TECGEOFÍSICA

Relatório

Geológico-Geofísico

Executado para:

SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU

Estudo

Hidrogeologia

Local

Rua Joinville, 524

Vila Nova - Blumenau, SC

Técnico Responsável

Geólogo Fernando da Fontoura Xavier

REV.00

Abril

2023

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....3

2. GEOLOGIA.....4

3. GEOFÍSICA.....5

4. ESTUDOS GEOELÉTRICOS.....7

4.1. Imageamento Elétrico - 2D.....8

4.2. Sondagem Elétrica Vertical - SEV.....9

5. CONCLUSÕES.....9

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....10

7. ANEXOS.....11

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório foi executado tendo como finalidade principal conhecermos as principais características geológicas, através de sondagem geofísica elétrica – Método da Eletrorresistividade, em uma área onde está sendo projetado empreendimento urbano de construção civil. O estudo foi solicitado pelo **Serviço Social do Comércio – SESC - Blumenau** e localizado na Rua Joinville, 524, Vila Nova, Blumenau, SC.

A área estudada é de aproximadamente 5.000,0m^2, e nas investigações iniciais com sondagem direta Mista ficou sem a definição do topo rochoso. Foram quatro sondagens Mistas realizadas pela empresa Geodésia atingindo no máximo 10,0m de profundidade. Aliado a isto temos um histórico de ocupação com depósitos de entulhos, matacões e aterros diversos. Com estas incertezas realizamos investigação por sondagem geofísica elétrica – Eletrorresistividade, onde podemos obter um perfil contínuo de investigação do sub solo e com maior profundidade (até 30m). Além das sondagens elétricas pontuais onde atingimos 50,0m de profundidade.



Figura 01 –Vista parcial da área estudada.

2. GEOLOGIA

A bibliografia especializada ressalta que, antes de se iniciar uma campanha de ensaios geoelétricos é necessário algum conhecimento geológico, para que, mesmo antes da execução dos ensaios, se possa conceber um modelo geoelétrico preliminar do local, o qual será fundamental para o planejamento dos trabalhos.

A geologia regional (segundo Carta da Geodiversidade do Estado de Santa Catarina, CPRM, 2006, escala 1:750.000) indica a presença do Complexo Granulítico de Santa Catarina e localmente está representado pela Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha que é formada por piroxenitos, noritos, gabronoritos e gabros, associados a termos metassomáticos como magnetititos. São geralmente rochas duras, medianamente deformadas e quando alteradas podem formar blocos/matacões. As profundidades em que se encontram são geralmente entre 10 e 20m, mas podem aflorar como já observamos em diversos locais na região.



Figura 02 –Mapa Geológico da área estudada (Modificado de Carta da Geodiversidade do Estado de Santa Catarina, CPRM, 2006).

3. GEOFÍSICA

Para os estudos de sondagem geofísica foi utilizado o método da eletrorresistividade. Este método emprega uma corrente elétrica artificial que é introduzida no terreno através de dois eletrodos (denominados de A e B), com objetivo de medir o potencial gerado em outros dois eletrodos (denominados M e N) nas proximidades do fluxo de corrente, permitindo assim calcular a resistividade real ou aparente em subsuperfície. A resistividade elétrica relaciona-se aos mecanismos de propagação de corrente elétrica nos materiais. Em geral, a propagação de corrente elétrica em solos e rochas se dá devido ao deslocamento de íons dissolvidos na água contida nos poros e fissuras, sendo afetada principalmente pela composição mineralógica, porosidade, teor em água e quantidade e natureza dos sais dissolvidos.

O equipamento utilizado – RESISTIVÍMETRO consiste, basicamente, de uma fonte controlada para emissão de corrente elétrica alternada e medidores para a corrente e a diferença de potencial gerada.

Existem duas técnicas básicas para aplicação do método, aquela destinada a exploração horizontal/lateral, o Caminhamento Elétrico - CE e outra, destinada a investigação vertical, a Sondagem Elétrica Vertical – SEV.

Sondagem Elétrica Vertical – SEV

Esta técnica é aplicada quando se deseja uma informação pontual com observação da variação vertical da resistividade. O arranjo de campo escolhido é o denominado Schlumberger (por ser o mais utilizado/recomendado na literatura) onde os eletrodos de corrente são regular e simetricamente expandidos com relação ao ponto investigado. Os valores de resistividade aparente são calculados fornecendo a curva de resistividade aparente, a qual é interpretada quantitativamente, através da inversão e do software IX1D v.2. Os resultados possibilitam a associação das camadas geoelétricas à estratos geológicos – variação do perfil litológico.

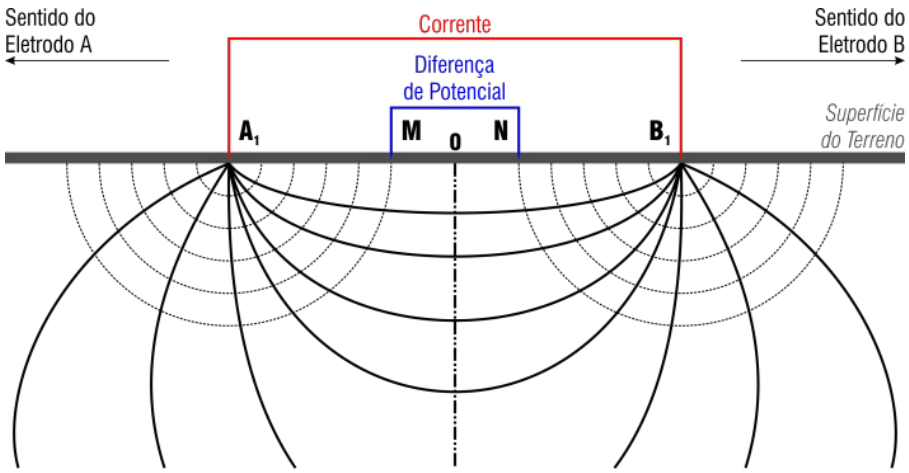


Figura 03 – Croqui esquemático da prática da Sondagem Elétrica Vertical – SEV (Técnica de sondagem elétrica vertical, arranjo Schlumberger - Braga -1999)

Caminhamento Elétrico – CE

A técnica do Caminhamento Elétrico, ao contrário da SEV, tem como objetivo a investigação horizontal a uma ou várias profundidades aproximadamente constantes com medidas efetuadas ao longo dos perfis. Isso é obtido fixando-se um espaçamento de eletrodos e caminhando-se com os mesmos ao longo de perfis efetuando as medidas de resistividade aparente – Arranjo dipolo – dipolo. Tem por objetivo a definição das variações laterais da resistividade em subsuperfície, encontrando grande aplicação no mapeamento de contatos geológicos, identificação de zonas de falhas e fraturas. Segundo Gallas (2000), a grande vantagem da utilização deste arranjo é o fato de se tratar de um arranjo simétrico, sendo mais fácil a interpretação de uma pseudo-seção, principalmente para se determinar com segurança a posição de uma anomalia. Os dados sofrem, o que se chama de inversão geofísica, e são interpretados, neste trabalho, pelo do software RES 2D INV.

