

Ministério de Minas e Energia
CPRM – Serviço Geológico do Brasil

**“CARTAS DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES”**

GEOFÍSICA

(Lajeado Grande - SC)

Autores: Jairo J. C. Andrade; Rafael R. Severino; Luiz G. R. Pinto



São Paulo, 28 de Fevereiro de 2019

Sumário

INTRODUÇÃO	3
MATERIAIS e MÉTODOS	3
Métodos Elétricos	3
Sondagem Elétrica Vertical	4
Caminhamento Elétrico	5
Equipamentos Utilizados	6
Métodos Eletromagnéticos	7
Caminhamento Eletromagnético	8
Equipamentos Utilizados	9
AQUISIÇÃO DOS DADOS	10
PROCESSAMENTO DOS DADOS	12
Sondagem Elétrica Vertical	12
Caminhamento Elétrico	13
Caminhamento Eletromagnético	15
INTERPRETAÇÃO	17
Sondagem Elétrica Vertical	17
Caminhamento Elétrico	19
Caminhamento Eletromagnético	21
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICE	23

INTRODUÇÃO

No projeto “Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações” foi realizada campanha de geofísica terrestre, levantamentos elétrico, eletromagnético e sísmico, objetivando estimar a espessura do solo, profundidade do topo do cristalino rochoso nas regiões de interesse e realizar testes de novas metodologias geofísicas para o Risco Geológico.

O levantamento se deu na região que abrange o Município de Lajeado Grande nos dias 15 e 19 de fevereiro de 2019, com equipe composta por dois geofísicos.

MATERIAIS e MÉTODOS

Métodos Elétricos

Os métodos elétricos utilizam correntes contínuas ou alternadas de baixa frequência para investigar as propriedades elétricas da subsuperfície. Nesse trabalho foi utilizado método de eletrorresistividade a fim de estudar descontinuidades horizontais e verticais nas propriedades elétricas do solo e associá-las aos objetivos do projeto. No método de eletrorresistividade, correntes elétricas geradas artificialmente são introduzidas no solo e as diferenças de potencial resultantes são medidas na superfície.

A resistividade elétrica é uma das propriedades físicas mais variáveis. A maior parte dos minerais formadores das rochas é isolante e a corrente elétrica é conduzida através de uma rocha principalmente pela presença de íons nas águas dos poros. Assim, o aumento da porosidade e do conteúdo de sais são os principais fatores que diminuem resistividade de rochas. Secundariamente, a presença de argilo-minerais, minerais sulfetados e granulação grosseira.

A resistividade elétrica é calculada pela seguinte equação:

$$\rho = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Onde (I) é a corrente elétrica introduzida no solo, (ΔV) é a diferença de potencial medida e (K) é um fator geométrico que depende das técnicas e arranjos utilizados nos levantamentos. As técnicas de campo utilizadas foram a Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e o Caminhamento Elétrico (CE).

Sondagem Elétrica Vertical

A técnica da SEV consiste numa sucessão de medidas de um parâmetro geoeletrico efetuadas a partir da superfície do terreno (investigação 1D com observação da variação vertical da resistividade elétrica). São injetadas correntes (I) no solo através de dois eletrodos nos pontos A e B, e é medida a diferença de potencial (ΔV) entre os outros dois eletrodos nos pontos M e N (Figura 1).

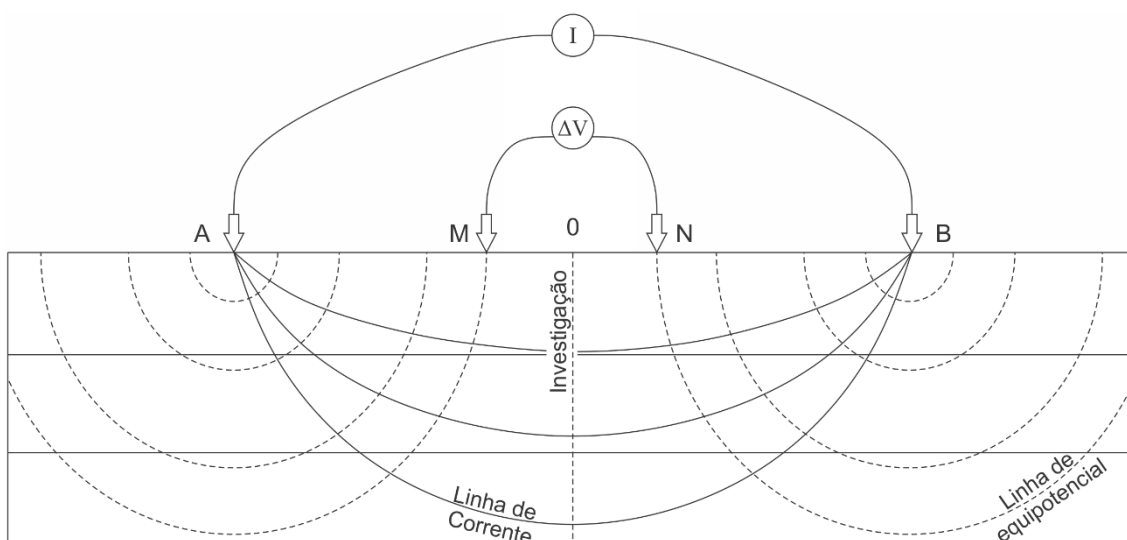


Figura 1 - Técnica da sondagem elétrica vertical (SEV).

Uma vez que se conhece as distâncias \overline{AM} e \overline{AN} , pode-se medir a corrente (I) injetada e a diferença de potencial (ΔV), e calcular a resistividade aparente (ρ_a) com a seguinte equação:

$$\rho_a = \pi \cdot \frac{\overline{AM} \cdot \overline{AN}}{\overline{MN}} \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

O arranjo utilizado foi o Schlumberger em que os eletrodos (AB) são afastados do centro do arranjo a cada leitura, investigando cada vez mais profundo, e os eletrodos (MN) se mantêm fixos. As leituras deste arranjo estão menos sujeitas as variações laterais no parâmetro físico medido,

irregularidades na superfície topográfica e ruídos produzidos por fontes artificiais (Braga, 2016).

Caminhamento Elétrico

A técnica do CE se baseia na análise e interpretação de um parâmetro geoeletrico, obtido com base em medidas efetuadas na superfície do terreno, com espaçamento constante entre os eletrodos AMNB. Por meio desta técnica, investigam-se, ao longo de linhas, as variações laterais do parâmetro físico a uma ou mais profundidades determinadas; com isso, a direção da linha de investigação permanece fixa e o centro do arranjo AMNB varia com o seu desenvolvimento. Para o desenvolvimento desta técnica, podem ser usados vários tipos de arranjos de desenvolvimento, como Schlumberger, Wenner, gradiente, dipolo-dipolo, polo-dipolo etc.

O Arranjo utilizado foi o dipolo-dipolo, com espaçamento entre os eletrodos de 5 m, em que os eletrodos de corrente (AB) e de potencial (MN) são alinhados em uma mesma direção com espaçamento constante (Figura 2). Este arranjo apresenta vantagem em relação aos outros arranjos, porque é um arranjo simétrico e, como resultado desta simetria, facilita o melhor posicionamento de uma anomalia. Neste levantamento foram utilizados simultaneamente 10 dipolos de recepção (MN) disposto ao longo do sentido de aquisição de dados (cada dipolo corresponde a um nível de investigação).

