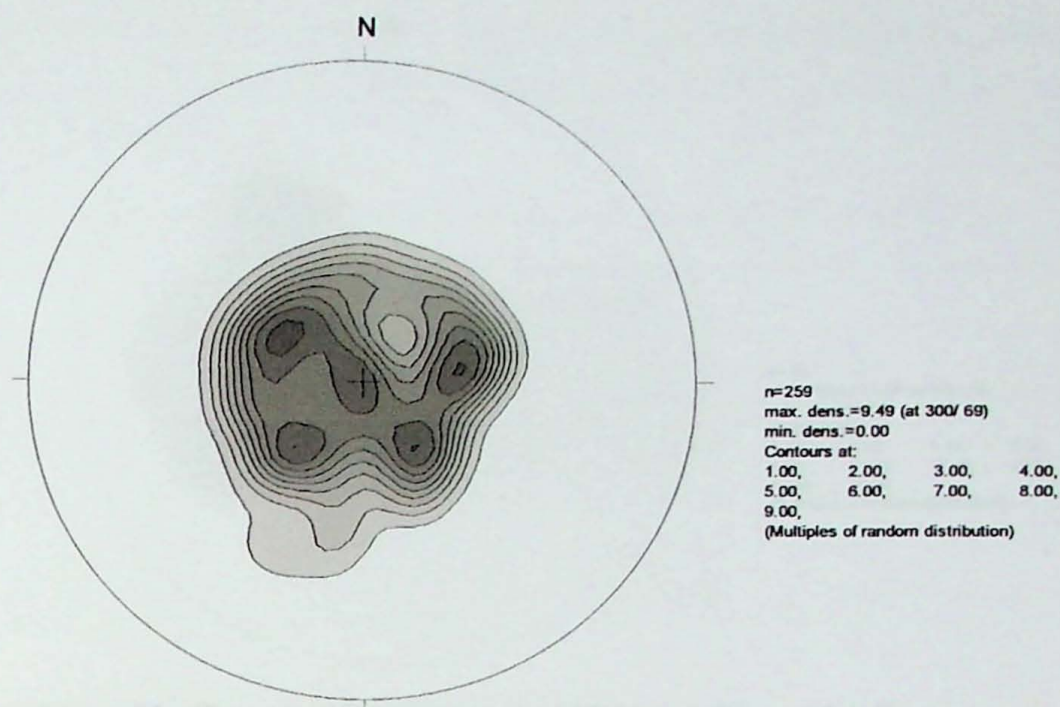
Estereograma 7 – Diagrama de contorno da família 2

A família 3 é a das medidas de baixo ângulo e a que apresenta mais fraturas, sendo ao todo 259 fraturas (223 abertas e 36 seladas).



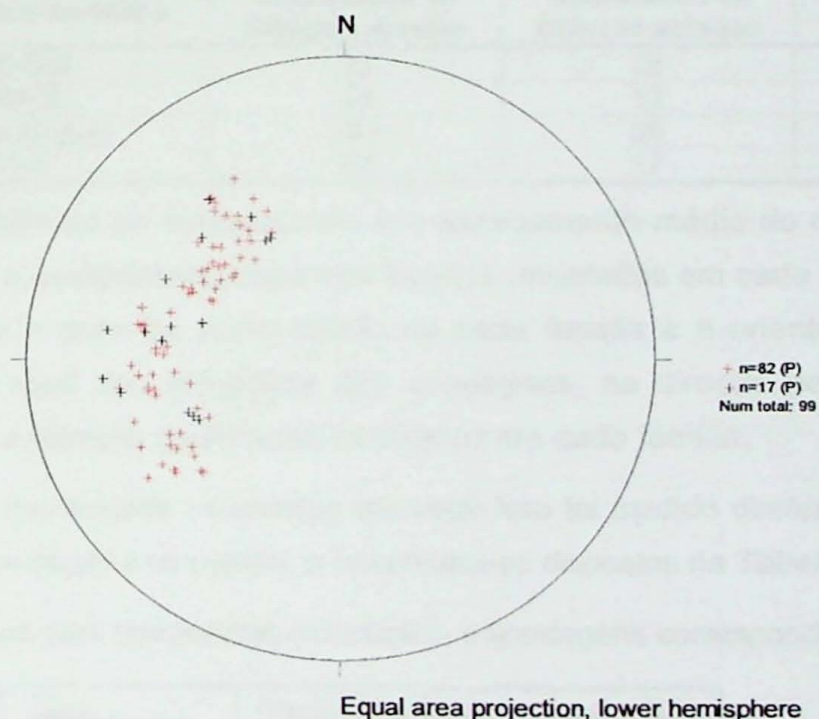
Equal area projection, lower hemisphere

Estereograma 8 – Diagrama de pontos da família 3 (Baixo ângulo)

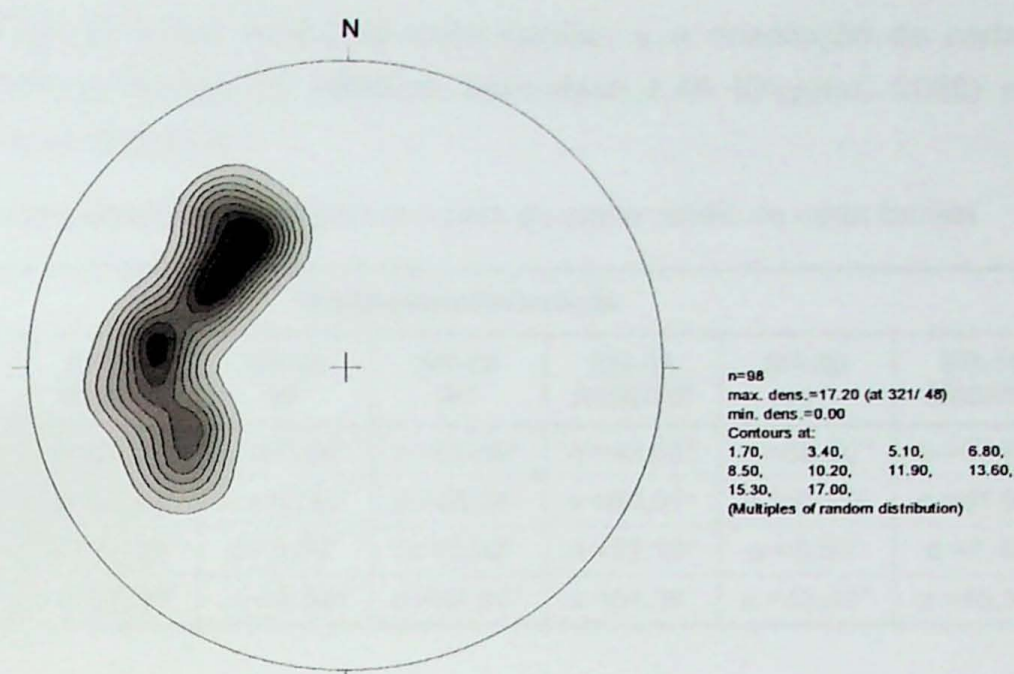


Estereograma 9 – Diagrama de contorno da família 3

A família 4 tem direção N-S e apresenta 99 medidas, sendo 82 de fraturas abertas e 17 de fraturas fechadas. Os estereogramas abaixo apresentam os diagramas de pontos e de contorno desta família, respectivamente.



Estereograma 10 – Diagrama de pontos da família 4



Estereograma 11 – Diagrama de contorno das fraturas medidas na família 4

As características de cada família e seus respectivos planos médios encontram-se na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Parâmetros das famílias separadas

Família	Direção/Característica	Quantidade de fraturas abertas	Quantidade de fraturas seladas	Plano médio (Clar)
1	NE-SW	93	25	296/60,5
2	NW-SE	59	17	208,2/56,2
3	Baixo ângulo	223	36	0,2/3,5
4	N-S	82	17	105/42,9

Para calcular a frequência de fraturamento e o espaçamento médio de cada família é necessário calcular: o comprimento total dos trechos orientados em cada furo; o ângulo de intersecção entre o pólo do plano médio de cada família e a orientação de cada sondagem; a soma total das projeções das sondagens, na direção perpendicular à atitude da família; e o número de fraturas existentes em cada família.

O comprimento total dos trechos orientados em cada furo foi medido diretamente, através das descrições das sondagens no campo, e encontram-se dispostos na **Tabela 3**.

Tabela 3. Comprimento total dos trechos orientados, e sondagens correspondentes.

Sondagem	Comprimento total dos trechos orientados (m)
SR-01	27,58
SR-02	29,18
SR-05	42,98
SR-06	10,30
SR-08	9,41
SR-09	37,92
SR-10	21,77

Os ângulos entre o pólo do plano médio de cada família, e a orientação de cada sondagem (rumo) foram calculados no software StereoNett 2.46 (Duyster, 2000) e encontram-se dispostos na **Tabela 4**.

Tabela 4. Ângulos (α) entre rumo das sondagens e o pólo do plano médio de cada família.

Família e Pólo do Plano Médio	Sondagens/Orientação						
	SR-01 90°	SR-02 N60/75°	SR-05 90°	SR-06 90°	SR-08 N150/75°	SR-09 90°	SR-10 N60/85°
F1 - 116/29,5	$\alpha = 60,50^\circ$	$\alpha = 53,01^\circ$	$\alpha = 60,50^\circ$	$\alpha = 60,50^\circ$	$\alpha = 48,52^\circ$	$\alpha = 60,50^\circ$	$\alpha = 57,79^\circ$
F2 - 28,2/33,8	$\alpha = 56,20^\circ$	$\alpha = 43,93^\circ$	$\alpha = 56,20^\circ$	$\alpha = 56,20^\circ$	$\alpha = 64,91^\circ$	$\alpha = 56,20^\circ$	$\alpha = 51,99^\circ$
F3 - 180,2/86,5	$\alpha = 3,50^\circ$	$\alpha = 17,03^\circ$	$\alpha = 3,50^\circ$	$\alpha = 3,50^\circ$	$\alpha = 12,10^\circ$	$\alpha = 3,50^\circ$	$\alpha = 7,40^\circ$
F4 - 285/47,1	$\alpha = 42,90^\circ$	$\alpha = 54,34^\circ$	$\alpha = 42,90^\circ$	$\alpha = 42,90^\circ$	$\alpha = 54,34^\circ$	$\alpha = 42,90^\circ$	$\alpha = 46,54^\circ$

Com os ângulos e os comprimentos aparentes medidos, a projeção média na direção perpendicular (y) foi estimada para cada sondagem, utilizando-se o co-seno do ângulo α e o comprimento aparente (X), de tal forma que:

$$y = X \cdot \cos \alpha$$

A **Figura 5** apresenta o esquema do cálculo efetuado.

Para cada sondagem foram calculadas as projeções totais (y) na direção perpendicular ao plano médio de cada família e então, somados os resultados para todas as sondagens (Y_F total, ou a soma dos “y” calculados para cada família). A **Tabela 5** apresenta as projeções médias calculadas em cada família de fraturas, para cada sondagem realizada, e a projeção total para cada família (Y_F total).

Tabela 5. Projeções médias calculadas em cada família.

Família	y - projeção média das sondagens na direção perpendicular à família (m)							Y_F Total
	SR-01	SR-02	SR-05	SR-06	SR-08	SR-09	SR-10	
1	13,58	17,55	21,16	5,07	6,23	18,67	11,6	93,86
2	15,34	21,01	23,91	5,73	3,99	21,1	13,4	104,48
3	27,52	27,90	42,89	10,28	9,2	37,85	21,58	177,22
4	20,2	17,01	31,48	7,54	5,48	27,77	14,97	124,45

A partir do estabelecimento do Y_F total, que representa o comprimento total amostrado e medido nas sondagens na direção perpendicular ao plano médio de cada família, e sabendo-se o número total de fraturas abertas daquela família, calcula-se então a frequência de fraturamento e espaçamento médio das fraturas da mesma família.

A frequência de fraturamento e o espaçamento entre as fraturas foram estimados descartando-se os dados das fraturas fechadas, pois para a modelagem hidrogeológica somente as fraturas abertas, passíveis de conduzir água, são levadas em consideração.

Dividindo-se a quantidade de fraturas abertas de cada família pelo Y_F total obteve-se a frequência de fraturamento em cada família (número de fraturas por metro). O espaçamento entre as fraturas foi calculado como o inverso da frequência. A **Tabela 6** resume os dados descritos acima.

Tabela 6. Relação entre o número de fraturas abertas, projeção destas, frequência e espaçamento.

Família	Fraturas Abertas	Y_F total (m)	Frequência de fraturas (fraturas/m)	Espaçamento médio entre fraturas (m)
1	93	93,862	1,00	1,01
2	59	104,48	0,56	1,77
3	223	177,22	1,26	0,79
4	82	124,45	0,66	1,52

6. Resultados Obtidos

6.1 Geofísica

O método geofísico utilizado contribuiu para identificação de descontinuidades associadas às falhas e fraturas preenchidas por água.

Para determinação das descontinuidades laterais utilizou-se o método do caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo. Nos três perfis realizados vê-se a presença de porções mais condutivas sendo que estas apresentam-se mais espalhadas nos perfis A e B e, no perfil C aparecem concentradas na porção NW. Além disso, apresentam-se a profundidades variáveis e associadas a zonas de falhas e fraturas.

De acordo com os litotipos presentes na área, interpreta-se que as camadas mais condutivas, portanto menos resistivas podem relacionar-se aos filitos e aos metacalcários fraturados, ou seja, zonas saturadas ou parcialmente saturadas.

Para determinar a profundidade de solo ou topo rochoso, foram realizadas SEVs (Sondagens Elétricas Verticais), arranjo *Schulumberger*.

De maneira geral, pode-se dizer que as sondagens realizadas apresentam uma relação direta entre o aumento da resistividade e da profundidade de investigação.

Todas as sondagens realizadas, exceto as SEV 1 e 2, apresentam uma alternância entre camadas condutivas e resistivas. A SEV 6 apresenta uma queda mais acentuada na resistividade, aos 5,8 metros devido ao nível d'água subterrânea.

6.2 Estrutural

Para estimar a direção do tensor de permeabilidade foram atribuídos pesos aos planos médios de cada família, de acordo com a porcentagem das frequências calculadas, multiplicadas por um peso igual à frequência x 100. Assim, o plano médio da família 1 foi repetido cem vezes, o da família 2 cinquenta e seis vezes, o da família 3 cento e vinte e seis vezes e o da família 4 sessenta e seis vezes.

A partir do estereograma com o diagrama de contorno obtido desta forma, puderam ser estimados os autovetores e autovalores para este arranjo. Os autovetores e autovalores indicam os rumos, perpendiculares entre si, entre a maior e a menor concentração de pólos, além do rumo de concentração média, perpendicular às duas primeiras. Os autovalores e autovetores estimados estão dispostos na **Tabela 7**. O estereograma 12, apresenta o diagrama de contorno dos autovetores e autovalores.

Tabela 7. Autovalores e autovetores estimados a partir do peso atribuído aos planos médios de cada família.

Autovetores (Clar)	Autovalores	Pesos atribuídos aos vetores (%)
87,7/ 80,1	0,59	11
291,5/ 9,1	0,30	30
200,9/ 3,9	0,11	59

Uma vez que o autovetor principal (de maior autovalor) corresponde à principal concentração de pólos de planos, este rumo indica a direção menos permeável do maciço, pois é o rumo perpendicular à maior parte dos planos de fratura. Já o autovetor com menor autovalor indica a direção de maior paralelismo aos planos de fratura, conseqüentemente de menor resistência e maior permeabilidade ao fluxo.

Assim, os rumos dos autovetores principais calculados tiveram seus autovalores invertidos, designando-se o autovetor de menor autovalor como a direção Kx, de maior permeabilidade, o de maior autovalor como Kz, de menor permeabilidade, e com proporções equivalentes aos autovalores invertidos; Ky permaneceu como o autovetor intermediário. A **Tabela 8** apresenta as principais componentes do tensor de condutividade, sua orientação em Clar e a frequência relativa de cada uma.

Tabela 8. Componentes principais do tensor de condutividade hidráulica.

Componentes	Orientação (Clar)	Frequência relativa
Kx	200,9/ 3,9	0,60
Ky	291,5/ 9,1	0,29
Kz	87,7/ 80,1	0,11

Conforme observado, o tensor de condutividade hidráulica tem direção principal (Kx) para NE/SW (subhorizontal), direção intermediária (Ky) para NW, e a de menor permeabilidade (Kz) é subvertical, e está representado no estereograma 13.

7. Discussão dos Resultados

As principais estruturas formadas a partir dos dados de campo geológico, no âmbito de estudo, foram as zonas de deformação e as zonas de fratura. Com base nos dados geológicos, foram definidas as zonas de deformação e as zonas de fratura. As zonas de deformação são aquelas que apresentam uma deformação plástica, ou seja, a rocha não retorna ao estado original após a remoção da carga. As zonas de fratura são aquelas que apresentam uma fratura frágil, ou seja, a rocha retorna ao estado original após a remoção da carga. A análise dos dados geológicos, por meio da análise de campo, permitiu identificar as zonas de deformação e as zonas de fratura. A análise dos dados geológicos, por meio da análise de campo, permitiu identificar as zonas de deformação e as zonas de fratura. A análise dos dados geológicos, por meio da análise de campo, permitiu identificar as zonas de deformação e as zonas de fratura.

Figura 1: Diagrama de contorno dos autovetores dos planos médios das famílias, com pesos atribuídos (autovalores)

Figura 2: Diagrama de contorno dos autovetores dos planos médios das famílias, com pesos atribuídos (autovalores)

Estereograma 12 – Diagrama de contorno dos autovetores dos planos médios das famílias, com pesos atribuídos (autovalores)

A partir da análise dos dados geológicos, foram definidas as zonas de deformação e as zonas de fratura. Com base nos dados geológicos, foram definidas as zonas de deformação e as zonas de fratura. A análise dos dados geológicos, por meio da análise de campo, permitiu identificar as zonas de deformação e as zonas de fratura. A análise dos dados geológicos, por meio da análise de campo, permitiu identificar as zonas de deformação e as zonas de fratura. A análise dos dados geológicos, por meio da análise de campo, permitiu identificar as zonas de deformação e as zonas de fratura.

Figura 3: Diagrama de contorno dos autovetores dos planos médios das famílias, com pesos atribuídos (autovalores)

Estereograma 13 – Diagrama de contorno das principais componentes do tensor geométrico de condutividade hidráulica (K_x , K_y , K_z)

7. Discussão dos Resultados

As sondagens orientadas foram locadas de acordo com os dados do estudo geofísico realizado, de forma a levantar o máximo possível de estruturas passíveis de conduzir água.

Das dez sondagens rotativas orientadas realizadas, em apenas sete foram obtidos dados estruturais para a modelagem estrutural, pois foram nestas sondagens que o nível rochoso fraturado foi alcançado.

Ao todo foram medidas 552 fraturas, sendo 457 abertas e 95 fechadas (Estereograma 1). A estas fraturas foram atribuídos pesos inversamente proporcionais ao ângulo entre a atitude e a direção da sondagem. A partir dos diagramas de contorno das fraturas antes e após a correção similar à de Terzaghi (1965), foram separadas quatro famílias de fraturas com as seguintes características:

- Família 1: Direção NE-SW;
- Família 2: Direção NW-SE;
- Família 3: Fraturas com baixo ângulo de mergulho;
- Família 4: Direção N-S.

A partir da separação das famílias foram calculados a frequência e o espaçamento médio de cada uma. Para esta estimativa são necessários os seguintes cálculos: do comprimento total das fraturas; do ângulo de intersecção entre o pólo do plano médio de cada família e a orientação de cada sondagem; da soma total das projeções das sondagens, na direção perpendicular à atitude da família; e do número de fraturas abertas existentes em cada família.

Após o cálculo da frequência foi estimada a direção do tensor de permeabilidade. Para tal, foram atribuídos pesos aos planos médios de cada família, de acordo com a porcentagem das frequências, multiplicadas por um peso igual a frequência x 100. Essas medidas foram plotadas no *Stereonet* e a partir do diagrama de contorno foram estimados os autovalores e autovetores, que indicam os rumos, perpendiculares entre si, da maior e da menor concentração de pólos.

O autovetor com menor autovalor indica a direção de maior paralelismo aos planos de fratura, conseqüentemente de menor resistência e maior permeabilidade ao fluxo, e o autovetor com maior autovalor, indica a direção menos permeável do maciço, pois apresenta o rumo perpendicular à maior parte dos planos de fratura. Assim, para o rumo dos principais autovetores, foram invertidos os autovalores.

Com isto, foram estimadas as direções do tensor de condutividade hidráulica:

- K_x: tem direção NE/SW.

- K_y : tem direção NW, subhorizontal;
- K_z : tem direção subvertical;

Com isto, as direções principais de anisotropia do modelo hidrogeológico (X e Y), puderam ser rotacionadas paralelizando-se a direção de maior permeabilidade à direção de K_x , e a de menor permeabilidade à direção de K_y .

Como a direção de K_z (a de menor permeabilidade) é subvertical, K_y foi escolhido, por ter direção mais próxima à observada no fluxo d'água local, também subhorizontal, de acordo com os dados dos poços multiníveis instalados e da potenciometria. Assim K_z não seria uma direção representativa, tendo sido descartado.