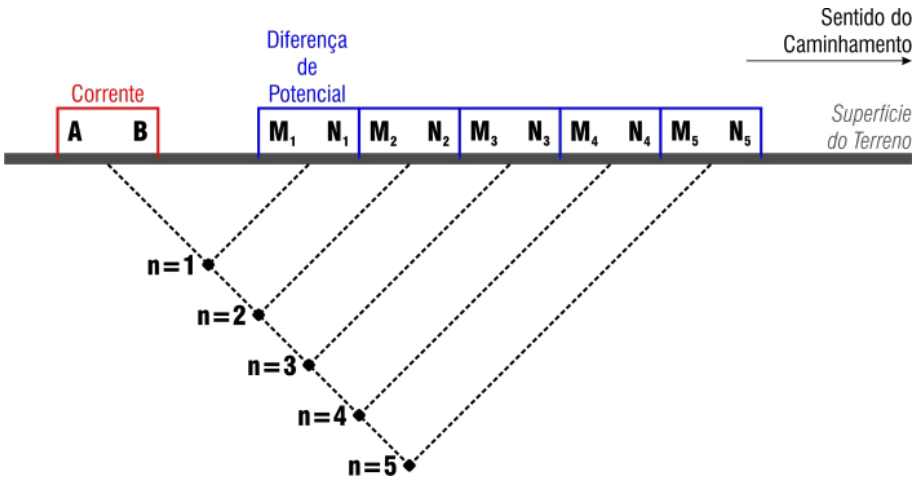


Figura 04 – Croqui esquemático da prática do Caminhamento Elétrico – CE (Técnica de caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo, Braga -1999)

4. ESTUDOS GEOELÉTRICOS

Nesta etapa identificamos os locais para os ensaios de sondagem geofísica elétrica sendo determinados na proposta de trabalho e localizados em campo através de imagem do Google, GPS, Trena e Bússola. Desta forma, foram projetados Caminhamentos Elétricos (Imageamento 2D) e Sondagens Elétricas Verticais (SEVs) Atualmente a área está sem ocupação antrópica, mas demonstra vestígios de ocupações pretéritas. Assim neste ambiente e com esta configuração foram realizados os trabalhos de sondagem geofísica.

Foram realizados estudos por cinco (05) Sondagens Elétricas Verticais (SEVs) e três (03) Caminhamentos Elétricos (CEs). Foram plotados na área para abranger a sua totalidade. As SEVs foram executadas em locais estrategicamente selecionados para os estudos.

A qualificação do material rochoso se baseou principalmente nos valores de resistividade encontrados e os indicados pela bibliografia e experiências anteriores. A classificação geotécnica quanto à qualidade dos maciços rochosos segue a orientação do IPT - SP, que considera os estados da rocha como extremamente alterada (A4-REA), muito alterada (A3-RAM), medianamente alterada (A2-RAD) e praticamente sã (A1-RS). Abaixo

segue tabela orientativa quanto às características da rocha nos seus diversos estados de alteração.

Siglas	Denominações	Características da Rocha
A1 W1 RS	Rocha sã ou praticamente sã	Aapresenta minerais primários sem vestígios de alterações físicas e químicas incipientes Neste caso, a rocha é ligeiramente descolorida.
A2 W2 RAD	Rocha medianamente alterada	Apresenta minerais medianamente alterados e a rocha é bastante colorida.
A3 W3 RAM	Rocha muito alterada	Apresenta minerais muito alterados, por vezes pulverolentos e friáveis.
A4 W4 REA	Rocha extremamente	Apresenta minerais totalmente alterados e a rocha é intensamente descolorida, gradando para cores de solo.

Tabela 1 – Graus de alteração (IPT, 1984)

As interpretações litológicas se basearam na forma/geometria da imagem elétrica, nos valores de resistividade indicados pela bibliografia e experiências anteriores.

4.1. Imageamento Elétrico - 2D

O imageamento elétrico 2D compreende o estudo dos materiais em profundidade propiciando uma vista (parcial) em perfil/seção da área. Os CEs tiveram arranjo Dipolo-Dipolo e espaçamento de 10,0m com até 13 níveis de investigação (cerca de 35m de profundidade).

As interpretações dos Caminhamentos Elétricos foram realizadas com auxílio do *software* RES 2D INV e, na área em estudo, partiu de um modelo *a priori,* evoluindo-se para modelos de trabalho e modelos finais.

Indicaram, através das imagens elétricas, variação nos comportamentos geoelétricos tanto na lateral como na vertical, resultando na interpretação para três camadas geoelétricas. A primeira relacionada com o Aterros/Solos, a segunda com a Rocha Muito Alterada (RAM) gradando para a Rocha Medianamente Alterada (RAD) e a terceira é composta pela Rocha praticamente Sã. As variações laterais, com baixa resistividade, retratam as zonas de fraturas, já na vertical o material rochoso grada desde solo a rocha praticamente sã.

As imagens também indicaram que o topo do maciço rochoso (a partir da RAM a RAD) apresenta mergulho na direção norte (fundos do terreno). O tipo rochoso apresenta comumente possibilidade de formação de blocos/matacões. Na área estudada observamos a presença eventual de material rochoso somente na camada ***C1*** como aterro. O caminhamento CE 03 foi realizado provavelmente em cima de uma linha de fratura, pois a imagem possui as mais baixas resistividades do maciço rochoso, provavelmente pela percolação de água, baixando a resistividade daquela fatia do maciço.

As espessuras das camadas, suas composições prováveis, bem como o nível do lençol freático são melhores evidenciadas nos ensaios por Sondagem Elétrica Vertical.

4.2. Sondagem Elétrica Vertical - SEV

Foram realizadas 05 (cinco) Sondagens Elétricas Verticais – SEVs tendo como finalidades principais o reconhecimento e a espessura das camadas geoelétricas (solos e "camadas" rochosas) e suas prováveis composições, bem como a posição do topo rochoso. O arranjo utilizado para as SEVs foi o Schlumberger, com AB máximo de 200m, atingindo uma profundidade de aproximadamente 50m (¼ de AB).

Com base nos procedimentos de interpretação, foi identificado modelo de quatro camadas geoelétricas, relacionadas aos aterros/solos e ao material rochoso.

O topo rochoso, de acordo com as SEVs e os dados das sondagens mistas, pode ser medido em qualquer ponto da área pelo Mapa de Isoprofundidade, em Anexo. Mas, podemos dizer que encontra-se em média a 3,3m de profundidade.

5. CONCLUSÕES

1. Os imageamentos elétricos identificaram as camadas geoelétricas, onde nas camadas de cobertura (Aterros/Solos) são pouco espessas (espessura média de 3,3m). Já as camadas geoelétricas do material rochoso (granitoide) são gradacionais, variando de Rocha Muito Alterada (RAM) a Rocha praticamente sã (RS).

2. O maciço rochoso encontra-se em média, a 3,3m de profundidade. Para melhor visualização da variação da profundidade do maciço rochoso, confeccionamos um Mapa de Isoprofundidade do topo rochoso para toda a área estuda, assim em qualquer porção da mesma será possível saber a profundidade do mesmo. Também podemos indicar que o topo do maciço rochoso (a partir da RAM a RAD) apresenta mergulho na direção norte (fundos do terreno).

3. Desta forma consideramos que os trabalhos de sondagem geofísica (método da eletrorresistividade), realizados nos locais indicados, se mostraram eficientes tanto na quantificação como na qualificação dos materiais no subsolo. Além disto, pode orientar as ações futuras na busca do entendimento geológico da área.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALLAS, J. D. F. 2000. **Principais Métodos Geoelétricos e suas Aplicações em Prospecção Mineral, Hidrogeologia, Geologia de Engenharia e Geologia Ambiental.** Tese de Doutorado, Rio Claro, UNESP– SP, 174p.

Carta de Geodiversidade do Estado de Santa Catarina, CPRM, 2006, escala 1:750.000. Serviço Geológico do Brasil.

XAVIER, F.F. (2010) **Geofísica Elétrica aplicada a Geotecnia para investigação de estabilidade de taludes.** VII Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica da Região Sul, ABMS, Foz do Iguaçu, 2010, CD-ROM.

XAVIER, F.F. (2010) **Geofísica Elétrica aplicada à investigação Geotécnica de subsolos para projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).** 15º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (COBRAMSEG), 2010, CD-ROM.

XAVIER, F.F. (2011) **Geofísica Elétrica aplicada a Geotecnia de subsolos para investigações de blocos de rochas e matacões.** 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental (CBGE), São Paulo, SP, 2011, CD-ROM.