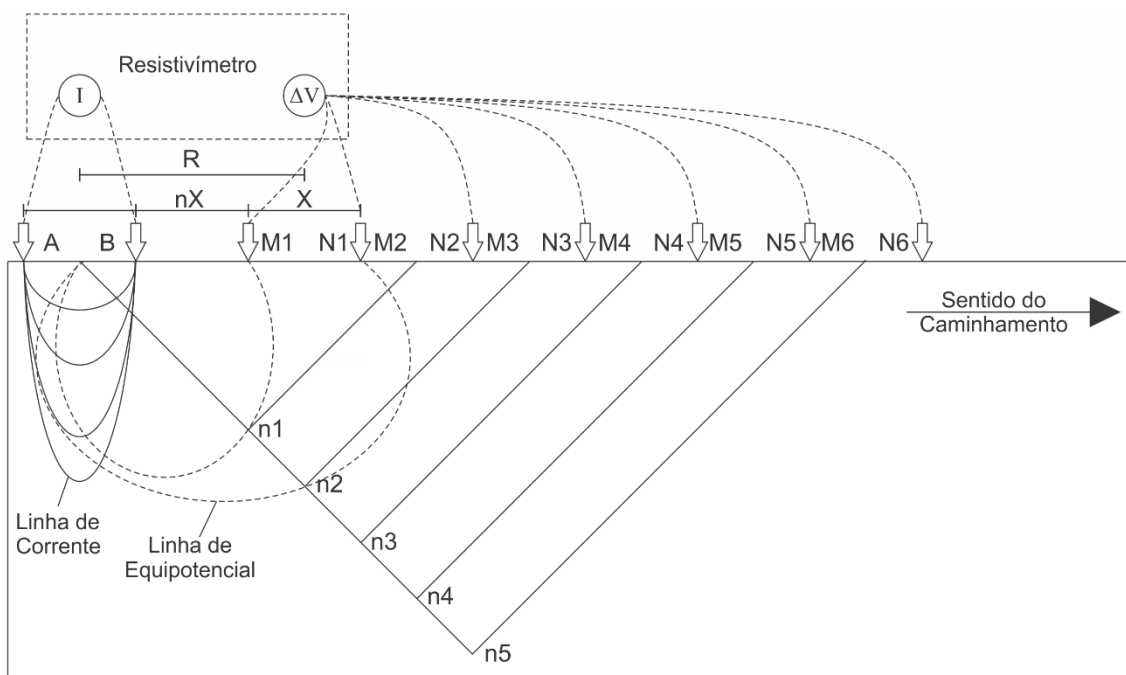


Figura 2 - Esquema do CE, arranjo dipolo-dipolo.

Estes parâmetros foram escolhidos visando obter maior profundidade de investigação e melhor resolução possível.

Deste modo é possível calcular a resistividade aparente (ρ_a) com a seguinte equação:

$$\rho_a = 2\pi GX \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

Com

$$G = \frac{1}{\frac{1}{n} - \frac{2}{n+1} + \frac{1}{n+2}} \quad (3)$$

Em que: (X) é o espaçamento dos dipolos (AB) e (MN) adotado; (n) é o nível de investigação correspondente (Braga, 2016).

Equipamentos Utilizados

No levantamento foi utilizado o resistímetro Syscal Pro (Figura 3), que possui 10 canais de leitura integrados. Para a SEV estavam disponíveis quatro rolos de cabos sendo dois de 100 m e dois de 350 m. Para o CE estava disponível um cabo com abertura máxima, entre cada canal, de 5 m e com 10 canais de medidas cada, permitindo leituras automáticas em todos os eletrodos. Os equipamentos auxiliares foram: duas baterias de 12 V; eletrodos metálicos para injeção de corrente elétrica e medição do potencial elétrico; cabos para conexões entre equipamento e eletrodos; marretas para fixação dos eletrodos e trenas para marcar as posições dos eletrodos.



Figura 3 - Syscal Pro.

As coordenadas foram registradas com o GPS portátil Garmin 62sc, admitindo-se uma precisão máxima horizontal de 5 m e vertical de 10 m. Essas são também as precisões dos produtos geofísicos gerados.

Métodos Eletromagnéticos

O método Eletromagnético Indutivo mede a condutividade elétrica em subsuperfície partindo do princípio que uma corrente elétrica alternada passa por meio de uma bobina transmissora, que resulta em um campo eletromagnético primário. A propagação deste campo em um meio condutor no subsolo, assumido como meio homogêneo, resulta em correntes secundárias alternadas que produzem um campo eletromagnético secundário (Figura 4).

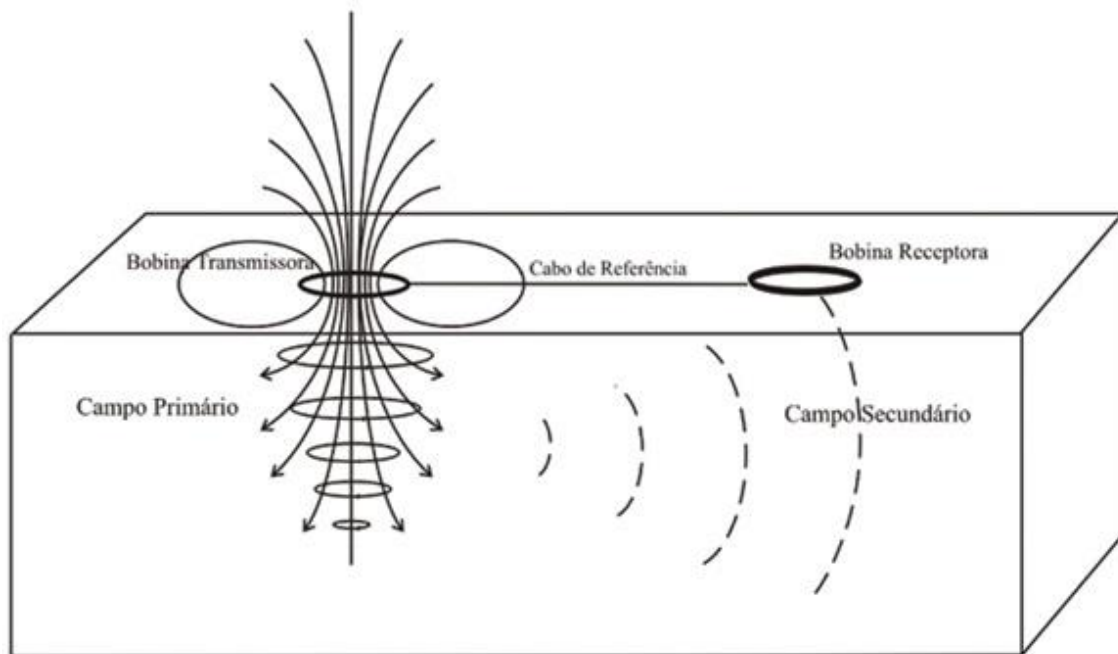


Figura 4: Representação esquemática do Princípio do Método Eletromagnético Indutivo.

Uma bobina receptora posicionada dentro da área de influência dos campos primário e secundário capta a corrente induzida resultante da soma dos campos gerados. Assim, a condutividade elétrica pode ser obtida por meio da seguinte equação:

$$\sigma_a = \frac{4}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mu \cdot d^2} \cdot \left(\frac{H_p}{H_s} \right) \quad (4)$$

sendo H_p o campo magnético primário e H_s o campo magnético secundário ; σ_a é a condutividade aparente em S/m; μ é a permeabilidade magnética em Hz/m; f é a frequência em Hz e d é o espaçamento entre as bobinas em m.

Essa condutividade elétrica aparente (σ_a) não corresponde ao valor das condutividades reais das rochas, mas sim uma média dos valores de condutividade das rochas presentes no pacote do subsolo envolvido pelos campos magnéticos. E por sua vez a condutividade elétrica varia em função do tipo de solo ou rocha, porosidade, permeabilidade, grau de saturação e em função das propriedades eletroquímicas dos fluídos de preenchimento de poros, este último apresenta-se como fator dominante em muitos casos (McNeill, 1980) (Telford, 1990).

Caminhamento Eletromagnético

A técnica de campo utilizada foi o Caminhamento Eletromagnético (CEM) com os cabos de referência (d) de 20 e 40 m. O espaçamento entre as leituras (n) foi de 5 m nos arranjos Dipolo Vertical e Dipolo Horizontal (Figura 5).