Estas direções permitem ainda, a escolha da posição e direção dos dutos no modelo em profundidade, interpolados entre os diferentes perfis, e inferidos a partir dos dutos identificados pelas sondagens e geofísica.

No levantamento geofísico realizado, o qual auxiliou na locação das sondagens, foi utilizado o método da eletrorresistividade, por ter boas respostas aos parâmetros de interesse ao estudo, como presença de água e profundidade do topo rochoso.

As técnicas de eletrorresistividade utilizadas foram: caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo; e, Sondagem Elétrica Vertical (SEV), arranjo *Schlumberger*.

O caminhamento elétrico visa a investigação horizontal em profundidade, definindo variações laterais da resistividade, enquanto a SEV investiga variações verticais de resistividade em subsuperfície.

No caminhamento elétrico foram realizados três perfis de direção NW-SE, que totalizaram 3,5 Km, com seis níveis de investigação (**Anexo 4**). Observa-se nos três perfis uma alternância de locais de maior e menor resistividade sendo que, no geral, a parte mais resistiva encontra-se na base.

Foram realizadas seis SEVs com abertura máxima de eletrodos de corrente AB de 300m. Observando-se os gráficos (**Anexo 5**), as SEVs de 1 a 5 mostraram uma conformidade linear crescente, já que a resistividade aumenta com a profundidade investigada. Porém, ressalta-se que as sondagens elétricas verticais 3 e 5, apesar da curva crescente, mostram uma alternância entre camadas mais e menos resistivas. A SEV 6 apresenta uma queda de resistividade acentuada aos 5,8 metros relativa ao nível d'água. A SEV 4 foi desconsiderada por apresentar incongruência.

7.1 Correlação dos perfis dos poços e dados geofísicos

7.1.1 - Correlação entre os dados da sondagem e o perfil A

Neste perfil foram realizadas as sondagens SR-08, SR-09 e SR-10.

O poço locado na SR-08 não foi muito profundo (49,60 m), devido a problemas de avanço da sondagem, sendo que o nível d'água não foi alcançado durante a perfuração. Este fato condiz com os dados da pseudoseção, pois há baixa condutividade, indicando ausência de água em baixas profundidades.

A SR-09 foi locada próximo à SEV 1, porém esta SEV não permitiu correlação com a sondagem rotativa. Observando-se o perfil do caminhamento elétrico, a sondagem foi locada em uma área de baixa resistividade que varia do topo (mais baixa) para a base da sondagem (mais alta), o que condiz com a descrição da sondagem, já que a rocha encontrada é um dolomito maciço, portanto mais resistivo que a areia argilosa do topo do perfil.

No furo da SR-10, a argila no topo do perfil confirma os dados geofísicos, que indica menor resistividade no início da sondagem, passando para a rocha sã logo abaixo, bem como a fratura seca mais rasa e outra saturada profunda, encontradas durante a perfuração.

7.1.2 - Correlação entre os dados da sondagem e o perfil B

As quatro sondagens rotativas realizadas neste perfil foram: SR-04, SR-05, SR-06 e SR-07. Dentre elas, somente as SR-05 e 06 foram utilizadas na modelagem estrutural.

O topo rochoso na SR-05 foi encontrado logo no início da sondagem (6,05 m), aproximadamente na cota de 826 metros, o que condiz com os dados geofísicos de onde a sondagem foi locada.

Durante a perfuração da SR-06 foi verificada a presença de condutos tanto na parte arenosa do perfil, como na parte cárstica. Comparando-se os dados da sondagem ao perfil de resistividade real, verifica-se na porção superior uma zona de resistividade média, condizente com a parte insaturada, antes do nível d'água ser alcançado, e abaixo dela a rocha encontra-se totalmente saturada e com baixa resistividade devido aos condutos.

As SR-04 e SR-07 apresentaram somente rochas do Subgrupo Itararé, com baixa resistividade. Em ambas a espessura insaturada, antes do nível d'água ser atingido, condiz com os dados do levantamento geofísico, mostrando resistividade média, que depois cai na zona saturada.

7.1.3 - Correlação entre os dados da sondagem e o perfil C

Foram realizadas neste perfil as sondagens SR-01, SR-02 e SR-03.

O perfil do caminhamento elétrico C apresenta na porção sudeste, altos valores de resistividade. A SR-01 foi locada nesta porção do perfil, próximo à SEV 5, que apresentou alternância de camadas condutivas e resistivas. Na sondagem rotativa foi verificada a presença de uma camada pouco espessa de sedimentos arenosos com lentes intercaladas de argila no topo. Abaixo desta camada há a rocha que se torna muito fraturada à medida

que aumenta a profundidade, daí os valores mais condutivos indicando a saturação da rocha sã.

A SR-02 foi locada mais a NW da SR-01 e apresentou uma camada superficial de brita, pouco espessa e sotoposta a ela ocorre uma camada de areia argilosa e o topo da rocha fraturada ainda na zona não saturada (6,0 metros); A aproximadamente 15 metros foi encontrado o nível d'água, coincidindo com a zona de baixa resistividade do início do perfil. Com 23 metros, passa-se a rocha sã, menos fraturada, com fraturas preenchidas por quartzo e calcita, explicando a zona de média resistividade. Abaixo a rocha saturada se torna mais fraturada, diminuindo a resistividade.

A SR-03 foi locada próximo à área na qual os resultados geofísicos apontam uma falha. Esta sondagem apresentou somente rochas do Supergrupo Itararé que no levantamento de eletrorresistividade apresentaram valores intermediários de resistividade.

8. Conclusões

O tema desenvolvido como trabalho de formatura visou identificar as estruturas da área de expansão da lavra de dolomito da Cimento Itaú, na região de Itapeva – SP para, assim, determinar as direções das componentes principais do tensor de permeabilidade do maciço rochoso, auxiliando no modelo hidrogeológico da área, projeto da BTX Geologia e Meio Ambiente, empresa na qual a aluna estagia.

Além disso, integrando-se o levantamento geofísico realizado na área (INTERGEO, 2005) pretendeu-se correlacionar os dados de eletrorresistividade aos geológicos descritos nas sondagens rotativas.

Os dados estruturais foram coletados através de sondagens rotativas orientadas, locadas onde os resultados geofísicos apontaram como sendo de baixa resistividade, objetivando que as perfurações atingissem sempre o nível d'água.

Ao todo foram realizadas dez sondagens, porém, para fins do levantamento estrutural, somente sete foram consideradas, nas quais havia efetivamente dados estruturais.

Os testemunhos obtidos em cada sondagem foram orientados, e as atitudes das fraturas presentes medidas. Ao todo foram 552 medidas, sendo 457 de fraturas abertas e 95 de fechadas. As fraturas foram separadas em quatro famílias, e para cada família foi calculada a frequência das fraturas.

A direção do tensor de permeabilidade foi estimada de acordo com a porcentagem das frequências de fraturamento. No *StereoNett* foram estimados os autovalores e autovetores, a partir do diagrama de contorno dos planos médios ponderados. O autovetor com menor autovalor indica a direção de maior paralelismo aos planos de fratura, e conseqüentemente de maior permeabilidade ao fluxo; já o autovetor com maior autovalor indica a direção menos permeável do maciço, pois representa o rumo perpendicular à maior parte dos planos de fratura. Desta forma os autovalores dos principais autovetores foram invertidos, para representação do tensor de permeabilidade.

Assim, a direção de maior permeabilidade (K_x) é, NE/SW; a direção de K_y é NW; e, K_z tem direção subvertical.

O modelo hidrogeológico desenvolvido pela empresa foi então rotacionado segundo estas direções obtidas. Estas direções principais permitiram ainda a escolha da posição e direção dos dutos em profundidade, utilizados na modelagem hidrogeológica, interpolados entre os diferentes perfis, e inferidos a partir dos dutos identificados pelas sondagens e geofísica.

No levantamento geofísico foi aplicado o método da eletrorresistividade, pelas boas respostas aos parâmetros de interesse neste estudo. As técnicas utilizadas foram:

caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo; e, Sondagem Elétrica Vertica (SEV), arranjo *Schlumberger*.

No caminhamento elétrico foram realizados três perfis de direção NW-SE, que totalizaram 3,5 Km, com seis níveis de investigação (**Anexo 4**). Observa-se nos três perfis uma alternância de locais de maior e menor resistividade sendo que, no geral, a parte mais resistiva encontra-se na base.

Foram realizadas seis SEVs com espaçamento AB de 300m. Observando-se os gráficos (**Anexo 5**), as SEVs de 1 a 5 mostraram uma conformidade linear crescente, já que a resistividade aumenta com a profundidade investigada. Porém, ressalta-se que as sondagens elétricas verticais 3, 4 e 5, apesar da curva crescente, mostram uma alternância entre camadas mais e menos resistivas. A SEV 6 apresenta uma queda de resistividade acentuada entre 5 e 13 metros, que deve representar um litotipo diferente das outras sondagens, devido ao nível d'água.

A eletrorresistividade é um método de relativo baixo custo cujas aplicações práticas neste estudo foram perfeitamente adequadas.

A correlação dos perfis de sondagem aos dados geofísicos mostra que há congruência entre ambos, principalmente ao se levantar a espessura média das zonas onde a rocha se apresenta saturada ou insaturada, condutos preenchidos ou não e estimar a profundidade do topo rochoso.

Estes dados e resultados foram utilizados para embasar o modelo numérico hidrogeológico desenvolvido pela empresa para a *Cia. Cimento Portland Itaú*, com o objetivo de prever o comportamento do aquífero com a expansão da cava. O modelo calibrado com os dados de anisotropia obtidos mostrou-se mais preciso que o modelo calibrado sem os dados.

10. Bibliografia Consultada

- DUYSTER, J. (2000) StereoNett 2.46. Institut für Geologie Ruhr-Universität-Bochum, Germany.
- GALLAS, J. D. F. 2000. *Principais métodos geoeletricos e suas aplicações em prospecção mineral, hidrogeologia, geologia de engenharia e geologia ambiental*. Tese de Doutorado, IGC e Ciências Exatas/UNESP, 174pp.
- GALLAS J.D.F. 2003. Prospecção de água subterrânea em aquíferos cristalinos com o emprego de métodos indiretos. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, 24(1/2): 43-51.
- GALLAS J.D.F.; TAIOLI, F. Geofísica Aplicada – Apostila do curso.
- INTERGEO, 2005. Relatório de Geofísica da Mina Lavrinhas, Itapeva, São Paulo. 12 pp.
- MADRUCCI V., ARAÚJO C.C de., TAIOLI F. 2003. Sensoriamento remoto, aerogeofísica e geoprocessamento aplicados ao estudo de aquífero fraturado em terreno cristalino, leste do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2-Suplemento): 43-52.
- MADRUCCI V.; 2004. *Prospecção de água subterrânea em terreno cristalino utilizando-se análise integrada de dados de sensoriamento remoto, geofísicos e técnicas de geoprocessamento, região de Lindóia, SP*. Tese de Doutorado, IG/USP, 226p.
- OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A. 1998. *Geologia de Engenharia*, São Paulo, ABGE.
- QUADROS, E.F. 1992. *A Condutividade Hidráulica Direcional dos Maciços Rochosos*. Doctor Thesis. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2v.
- QUADROS, E. F.; CORREA, D.; TAIOLI, F.; PEREIRA, G. G Jr; SORREGOTI, C. 1991. 3-D Hydraulic Tests On Weathered Fractured Basalt - Brazil. In: *Proc. 6th International Congress on Rock Mechanics. International Society of Rock Mechanics*, Aachen – Deutschland. p. 595-601.
- QUADROS, E., CHIARINI, A., FERNANDES, F., VILELA, G., CARDOSO, J.M., AGOSTINI, J.C.; IRENO, J. – Use of pumping packer tests and geometry of the joints to analyse flow and transport of contaminants in basaltic rock. South African Institute of Mining and Metallurgy, 2003.
- ROSTIROLLA S. P.; MANCINI F.; REIS NETO J.M.; FIGUEIRA E.G.; ARAÚJO E.C. de 2002. Análise estrutural da mina de vazante e adjacências: geometria, cinemática e implicações para a hidrogeologia. *Revista Brasileira de Geociências*, 32(1):59-68.
- SALLUN FILHO, W.; FAIRCHILD, T.R. 2004. Estromatólitos do Grupo Itaiacoca ao sul de Itapeva, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(3): 359-370.
- SALLUN FILHO, W. 1999. *Análise dos estromatólitos do Grupo Itaiacoca (Proterozóico), ao sul de Itapeva, SP*. Dissertação de Mestrado, IG/USP, 126p.

SIGA JR.O., BASEI M.A.S., SATO K., PRAZERES FILHO H.J., CURY L.F., WEBER W., PASSARELLI C.R., HARARA O.M., REIS NETO J.M. dos 2003. U-Pb (Zircon) ages of metavolcanic rocks from the Itaiacoca Group: Tectonic Implications. *Geologia USP: Série Científica*, 3:39-49.

TERZAGHI, R. 1965. Sources of error in joint surveys. *Geotechnique*, Vol. 15, p. 287-304.

THEODOROVICZ A., CÂMARA M.M., TAKAHASHI A.T., MORAIS S.M., GODOY H.K. 1988. Geologia do Pré-Cambriano das folhas Engenheiro Maia e Ribeirão Branco, São Paulo, *In*: SBG, Cong. Bras. de Geologia., 35, *Anais*, 6:2713-2726.

TRESSOLDI, M. 1991. *Contribuição à caracterização de maciços rochosos fraturados, visando a proposição de modelos para fins hidrogeológicos e hidrogeotécnicos*. Tese de Mestrado, IG/USP, 291p.

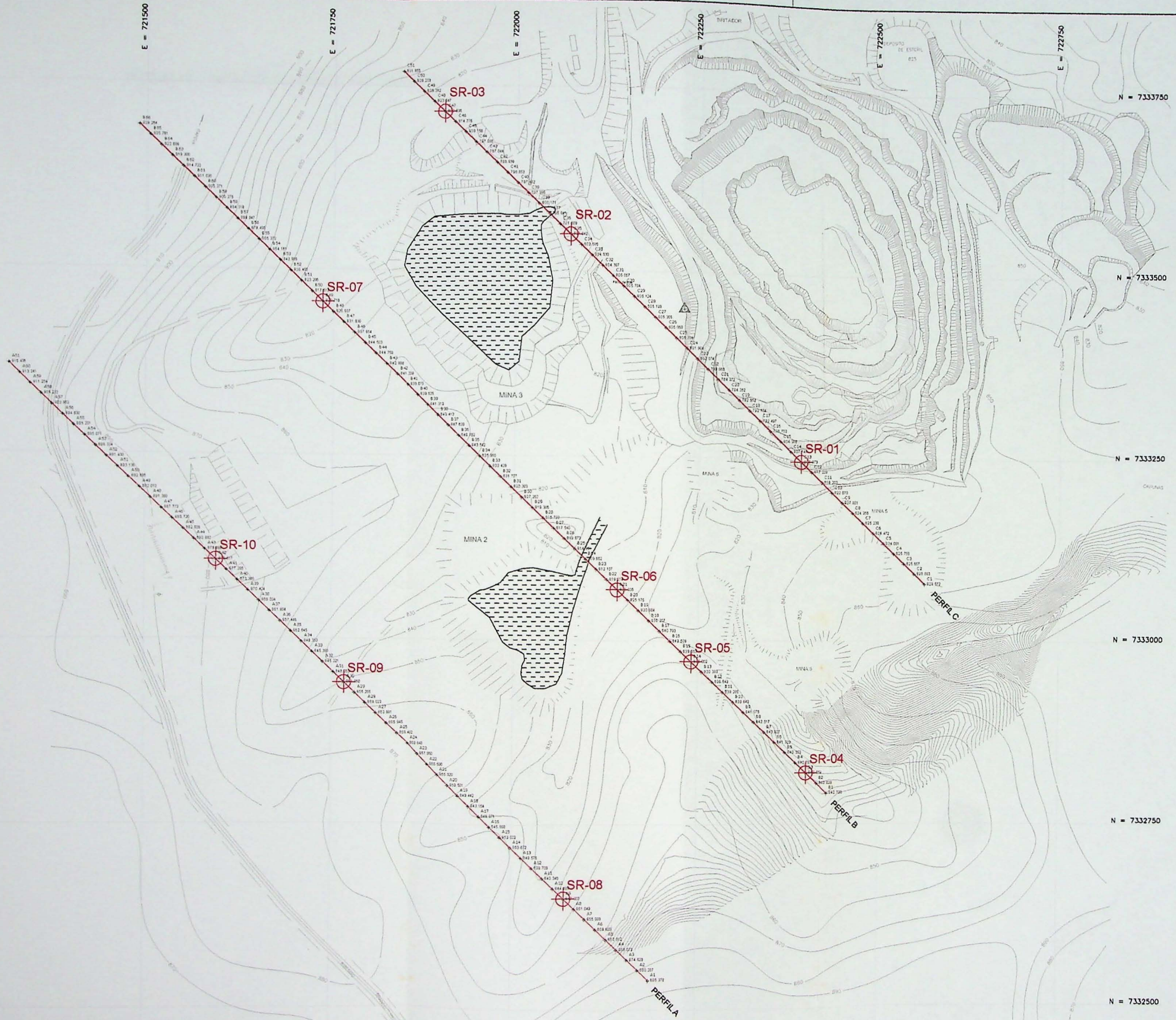
TREIN E., REIS NETO JM., BIONDI J.C., MONASTIER M.S. 1985. Revisão da Formação Itaiacoca: Identificação de uma sequência metavulcano-sedimentar em Abapã (PR). *In*: SBG, Simp. Reg. de Geologia, 5, *Atas*, 1:169-185.

VOUILLAMOZ, J.M., LEGCHENKO, A., ALBOUY, Y. BAKALOWICZ, M., BALTASSAT, J.M., AL-FARES, W. 2003. Localization of saturated karst sounding and resistivity imagery. *Ground Water*, 41(5): 578-586.

11. Anexos

Figura 1. Localização das Investigações Rotineiras em Folha topográfica com escala 1:50.000, levantando altitude pela empresa L&TOP.

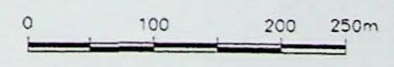
Anexo 1. Localização das Investigações Rotativas em folha topográfica com escala 1:5000, levantamento realizado pela empresa LEGTOP.