Fernando Xavier

Geólogo – Diretor Técnico

7. ANEXOS



EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

N

1,000 0 1,000 2,000 m

ESCALA: **1:50,000**

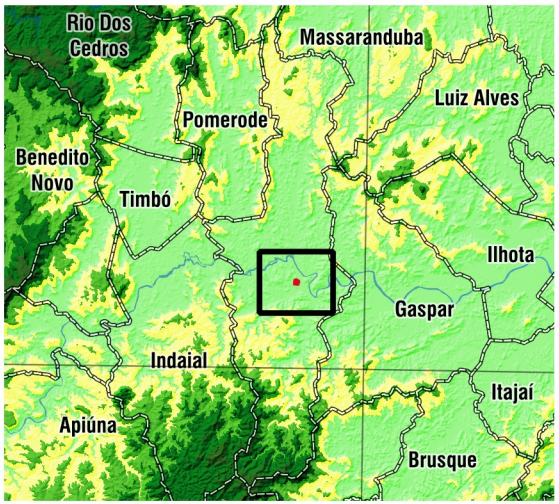
LEGENDA

Tecgeo
- Área de Estudo

Base Carto. IBGE
- Trecho rodoviario
- Limite município
- Trecho drenagem
- Massa d'água

Base Raster
- Google Satellite

MAPA DE REFERÊNCIA (SIRGAS 2000 - EPSG:4674)

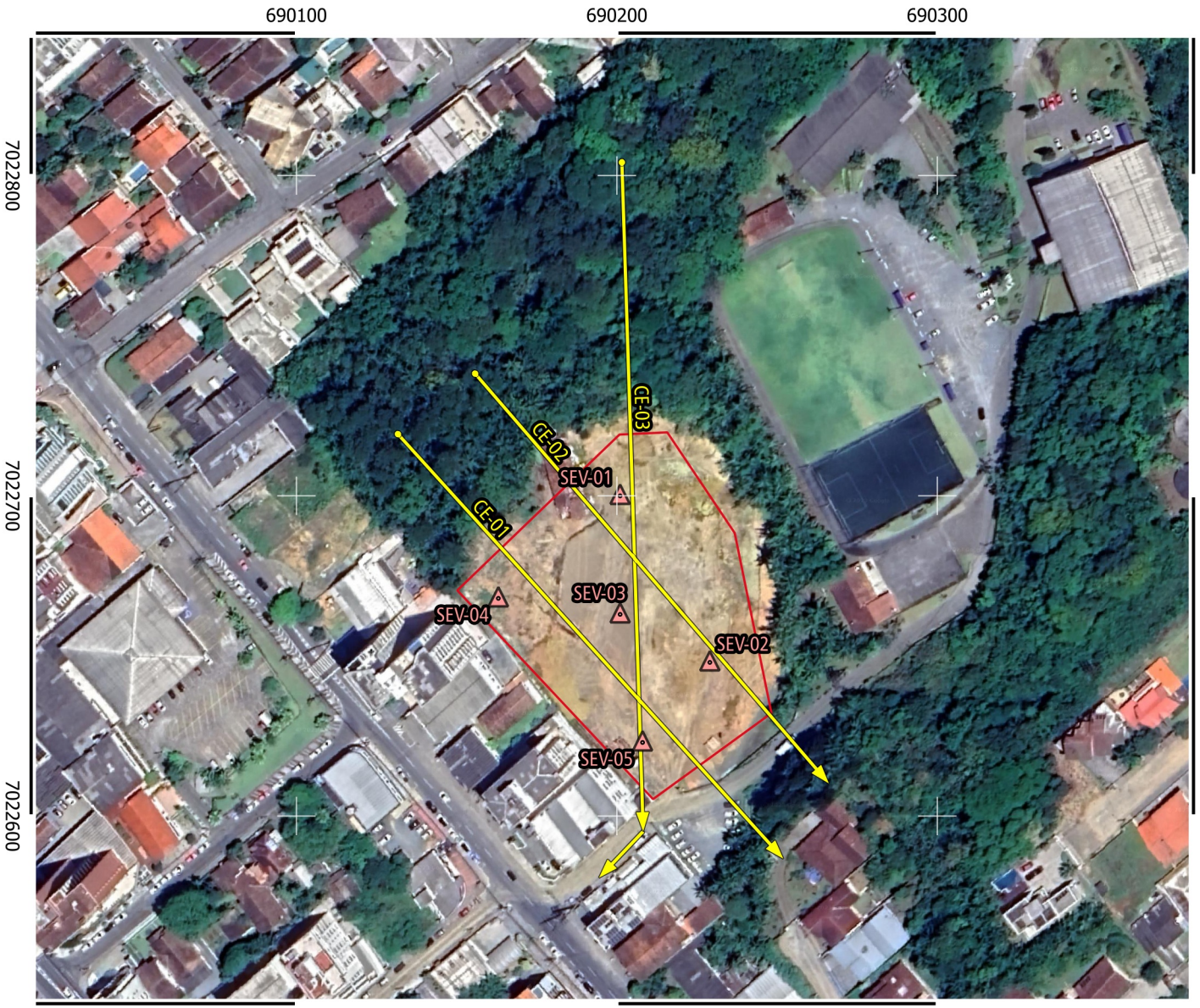


TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

TECGEOFÍSICA

Localização Geral

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	



EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

N

50 0 50 100 m

ESCALA: **1:2,000**

LEGENDA

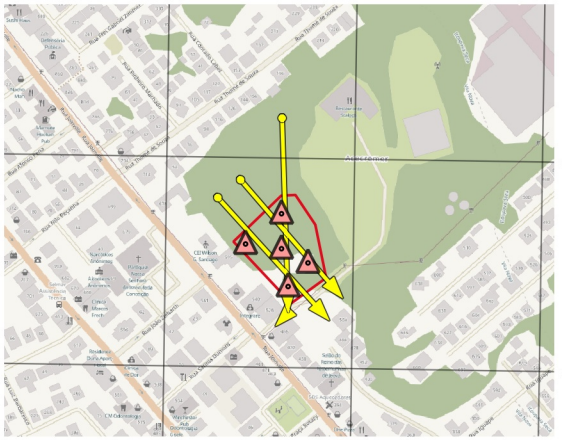
Tecgeo

- Sondagem Elétrica Vertical
- Caminhamento Elétrico
- Área de Estudo

Base Raster

- Google Satellite

MAPA DE REFERÊNCIA (SIRGAS 2000 - EPSG:4674)



TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

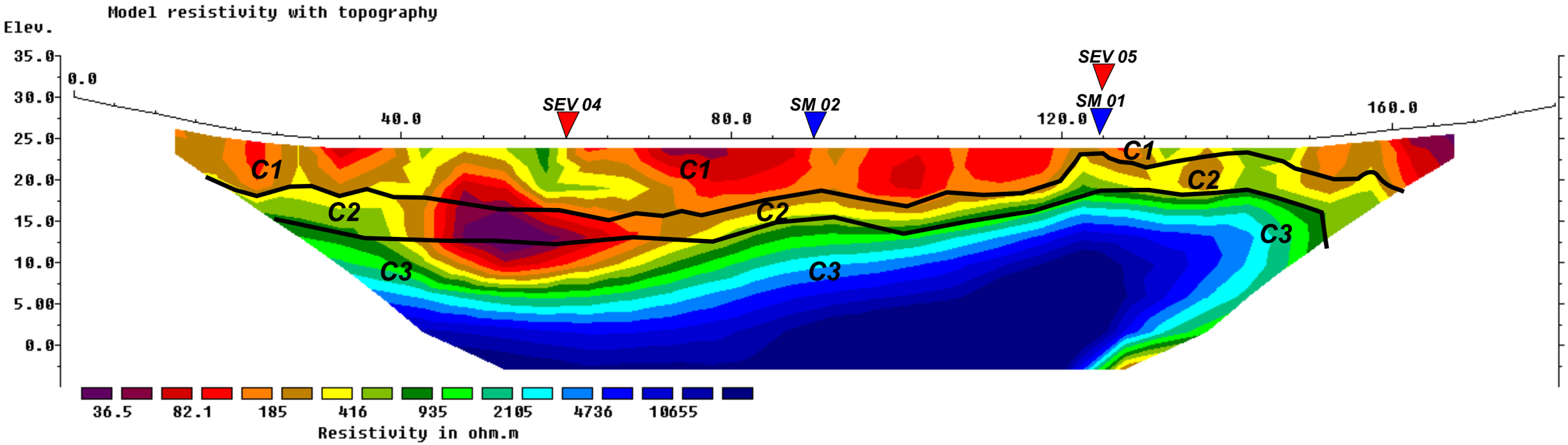
TECGEOFÍSICA

Localização das Sondagens

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	

CE 01

Imageamento Elétrico - 2D



LEGENDA

Camada Geoelétrica ***C1*** - Aterros/Solos

Camada Geoelétrica ***C2*** - Rocha Muito Alterada RAM a Rocha Medianamente Alterada - RAD