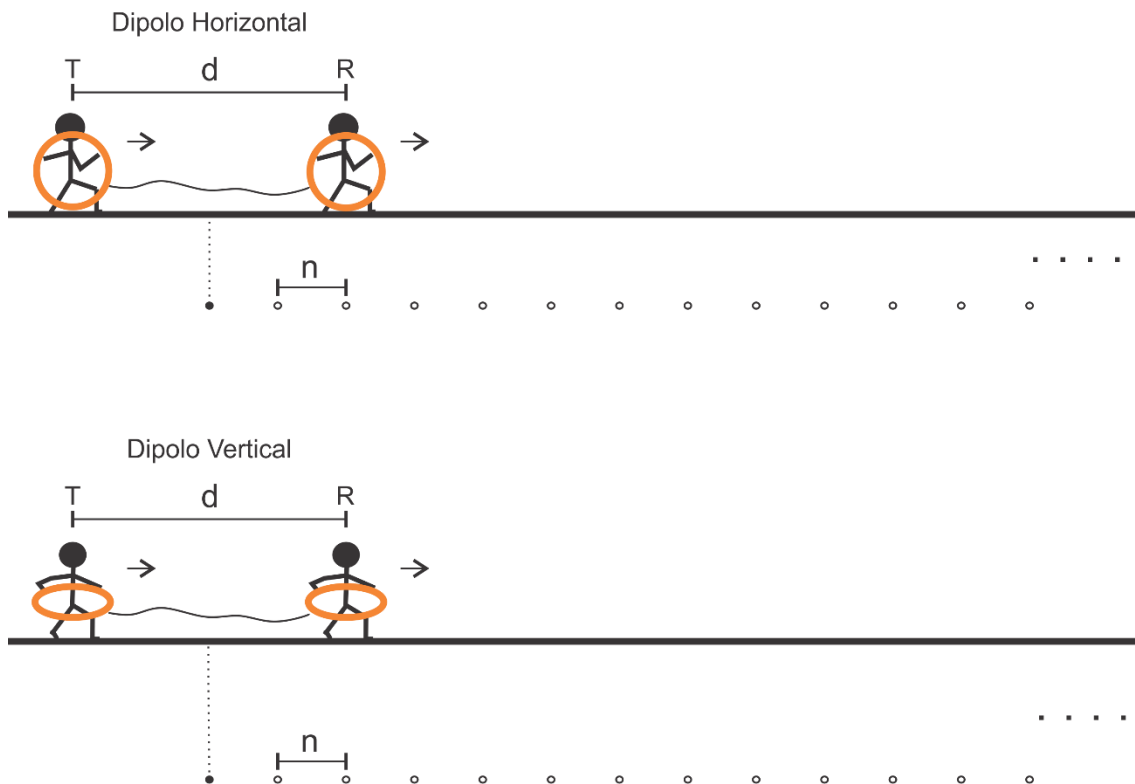


Figura 5 - Técnica de Caminhamento Eletromagnético com cabo de referência de distância d e espaçamento entre as leituras de distância n nos arranjos Dipolo Vertical e Dipolo Horizontal.

Equipamentos Utilizados

O equipamento utilizado foi o condutímetro EM 34-3 modelo XL (fabricado pela Geonics Ltda – Canadá) mostrado na Figura 6.



Figura 6: Condutímetro EM34-3XL usado para realizar leituras diretas da condutividade aparente do subsolo. No lado esquerdo a imagem mostra as bobinas e os cabos. No lado direito as imagens mostram os consoles do Transmissor e do Receptor.

O EM34-3XL possui três cabos de referência com tamanhos diferentes que permitem três espaçamentos diferentes entre as bobinas (d na Equação 4), a saber, 10, 20 e 40 m. A frequência f utilizada em cada espaçamento é fixa: 6400 Hz, 1600 Hz e 400 Hz respectivamente para os espaçamentos de 10 m, 20 m e 40 m. As frequências utilizadas são suficientemente baixas de modo que as correntes de deslocamento que se formam são insignificantes (Wait, 1982).

A profundidade de investigação do EM34-3XL depende da frequência de operação que é controlada no uso de cabos de referência diferentes, depende também da posição do arranjo entre as bobinas e das características do subsolo.

AQUISIÇÃO DOS DADOS

A programação inicial previa 5 alvos a serem estudados no município (Figura 7), porém foram executados 1 CEM, 1 CE e 3 SEVs. Os estudos se concentraram numa mesma área, pois as metodologias aplicadas precisavam de comparativos com outras que já estão estabelecidas.

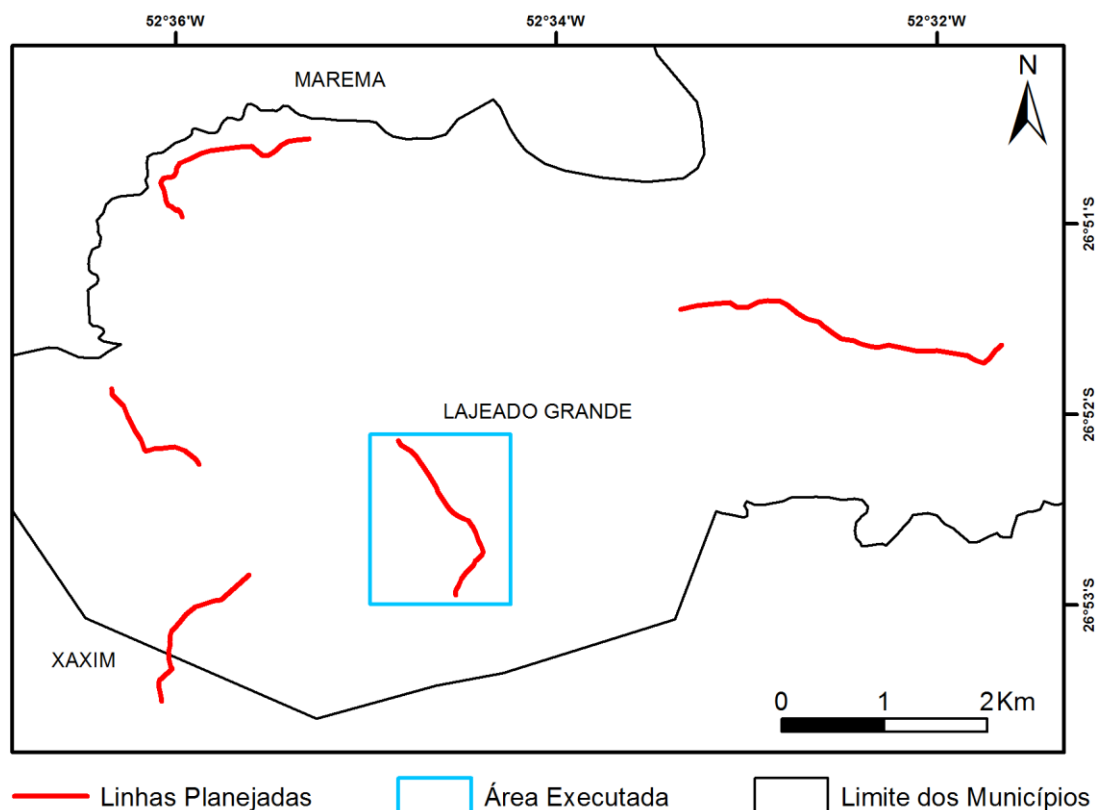
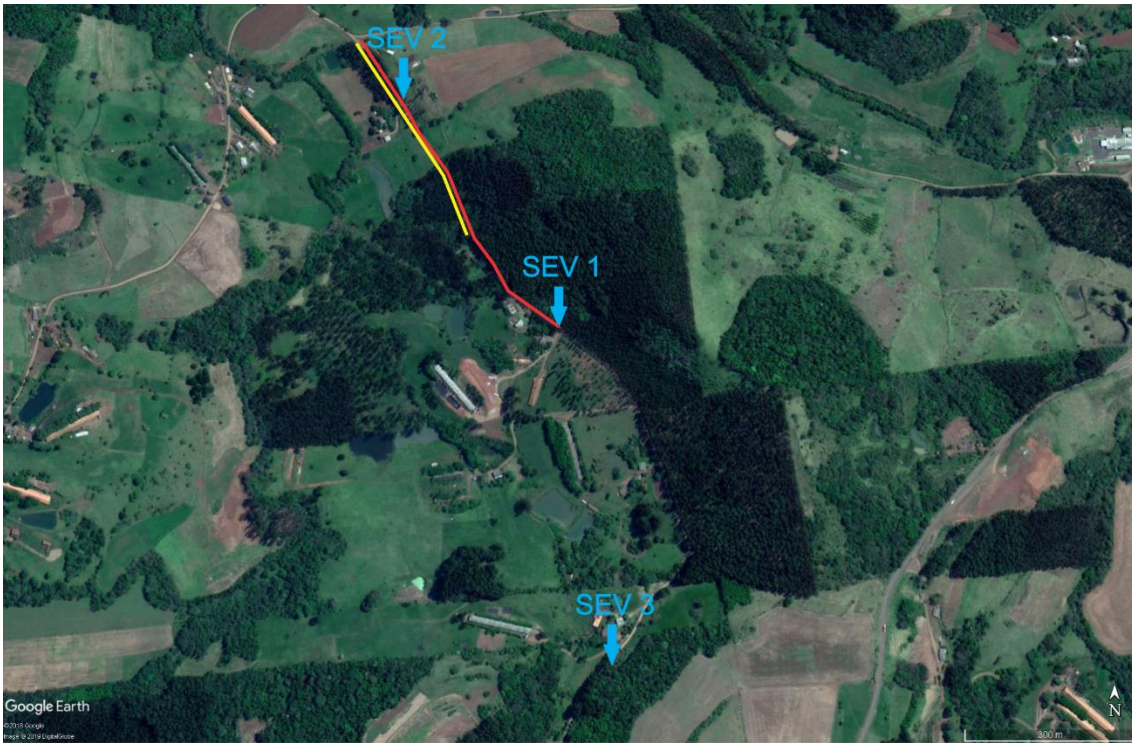