Legenda:

SR-01
Piezometro

Escala Gráfica:



E = 721500

E = 721750

E = 722000

E = 722250

E = 722500

E = 722750

N = 7333750

N = 7333500

N = 7333250

N = 7333000

N = 7332750

N = 7332500

Anexo 2. Perfis Descritivos de Sondagem

1. Perfil de Sondagem

2. Perfil de Sondagem

3. Perfil de Sondagem

4. Perfil de Sondagem

5. Perfil de Sondagem

6. Perfil de Sondagem

7. Perfil de Sondagem

8. Perfil de Sondagem

9. Perfil de Sondagem

10. Perfil de Sondagem

11. Perfil de Sondagem

12. Perfil de Sondagem

13. Perfil de Sondagem

14. Perfil de Sondagem

15. Perfil de Sondagem

16. Perfil de Sondagem

17. Perfil de Sondagem

18. Perfil de Sondagem

19. Perfil de Sondagem

20. Perfil de Sondagem

21. Perfil de Sondagem

22. Perfil de Sondagem

23. Perfil de Sondagem

24. Perfil de Sondagem

25. Perfil de Sondagem

26. Perfil de Sondagem

27. Perfil de Sondagem

28. Perfil de Sondagem

29. Perfil de Sondagem

30. Perfil de Sondagem

31. Perfil de Sondagem

32. Perfil de Sondagem

33. Perfil de Sondagem

34. Perfil de Sondagem

35. Perfil de Sondagem

36. Perfil de Sondagem

37. Perfil de Sondagem

38. Perfil de Sondagem

39. Perfil de Sondagem

40. Perfil de Sondagem

41. Perfil de Sondagem

42. Perfil de Sondagem

43. Perfil de Sondagem

44. Perfil de Sondagem

45. Perfil de Sondagem

46. Perfil de Sondagem

47. Perfil de Sondagem

48. Perfil de Sondagem

49. Perfil de Sondagem

50. Perfil de Sondagem

51. Perfil de Sondagem

52. Perfil de Sondagem

53. Perfil de Sondagem

54. Perfil de Sondagem

55. Perfil de Sondagem

56. Perfil de Sondagem

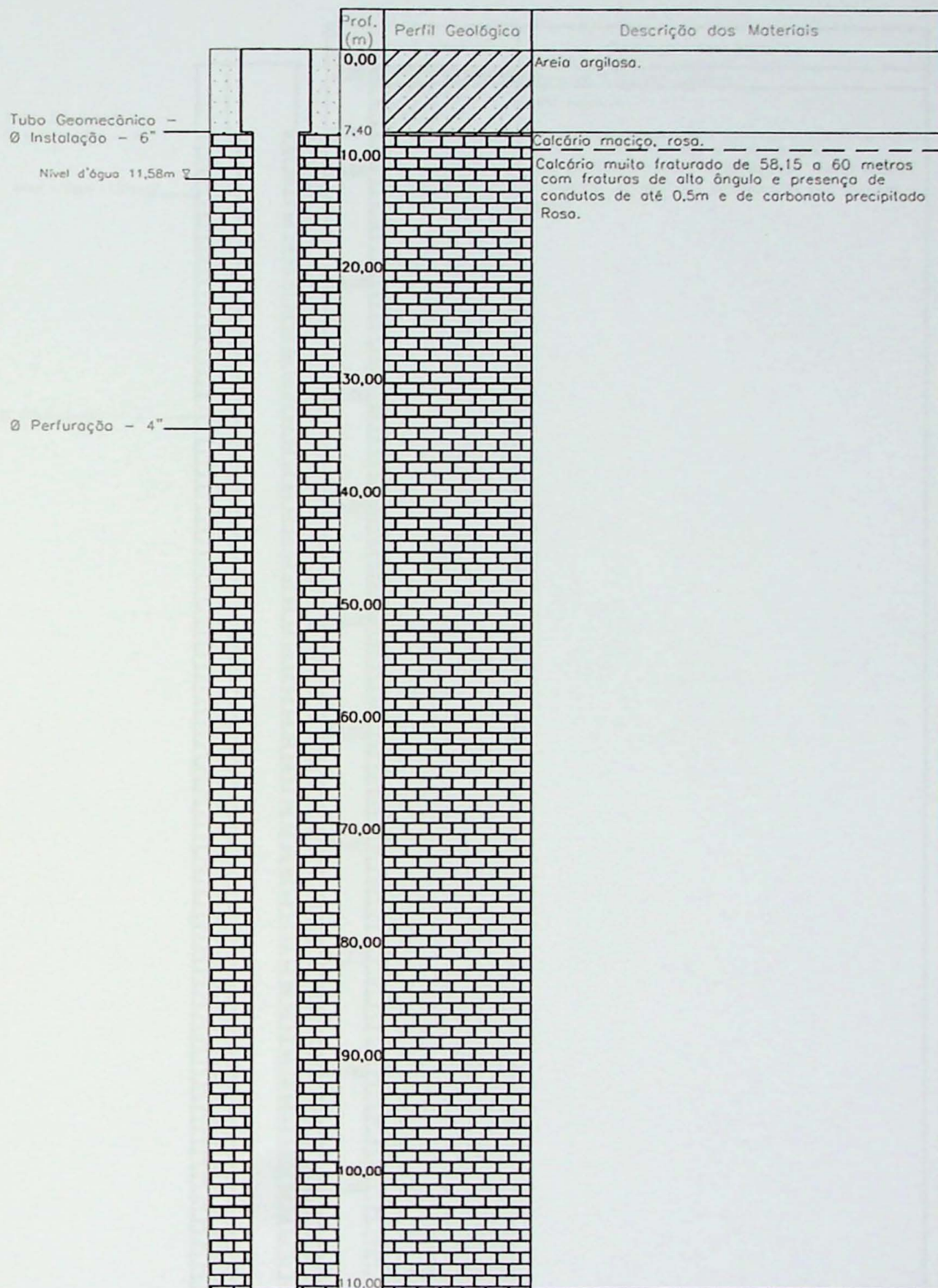
57. Perfil de Sondagem

58. Perfil de Sondagem

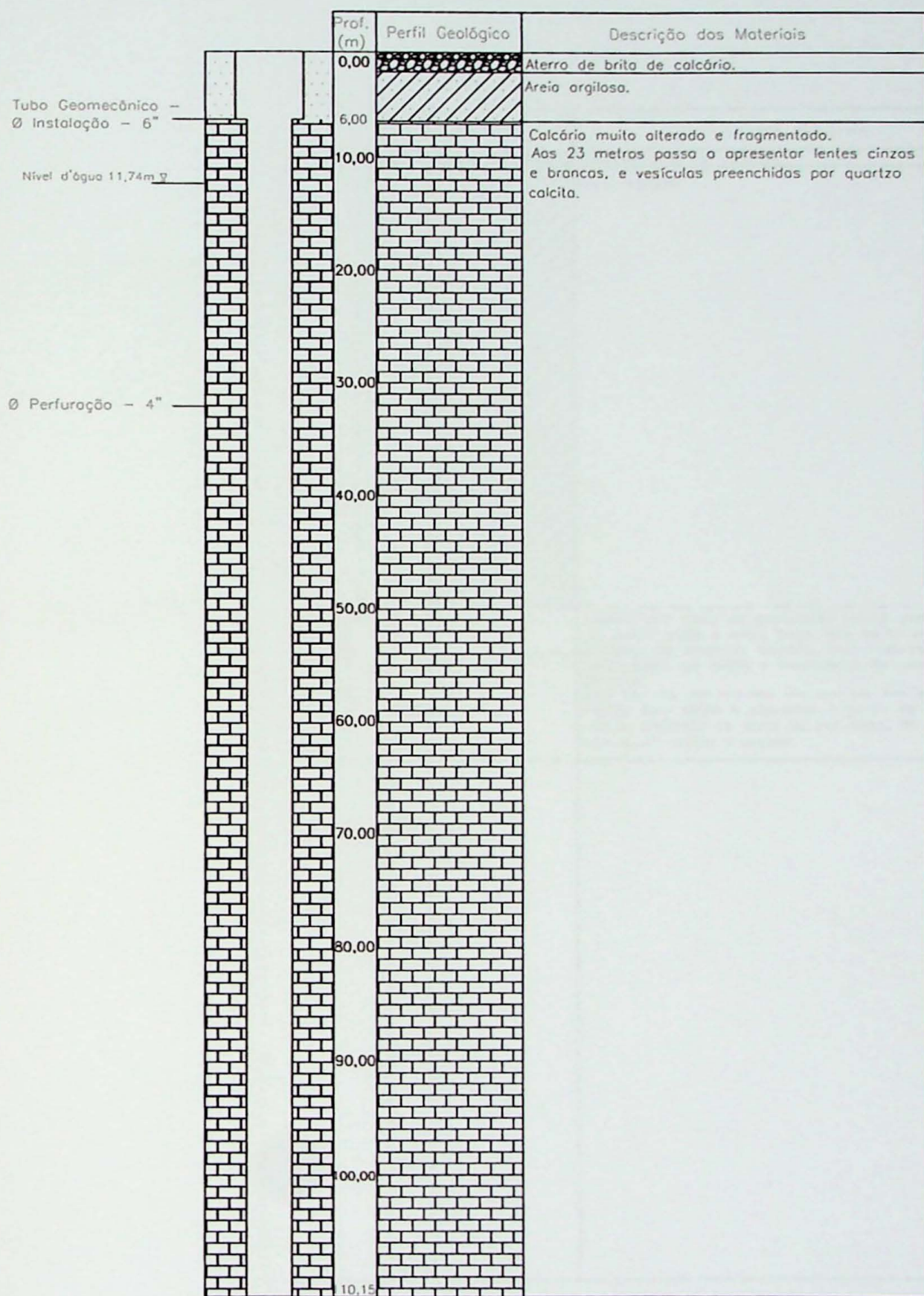
59. Perfil de Sondagem

60. Perfil de Sondagem

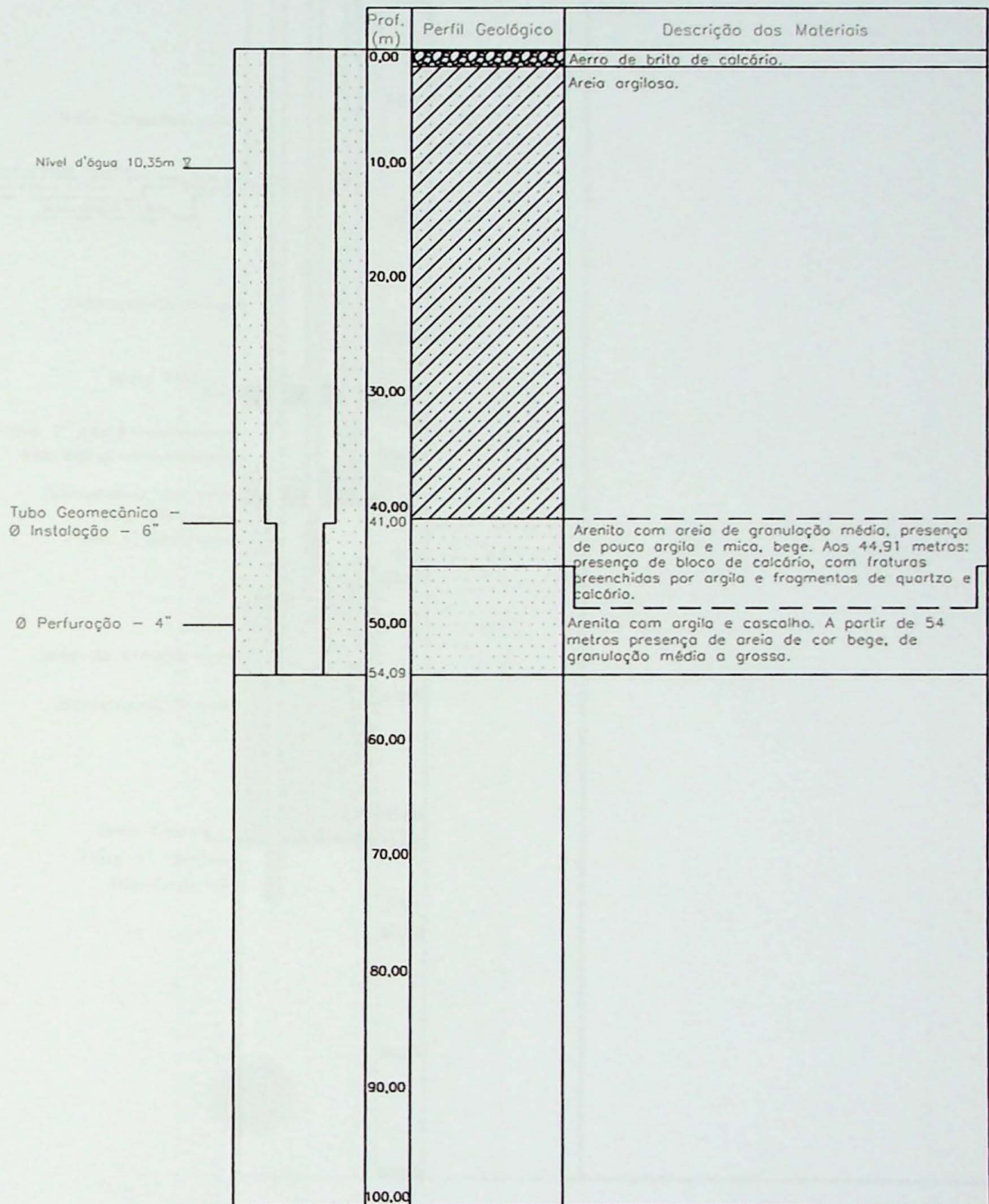
SR-01



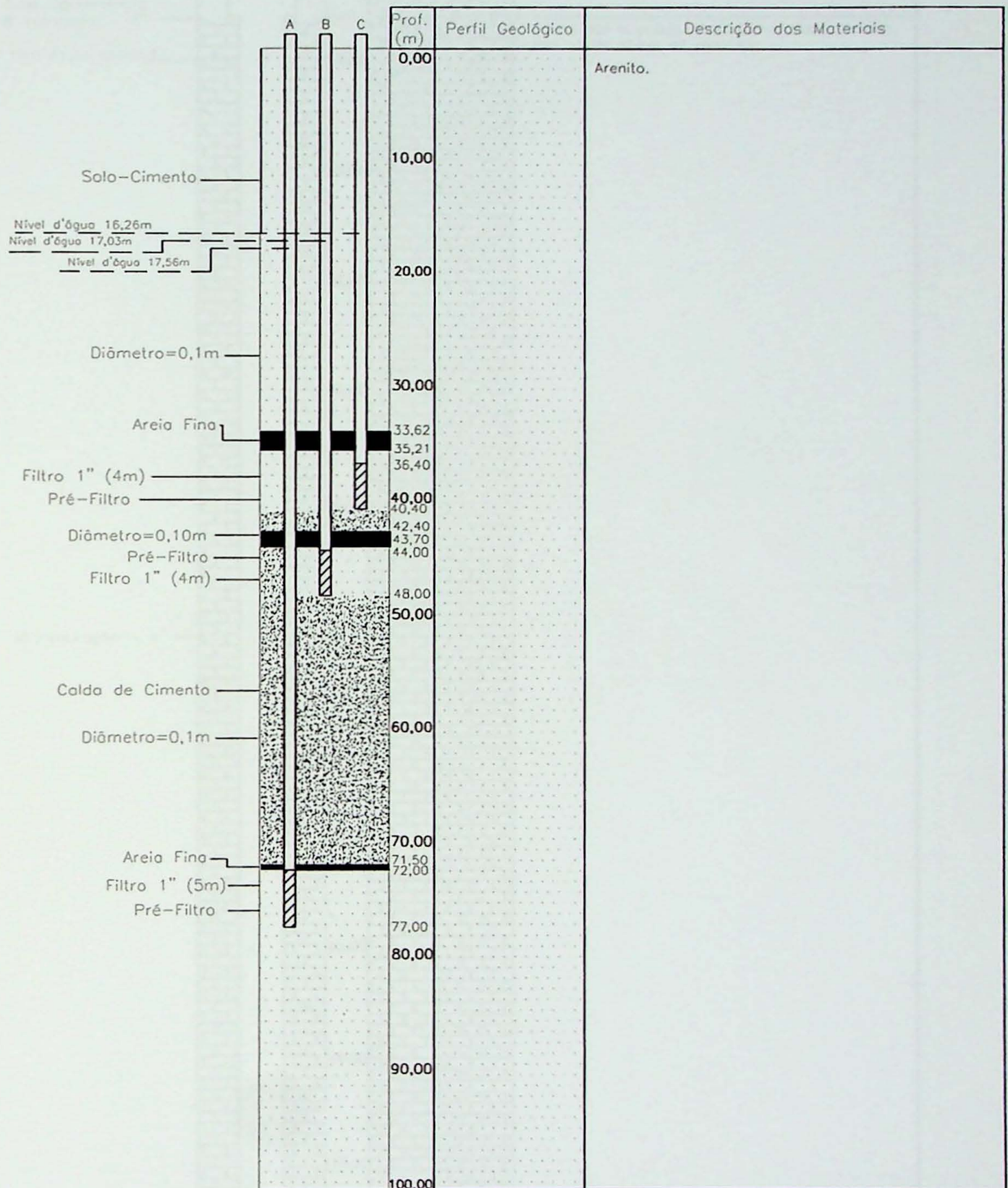
SR-02



SR-03



SR-04

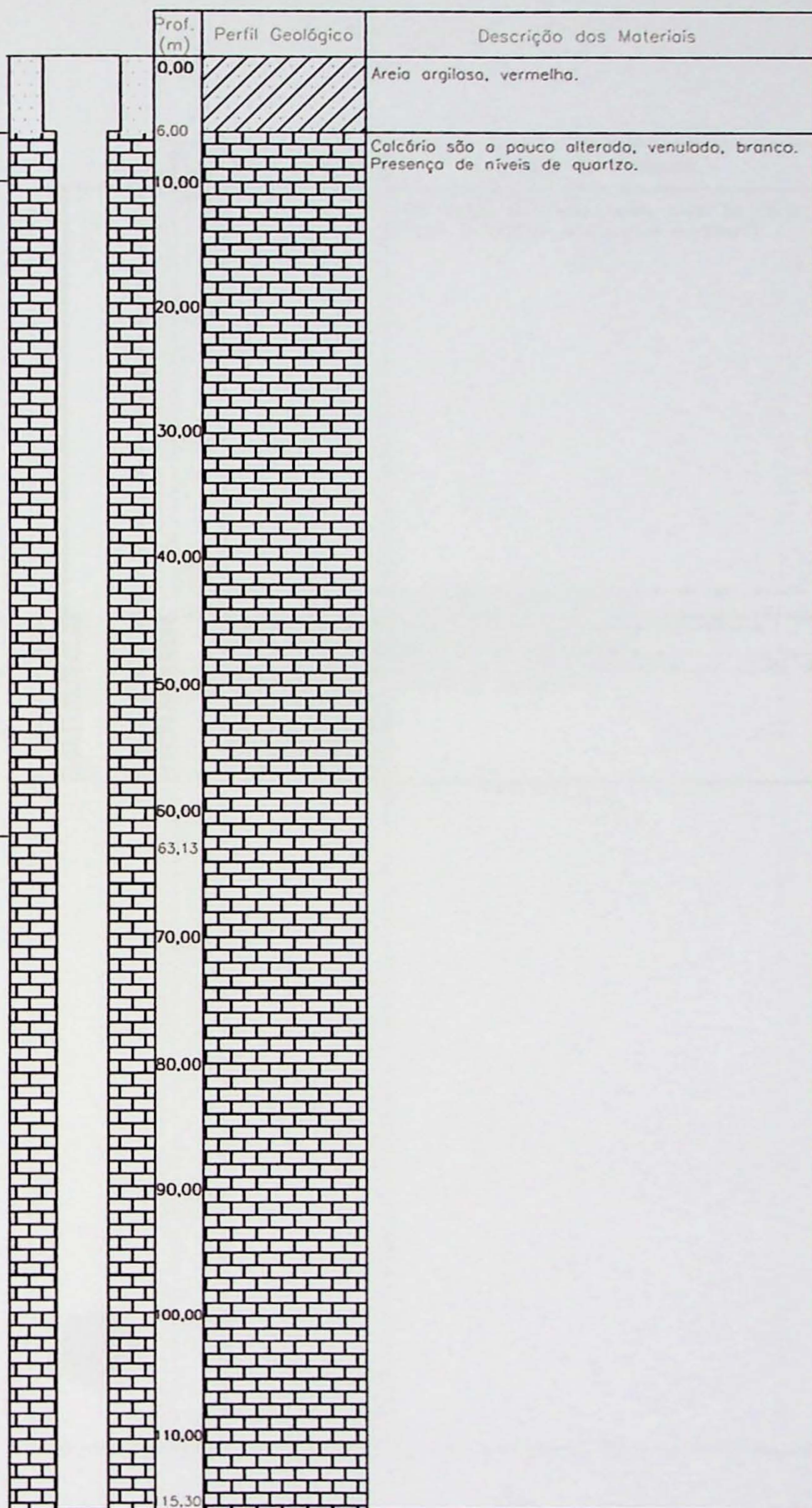


SR-05

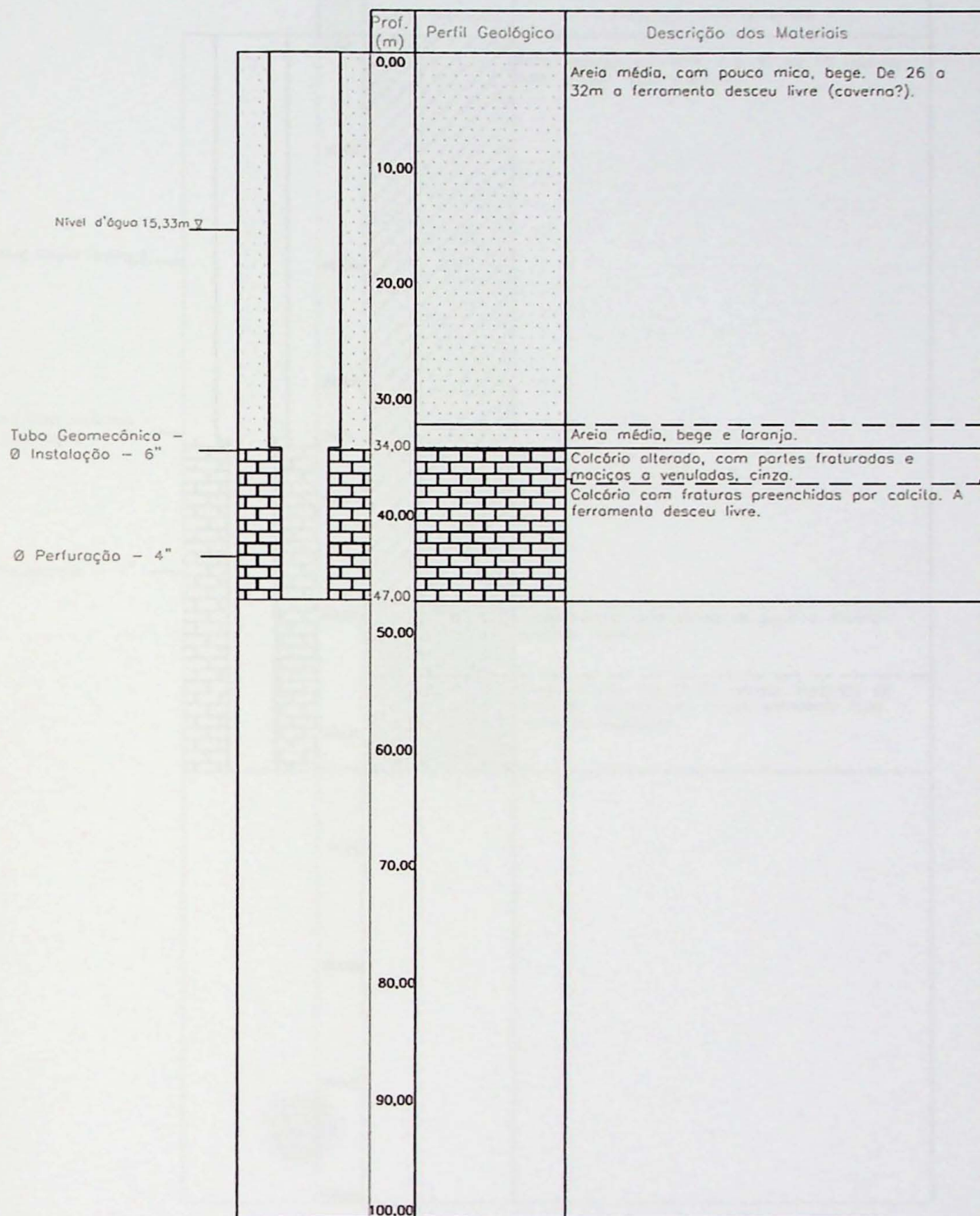
Tubo Geomecânico -
Ø Instalação - 6"