Camada Geoelétrica ***C3*** - Rocha Praticamente Sã - RS

Limites Geoelétricos

Sondagem Elétrica Vertical

Sondagem Mista

TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFISICAS

Caminhamento Elétrico

TECGEOFISICA

Contratante SESC - Blumenau - SC

Local Rua Joinville, 524, Vila Nova, Blumenau - SC

Projeto Geotecnia

Técnico Responsável
Geólogo Fernando da Fontoura Xavier

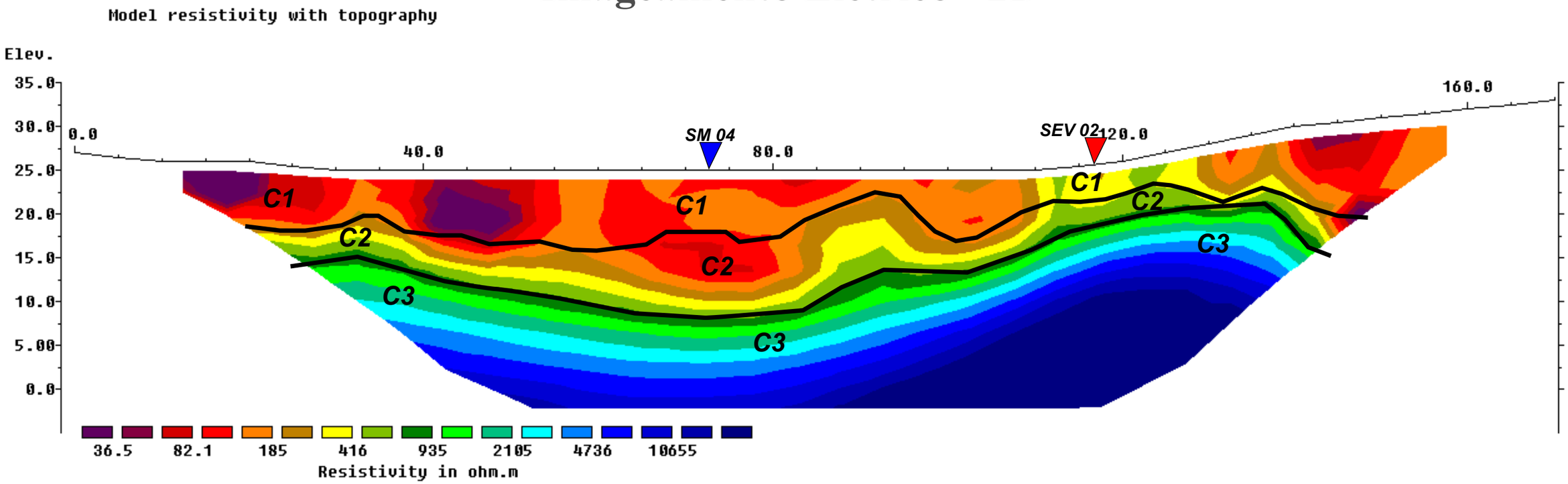
Data Abril 2023

Revisão 00

Visto

CE 02

Imageamento Elétrico - 2D



LEGENDA

Camada Geoelétrica ***C1*** - Aterros/Solos

Camada Geoelétrica ***C2*** - Rocha Muito Alterada RAM a Rocha Medianamente Alterada - RAD

Camada Geoelétrica ***C3*** - Rocha Praticamente Sã - RS

Limites Geoelétricos

Sondagem Elétrica Vertical

Sondagem Mista

TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFISICAS

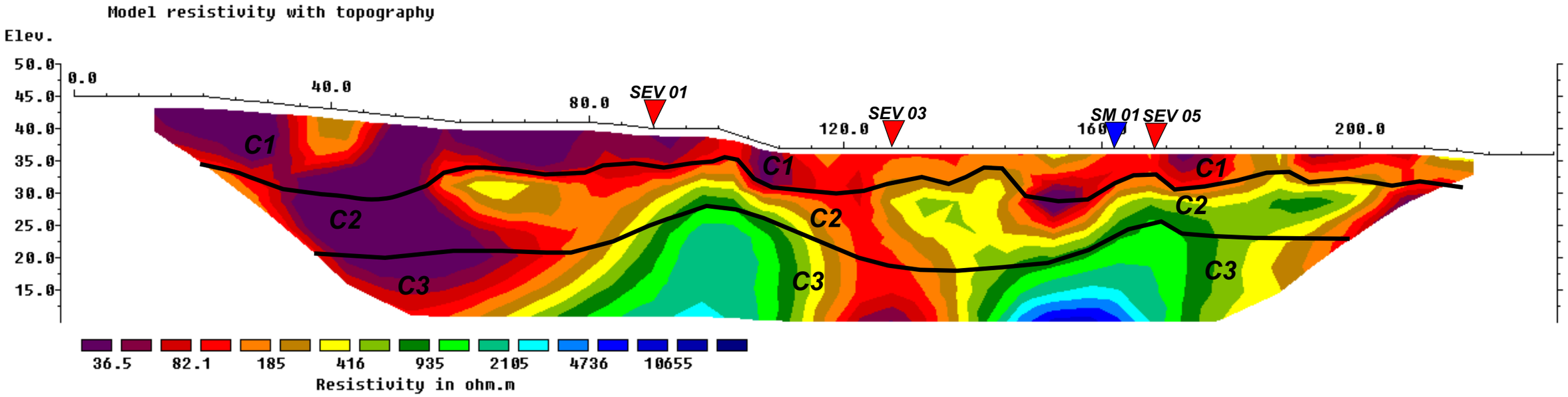
Caminhamento Elétrico

TECGEOFISICA

Contratante	SESC - Blumenau - SC
Local	Rua Joinville, 524, Vila Nova, Blumenau - SC
Projeto	Geotecnia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	

CE 03

Imageamento Elétrico - 2D



LEGENDA

Camada Geoelétrica ***C1*** - Aterros/Solos

Camada Geoelétrica ***C2*** - Rocha Muito Alterada RAM a Rocha Medianamente Alterada - RAD