Figura 7 – Linhas vermelhas indicam a localização dos alvos programados, quadrados azuis indicam áreas onde os levantamentos foram realizados.

Foram realizadas 3 SEV ao longo de uma das linhas planejadas espaçadas de modo a cobrir a maior extensão possível. O CE, Linha 1, foi realizado como metodologia principal, passando pela SEV 2 (foi necessária a interrupção do CE, por conta da chuva, alcançando 460 m). O CEM, Linha 2, foi executado ao longo da Linha 1, alcançando 650 m e passando pelas SEV 1 e SEV 2 (Figura 8).



- Caminhamento Elétrico (CE)
- Caminhamento Eletromagnético (CEM)
- ↓ Sondagem Elétrica Vertical (SEV)

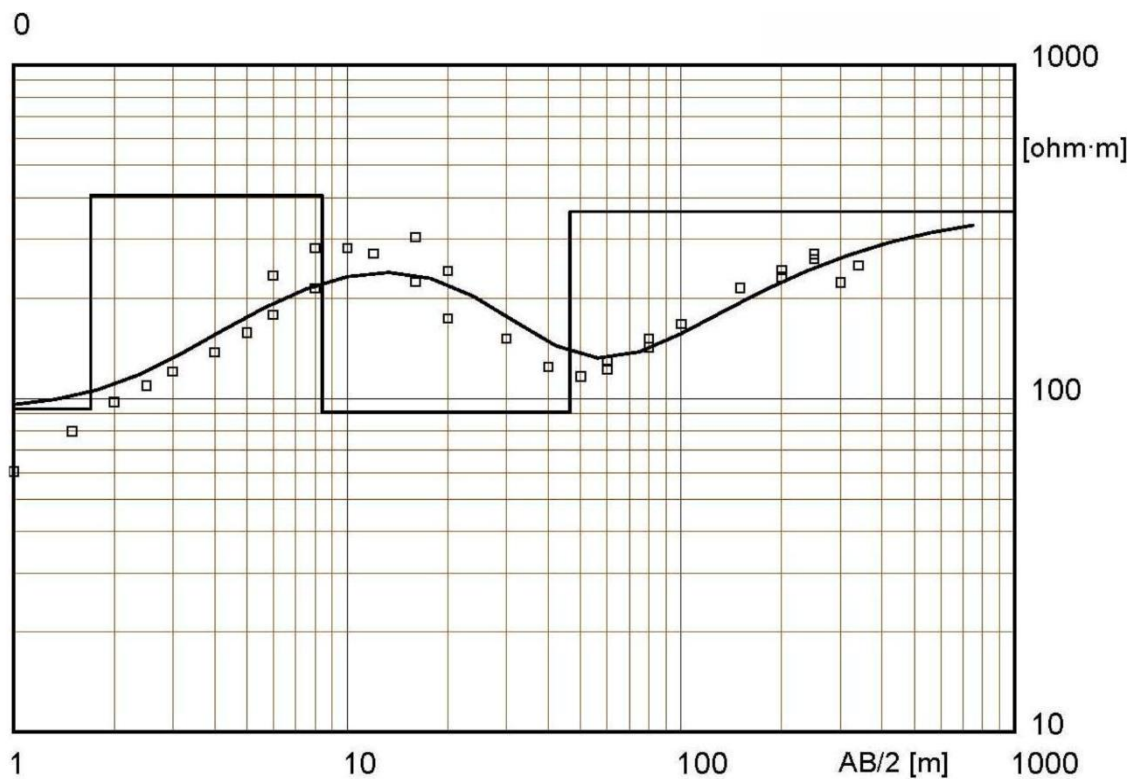
Figura 8 – Área de execução.

PROCESSAMENTO DOS DADOS

Sondagem Elétrica Vertical

Para o processamento dos dados da SEV foram utilizados os Softwares Prosys II; versão 03.11.02. desenvolvido por IRIS Instruments e o WinSev; versão 6.3 desenvolvido por W-GeoSoft. O método de inversão utilizado foi automático, realizando mínimas intervenções manuais, apenas quando o ajuste cria modelos muito complexos com várias camadas.

A inversão da SEV 1 (Figura 9) resultou num modelo de 4 camadas geoeletricas.



Localização X = 52°34'30.95"O Y = 26°52'30.69"S Z = 537 m

Modelo

Resistividade	Espessura	Profundidade	Cota
[ohm·m]	[m]	[m]	
93	1.7		
406	6.7	1.7	
91	38	8.4	
363		46	

Figura 9 – Ajuste dos dados medidos e calculados da SEV 1.

As inversões das demais SEVs e suas respectivas tabelas de dados, encontram-se no apêndice.

Caminhamento Elétrico

Para o processamento dos dados dos CEs foram utilizados os Softwares Prosys II; versão 03.11.02. desenvolvido por IRIS Instruments e o Res2dinv; ver. 3.4; 2D Resistivity and IP Inversion. (desenvolvido por Geotomo Software Malaysia). O método de inversão utilizado foi o robusto e foi utilizado o modelo de discretização com refinamento (Modelo com células com metade do espaçamento).

Estudos preliminares foram realizados para verificar qual espaçamento entre os eletrodos se adequaria melhor ao objetivo do levantamento e verificou-se que o espaçamento de 5m obteve os melhores resultados.