Nível d'água 10,00m

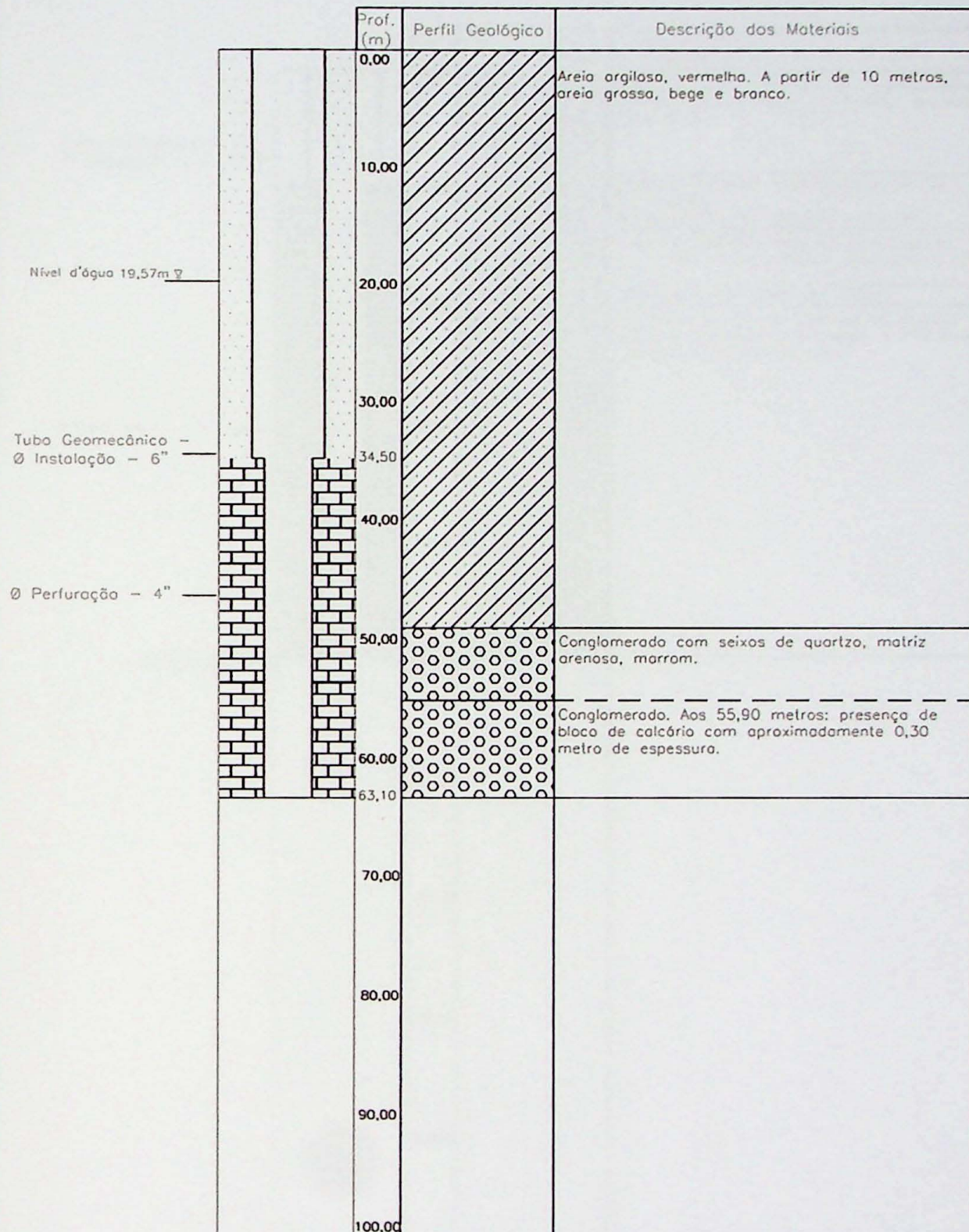
Ø Perfuração - 4"



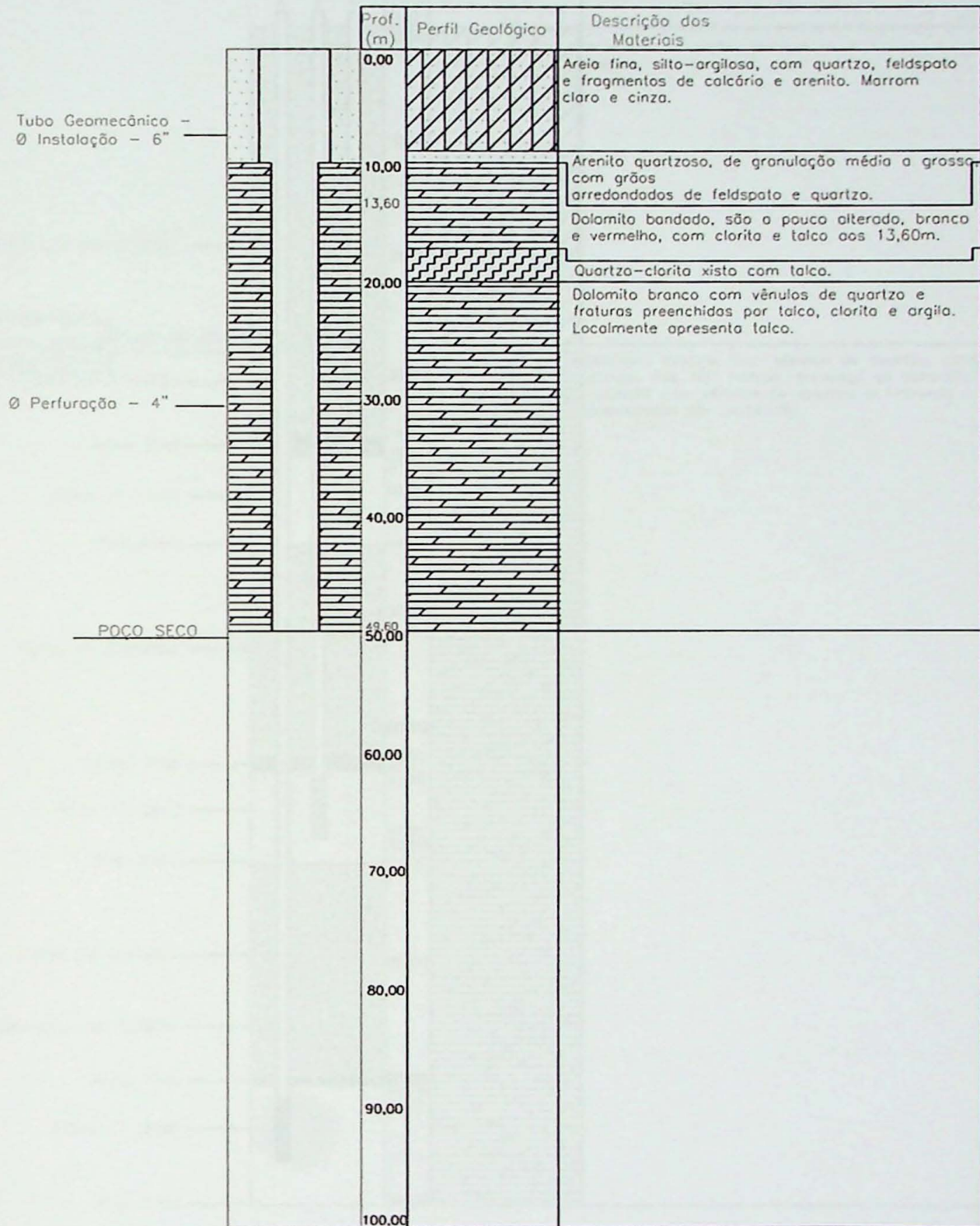
SR-06

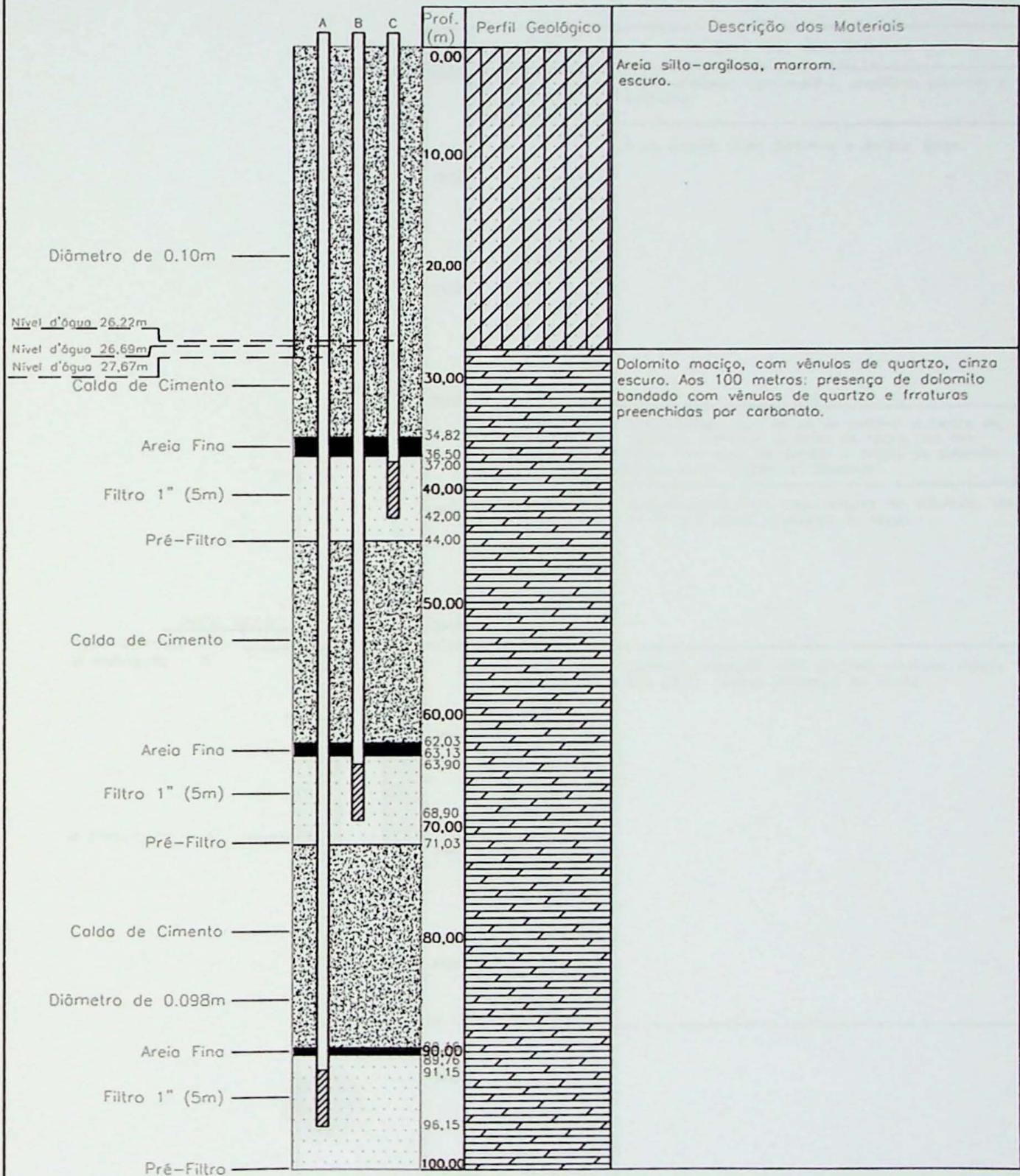


SR-07

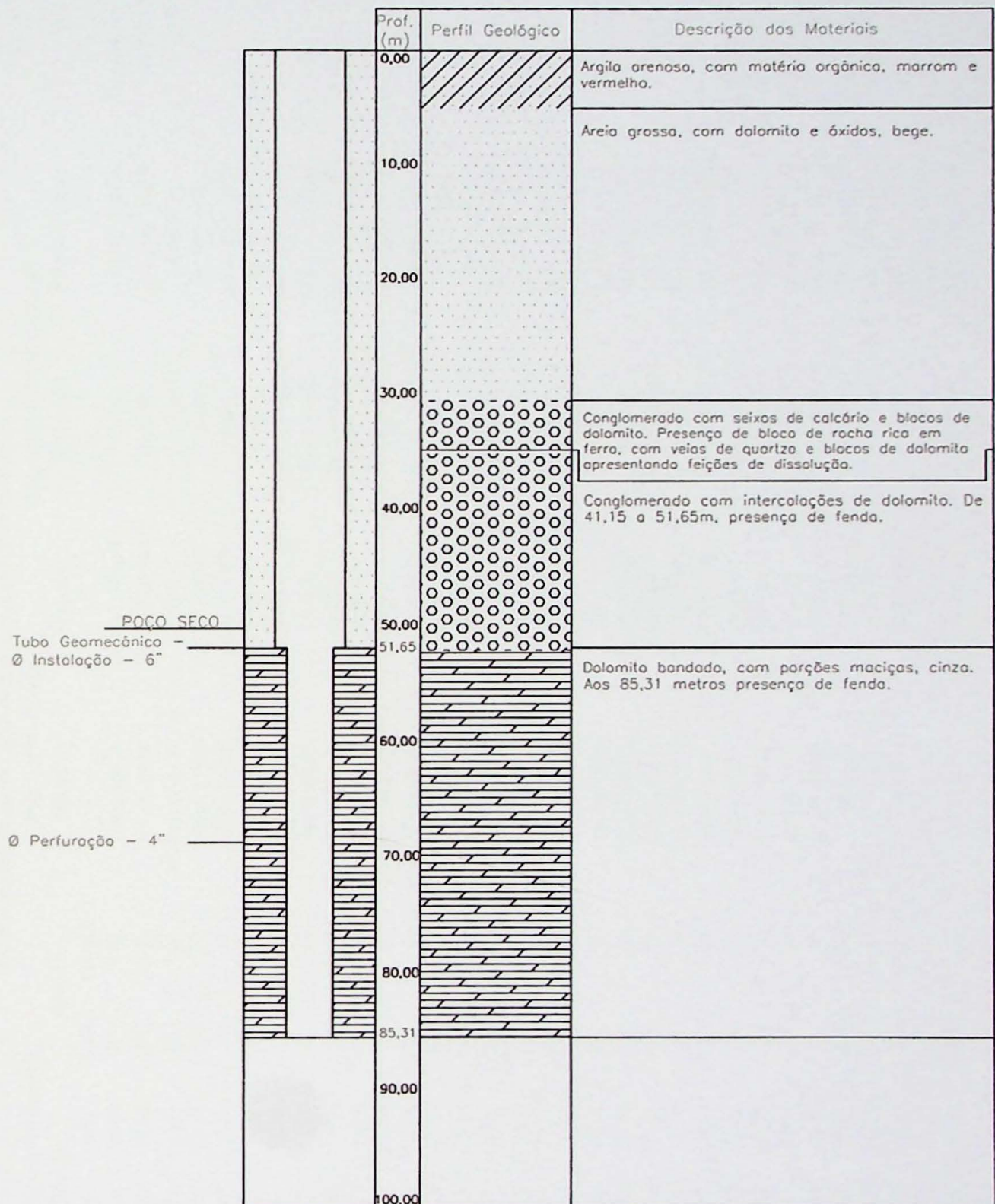


SR-08





SR-10



Anexo 3. Fichas de Descrição das Fraturas

Planilha de Descrição de Fraturas em Testemunhos de Sondagem

Local/Projeto: Votorantim-Itapeva				Sondagem: SR-01		Orientação: 0°-90° (vertical)		Obs.		
Orientou à (m):		Prof.(m)		Atitude		Estado	Oxidação	Superfície	Preenchimento	
		de:	até:	Rumo	Mergulho					
11,40		10,55	10,59	300	42	pouco aberta	Fresca a oxidada	rugosa	carbonato e argila	Ox Fe=Óxido de Ferro Carb=carbonato Arg=argila
		10,62	10,65	307	38	pouco aberta	Fresca a oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe	
		11,09	11,13	270	28	selada a pouco aberta	fresca	pouco rugosa	carbonato	
		11,20	11,22	305	23	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.	
		11,25	11,29	260	30	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carb., arg., Ox Fe	
		11,33	11,36	65	38	pouco aberta	oxidada	irregular	Ox Fe + carb.	
		11,43	11,46	67	30	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carbonato e argila	
		11,57	11,59	42	26	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe	
		11,59	11,61	43	30	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe	
		11,67	11,70	45	30	aberta	oxidada	bastante rugosa	carb., arg., Ox Fe	
21,50		11,80	11,86	225	54	pouco aberta	oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	fratura extensa que muda suavemente a atitude
		11,80	11,86	52	30	pouco aberta	oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	
		20,77	21,10	242	62	pouco aberta	oxidada	rugosa/irregular	Ox Fe + carb.	
		21,17	21,26	285	80	pouco aberta	oxidada	rugosa/irregular	Ox Fe + carb.	
		21,80	22,70	315	83	pouco aberta	oxidada	rugosa/irregular	carb., arg., Ox Fe	
		34,43	34,45	115	30	pouco aberta	oxidada	rugosa	carb., arg., Ox Fe	
		34,48	34,50	135	33	pouco aberta	oxidada	rugosa	carb., arg., Ox Fe	
		34,63	34,65	150	27	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe	
		34,74	34,76	230	30	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe	
		34,85	34,88	105	35	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe	
35,70		34,90	34,93	130	40	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe	Intersecção entre duas fraturas N60E/06NE
		35,00	35,02	85	31	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,15	35,17	95	15	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,23	35,26	111	29	pouco aberta	oxidada	bastante irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,33	35,36	160	16	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,40	35,41	130	20	pouco aberta	oxidada	multo irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,54	35,56	140	19	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,54	35,56	325	24	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,69	35,71	120	27	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,86	35,87	75	12	pouco aberta	oxidada	multo irregular	carb., arg., Ox Fe	
		35,90	35,95	80	30	pouco aberta	fresca	irregular	carb., arg., Ox Fe	
		36,14		290	10	pouco aberta	fresca	irregular	carb., arg., Ox Fe	

37,75	36,97		45	15	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
	37,10	37,11	20	14	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb., Ox Fe
	37,52	37,55	80	27	pouco aberta	fresca	pouco irregular	carbonato
	37,67		0	10	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
	37,75		0	10	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
	37,83		42	10	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	37,85	37,87	110	30	pouco aberta	oxidada	rugosa	carb., arg., Ox Fe
	38,20	38,21	110	20	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato e argilla
	38,35	38,37	75	26	pouco aberta	oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.
	38,45	38,47	50	22	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
43,95	38,55	38,57	75	34	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
	43,95		10	12	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
	44,03		260	6	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
	44,24	44,27	120	32	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
	44,38		10	5	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
	44,45		311	20	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
	44,51		325	25	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
	44,66		0	0	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
	51,20	51,22	125	25	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	51,76	51,78	150	14	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	Ox Fe + carb.
51,20	51,96		215	6	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	Ox Fe + carb.
	51,99	52,00	115	22	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	Ox Fe + carb.
	52,10		180	2	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	Ox Fe + carb.
	52,15	52,16	105	25	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	52,24	52,26	155	15	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	52,30	52,31	130	27	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	52,39	52,50	286	58	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	52,44	52,47	140	35	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	52,55		0	0	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	52,64	52,66	146	30	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	52,72	52,74	170	28	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	53,03		330	5	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	carb., arg., Ox Fe
	53,09		155	9	pouco aberta	oxidada	pouco irregular	Ox Fe + carb.
	53,30	53,32	185	30	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	Ox Fe + carb.
	56,25	56,28	145	21	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
	56,30	56,31	200	28	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	carb. +/- Ox. Fe

56,33	268	28	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	carb. +/- Ox. Fe
56,38	180	50	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	carb. +/- Ox. Fe
56,50	158	7	pouco aberta	oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
56,63	182	54	selada	fresca	lisa	
56,68	183	48	selada	fresca	lisa	
56,74	188	32	selada	fresca	estriada	
56,89	214	84	selada	fresca	lisa	
56,98	108	31	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
57,03	180	32	selada	fresca	rugosa	pouco carb.
57,06	190	39	selada	fresca	rugosa	pouco carb.
57,12	134	67	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
57,30	150	58	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
57,35	168	22	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
57,45	212	36	selada	fresca	irregular	Ox Fe + carb.
60,90	255	38	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato
61,08	285	40	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato
61,19	260	65	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
61,30	276	31	pouco aberta	oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.
61,33	130	28	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
61,39	90	22	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
61,43	110	25	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carb. +/- Ox. Fe
61,57	270	20	pouco aberta	pouco oxidada	estriada	carb. +/- Ox. Fe
61,74	245	22	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
61,83	273	55	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
61,90	269	70	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
62,06	270	32	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
62,27	210	22	pouco aberta	oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
62,41	272	24	selada	fresca	irregular	
62,80	95	subvert.	pouco aberta	fresca	multo irregular	Estrias: 260/30
62,93	115	37	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	95/subvertical
63,03	298	30	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
74,05	350	57	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
74,17	335	23	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
74,22	319	16	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
74,31	330	36	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
74,34	345	39	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.