Camada Geoelétrica ***C3*** - Rocha Praticamente Sã - RS

Limites Geoelétricos

Sondagem Elétrica Vertical

Sondagem Mista

TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFISICAS

Caminhamento Elétrico

TECGEOFISICA

Contratante SESC - Blumenau - SC

Local Rua Joinville, 524, Vila Nova, Blumenau - SC

Projeto Geotecnia

Técnico Responsável
Geólogo Fernando da Fontoura Xavier

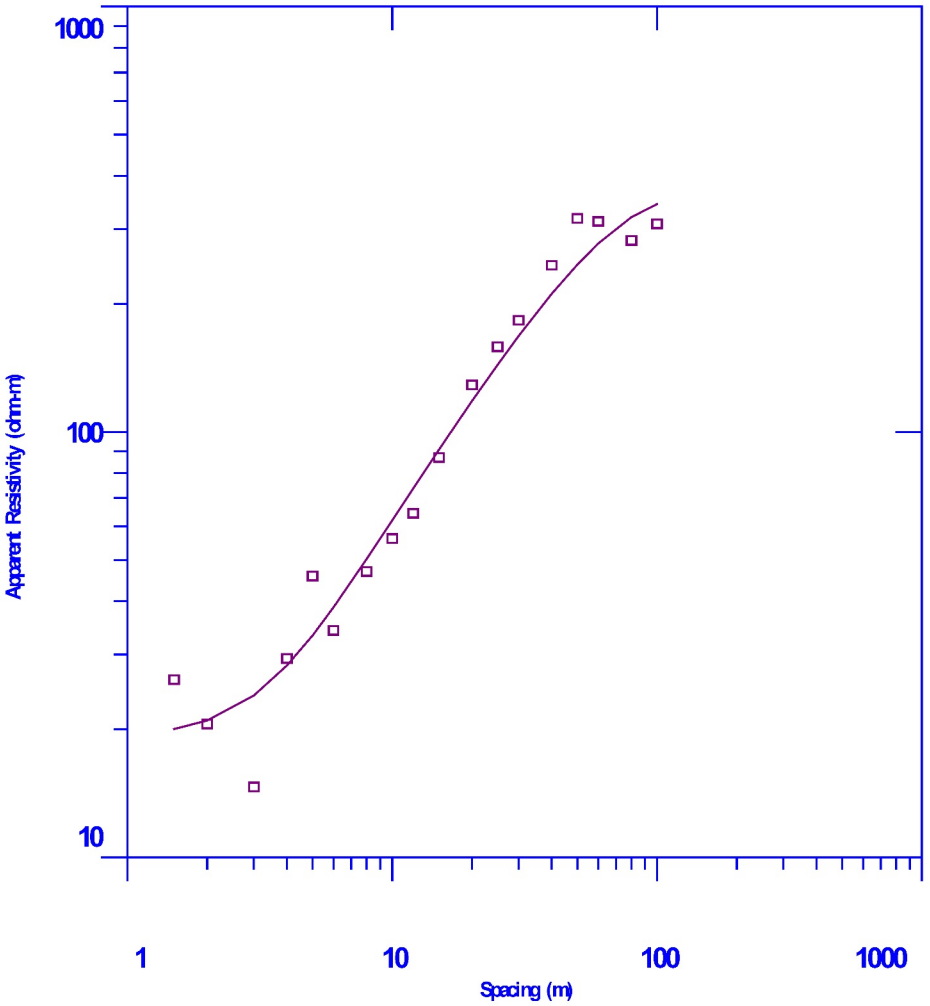
Data Abril 2023

Revisão 00

Visto

SEV-01

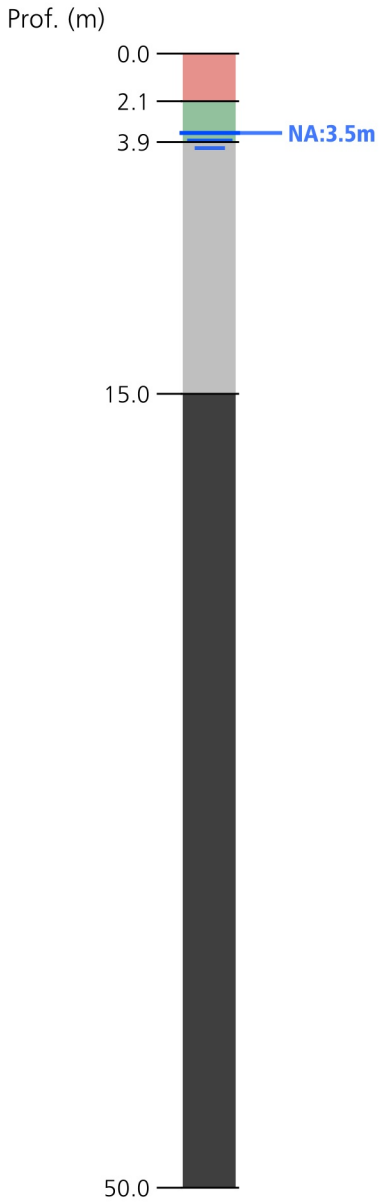
Curva de Sondagem Elétrica Vertical



Coordenadas 690201 E / 7022700 N

EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Interpretação Geológica



LEGENDA

- Aterro
- Solo de alteração
- Rocha Muito Alterada à Rocha Medianamente Alterada
- Rocha Praticamente Sã