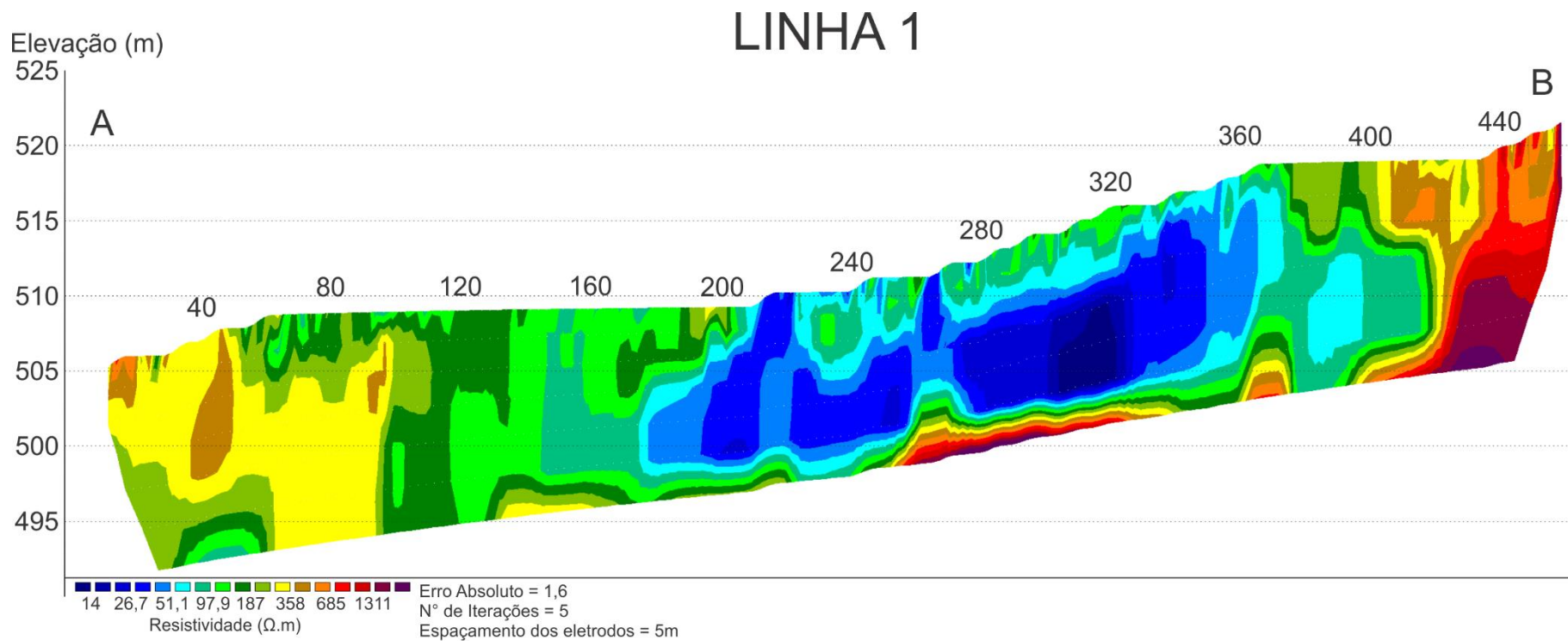


Figura 10 - Seção inversa da Linha 1.

A Pseudo-Seção medida, calculada e Seção Invertida do CE encontra-se no apêndice.

Caminhamento Eletromagnético

As leituras da condutividade aparente que o equipamento fornece são apresentadas diretamente na Figura 11. No processamento desses dados foi realizada inversão com o Software *FreqEm*, distribuído livremente pela *Geotomo Software*.

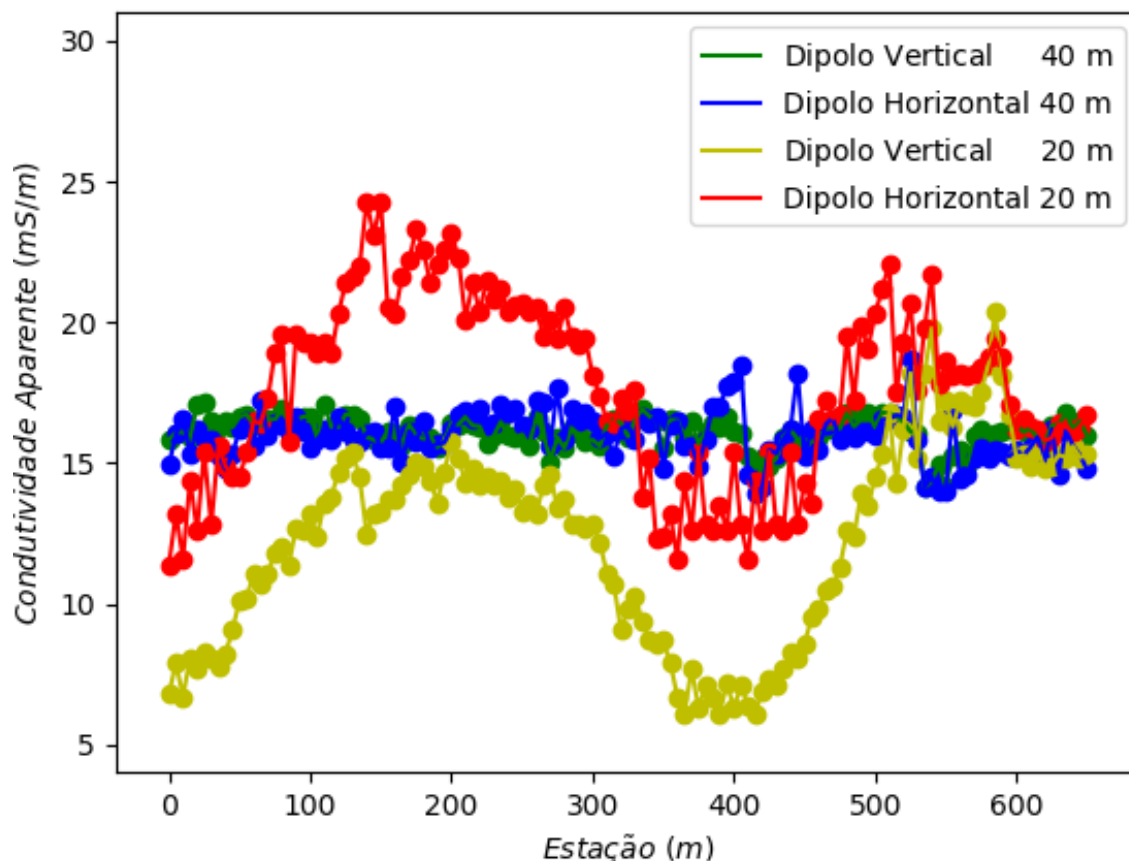


Figura 11 - Valores de Condutividade Aparente medidos nos arranjos Dipolo Vertical e Dipolo Horizontal com 20 e 40 m de separação.

A inversão é um processo numérico que tem por finalidade determinar possíveis valores de condutividade (σ) e de espessura de camadas, a partir dos valores medidos de condutividade aparente (σ_a). As inversões foram feitas sobre cada estação utilizando as quatro leituras da Figura 11, simulando o mesmo modelo dado pela SEV 1 (Figura 9) com apenas duas camadas sendo a primeira representando o solo com condutividade 15 mS/m e 15 m de espessura, e a segunda representando o embasamento com condutividade de 5 mS/m.

Os resultados das inversões em cada estação são mostrados na Figura 12 e com mais detalhes no Apêndice.