62,45

Estrias: 65/05 // 270/20

75,05

74,42	74,45	128	43	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.
74,50	74,55	340	63	pouco aberta	pouco oxidada	estriada	Ox Fe + carb.
74,87	74,91	354	49	selada	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
75,00	75,05	350	48	selada	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
75,20	75,23	344	32	selada	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
75,30	75,32	220	29	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	carb. +/- Ox. Fe
75,49	75,51	328	28	pouco aberta	oxidada	irregular	Arg., Ox. Fe
75,58	75,61	342	42	pouco aberta	oxidada	rugosa	Arg., Ox. Fe
75,65	75,67	114	23	pouco aberta	oxidada	rugosa	carb., arg., Ox Fe
75,68	75,71	10	46	pouco aberta	oxidada	irregular	carb., arg., Ox Fe
75,80	75,82	130	26	pouco aberta	oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
76,20	76,24	100	53	pouco aberta	oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
82,35	82,38	250	30	selada	fresca	rugosa	
82,62	82,65	318	31	selada	fresca	irregular	
82,72	82,74	38	21	selada	fresca	irregular	
82,88	82,94	142	57	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
83,00	83,01	320	18	selada	fresca	irregular	
83,45		210	5	pouco aberta	oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
83,47		180	4	pouco aberta	oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
85,17	85,18	172	29	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato
85,30	85,36	285	60	selada		irregular	carbonato
85,75	85,77	144	28	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	Ox Fe + carb.
86,64	86,66	190	22	pouco aberta	fresca	estriada	carbonato
87,37	87,39	26	27	selada	fresca	rugosa	
87,98	87,99	20	30	selada	fresca	rugosa	
93,38	93,41	7	35	selada	fresca	lisa	
93,44	93,46	10	32	selada	fresca	lisa	
93,97	94,01	6	40	selada	fresca	irregular	
94,09	94,14	142	55	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato
94,25	94,37	180	77	selada	fresca	irregular	carbonato
94,73	94,74	56	8	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato
94,80	94,93	184	63	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato

Estrias: 196/22

82,20

93,30

Planilha de Descrição de Fraturas em Testemunhos de Sondagem									
Local/Projeto: Votorantim-Itapeva					Orientação: 60°-75° (Inclinado) Data: 09/04/2006				
Orientou à (m):					Sondagem: SR-02				
de:	até:	Atitude		Estado	Oxidação	Superfície	Preenchimento	Obs.	
		Rumo	Mergulho						
25,35	25,35	235	33	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	Ox Fe=Óxido de Ferro Carb=carbonato Arg=argila lim=limonita qtz=quartzo	
	25,56	120	44	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.		
	25,64	280	32	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.		
	25,78	100	43	selada	fresca	lisa a pouco rugosa	carbonato		
	25,91	94	36	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.		
	25,99	80	44	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.		
	26,13	260	65	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato		
	28,54	106	56	aberta	fresca	lisa	carbonato		
	28,66	40	28	aberta	fresca	rugosa a Irregular	lim., carb.		
	28,81	75	20	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.		
29,00	28,87	29,00	21	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.		
	29,00	85	21	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.		
	29,04	80	28	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.		
	29,10	95	8	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa a Irregular	qtz, carb.		
	29,04	280	68	selada	fresca	lisa a Irregular	carbonato		
	29,10	355	68	selada	pouco oxidada	rugosa a Irregular	qtz, carb.		
	29,38	82	39	selada	fresca	lisa a rugosa	lim., carb.		
	29,50	284	72	aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	lim., carb.		
	29,58	110	38	aberta	pouco oxidada	lisa a Irregular	carbonato		
	29,70	265	75	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.		
32,25	29,85	130	46	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.		
	29,86	310	30	selada	pouco oxidada	rugosa	carbonato		
	29,87	88	62	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato		
	30,00				Quebra mecânica				
	30,20	210	20	aberta	fresca	rugosa	Ox Fe + carb.		
	30,32	130	49	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.		
	30,50	212	36	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.		
	30,60	275	23	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.		
	30,66	274	22	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.		
	30,95	335	53	selada	fresca	rugosa	carbonato		
	31,17	290	71	selada	fresca	rugosa	carbonato		
	31,33	320	26	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato		
	31,43	330	50	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato		
	31,54	270	53	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato		
	31,65	95	42	selada	fresca	rugosa	carbonato		
	31,95	90	47	selada	fresca	rugosa	carbonato		
	32,02	310	51	pouco aberta	fresca	Irregular	carbonato		
	32,13	90	55	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato		
	32,02	32,13	58	selada	fresca	rugosa	carbonato		
	32,13	32,25	60	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.		
	32,25	86							

So=N25/70

32,56	32,76	285	67	aberta	oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.	
32,76	32,80	93	65	aberta	oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.	
32,76	32,80	270	65	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.	
32,80	32,96	190	35	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.	
32,96	33,10	98	58	aberta	fresca	lisa	carbonato	
32,97	33,11	130	57	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
33,10	33,27	302	67	aberta	oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.	
33,27	33,30	220	56	selada	fresca	rugosa	carbonato	
35,18	35,27	28	29	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
35,18	35,27	65	23	selada	fresca	rugosa	carbonato	
35,27	35,47	228	40	pouco aberta	fresca	rugosa a irregular	carbonato	So=N80/30
35,47	35,66	345	42	aberta	fresca	rugosa	carb., pouca limonita	
35,47	35,66	164	35	aberta	pouco oxidada	rugosa a irregular	carbonato	
35,66	35,79	130	41	selada	fresca	rugosa a irregular	carbonato	So=N120/75
35,66	35,79	135	29	selada	fresca	rugosa a irregular	carbonato	So=N300/68
35,79	35,87				Quebra mecânica			
35,87	35,96				Quebra mecânica			
35,96	36,05	165	44	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	
36,05	36,20	245	53	aberta	pouco oxidada	rugosa a irregular	carb., qtz., lim.	
36,20	36,29	155	20	aberta	pouco oxidada	rugosa a irregular	carb., qtz., lim.	
36,29	36,55	2	25	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
36,55	36,63	185	21	aberta	pouco oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.	
36,63	36,78	354	65	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
36,63	36,78	120	19	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
36,78	36,90	348	53	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
36,90	36,98	148	23	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	
36,90	36,98	2	47	selada	fresca	lisa	limonita	
36,98	37,08	360	37	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	
37,08	37,14	165	31	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
37,14	37,26	130	28	aberta	fresca	rugosa a irregular	carbonato	
37,26	37,35	72	14	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.	
37,35	37,43	98	26	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	
37,43	37,60	356	28	aberta	fresca	rugosa a irregular	carbonato	
37,60	37,80				Quebra mecânica			
37,80	37,96	316	68	selada	fresca	rugosa a irregular	carbonato	
37,96	38,07	298	41	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato	
37,97	38,08	105	30	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
37,98	38,09	150	76	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
38,07	38,20	175	72	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
43,85	44,07				Quebra mecânica			
44,07	44,25	78	66	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
44,25	44,50				Quebra mecânica			
44,50	44,80				Quebra mecânica			

37,60

45,40

51,51	44,80	45,00	355	48	aberta	pouco oxidada	rugosa	qtz, carb.
	45,00	45,08	120	52	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.
	45,08	45,28	315	40	aberta	multo pouco oxidada	estriada	carbonato
	45,28	45,40	310	34	aberta	oxidada	estriada	lim., carb.
	45,40	45,58	295	34	aberta	oxidada	estriada	lim., carb.
	45,58	45,67	90	30	aberta	oxidada	multo rugosa	lim., carb.
	45,67	45,82	115	48	aberta	oxidada	pouco rugosa	lim., carb.
	45,82	45,95	315	50	pouco aberta	fresca	pouco rugosa	lim., carb.
	45,95	46,19	25	24	pouco aberta	pouco oxidada	pouco rugosa	lim., carb.
	46,19	46,27	80	60	aberta	oxidada	pouco rugosa	lim., carb.
	46,27	46,31	140	50	aberta	oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
	46,31	46,34	70	60	aberta	oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
	46,34	46,42		60		Quebra mecânica		
	46,42	46,47	90	60	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
	46,47	46,54	150	28	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
	46,54	46,66				Quebra mecânica		
	46,66	46,95	75	42	pouco aberta	multo pouco oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
	46,95	47,17				Quebra mecânica		
	47,17	47,43				Quebra mecânica		
	58,70	47,43	47,63				Quebra mecânica	
47,63		47,65	80	50	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato
47,65		47,75				Quebra mecânica		
47,75		47,81	65	54	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.
47,81		47,94	50	46	aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	carbonato
47,94		48,42				Quebra mecânica		
48,42		48,50	230	48	aberta	fresca	rugosa	carbonato
51,03		51,12				Quebra mecânica		
51,12		51,21	180	60	aberta	multo pouco oxidada	rugosa	lim., carb.
51,21		51,35	170	46	aberta	multo pouco oxidada	irregular	lim., carb.
51,35		51,51				Quebra mecânica		
51,51		51,65	65	15	aberta	pouco oxidada	irregular	carbonato
51,65		51,81				Quebra mecânica		
51,81		52,07	110	26	aberta	pouco oxidada	irregular	lim., carb.
52,07		52,23				Quebra mecânica		
52,23		52,35	50	54	aberta	multo oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
52,35		52,49	285	80	aberta	multo oxidada	rugosa	lim., carb.
52,49		52,54	75	58	pouco aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
52,54		52,68	275	62	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
52,68		52,89	285	80	multo aberta	multo oxidada	multo rugosa	carbonato
52,89	52,95	90	56	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
52,95	53,20	150	30	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato	
53,20	53,48	140	36	aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.	
55,65	55,71	0	40	pouco aberta	multo pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.	

55,81	70	30	pouco aberta	oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.
55,81				Quebra mecânica		
56,10				Quebra mecânica		
56,38	230	30	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
56,55	230	35	pouco aberta	pouco oxidada	lisa	lim., carb.
56,74	240	48	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato
56,86	345	55	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato
57,06	315	38	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.
57,15	140	60	pouco aberta	fresca	estriada	carbonato
57,44						
57,62						
57,89						
58,24						
58,44						
58,70						
58,98						
59,32	305	22	pouco aberta	pouco oxidada	estriada	lim., carb.
59,58	300	28	pouco aberta	Quebra mecânica		
59,77	270	40	pouco aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
66,10	85	155	pouco aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
66,35	0	46	aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.
66,41	265	18	pouco aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.
66,48	145	32	pouco aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.
66,63	15	78	pouco aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.
66,78				oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
66,92				Quebra mecânica		
67,10	140	12	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
67,25				Quebra mecânica		
67,54	345	50	aberta	fresca	rugosa	carbonato
67,66	170	10	aberta	pouco oxidada	estriada	lim., carb.
67,91	170	40	pouco aberta	fresca	rugosa a irregular	carbonato
67,98	165	30	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
68,05	170	30	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
68,22	240	20	pouco aberta	pouco oxidada	irregular	lim., carb.
68,33				Quebra mecânica		
68,50	340	38	aberta	oxidada	irregular	lim., carb.
68,63	190	30	aberta	oxidada	irregular	lim., carb.
68,75	125	58	pouco aberta	oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
69,09				Quebra mecânica		
69,21	300	34	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.
69,44						
69,57						
69,78						
70,01						
74,60	310	42	muito pouco aberta	pouco fresca	lisa	lim., carb.
74,66						

74,66	74,89	65	30	pouco aberta	oxidada	rugosa a lisa	lim., carb.
74,89	74,95				Quebra mecânica		
74,95	75,06	250	16	pouco aberta	oxidada	irregular	lim., carb.
75,56	76,23	105	58	aberta	muito oxidada	rugosa	lim., carb.
75,85	75,88	95	32	pouco aberta	muito pouco oxidada	lisa a rugosa	carbonato
75,88	75,94				Quebra mecânica		
75,94	75,96	125	58	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
76,23	76,51						
76,51	76,67				Quebra mecânica		
76,67	76,84						
76,84	77,07						
77,07	77,19	115	46	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
77,19	77,32						
77,32	77,52				Quebra mecânica		
77,52	77,67						
77,67	77,75						
77,75	77,93						
77,93	78,11	80	80	pouco aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
78,11	78,15	250	85	pouco aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
78,15	78,27	75	75	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
78,27	78,48	90	65	pouco aberta	muito oxidada	muito rugosa	lim., carb.
78,48	78,57				Quebra mecânica		
78,57	78,64	80	85	pouco aberta	muito oxidada	muito rugosa	lim., carb.
78,64	78,68				Quebra mecânica		
78,68	78,74	315	42	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
78,74	78,80	105	24	aberta	muito oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
83,53	83,67	300	25	aberta	pouco oxidada	irregular	carbonato
83,67	83,80				Quebra mecânica		
83,80	84,04	70	20	aberta	pouco oxidada	irregular	lim., carb.
84,04	84,30				Quebra mecânica		
84,30	84,42	165	20	aberta	muito oxidada	rugosa	lim., carb.
84,42	84,65	360	20	aberta	oxidada	irregular	lim., carb.
84,65	84,78	255	14	aberta	muito oxidada	muito rugosa	lim., carb.
84,78	84,86	300	16	aberta	oxidada	rugosa a irregular	lim., carb.
84,98	85,25				Quebra mecânica		
85,25	85,29	245	24	aberta	muito oxidada	muito rugosa	lim., carb.
85,29	85,40	300	26	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.
85,40	85,63	25	16	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.

77,75

85,40

Planilha de Descrição de Fraturas em Testemunhos de Sondagem

Local/Projeto: Votorantim-Itapeva Sondagem: SR-05 Orientação: 90° Data: 14/03/2006

Orientou à (m):	Prof.(m)	Atitude	Estado	Oxidação	Superfície	Preenchimento	Obs.
	até 11,44m	260/35	aberta	fresca	irregular	carbonato	
		260/14	aberta	fresca	irregular	carbonato	
		300/22	aberta	oxidada	irregular	limonita	multa chuva
		330/18	aberta	oxidada	irregular	limonita	
	19.28	238/51	aberta	fresca	irregular, rugosa	carb. e limonita	
	19.38	224/57	aberta	oxidada	irregular, rugosa	carb. e limonita	
	19.6	256/52	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb. e argila	
	19.77	244/26	aberta	oxidada	rugosa	carb. e limonita	
	20.13	QUEBRA MECÂN.		fresca	-	-	
	20.45	35/25	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
	20.55	244/20	aberta	pouco oxidada	irregular, rugosa	carbonato	
	20.62	252/37	aberta	oxidada	irregular	carbonato+óxidos	
	20.71	310/24	aberta	oxidada	rugosa	carbonato+óxidos	
	20.8	315/08	aberta	oxidada	irregular, rugosa	carbonato+óxidos	
	20.88	82/18	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato+óxidos	
	20.94	232/27	aberta	pouco oxidada	irregular, rugosa	carbonato	
	20.98	128/36	aberta	oxidada	rugosa	carb. e limonita	
	21.13	40/26	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb. e limonita	
21.12	21.12	342/22	aberta	pouco oxidada	lisa, rugosa (partes)	carbonato	alterada
	21.26	18/25	aberta	oxidada	lisa	carbonatos+óxidos	
	21.41	330/13	aberta	fresca	lisa	carbonatos	
	21.48	QUEBRA MECÂN.		fresca	-	-	
	21.84	238/45	aberta	oxidada	lisa/pouco rugosa	carbonatos+óxidos	
	22.18	356/12	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonatos+óxidos	
	22.28	35/22	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonatos+óxidos	
	22.28	46/21	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonatos+óxidos	
	22.42	224/29	aberta	fresca	lisa	carb. e limonita	
25.4	25.4	62/51	aberta	fresca	rugosa/irregular	carb. e limonita	
		QUEBRA MECÂN.		-	-	-	
	25.68	318/26	aberta	fresca	rugosa	carb. e limonita	
		98/31	aberta	fresca	rugosa/irregular	carb. e limonita	

25.86	26.54	334/47	aberta	fresca	rugosa/irregular	carb. e limonita
26.54	26.75	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
26.75	27.55	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
27.55	27.55	285/31	aberta	pouco oxidada	lisa/rugosa	carb. e limonita
27.55	27.97	72/58	aberta	pouco oxidada	lisa	carb. e limonita
27.97	28.18	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
28.18	28.3	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
28.3	28.48	55/54	aberta	pouco oxidada	lisa/rugosa	carb. e limonita
28.48	28.57	252/22	aberta	pouco oxidada	rugosa/irregular	carb. e limonita
28.57	28.74	54/54	aberta	pouco oxidada	rugosa/irregular	carb. e limonita
28.74	28.98	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
28.98	29.05	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
29.05	29.27	195/04	aberta	oxidada	rugosa	carb. e limonita
29.27	29.44	321/20	aberta	oxidada	rugosa	carb. e limonita
29.76	29.85	115/38	aberta	fresca	rugosa	carbonato
29.85	29.95	320/29	aberta	pouco oxidada	rugosa/irregular	limonita
29.95	30.15	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
30.15	30.35	265/57	aberta	fresca	irregular	carb. e limonita
30.35	30.47	125/20	aberta	fresca	rugosa/irregular	carb. e limonita
30.47	30.52	140/22	aberta	pouco oxidado	irregular/rugosa	carb. e limonita
		134/44	aberta	pouco oxidado	irregular	carb, arg. e limonita
30.52	31.04	14/28	pouco aberta	pouco oxidada	lisa	carb. e limonita
		85/65	selada	-	-	-
31.04	31.44	65/59	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	limonita
		300/32	aberta	fresca	rugosa	carb. e limonita
		120/80	selada	fresca	rugosa	carb. e limonita
31.5	31.5	265/43	fechada			
31.81	31.98	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
31.98	32.05	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
32.05	32.63	100/19 ?	fechada	fresca	rugosa	carb.
32.63	32.92	QUEBRA MECÂN.		pouco oxidada	-	-
32.92	33	184/21	aberta	pouco oxidada	lisa	carb.
33	33.37	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
33.37	33.48	154/45	aberta	oxidada	rugosa	carb e argila ?
33.48	33.66	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
33.66	33.81	QUEBRA MECÂN.		-	-	-

31.2	33.81	33.85	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	35.55		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	35.75		185/64 aberta	fresca		rugosa		carbonato	
	35.08		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	36.08		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	36.1		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	36.13		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	36.31		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	36.56		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	36.68		QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	36.8	37.04	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	37.04	37.33	128/41 aberta	pouco oxidada		pouco rugosa		limonita, carbonato	
	37.33	37.35	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	37.35	37.5	152/50 aberta	pouco oxidada		lisa		carbonato	
	37.5	37.58	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	37.58	37.7	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-	-	-
	37.7	37.88	142/30 aberta	fresca		pouco rugosa		limonita, carbonato	
	37.88	38.03	134/63 aberta	fresca		pouco rugosa		carbonato	
			200/59 aberta	fresca		pouco rugosa		limonita	
	38.11		142/50 aberta	pouco oxidada		rugosa		carbonato	
	38.11	38.18	255/32 aberta	pouco oxidada		rugosa a irregular		carbonato/limonita	
	38.18	38.33	190/62 aberta	pouco oxidada		rugosa a irregular		carbonato/limonita	
	38.33	38.48	300/64 aberta	pouco oxidada		rugosa		carbonato/limonita	
	38.48	38.65	QUEBRA MECÂN.			sub horizontal			
	38.65	38.7	145/48 aberta	pouco oxidada		lisa a pouco rugosa		carbonato/limonita	
	38.7	38.77	QUEBRA MECÂN.			irregular, sub horizontal			
	38.77	38.83	140/42 aberta	oxidada		lisa		carbonato	
	38.83	38.91	200/46 aberta	oxidada		estriada		carbonato	
	38.91	39	205/58 aberta	oxidada		estriada		carbonato	
	39	39.15	QUEBRA MECÂN.			irregular a rugosa, sub horizontal			
	39.15	39.25	QUEBRA MECÂN.			irregular a rugosa, sub horizontal			
	39.25	39.29	212/54 aberta	fresca		lisa		carbonato	
	39.29	39.32	QUEBRA MECÂN.			irregular			
	39.32	39.4	90/28 aberta	fresca		irregular		-	
	39.4	39.42	210/65 muito aberta	muito oxidada		irregular		carbonato/limonita	
	39.42	39.9	210/68 aberta	oxidada		irregular		carbonato	

Quebras associadas à S07??