MAPA DE REFERÊNCIA



TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

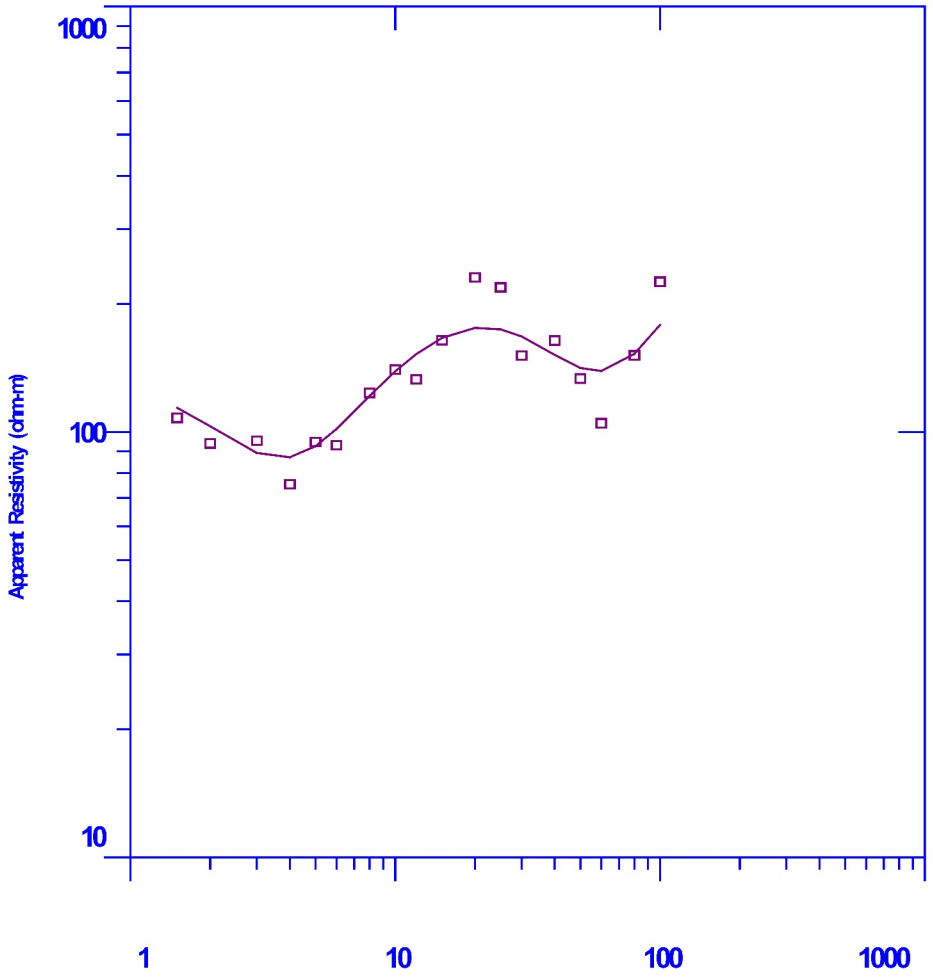
Sondagem Elétrica Vertical

TECGEOFÍSICA

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	

SEV-02

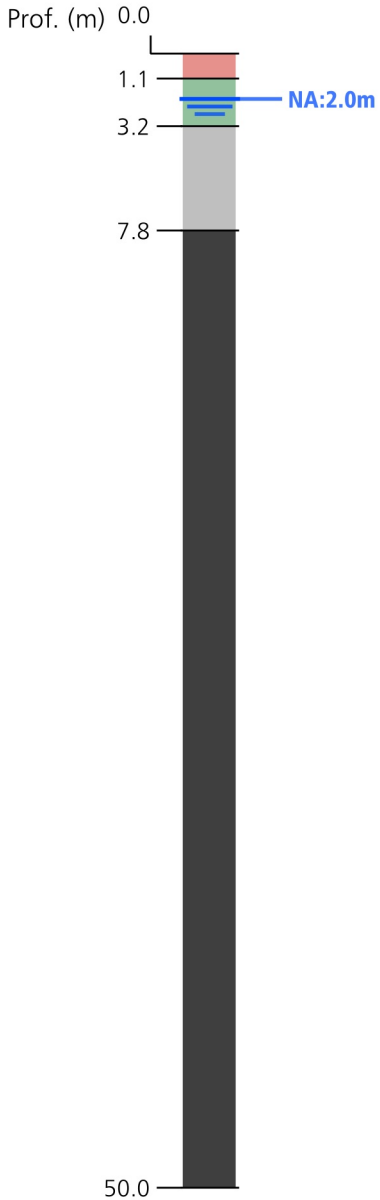
Curva de Sondagem Elétrica Vertical



Coordenadas 690229 E
7022648 N

EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Interpretação Geológica



LEGENDA

- Aterro
- Solo de alteração
- Rocha Muito Alterada à Rocha Medianamente Alterada
- Rocha Praticamente Sã

MAPA DE REFERÊNCIA



TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

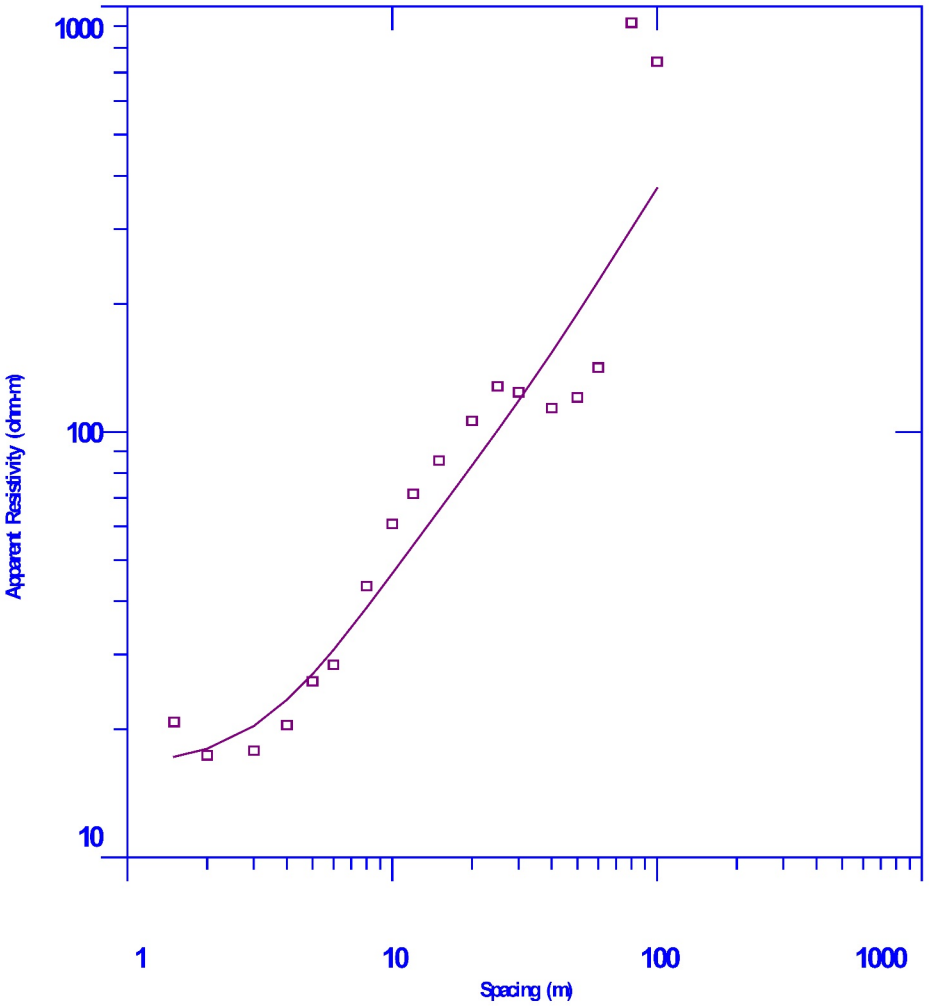
Sondagem Elétrica Vertical

TECGEOFÍSICA

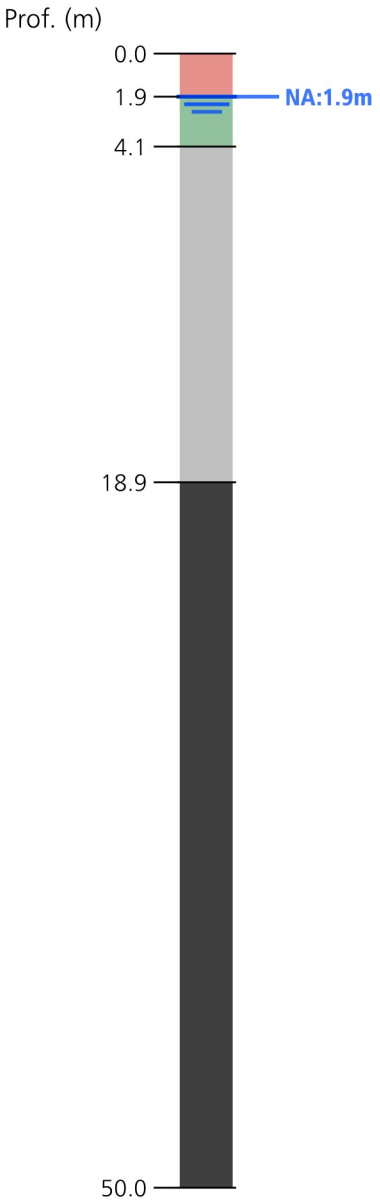
Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	

SEV-03

Curva de Sondagem Elétrica Vertical



Interpretação Geológica



LEGENDA

- Aterro
- Solo de alteração
- Rocha Muito Alterada à Rocha Medianamente Alterada
- Rocha Praticamente Sã