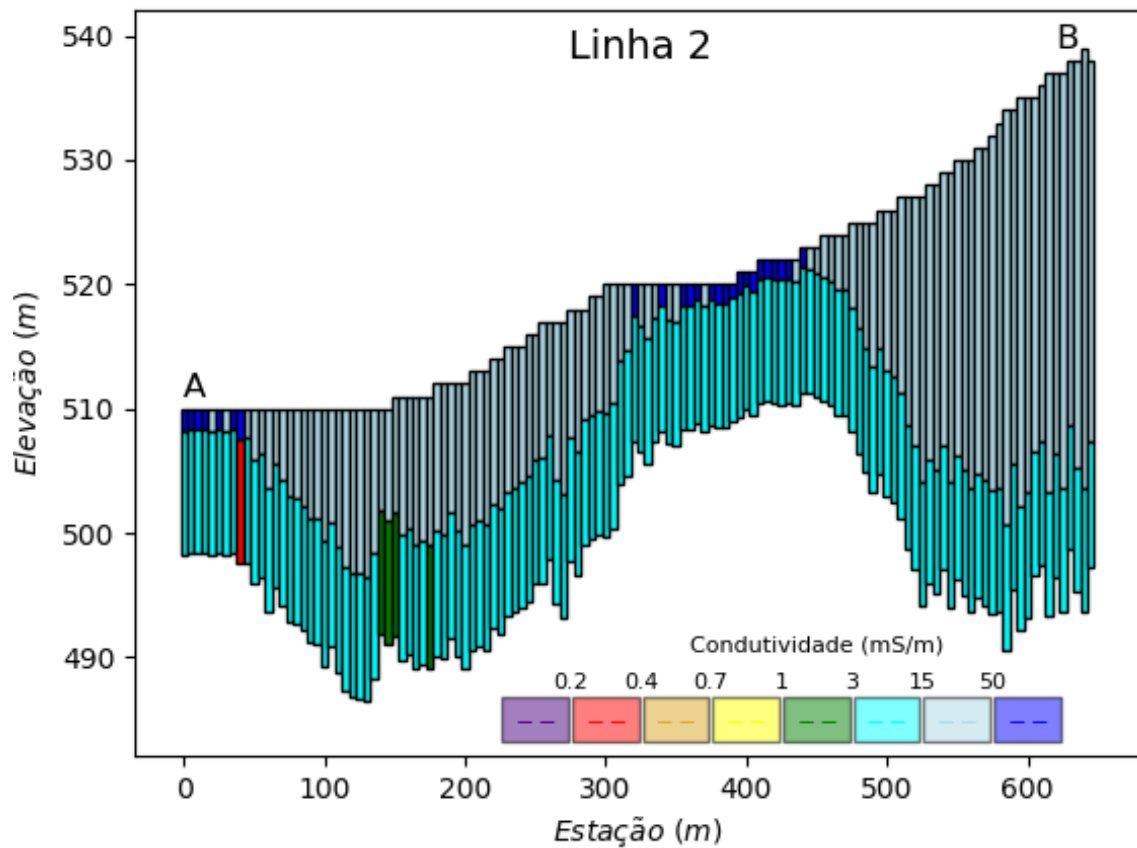


Figura 12 - Pseudo-seção inversa da Linha 2

As inversões foram consideradas numericamente satisfatórias pois a média de seus erros foi de 10,2 % sendo que em onze estações, o erro ultrapassou 25 %.

Na estação 40, a inversão para camada inferior deu um resultado abaixo de 0,2 mS/m com erro maior de 50 %, sendo pouco confiável.

INTERPRETAÇÃO

Sondagem Elétrica Vertical

A SEVs 1 e 3 apresentam modelo geoeletrico de 4 camadas, as duas primeiras camadas foram interpretadas como Solo Seco, a terceira camada como Solo Não Seco e a última camada como embasamento, o contexto geológico verificado nos afloramentos e valor da resistividade indicam que o embasamento deve tratar-se de basalto (Telford et al., 1990). A SEV 2 apresenta modelo geoeletrico de 2 camadas, interpretadas como Solo Seco e Embasamento (Figura 13).

A primeira camada, que pela espessura e resistividade, deve se tratar do Horizonte A e segunda camada que apresentam resistividade elétrica de material seco, foram interpretadas como Solo Seco. Os valores de resistividade não deixaram claro qual a litologia deste solo, isto deve-se ao fato do solo não ser homogêneo, com presença de blocos de basalto na sua composição, afetando a média da resistividade elétrica. As camadas que aparecem nas SEVs 1 e 3, com resistividade elétrica de material que contém água, foram interpretadas como Solo não seco.

As três SEVs ofereceram parâmetros de espessura e resistividade elétrica que foram utilizadas nas etapas de processamento do CE e CEM.

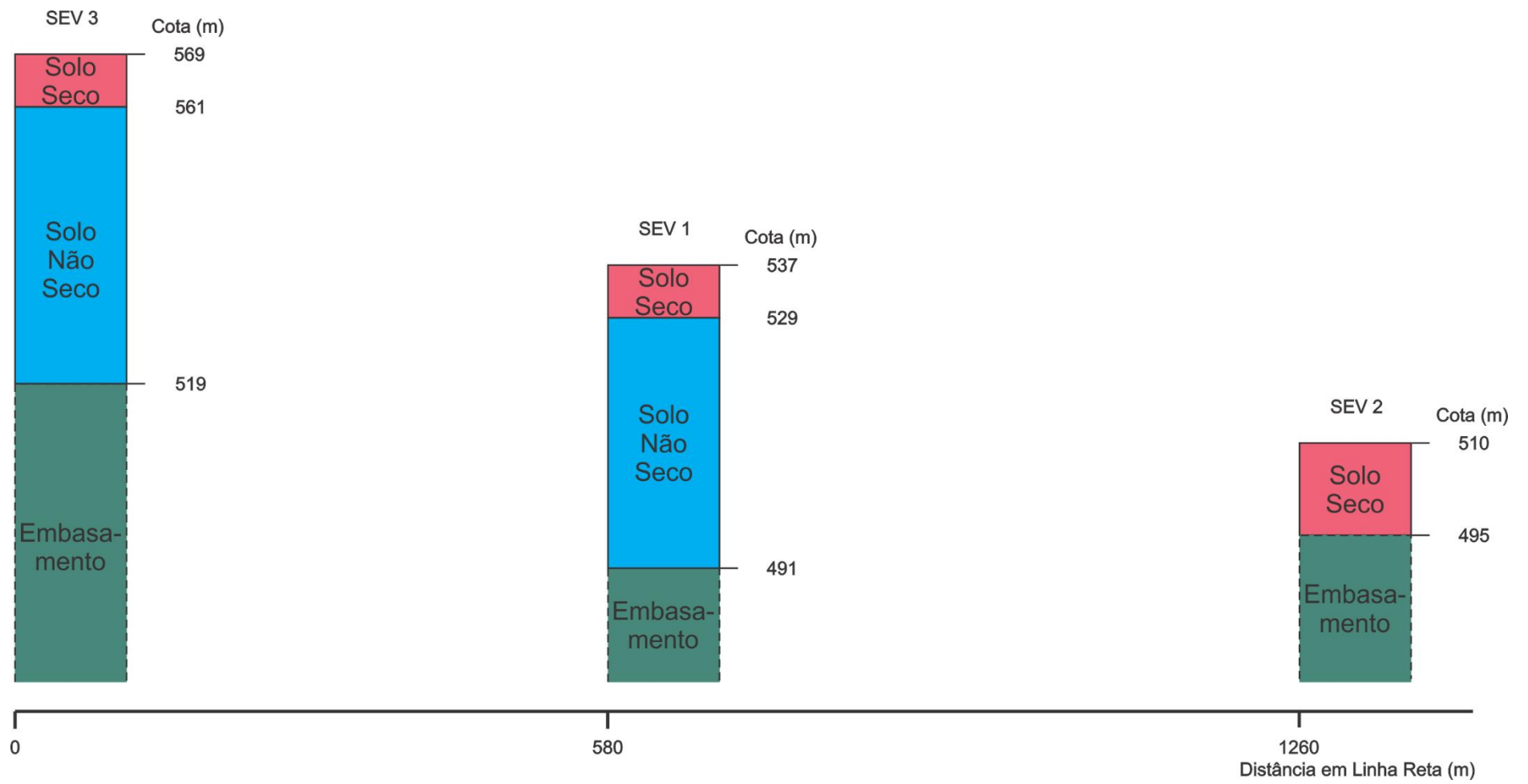


Figura 13 - Interpretação do modelo de camadas das SEVs 1; 2 e 3.

Caminhamento Elétrico

O caminhamento evidencia que o solo varia de 0 a 15 m sob a região estudada. A SEV 2, que fica na altura da posição 145 m do CE, concorda com o caminhamento e indicado que a espessura do solo naquela região tem por volta de 14 m (Figura 14). O levantamento iniciou sem chuva e durante a aquisição ocorreu uma chuva moderada que durou por volta de 40 minutos, isto pode explicar o solo não seco entre as posições 180 e 400 do CE. Uma segunda chuva forte no meio da tarde ocasionou na interrupção do levantamento.