39.9	40.1	215/65	pouco aberta	pouco oxidada	pouco irregular	carbonato
40.1	40.21	QUEBRA MECÂN.				
40.21	40.3	305/78	muito aberta	muito oxidada	irregular	argila/limonita
		310/80	muito aberta	muito oxidada	irregular	carbonato
40.3	40.45	130/50	aberta	fresca	lisa	carbonato
40.45	40.67	45/28	aberta	oxidada	pouco rugosa	limonita
40.67	40.83	QUEBRA MECÂN.				
40.83	40.88	QUEBRA MECÂN.				
40.88	41.12	205/20	aberta	oxidada	irregular	limonita
41.12	41.15	265/50	aberta	pouco oxidada	rugosa	limonita
41.15	41.45	5°/8°	aberta	oxidada	irregular a rugosa	limonita
41.45	41.61	QUEBRA MECÂN.				
41.61	41.94	QUEBRA MECÂN.				
41.94	42.2	QUEBRA MECÂN.				
42.2	42.25	QUEBRA MECÂN.				
42.25	42.39	QUEBRA MECÂN.				
42.39	42.52	QUEBRA MECÂN.				
42.52	42.75	QUEBRA MECÂN.				
42.75	42.93	QUEBRA MECÂN.				
42.93	42.95	QUEBRA MECÂN.				
42.95	43.2	QUEBRA MECÂN.				
43.2	43.34	QUEBRA MECÂN.				
43.34	43.77	312/59	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato
43.77	43.95	QUEBRA MECÂN.				
43.95	44.07	286/42	aberta	pouco oxidada	rugosa/lisa	carb
44.07	44.15	304/53	selada	pouco oxidada	rugosa	carb, limonita
44.15	44.22	280/55	selada	pouco oxidada	rugosa	carb
44.22	44.34	295/58	selada	fresca	irregular	carb
44.34	44.4	45/30	selada	pouco oxidada	rugosa/irregular	carb, limonita
44.4	44.73	48/40	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb, limonita
44.73	45.06	40/68	selada	fresca	rugosa	carb, limonita
45.06	45.18	312/26	selada	fresca	irregular	carb
45.18	45.4	148/46	selada	fresca	lisa/pouco rugosa	carb
45.4	45.62	318/48	selada	fresca	rugosa	carb
		335/32	selada	fresca	rugosa	carb
45.62	45.95	105/38	selada	fresca	rugosa	carb

45.95	46.17	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	carb, limonita
46.17	46.4	224/49	aberta	pouco oxidada	irregular	carb, limonita
46.4	46.66	230/47	aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	carb, limonita
46.66	46.84	217/40	aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	carb, limonita
46.84	46.94	230/50	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb, limonita
46.94	47.09	284/51	aberta	fresca	lisa/pouco rugosa	carbonato
47.09	47.2	228/44	aberta	pouco oxidada	lisa/pouco rugosa	carb, limonita
47.2	47.35	215/44	aberta	pouco oxidada	lisa/pouco rugosa	carb, limonita
47.35	47.55	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-
47.55	47.73	205/43	aberta	pouco oxidada	lisa/pouco rugosa	carb, limonita
47.73	47.83	206/42	aberta	pouco oxidada	lisa/pouco rugosa	carb, limonita
47.83	48.05	210/41	pouco aberta	fresca	rugosa	carb, limonita
48.05	48.15	208/43	aberta	fresca	lisa	carb, limonita
48.15	48.4	34/45	pouco aberta	fresca	rugosa	carb, limonita
48.4	48.6	237/31	selada	pouco oxidada	rugosa	carb, limonita
48.6	48.75	297/20	selada	fresca	rugosa	carbonato
48.75	48.9	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-
48.9	49.25	272//30	selada	fresca	irregular	carbonato
49.25	49.38	274/32	selada	pouco oxidada	rugosa/irregular	carbonato
49.38	49.6	279/45	aberta	oxidada	rugosa	carb, limonita
49.6	49.68	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-
49.68	49.72	210/60	fechada	fresca	rugosa	carb, limonita
49.72	49.82	202/23	fechada	fresca	irregular	carb, limonita
49.82	49.98	275/58	aberta	fresca	rugosa	carb, limonita
49.98	50.18	23/50	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb, limonita
50.18	50.43	88/56	aberta	pouco oxidada	lisa	carb, limonita
50.43	50.58	330/142	fechada	fresca	rugosa	carb, limonita
50.58	50.7	95/84	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb, limonita
50.7	70.35	116/44	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb, limonita
70.35	70.53	24/47	selada	fresca	rugosa/irregular	carb, limonita
70.53	70.69	96/48	selada	fresca	lisa/pouco rugosa	carbonato
70.69	71.2	QUEBRA MECÂN.	-	-	-	-
71.2	71.35	180/55	selada	fresca	lisa/pouco rugosa	carbonato
71.35	71.5	28/51	pouco aberta	pouco oxidada	lisa/pouco rugosa	carbonato
71.5	71.6	355/21	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
71.6		92/49	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato

205/33 sup. Irregular

77.46	77.53	260/58	aberta	fresca	rugosa	carbonato
77.53	77.72	315/34	pouco aberta			
77.72	77.95	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
77.95	78.03	40/65	aberta	pouco oxidada	irregular	limonita/ carbonato
78.03	78.17	215/56	aberta	oxidada	rugosa	limonita/ carbonato
78.17	78.23	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
78.23	78.32	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
78.32	78.54	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
78.54	78.62	320/50	aberta	muito oxidada	muito rugosa	carbonato
78.62	78.72	350/48	aberta	pouco oxidada	rugosa a lisa	limonita/ carbonato
78.72	78.89	350/54	aberta	fresca	rugosa	carbonato
78.89	79.04	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
79.05	80.75	TRECHO SEM ORIENTAÇÃO				
80.75	80.86	275/42	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
80.86	81.04	250/44	pouco aberta	fresca	???	???
81.04	81.49	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
81.49	81.86	50/sub. Vert.	selada	fresca	rugosa	carbonato
81.86	82.3	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
82.3	82.47	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
82.47	82.57	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
82.57	82.85	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
82.85	83.26	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
83.26	83.43	10°/12°	aberta	pouco oxidada	rugosa a irregular	carbonato/limonita
83.43	83.76	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
83.76	83.9	240/40	selada	fresca	irregular	carbonato
83.9	84.2	210/28	selada	fresca	irregular	carbonato
84.2	84.45	90/36	pouco aberta	fresca	rugosa/irregular	carbonato
84.45	91.95	TRECHO SEM ORIENTAÇÃO				
91.95	92.07	50/20	pouco aberta	mto pouco oxidada	rugosa	limonita/carbonato
92.07	92.14	55/30	aberta	fresca	rugosa	carbonato
92.14	92.23	40/22	aberta	oxidada	rugosa	limonita/carbonato
92.23	92.25	70/32	muito pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
92.25	92.31	90/32	o pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato
92.31	92.37	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
92.38	92.45	76/27	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa/irregular	carbonato
92.45	92.56	62/26	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato

92.56	92.7	58/22	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
92.7	92.77	60/24	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
92.77	92.93	55/10	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
92.93	93.02	22/26	pouco aberta	pouco oxidada	estriada	carbonato
93.02	93.15	114/44	pouco aberta	pouco oxidada	estriada	carbonato
93.15	93.26	330/33	pouco aberta	fresca	rugosa/irregular	carbonato
93.26	93.35	324/40	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
93.35	93.5	330/49	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato
		315/43	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato
93.5	93.95	330/20	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa/ irregular	limonita/carbonato
		310/44	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	limonita/carbonato
93.95	94.1	295/46	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa/ irregular	limonita/carbonato
94.1	94.25	315/48	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
94.25	94.41	108/40	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
94.41	94.62	12°/39°	aberta	pouco oxidada	rugosa/ irregular	carbonato
94.62	94.72	325/42	aberta	pouco oxidada	estriada	carbonato
94.72	94.82	70/23	pouco aberta	fresca	estriada	carbonato
94.84	94.9	30/20	pouco aberta	fresca	estriada	carbonato
94.9	95.1	315/15	pouco aberta	pouco oxidado	irregular	carbonato
95.1	95.31	310/48	fechada	fresca	lisa/pouco rugosa	carbonato
95.31	95.45	250/54	aberta	oxidada	rugosa	argila/carbonato
95.45	95.57	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
95.57	95.77	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
95.77	95.9	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
95.9	95.93	QUEBRA MECÂN.		-	-	-
95.93	95.95	QUEBRA MECÂN.		-	-	-

Planilha de Descrição de Fraturas em Testemunhos de Sondagem									
Local/Projeto: Votorantim-Itapeva			Sondagem: SR-06		Orientação: 0°-90° (vertical)		Data: 11/02/2006		
Orientou à (m):			Estado		Oxidação		Preenchimento		
Prof.(m)		Atitude		Estado	Oxidação	Superfície	Preenchimento	Obs.	
de:	até:	Rumo	Mergulho						
36,70	36,43	36,55	80	50	aberta	oxidada	carb., arg., Ox Fe	Ox Fe=Óxido de Ferro Carb=carbonato Arg=argila lim=limonita qtz=quartzo	
	36,55	36,70	66	15	selada	fresca			
	36,70	36,90	165	30	pouco aberta	pouco oxidada			
	36,90	37,05	50	48	pouco aberta	pouco oxidada	Ox Fe + carb.		
	37,05	37,20	58	56	pouco aberta	pouco oxidada	qtz, carb.		
39,75	37,20	39,30	192	37	pouco aberta	pouco oxidada	Ox Fe + carb.	fraturas preenchidas por cristais de calcita	
	37,30	39,40	82	60	aberta	oxidada	lim., carb.		
	39,40	39,75	230	52	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	39,75	39,85	280	31	pouco aberta	oxidada	lim., carb.		
	40,15	40,60	230	26	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	40,60	40,70	290	42	pouco aberta	oxidada	arg., carb.		
	40,70	40,95	240	29	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	40,95	41,30	275	20	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	41,30	41,47	280	22	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	41,47	41,70	255	32	pouco aberta	pouco oxidada	carbonato		
44,00	41,70	42,15	206	54	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.	brechado, róseo, com fendas preen. por calcita	
	42,15	42,50	270	58	pouco aberta	pouco oxidada	Ox Fe + carb.		
	42,50	42,80	260	25	pouco aberta	pouco oxidada	Ox Fe + carb.		
	42,80	43,35	278	30	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	43,35	43,75	265	42	selada	fresca	carbonato		
	43,75	43,95							
	43,95	44,00	130	18	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	44,00	44,27	310	33	pouco aberta	oxidada	Ox Fe + carb.		
	44,27	44,43	115	24	pouco aberta	pouco oxidada	limonita		
	44,43	44,83	258	27	pouco aberta	oxidada	lim., carb.		
	44,83	45,10	148	15	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
	45,10	45,25	160	8	pouco aberta	pouco oxidada	Ox Fe + carb.		
	45,25	45,50							
	45,50	45,90	66	41	selada	fresca	carbonato		
	45,90	46,15	45	32	pouco aberta	pouco oxidada	lim., carb.		
46,75	46,15	46,47	20	42	pouco aberta	pouco oxidada	carb., Óx. Fe, lim.		
	46,47	46,78	284	62	pouco aberta	pouco oxidada			
	46,78	46,85				Quebra mecânica			
	46,85	47,00	295	15	aberta	oxidada	arg., carb.		

Planilha de Descrição de Fraturas em Testemunhos de Sondagem

Local/Projeto: Votorantim-Itapeva

Sondagem: SR-08 b

Orientação: N150/75

Data: 27/04/2006

Orientou à (m):	Prof.(m)	Altitude	Estado	Oxidação	Superfície	Preenchimento
15.35	14	225/50	multo aberta	multo oxidada	multo rugosa	limonita/carbonato
	14.1	290/36	aberta	multo oxidada	rugosa	limonita/carbonato
	14.4	225/50	aberta	multo oxidada	rugosa	limonita/carbonato
	14.52	55/26	aberta	oxidada	rugosa	limonita/carbonato
	14.8	205/38	aberta	oxidada	multo rugosa	carbonato
	15.13	220/50	multo aberta	pouco oxidada	multo rugosa	carbonato
	15.35	235/50	multo aberta	multo oxidada	multo rugosa	carbonato
	15.72	65/62	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
	15.86	35/20	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
	16.03	235/50	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato
	16.26	235/60	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato/limonita
	16.3	240/55	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	limonita
	16.38			QUEBRA MECÂNICA		
20.45	20.45	20.56	multo pouco aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	carbonato/argila
	20.56	225/48	multo pouco aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	carbonato/argila
	20.8	225/50	multo pouco aberta	oxidada	rugosa	limonita/carbonato
	21.16	280/76	multo pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	limonita/carbonato
	21.2	265/15	pouco aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato/talco
	21.65	315/66	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato/talco/limonita
	22.15	310/70	pouco aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato/talco
	22.21	285/50	multo aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	talco/carbonato
	22.35	310/65	multo aberta	oxidada	rugosa	talco/carbonato
	22.38	310/70	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato/limonita
	22.5	295/54	multo pouco aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	carbonato
	25.57	242/65	multo pouco aberta	QUEBRA MECÂNICA		
	25.67	-	multo pouco aberta	pouco oxidada	multo rugosa	carbonato/limonita
25.8	25.8	305/70	multo pouco aberta	QUEBRA MECÂNICA		
	26.18	-		QUEBRA MECÂNICA		
	26.35	-		QUEBRA MECÂNICA		
	26.5	145/55	aberta	multo oxidada	irregular	limonita
	26.68	280/50	aberta	multo oxidada	irregular a pouco rugosa	limonita/argila
	26.8	140/22	multo pouco aberta	multo pouco oxidada	rugosa	carbonato
	26.8					

26.96	27.11	-				QUEBRA MECÂNICA		
27.11	27.27	210/64	multo pouco aberta	fresca	rugosa		limonita/argila	
27.27	27.52	200/86	multo pouco aberta	multo oxidada	multo rugosa		limonita/argila/carbonato	
27.52	27.63	200/85	multo pouco aberta	multo oxidada	multo rugosa		limonita/carbonato	
27.63	27.76	252/56	pouco aberta	pouco oxidada	irregular		limonita/carbonato	
27.76	27.83	305/52	pouco aberta	pouco oxidada	irregular		limonita/argila	
27.83	27.94	160/26	pouco aberta	oxidada	rugosa		limonita/argila	
27.94	28	140/15	pouco aberta	multo oxidada	rugosa		limonita/argila	
28	28.08	145/28	pouco aberta	multo oxidada	rugosa		limonita/argila	
28.08	28.25	-				QUEBRA MECÂNICA		
28.25	28.61	-				QUEBRA MECÂNICA		
28.61	28.99	35/60	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa		limonita/carbonato	
28.99	29.15	-				QUEBRA MECÂNICA		
29.15	29.45	130/52	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa		limonita/carbonato	
29.45	29.55	120/35	multo pouco aberta	oxidada	rugosa		limonita/carbonato	
29.55	29.8	130/52	pouco aberta	multo oxidada	rugosa		limonita/carbonato	
29.8	29.89	-				QUEBRA MECÂNICA		
29.89	30.12	105/40	aberta	multo oxidada	multo rugosa		limonita/carbonato	
30.12	30.4	295/20	multo pouco aberta	fresca	rugosa a irregular		carbonato	
30.4	30.55	305/34	multo pouco aberta	pouco oxidada	rugosa		limonita/carbonato	

Planilha de Descrição de Fraturas em Testemunhos de Sondagem

Local/Projeto: Votorantim-Itapeva

Orientação: 0°/90° (vertical) Data: 18/05/2006

Sondagem: SR-09

Preenchimento

Obs.

Orientou à (m):

Prof. (m)

Rumo

Atitude

Mergulho

Estado

Oxidação

Superfície

Preenchimento

Obs.

34,65	de:	até:	123	44	aberta	fresca	irregular a rugosa	carbonato	Ox Fe=Óxido de Ferro
	30,65	30,74	142	39	aberta	fresca	rugosa	carbonato	Carb=carbonato
	30,74	30,87	125	43	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	Arg=argila
	30,87	30,98	120	38	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	lim=limonita
	30,98	31,05	76	14	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	qtz=quartzo
	31,05	31,18	258	31	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
	31,18	31,32	242	20	aberta	fresca	irregular a rugosa	lim., carb.	
	31,32	31,36	25	18	aberta	fresca	irregular a rugosa	lim., carb.	
	31,36	31,56	252	47	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
	31,56	31,75	326	72	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	fenda contínua, alterada
	31,75	31,81	310	75	selada	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
	31,81	32,05	315	67	selada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
	32,05	32,27				fresca	rugosa	lim., carb.	
	32,27	32,35				Quebra mecânica			
	32,35	32,38				Quebra mecânica			
39,20	32,38	32,52	175	82	selada	fresca	rugosa	carbonato	trecho com fenda de 32,27 a 33,10m.
	32,52	32,66				Quebra mecânica			
	32,66	32,81	60	10	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	fenda contínua, alterada
	32,81	32,94	165	78	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
	32,94	33,10	170	47	aberta	pouco oxidada	lisa a rugosa	carbonato	
	33,10	33,53	105	20	aberta	pouco oxidada	lisa	carb., com pouca lim.	
	33,53	33,75	90	24	aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	carb., com pouca lim.	
	33,75	33,92	80	22	aberta	fresca	rugosa	carb., com pouca lim.	
	33,92	34,08				Quebra mecânica			
	34,08	34,15	330	30	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato	
	34,15	34,40	78	22	aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	carb., com pouca lim.	So=100/48
	34,40	34,54	222	54	aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	lim., carb.	
	34,54	34,65	225	50	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato	
	34,65	34,78	152	39	aberta	fresca	lisa	lim., carb.	
	34,78	34,92	200	36	aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	lim., carb.	
39,20	34,92	35,00	206	50	aberta	fresca	lisa	carb., com pouca lim.	multo fraturado/alterado
	35,00	35,18	120	42	aberta	fresca	rugosa	carb., com pouca lim.	
	35,18	35,35	130	36	aberta	fresca	irregular a rugosa	carb., com pouca lim.	
	35,35	35,52	98	53	selada	fresca	rugosa	carbonato	
	35,52	35,67	240	28	aberta	fresca	lisa a rugosa	carbonato	
	35,67	35,74	225	30	aberta	fresca	estriada	lim., carb.	estria N160/14
	35,74	35,91	121	62	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
	35,91	36,07	10	50	aberta	fresca	irregular a rugosa	carbonato	
	36,07	36,15				Quebra mecânica			
	36,15	36,18	238	39	aberta	pouco oxidada	lisa a rugosa	lim., carb.	carbonato alterado

36,18	36,25	146	24	aberta	fresca	lisa	lim., carb.	carbonato alterado
36,25	36,28				Quebra mecânica			
36,28	36,50	72	24	aberta	fresca	lisa	carbonato	
36,50	36,58	40	23	aberta	fresca	lisa a rugosa	carbonato	
36,58	36,72	202	45	selada	fresca	rugosa	carbonato	
36,72	36,85	192	44	aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	lim., carb.	
36,85	37,00	320	24	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
37,00	37,16	85	54	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	carbonato alterado
37,16	37,24	180	13	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato	
37,24	37,48	155	29	aberta	fresca	lisa	lim., carb.	
37,48	37,54				Quebra mecânica			
37,54	37,65	154	56	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
37,65	37,89	255	19	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
37,89	38,06	238	12	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
38,06	38,15	274	10	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
38,15	38,22	229	26	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
38,22	38,39	272	21	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
38,39	38,52	322	9	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
38,52	38,60	338	24	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
38,60	38,84	335	19	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
38,84	39,00	308	26	aberta	fresca	estriada	carbonato	estria N018/11
39,00	39,20	338	21	aberta	fresca	estriada	carbonato	carbonato alterado
39,20	39,25	5	22	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	carbonato alterado
39,25	39,64	162	30	aberta	fresca	lisa a rugosa	carbonato	So=110/59
39,64	39,95				Quebra mecânica			
39,95	40,11	156	26	pouco aberta	fresca	irregular a rugosa	carbonato	
40,11	40,27	302	34	aberta	fresca	lisa	carbonato	
40,27	40,41	275	7	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato	trecho muito fraturado de 40,11 a 40,62m.
40,41	40,52	88	54	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
40,52	40,62	268	47	aberta	fresca	lisa	carbonato	
40,65	49,90	310	32	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	carbonato alterado
49,90	50,11	257	25	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	
50,11	50,76	326	34	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	
50,76	51,15				Quebra mecânica			
51,15	51,52	10	25	aberta	pouco oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.	So=265/68
51,52	51,74	250	44	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
51,74	52,07	322	72	selada	pouco oxidada	rugosa	carbonato	carbonato alterado
52,07	52,73	342	28	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	trecho bem alterado
52,43	52,70	300	17	aberta	pouco oxidada	rugosa	carbonato	
52,70	53,18	292	55	aberta	oxidada	rugosa	lim., carb.	
53,18	53,50	295	10	aberta	pouco oxidada	irregular a rugosa	carbonato	carbonato alterado
53,50	53,90	80	33	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	
53,90	54,04	275	48	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
54,04	54,24	118	62	aberta	fresca	rugosa	carbonato	

54,24	54,83	224	40	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato	So=082/65
54,83	54,96	225	39	aberta	pouco oxidada	lisa	carbonato	
64,90	65,22	295	70	pouco aberta	fresca	lisa a irregular	carbonato	
65,22	65,38	285	35	aberta	fresca	lisa	carbonato	
65,38	65,57	98	54	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
65,57	65,69	268	48	aberta	fresca	lisa a rugosa	carbonato	
65,69	65,85	265	33	aberta	fresca	lisa	carbonato	
65,85	66,12	110	22	aberta	fresca	rugosa	carbonato	So=060/60
66,12	66,30	252	74	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
66,30	66,66	285	50	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
66,66	67,00	295	32	aberta	fresca	rugosa	carbonato	So=085/68
67,00	67,23	265	74	aberta	fresca	lisa	carbonato	
67,23	67,59	295	45	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato	
67,59	67,85	282	70	pouco aberta	fresca	irregular	carbonato	
67,85	68,18	338	40	aberta	fresca	lisa	carbonato	
68,18	68,59	270	28	aberta	fresca	lisa	lim., carb.	
68,59	68,98	100	40	aberta	fresca	lisa	lim., carb.	
68,98	69,12	108	54	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato	
69,12	69,25	96	53	aberta	fresca	lisa	carbonato	
69,25	69,40	104	46	aberta	fresca	lisa	carbonato	
69,40	69,58	108	44	aberta	fresca	lisa	carbonato	
69,58	69,85	102	40	aberta	fresca	lisa	lim., carb.	
69,85	70,13	104	54	aberta	fresca	lisa	carbonato	
70,13	70,30	100	24	aberta	fresca	lisa	carbonato	
70,30	70,43	110	40	aberta	fresca	lisa	carbonato	
70,43	70,56	105	52	aberta	fresca	lisa	carbonato	
70,56	70,71	106	50	aberta	fresca	lisa	carbonato	
70,71	70,95	105	52	aberta	fresca	lisa	carbonato	
70,95	71,04	115	35	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
71,04	71,21	98	44	aberta	fresca	lisa	carbonato	
71,21	71,34	109	51	aberta	fresca	lisa	carbonato	
71,34	71,52	88	22	aberta	fresca	irregular a rugosa	carbonato	
71,52	71,60	106	49	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
71,60	71,78	114	48	pouco aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
71,78	72,00	86	45	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
72,00	72,24	92	32	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
72,24	72,39	108	52	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
72,39	72,50	250	55	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
72,50	72,65	268	62	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
72,65	72,84	112	58	pouco aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	
73,20	73,38	38	30	aberta	pouco oxidada	lisa a pouco rugosa	Ox Fe + carb.	
73,38	73,62	8	20	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
73,62	73,79	22	17	aberta	fresca	lisa a rugosa	lim., carb.	
73,79	73,90	62	42	aberta	fresca	irregular a rugosa	lim., carb.	