MAPA DE REFERÊNCIA



Coordenadas 690201 E / 7022663 N

EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

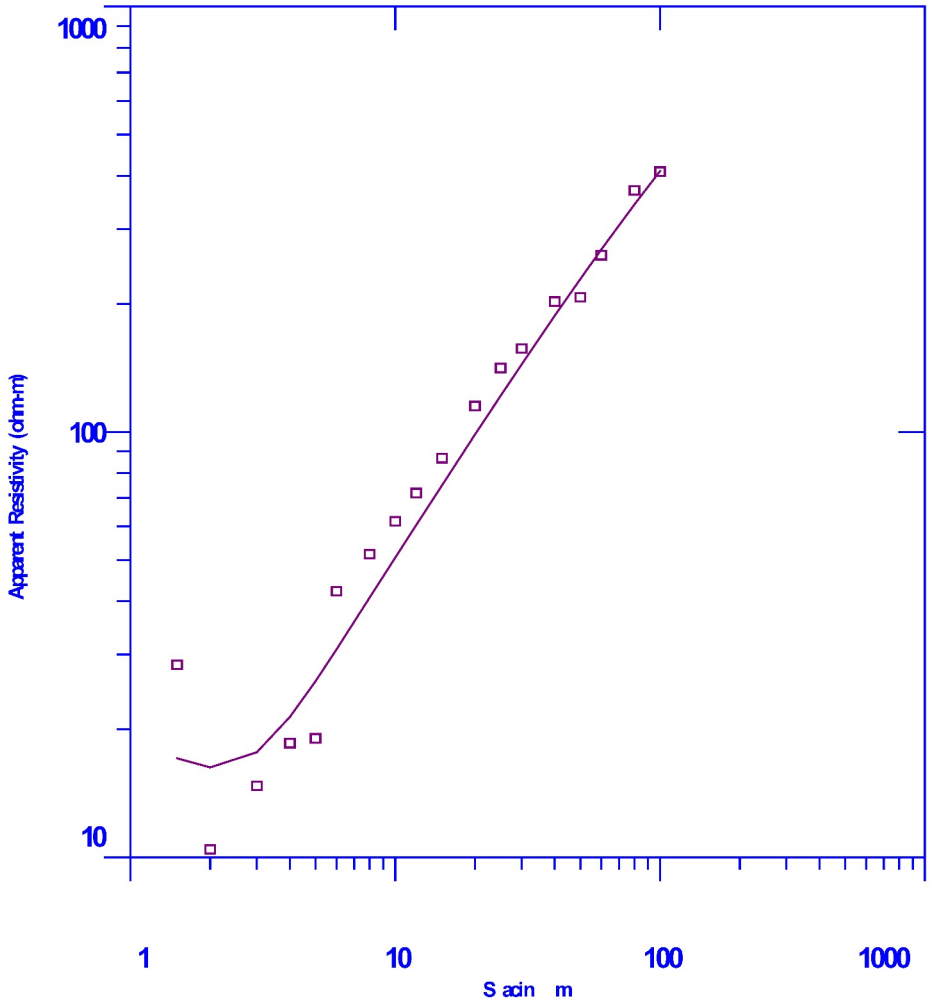
Sondagem Elétrica Vertical

TECGEOFÍSICA

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	

SEV-04

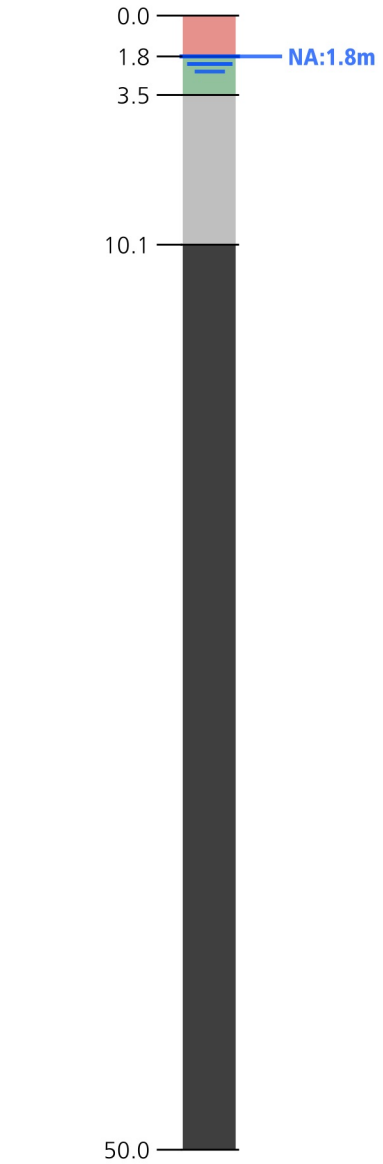
Curva de Sondagem Elétrica Vertical



Coordenadas 690163 E
7022668 N

EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Interpretação Geológica



LEGENDA

- Aterro
- Solo de alteração
- Rocha Muito Alterada à Rocha Medianamente Alterada
- Rocha Praticamente Sã

MAPA DE REFERÊNCIA



TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

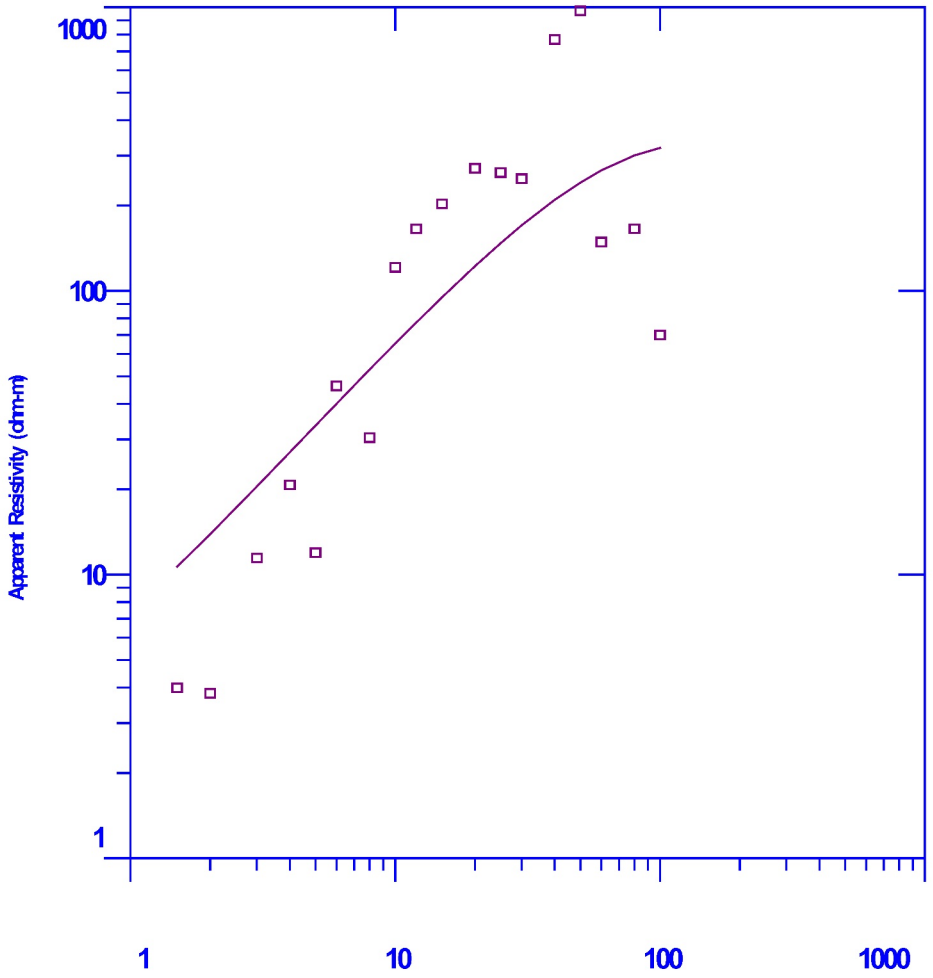
Sondagem Elétrica Vertical

TECGEOFÍSICA

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	

SEV-05

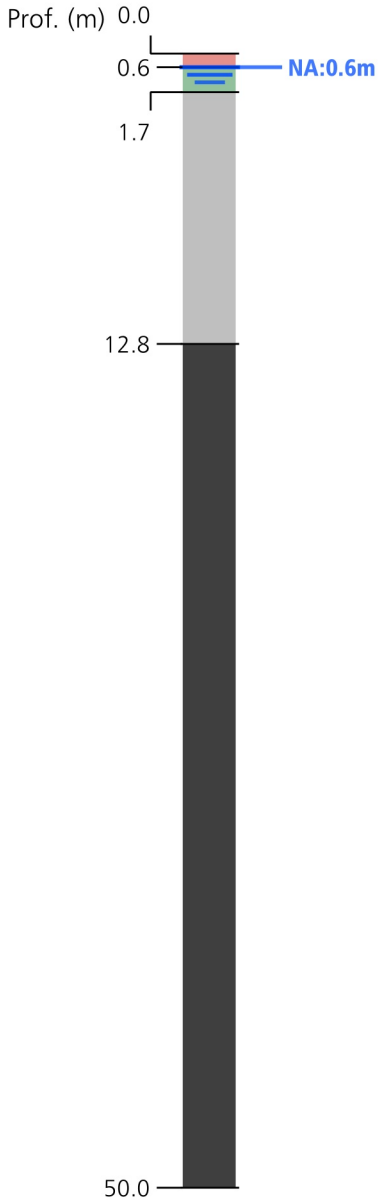
Curva de Sondagem Elétrica Vertical



Coordenadas 690208 E / 7022623 N

EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Interpretação Geológica



LEGENDA

- Aterro
- Solo de alteração
- Rocha Muito Alterada à Rocha Medianamente Alterada
- Rocha Praticamente Sã