LINHA 1

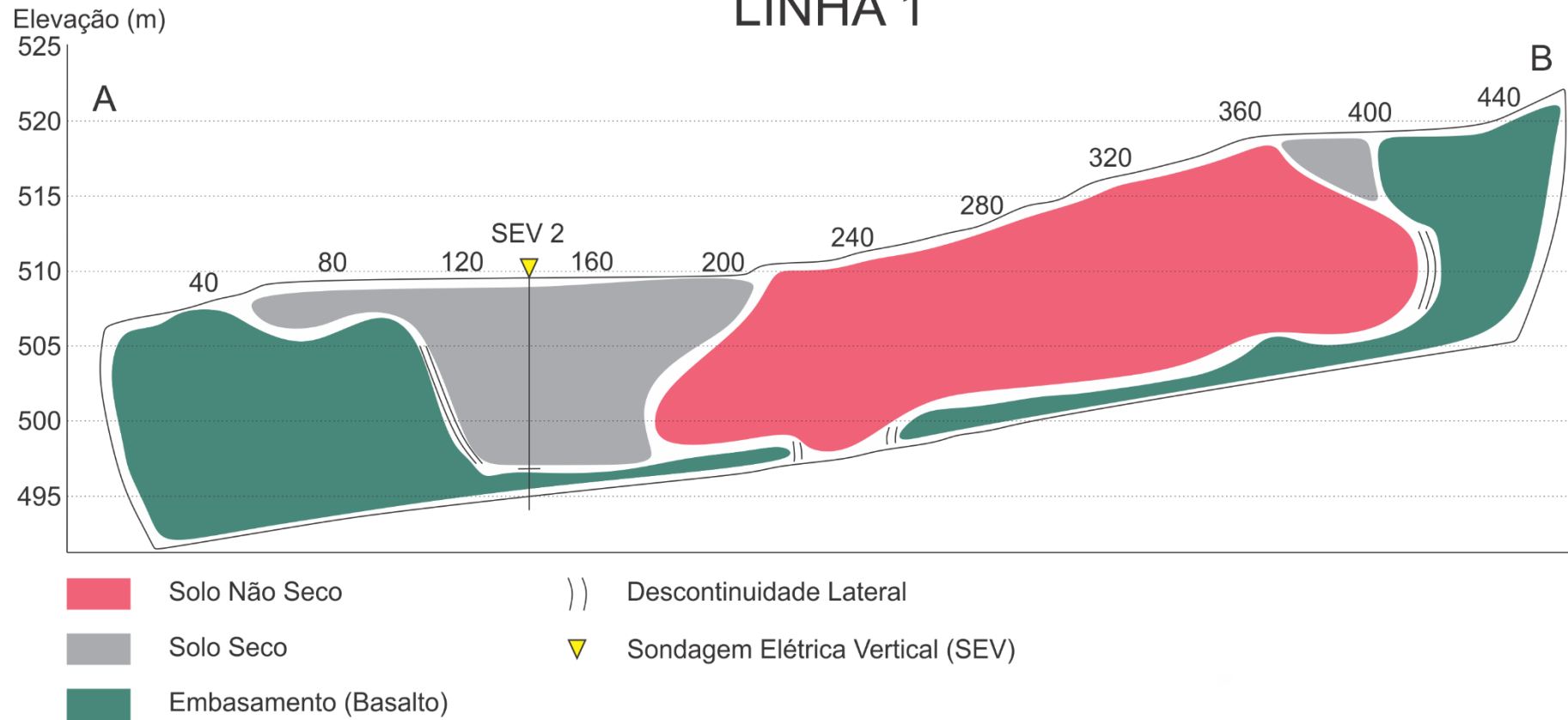


Figura 14 - Linha 1 interpretada.

Caminhamento Eletromagnético

O perfil do CEM, Linha 2, apresenta o comportamento litológico do levantamento, ao longo de 650 m, de duas camadas compostas por solo argiloso e embasamento basáltico (Figura 15).

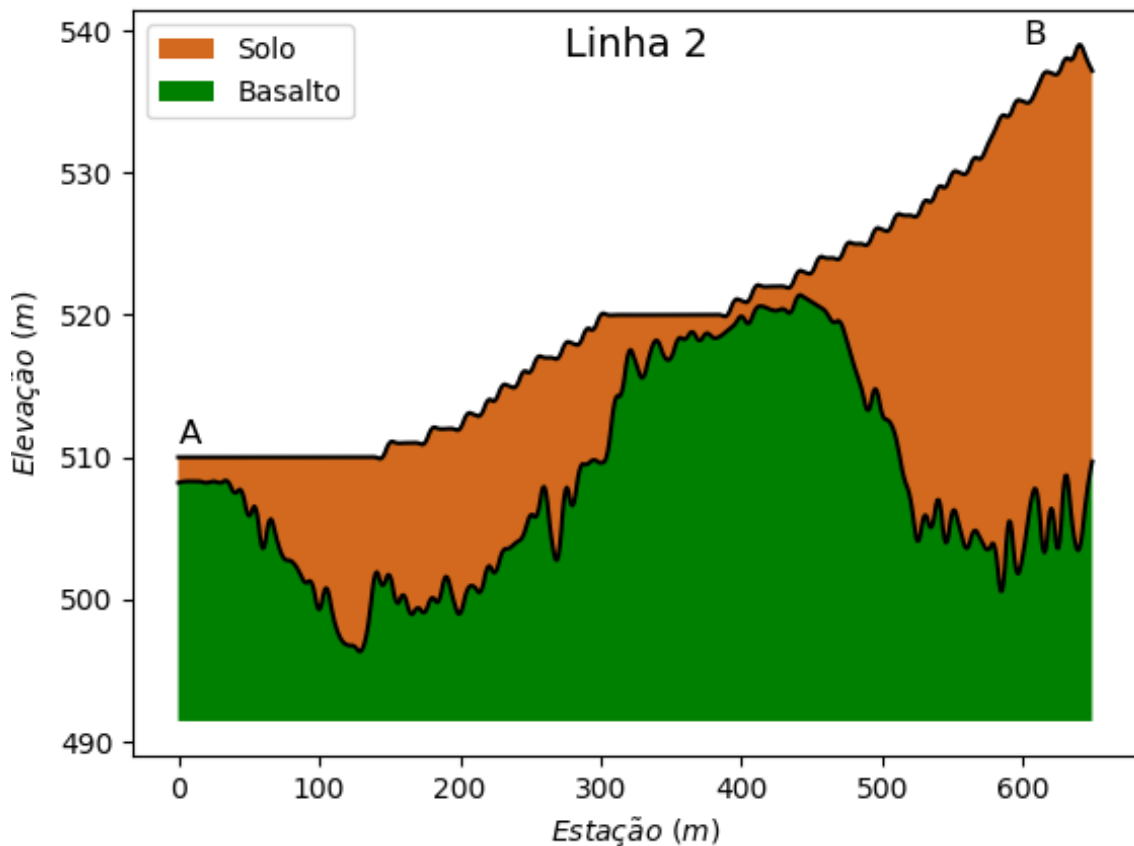


Figura 15 - Linha 2 interpretada

Sobre a linha 2, o pacote do solo varia entre 1,1 m e 35,4 m com espessura média de 11,5 m.

Entre as estações 0 e 50 e entre 300 e 500, o basalto apresenta uma elevação coincidindo com o baixo nas leituras nos arranjos Dipolo Horizontal e Vertical de 20 m.

Entre as estações 50 e 300, o solo apresenta uma espessura média de 10,3 m. Entre as estações 500 e 650, o solo apresenta uma espessura média de 26,4 m. Esses intervalos coincidem com o alto nas leituras nos arranjos Dipolo Horizontal e Vertical de 20 m.

REFERÊNCIAS

BRAGA, A.C.O., **Geofísica Aplicada: Métodos Geométricos em Hidrogeologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016, 159p.

TELFORD, W.M., GELDART, L.P. & SHERIFF, R.A., **Applied geophysics** 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 1990.

McNEILL J. **Electrical Conductivity of Soils and Rocks. Technical Note TN, 5: 21**. 1980. Disponível em: <<http://www.geonics.com>>. Acesso em: 09 Novembro 2018.