67,85

82,05

73,90	74,02	12	64	aberta	fresca	rugosa	carbonato	fenda contínua
74,02	74,14	160	85	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
74,14	74,29	10	40	pouco aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	carbonato	fenda contínua
74,29	74,56	134	88	aberta	oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	
74,56	74,70	342	72	aberta	oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	
74,70	74,85	128	47	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
74,85	75,33	72	34	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
75,33	75,60				Quebra mecânica			
75,60	75,70	140	68	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
75,70	76,26	48	51	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
76,26	76,50	35	50	aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
76,50	76,86	15	56	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato	
76,86	77,00				Quebra mecânica			
77,00	77,17	325	41	aberta	fresca	lisa	carb., com pouca lim.	
77,17	77,22	234	24	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb., lim., Ox. Fe.	So=238/68
77,22	77,30	170	68	aberta	pouco oxidada	rugosa	carb., lim., Ox. Fe.	estria N150/60
77,30	77,47	48	51	aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	lim., carb.	
77,47	77,61	62	42	aberta	fresca	lisa a irregular	carbonato	
77,61	77,84	82	68	aberta	fresca	estriada	carbonato	
77,84	78,17	165	54	pouco aberta	fresca	lisa a irregular	carbonato	
78,17	78,59	38	39	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato	
78,59	78,70	350	42	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
78,70	78,85	20	27	pouco aberta	fresca	lisa	carbonato	So=180/52
78,85	79,07	221	40	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	carbonato alterado
79,07	79,48	30	26	aberta	fresca	irregular a rugosa	carbonato	
79,48	79,65	165	61	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
79,65	80,00	220	53	pouco aberta	fresca	rugosa	carbonato	
80,00	80,50	155	24	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
80,50	80,80	54	23	aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	lim., carb.	So=198/58
80,80	80,87				Quebra mecânica			
80,87	80,95	192	48	aberta	pouco oxidada	rugosa	cristais de calcita + lim.	
80,95	81,21	242	56	aberta	pouco oxidada	lisa	lim., carb.	estria N320/08
81,21	81,26	202	52	aberta	pouco oxidada	irregular	lim., carb.	
81,26	81,38				Quebra mecânica			
81,38	81,60				Quebra mecânica			
81,60	81,77	282	52	aberta	pouco oxidada	rugosa	lim., carb.	carbonato dissolvido
81,77	82,05	62	40	aberta	pouco oxidada	lisa a rugosa	lim., carb.	alterado
82,05	82,68	95	72	aberta	pouco oxidada	lisa a rugosa	Ox Fe + carb.	
82,68	82,79				Quebra mecânica			
82,79	82,91	290	46	aberta	fresca	lisa	carbonato	
82,91	82,91	4	60	aberta	fresca	lisa	carbonato	
82,91	83,07	220	48	pouco aberta	fresca	lisa a pouco rugosa	carbonato	202/67 com cristais de calcita
83,07	83,50	190	58	aberta	pouco oxidada	rugosa	cristais de calcita	So=208/55
83,50	84,12	148	39	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	So=219/61

84,12	84,44	210	52	pouco aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	So=205/52 estria N050/30 So=204/63
84,44	84,50	140	34	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
84,50	84,95	218	72	aberta	fresca	lisa	carbonato	
84,95	85,02	55	62	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	
85,02	85,22	98	32	aberta	fresca	estriada	carbonato	
85,22	85,42	97	30	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
85,42	85,96	152	36	aberta	oxidada	rugosa	carbonato	
85,96	86,10	198	56	pouco aberta	fresca	rugosa	lim., carb.	
86,10	86,40	210	61	aberta	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.	
98,50	98,85	188	75	aberta	fresca	lisa	carb., com pouca lim.	
98,85	99,07	Quebra mecânica						Trecho bem fraturado
99,07	99,16	238	59	aberta	pouco oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.	
99,16	99,50	345	60	aberta	fresca	irregular	lim., carb.	
99,50	99,75	5	41	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
99,75	99,89	102	14	aberta	fresca	rugosa	carbonato	
99,89	100,05	5	58	aberta	fresca	rugosa	carbonato	So=358/51

98,50

Planilha de Descrição de Fraturas em Testemunhos de Sondagem - SR-10

Prof.(m) de:	Atitude	Mergulho	Estado	Oxidação	Superfície	Preenchimento	Obs.
52,88	até: 295	18	Alterada	oxidada	lisa com parte irregular	lim., carb.	Ox Fe=Óxido de Ferro
53,15	52,98	18	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	Carb=carbonato
53,58	53,30	5	Alterada	oxidada	rugosa	lim., Óx. Fe.	Arg=argila
53,76	53,76	17	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	lim=limonita
53,87	53,87	16	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	qtz=quartz
54,23	54,05	61	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.	A=aberta
54,90	54,43	10	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	S=selada
55,12	55,12	22	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.	P=pouco
55,18	55,18	59	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.	Q=quebra mecânica
55,47	55,47	16	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
55,64	55,64	12	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
55,98	55,98	25	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
56,38	56,08	18	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	lim., carb.	
56,46	56,46	58	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	lim., carb.	
56,90	56,90	312	Alterada	fresca	lisa a P rugosa	carbonato	
57,32	57,13	22	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
57,90	57,53	12	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.	
58,32	59,08	28	Alterada	oxidada	lisa a rugosa	lim., carb.	
59,32	59,54	18	Alterada	P oxidada	lisa a rugosa	lim., carb.	
59,54	59,65	86	Alterada	oxidada	lisa a rugosa	lim., carb.	
59,85	60,06	81	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.	
60,63	60,95	64	Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.	
60,95	61,08	25	Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato	
61,08	61,42	14	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	carbonato	
61,60	61,98	10	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	carbonato	So=068/75
61,98	62,18	4	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	carbonato	
62,18	62,22	7	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	carbonato	
62,22	62,27	8	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	carbonato	
62,27	62,53	11	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	lim., carb.	
62,53	62,82	6	Alterada	oxidada	estriada	carb., lim., arg.	estria N320/05
62,82	63,08	28	Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.	So=088/72
63,08	63,23	22	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
63,23	63,45	23	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
63,23	63,45	61	Alterada	fresca	rugosa	lim., carb.	
63,45	63,73	71	Alterada	fresca	rugosa	lim., carb.	
64,00	64,12	24	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
64,12	64,63	28	Alterada	fresca	rugosa	lim., carb.	
65,12	65,28	26	Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato	
65,28	65,53	52	Alterada	oxidada	rugosa	carbonato	
65,94	66,14	8	Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.	
66,14	66,45	5	Alterada	oxidada	lisa	Ox Fe + carb.	
		12	Alterada	oxidada	lisa	Ox Fe + carb.	

67,00	67,20	122	62	Alterada	fresca	rugosa	carbonato
67,01	67,21	52	40	Alterada	fresca	rugosa	carbonato
67,02	67,22	118	78	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
68,10	68,20	115	72	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
68,20	68,55	189	34	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
68,21	68,56	316	78	Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
68,90	69,10	174	23	Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
69,48	69,63	181	29	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
70,38	70,43	75	28	Alterada	fresca	rugosa	carbonato
70,43	70,73	315	33	Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.
70,73	71,05	285	25	Alterada	P oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.
70,74	71,06	44	74	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
71,60	71,79	73	17	Alterada	P oxidada	lisa a P rugosa	Ox Fe + carb.
72,26	72,55	170	37	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe., arg.
72,55	72,85	250	54	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe., arg.
73,35	73,56	158	19	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
73,56	73,82	225	68	Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.
74,31	74,40	196	28	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
74,40	74,56	276	14	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
74,56	74,90	280	9	Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
75,95	76,33	220	28	Alterada	fresca	irregular a rugosa	lim., carb.
75,96	76,34	190	36	Alterada	fresca	rugosa	lim., carb.
76,33	76,40	200	31	Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
76,40	76,56	346	43	Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	Ox Fe + carb.
76,56	76,83	110	65	Alterada	oxidada	irregular a rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
76,83	77,05	230	32	Alterada	fresca	irregular a rugosa	carb., arg.
77,05	77,46	340	20	Alterada	fresca	irregular a rugosa	carb., arg.
77,76	77,85	175	54	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
77,85	78,00	202	28	Alterada	oxidada	rugosa	carbonato
78,34	78,60	275	44	Alterada	P oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
78,60	78,82	225	33	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
79,05	79,44	168	41	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
79,44	80,03	5	35	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
80,03	80,42	162	73	Alterada	oxidada	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
80,42	80,55	192	33	Alterada	oxidada	irregular a rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
53,30	53,58	224	40	Pouco Alterada	fresca	rugosa	carbonato
58,15	58,55	230	15	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
60,06	60,50	272	27	Pouco Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	carbonato
61,42	61,60	135	62	Pouco Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.
64,63	64,82	96	72	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
64,82	64,90	304	30	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
64,90	65,00	170	65	Pouco Alterada	fresca	irregular a rugosa	carbonato
64,91	65,01	330	26	Pouco Alterada	fresca	rugosa	carbonato
65,00	65,12	172	68	Pouco Alterada	fresca	rugosa	carbonato

Topo
Base

66,45	66,59	182	30	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
67,74	68,10	62	39	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
69,22	69,48	28	31	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	carbonato
71,05	71,18	310	63	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
71,79	72,26	270	22	Pouco Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.
72,85	73,06	280	36	Pouco Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.
73,06	73,35	196	23	Pouco Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.
73,82	74,03	190	20	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
74,03	74,14	260	28	Pouco Alterada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
74,14	74,31	172	36	Pouco Alterada	P oxidada	irregular a rugosa	lim., carb.
74,90	75,00	183	38	Pouco Alterada	fresca	rugosa	carb., lim., Óx. Fe.
75,00	75,16	195	42	Pouco Alterada	fresca	rugosa	carbonato
77,46	77,55	320	37	Pouco Alterada	fresca	rugosa	carbonato
77,55	77,76	112	69	Pouco Alterada	oxidada	rugosa	lim., carb.
78,82	79,05	314	50	Pouco Alterada	oxidada	rugosa	limonita
54,05	54,23	138	58	Fechada	P oxidada	P rugosa	lim., carb.
54,05	54,23	112	55	Fechada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
54,43	54,54	80	65	Fechada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
54,54	54,90	140	16	Fechada	P oxidada	rugosa	lim., carb.
57,13	57,32	280	20	Fechada	fresca	irregular a rugosa	carbonato
57,73	58,15	342	32	Fechada	fresca	lisa	carbonato
63,73	64,00	353	61	Fechada	fresca	rugosa	carbonato
65,87	65,94	314	57	Fechada	fresca	lisa	carbonato
66,59	66,83	270	62	Fechada	fresca	rugosa	carbonato
66,83	67,00	96	68	Fechada	fresca	rugosa	carbonato
67,20	67,74	323	11	Fechada	P oxidada	rugosa	Ox Fe + carb.
68,55	68,90	40	24	Fechada	fresca	rugosa	carbonato
69,10	69,22	128	52	Fechada	P oxidada	rugosa	carbonato
70,25	70,38	320	46	Fechada	fresca	rugosa	carbonato
71,30	71,60	139	68	Fechada	fresca	lisa	carbonato
71,30	71,60	343	68	Fechada	P oxidada	rugosa	carbonato
71,30	71,60	342	30	Fechada	fresca	lisa	carbonato
78,00	78,34	6	11	Fechada	fresca	irregular a rugosa	lim., carb.
52,98	53,15				QUEBRA MECÂNICA		
56,08	56,38				QUEBRA MECÂNICA		
57,53	57,73				QUEBRA MECÂNICA		
58,55	58,70				QUEBRA MECÂNICA		
58,70	58,90				QUEBRA MECÂNICA		
59,08	59,32				QUEBRA MECÂNICA		
59,65	59,85				QUEBRA MECÂNICA		
60,50	60,63				QUEBRA MECÂNICA		
65,53	65,87				QUEBRA MECÂNICA		
69,63	69,75				QUEBRA MECÂNICA		
69,75	70,12				QUEBRA MECÂNICA		

fratura contínua
fratura preenchida
por carbonato

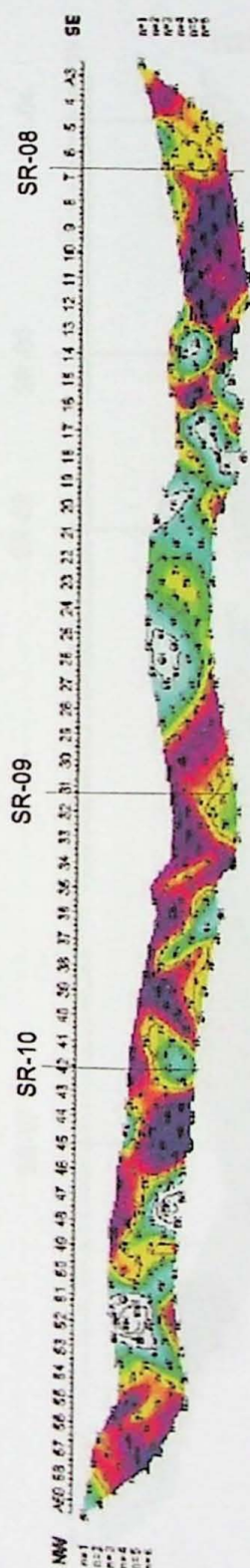
70,12
71,18
75,16
75,52

QUEBRA MECÂNICA
QUEBRA MECÂNICA
QUEBRA MECÂNICA
QUEBRA MECÂNICA

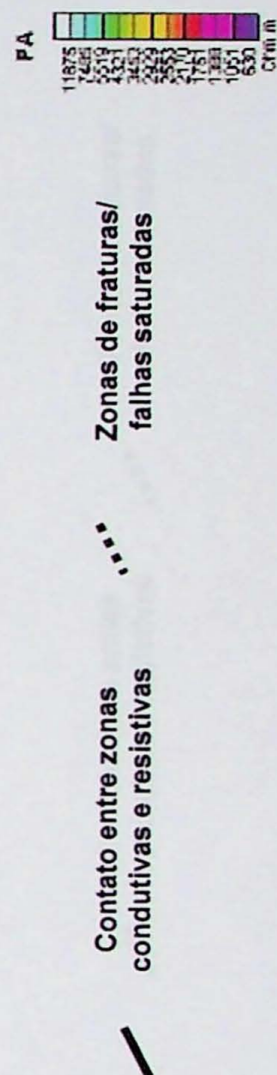
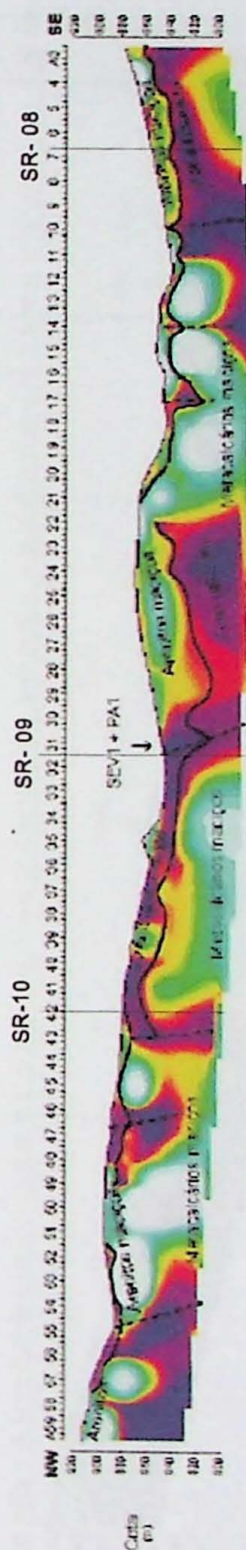
Anexo 4. Seções do Caminhamento Elétrico (INTERGEO, 2005) e localação das Sondagens Rotativas

PERFIL A

Pseudoseção de Resistividade Aparente (Ωm)



Seção de Resistividade Real

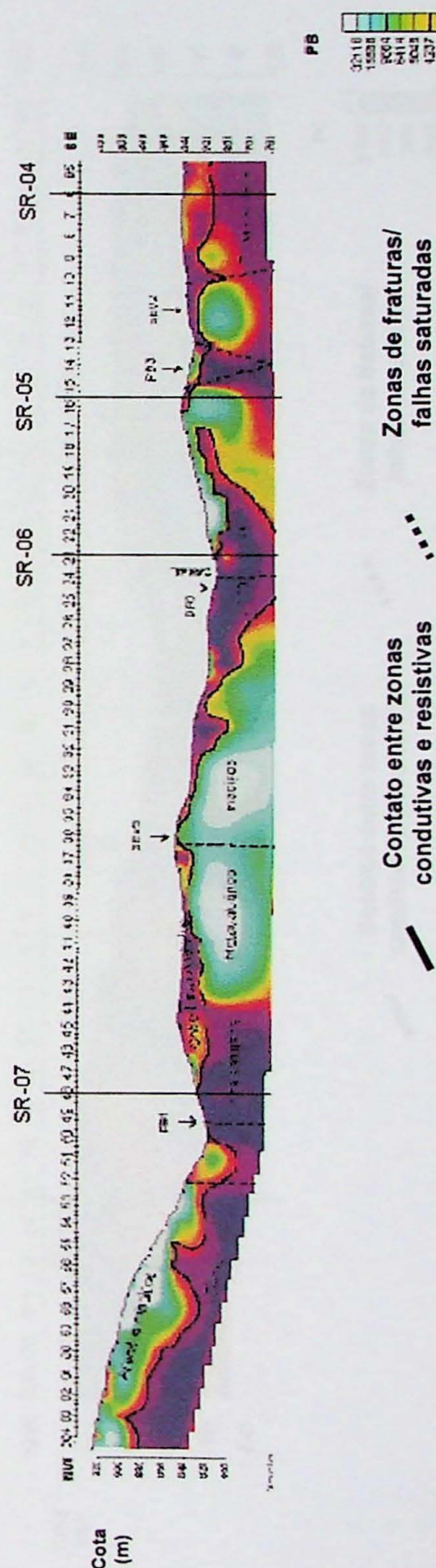


Pseudoseção de Resistividade Aparente (Ωm)