MAPA DE REFERÊNCIA

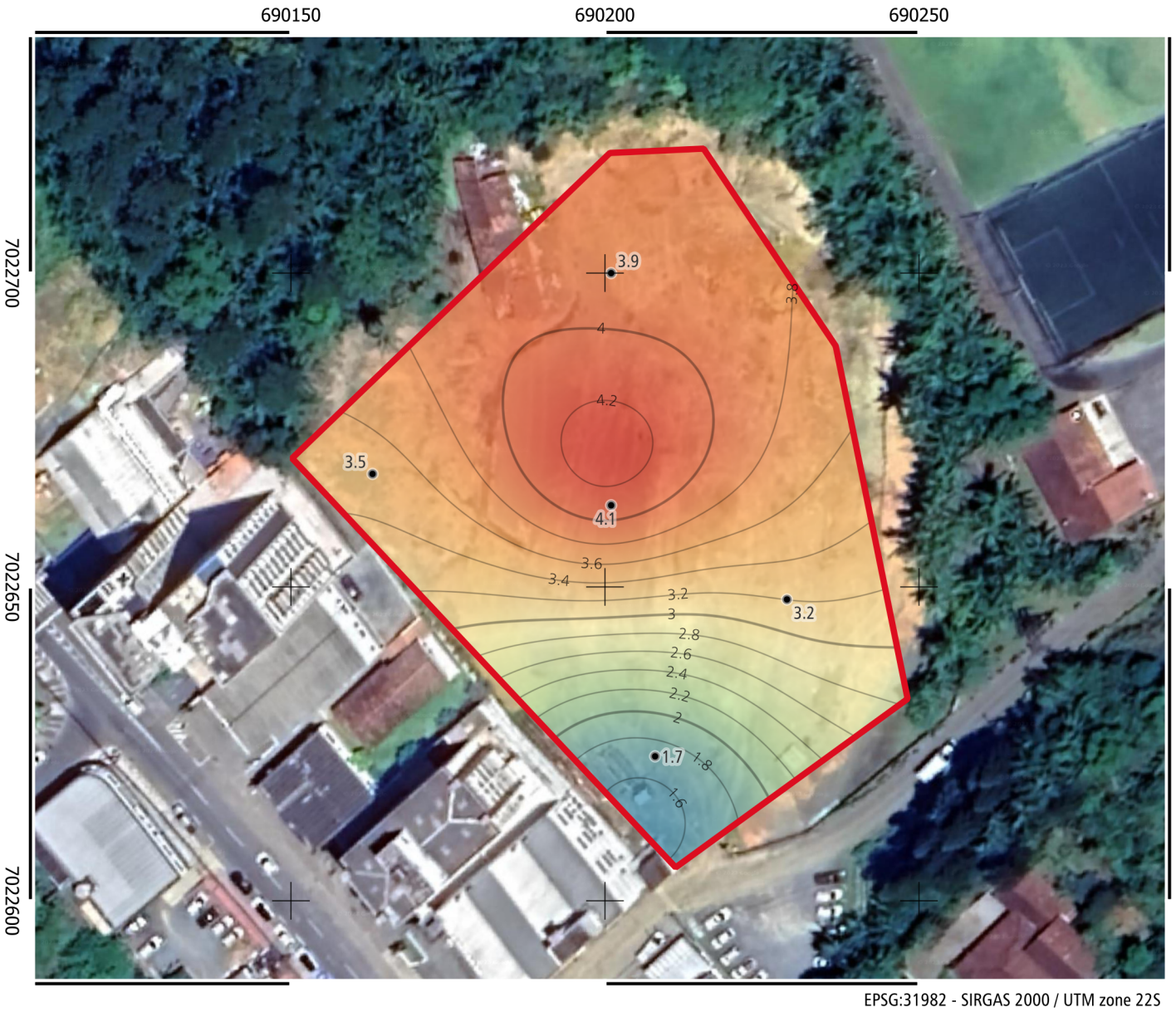


TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

TECGEOFÍSICA

Sondagem Elétrica Vertical

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	



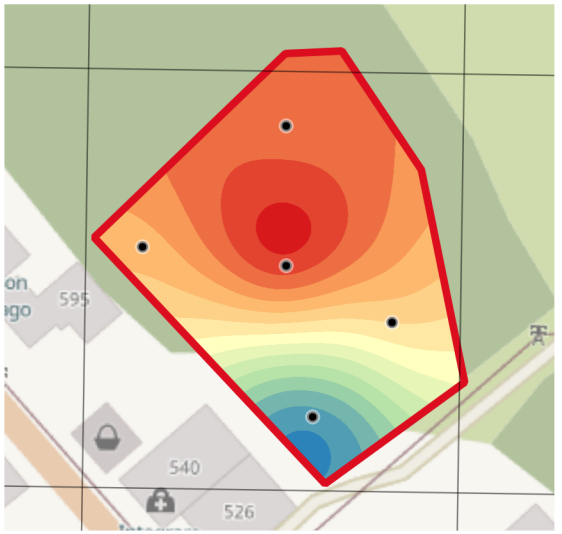
LEGENDA

Tecgeo
- Área de Estudo

Topo Rochoso
- Profundidade/Dado aferido (m)
- Curva primária
- Curva secundária

Isoprofundidade (m)
- 4.4
- 1.4

MAPA DE REFERÊNCIA (SIRGAS 2000 - EPSG:4674)



TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

TECGEOFÍSICA

Isoprofundidade do Topo Rochoso

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	



Foto 1



Foto 2

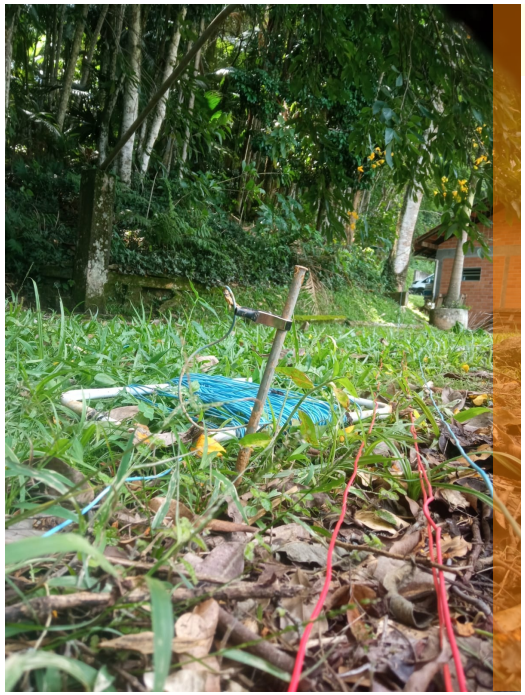


Foto 3

TECGEO TECNOLOGIA EM SONDAGENS GEOFÍSICAS

TECGEOFÍSICA

Fotos

Contratante	SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC - BLUMENAU
Local	Rua Joinville, 524 Vila Nova - Blumenau, SC
Estudo	Hidrogeologia
Técnico Responsável	Geólogo Fernando da Fontoura Xavier
Data	Abril 2023
Revisão	00
Visto	