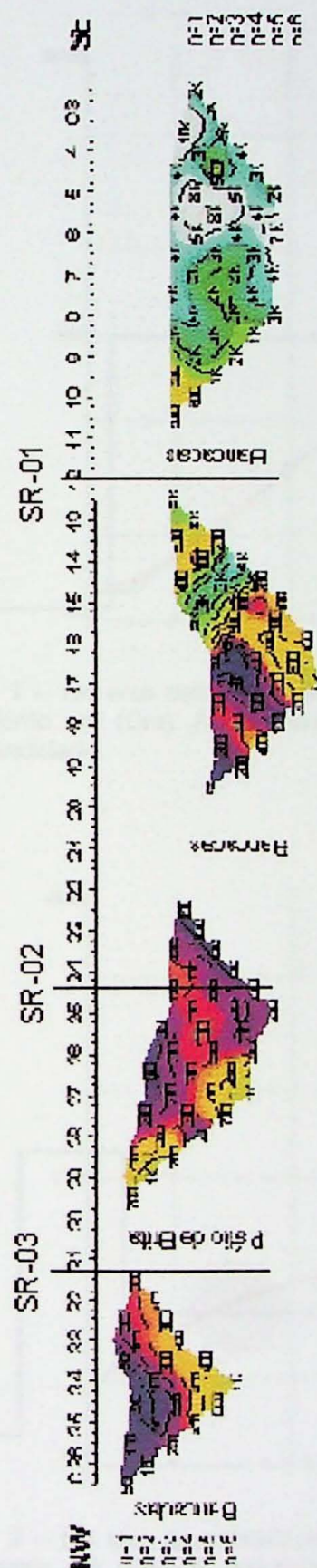
PERFIL B

Seção de Resistividade Real

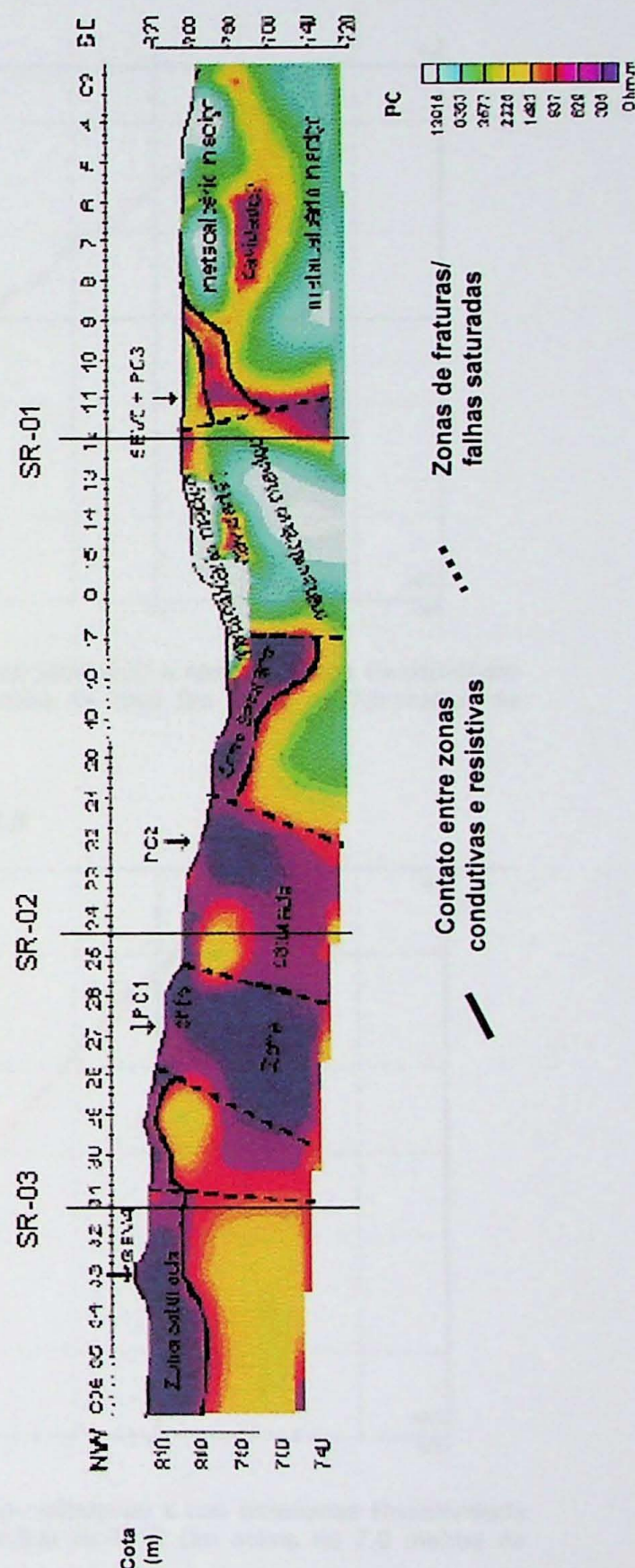


PERFIL C

Pseudoseção de Resistividade Aparente (Ωm)

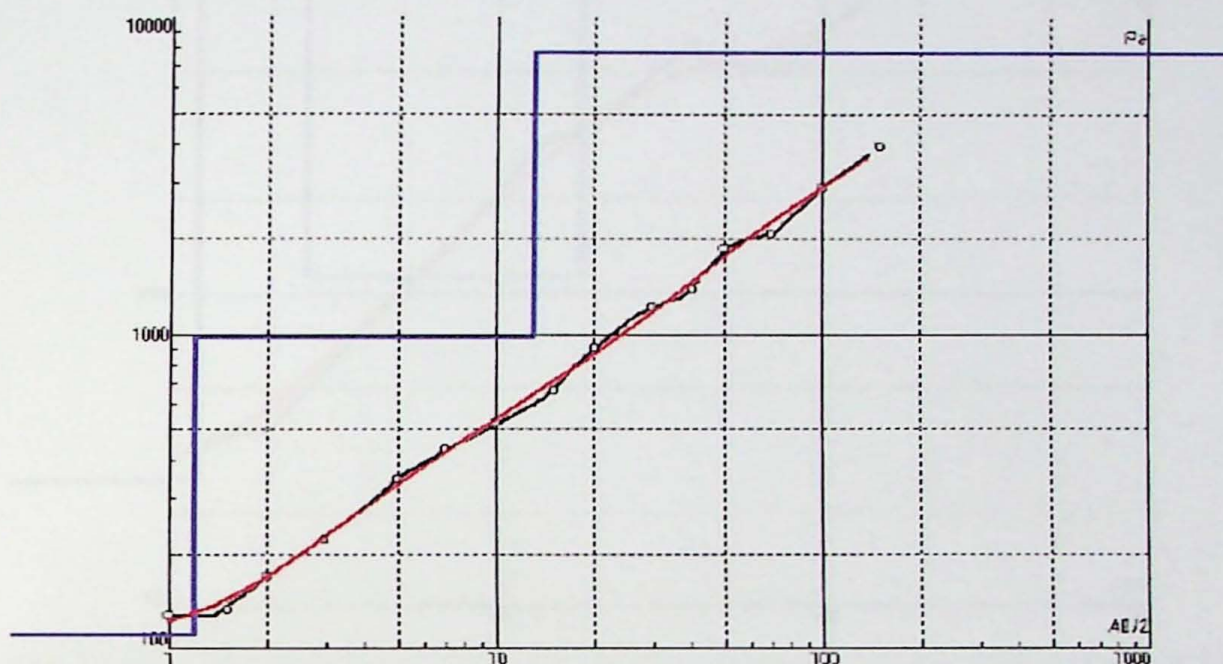


Seção de Resistividade Real



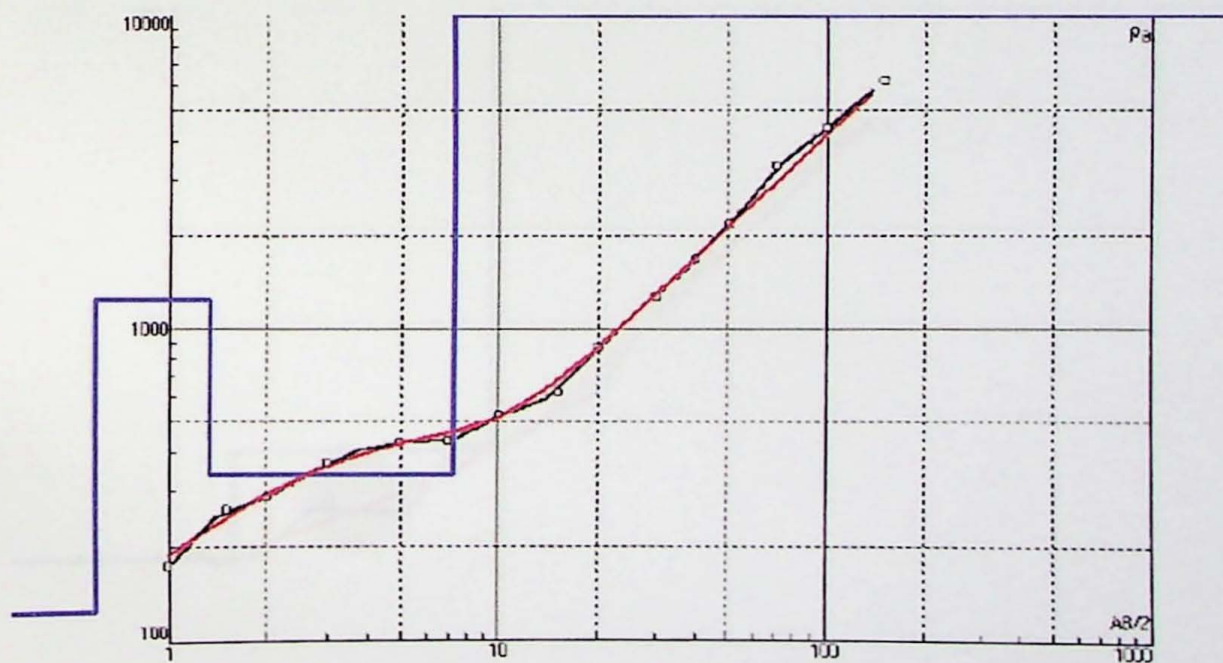
Anexo 5. Sondagens Elétricas Verticais (INTERGEO, 2005)

SEV 1



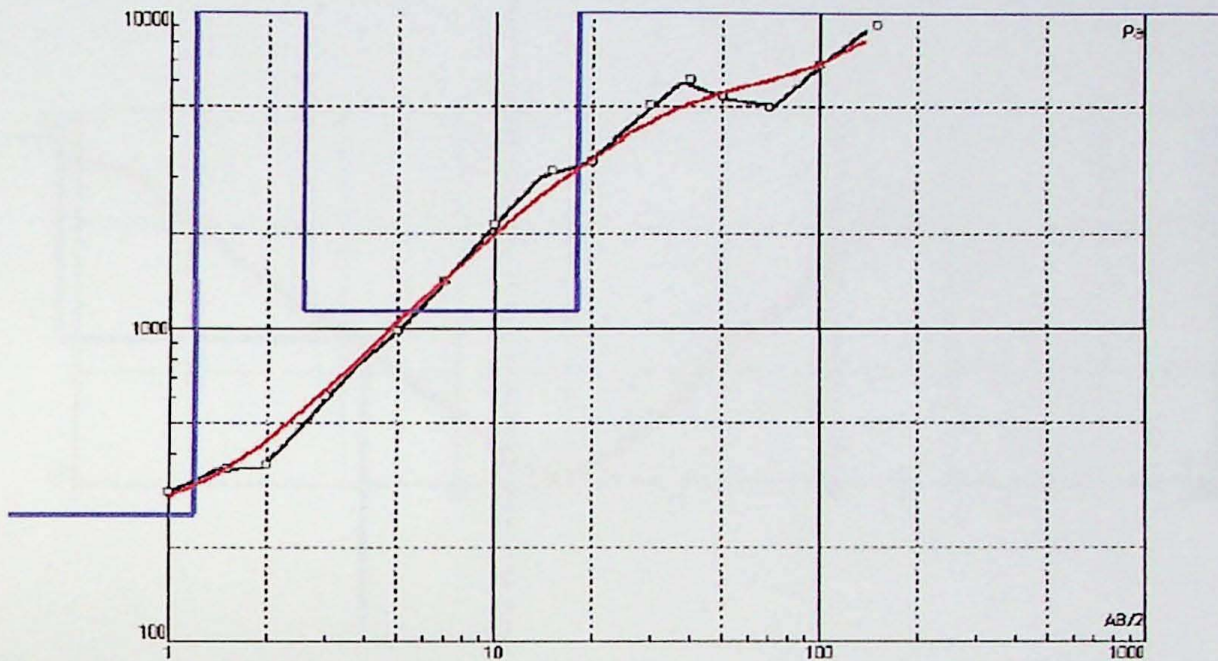
SEV 1 – No eixo das abscissas $AB/2$ em metros (distância) e nas ordenadas Resistividade Aparente em (Ωm). A resistividade máxima medida foi 7690 Ωm acima de 7,0 metros de profundidade.

SEV 2



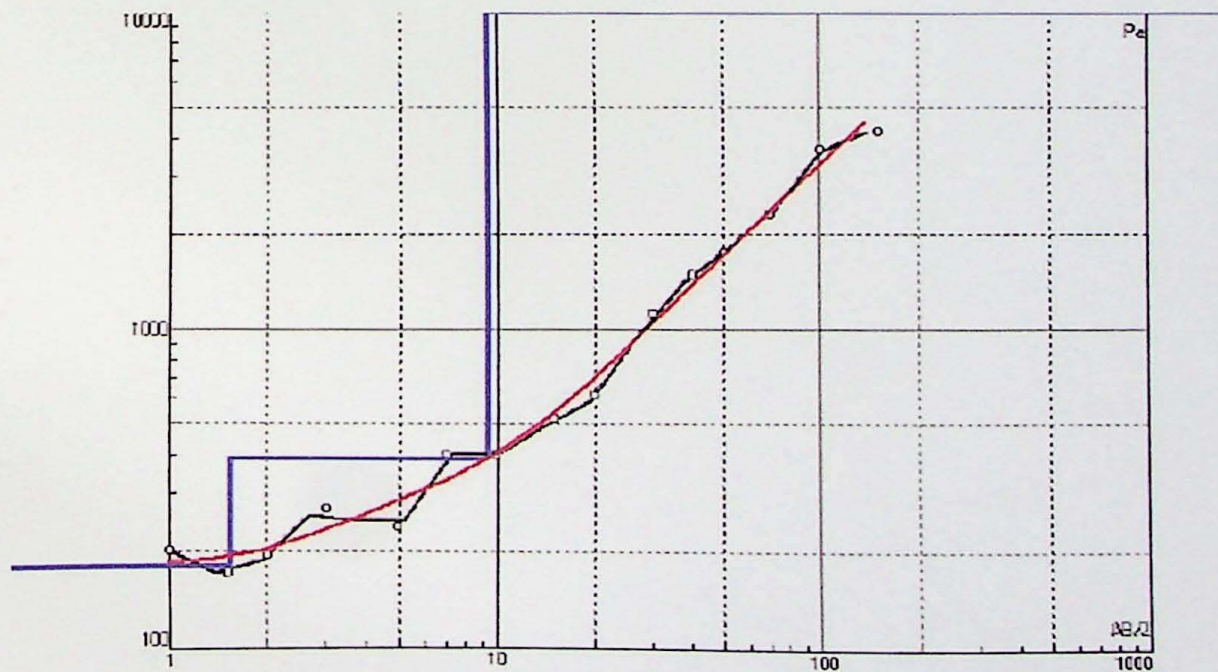
SEV 2 – No eixo das abscissas $AB/2$ em metros (distância) e nas ordenadas Resistividade Aparente em (Ωm). A resistividade máxima medida foi 8712 Ωm acima de 7,0 metros de profundidade.

SEV 3



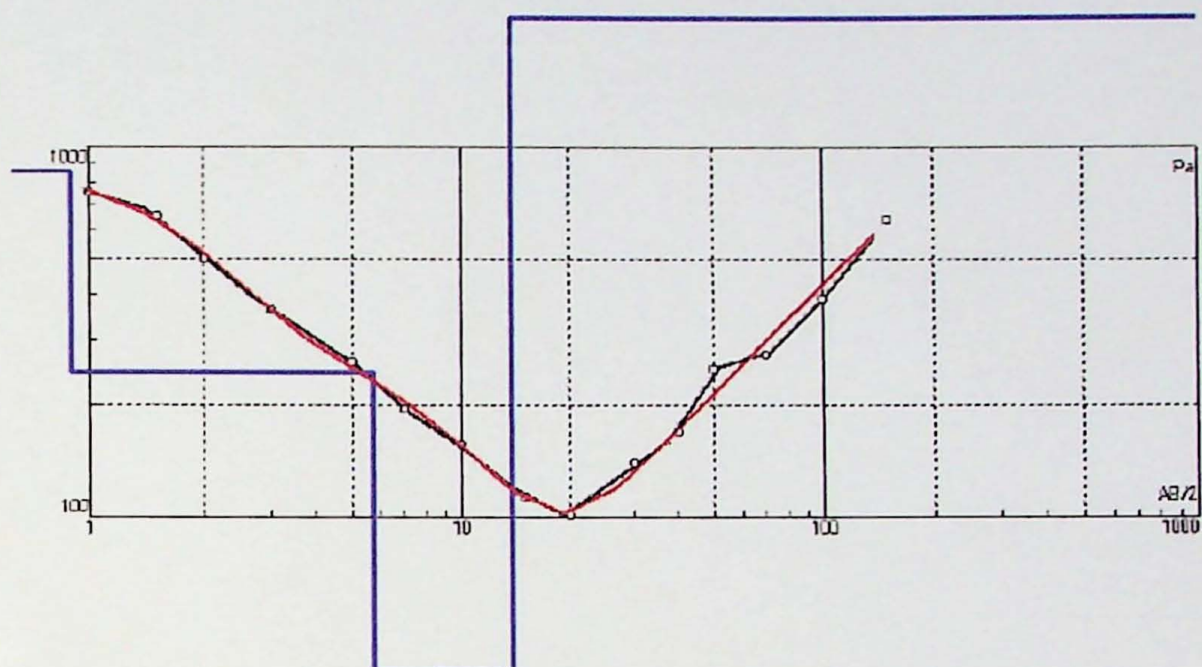
SEV 3 – No eixo das abscissas $AB/2$ em metros (distância) e nas ordenadas Resistividade Aparente em (Ωm). A resistividade máxima medida foi 9854 Ωm acima de 18,0 metros de profundidade.

SEV 5



SEV 5 – No eixo das abscissas $AB/2$ em metros (distância) e nas ordenadas Resistividade Aparente em (Ωm). A resistividade máxima medida foi 5342 Ωm acima de 9,0 metros de profundidade.

SEV 6



SEV 6 – No eixo das abscissas $AB/2$ em metros (distância) e nas ordenadas Resistividade Aparente em (Ωm). A resistividade máxima medida foi 2440 Ωm acima de 13,8 metros de profundidade.

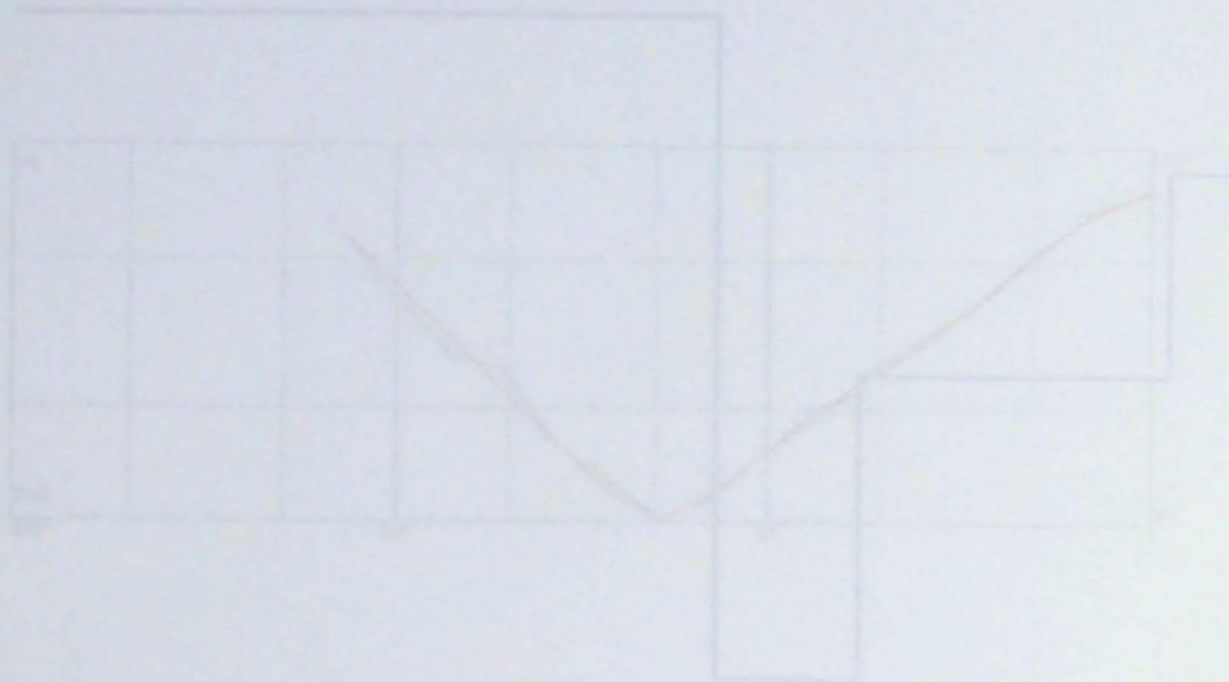


Gráfico de uma função quadrática, com vértice em $(5, 1)$. A função é dada por $f(x) = x^2 - 10x + 26$. O eixo horizontal representa x e o eixo vertical representa y .

DOAÇÃO _____
IGL-USP
 Data: 07/05/08