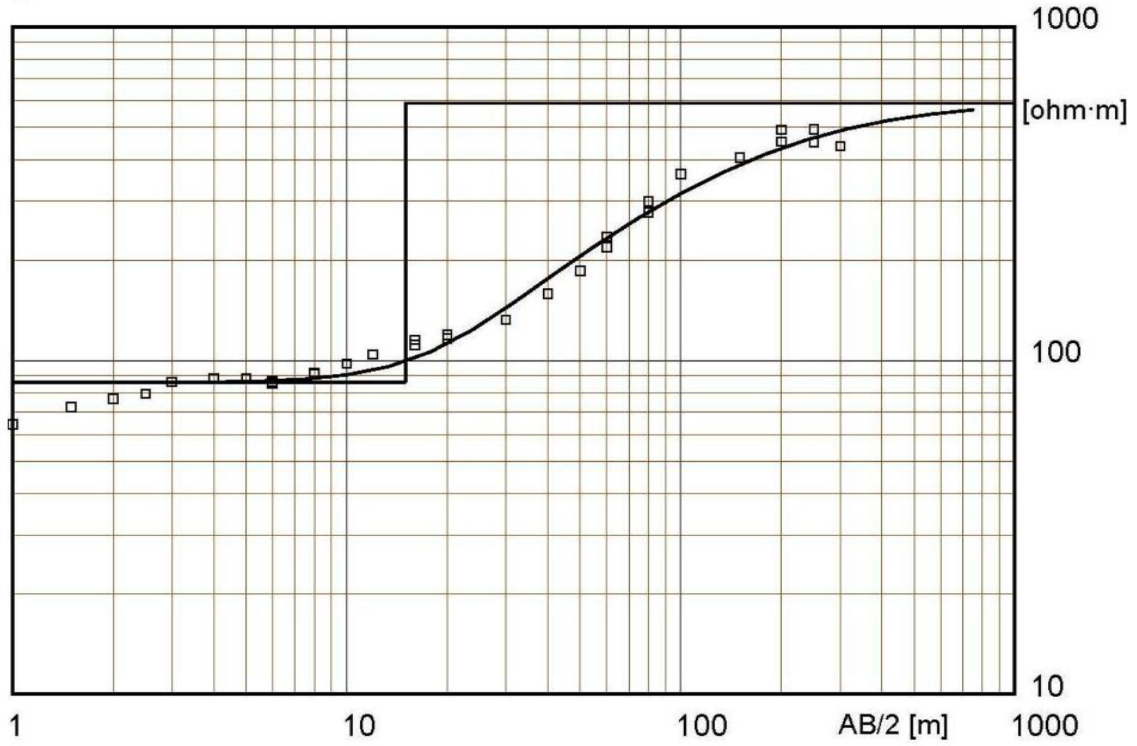
WAIT, J. R. **Geo-electromagnetism** New York: Academic Press New York, 1982.

APÊNDICE

MN/2 [m]	AB/2 [m]	DeltaV [mV]	I [mA]	K [-]	Resistivity [ohm·m]
.2	1	30069.9	3763	7.54	60.3
.2	1.5	14334.7	3125	17.36	79.6
.2	2	10192.8	3258	31.1	97.3
.2	2.5	6889.6	3095	48.77	109
.2	3	5580.8	3274	70.37	120
.2	4	3848.6	3513	125	137
.2	5	3067.6	3822	196	157
.2	6	1772.6	2806	282	178
1	6	12107.2	2855	54.98	233
.2	8	1576.4	3718	502	213
1	8	10639.8	3752	98.96	281
1	10	6413	3562	156	281
1	12	4080.3	3383	225	271
1	16	1883.9	3394	401	223
4	16	11091.9	3435	94.25	304
1	20	728	2631	627	173
4	20	4192.1	2637	151	240
4	30	1648.4	3783	347	151
4	40	842	4234	622	124
4	50	537.2	4520	975	116
4	60	396.6	4576	1407	122
10	60	1081.4	4599	550	129
4	80	278.2	4911	2507	142
10	80	757.8	4980	990	151
10	100	611.7	5710	1555	167
10	150	360.3	5920	3519	214
10	200	282.6	7327	6267	242
40	200	1130.5	7368	1508	231
10	250	172.5	6255	9802	270
40	250	686.3	6294	2392	261
40	300	401.5	6272	3471	222
40	340	383.4	6876	4477	250

Figura 16 - Dados da SEV 1.

0



Localização X = 52°34'42.30"O Y = 26°52'16.31"S Z = 510 m

Modelo

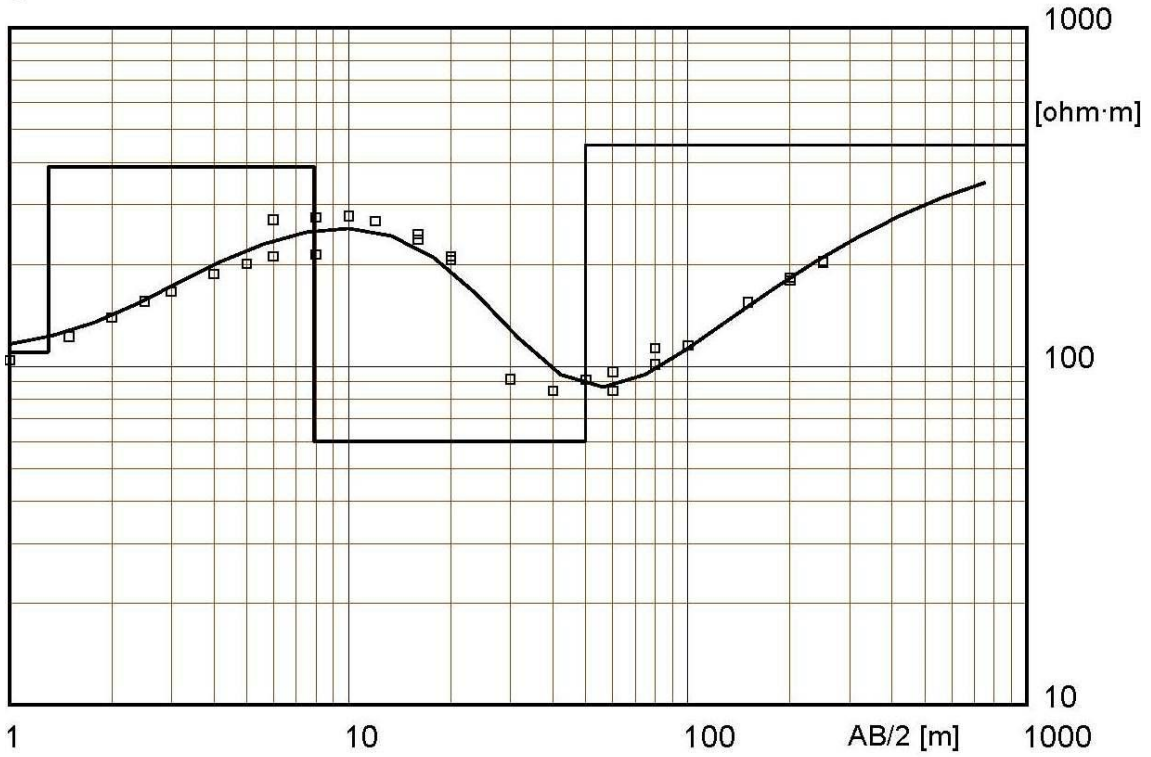
Resistividade	Espessura	Profundidade	Cota
[ohm·m]	[m]	[m]	
86	15		
589		15	

Figura 17 - Ajuste dos dados medidos e calculados da SEV 2.

MN/2	AB/2	DeltaV	I	K	Resistivity
[m]	[m]	[mV]	[mA]	[-]	[ohm·m]
.2	1	73130.4	8584	7.54	64.2
.2	1.5	34963.5	8395	17.36	72.3
.2	2	16474.1	6688	31.1	76.6
.2	2.5	11358.4	6998	48.77	79.2
.2	3	9024.5	7383	70.37	86
.2	4	5656.4	8046	125	87.9
.2	5	3430	7635	196	88.1
.2	6	2461.4	8046	282	86.3
1	6	12487.5	8052	54.98	85.3
.2	8	1493.7	8175	502	91.7
1	8	7524.8	8191	98.96	90.9
1	10	5219.5	8343	156	97.6
1	12	2805.6	6048	225	104
1	16	2006	7251	401	111
4	16	8840	7257	94.25	115
1	20	1226.6	6653	627	116
4	20	5281.7	6687	151	119
4	30	2297.6	6031	347	132
4	40	1426.2	5616	622	158
4	50	1187.1	6254	975	185
4	60	1021.6	6595	1407	218
10	60	2811.6	6616	550	234
4	80	699.8	6337	2507	277
10	80	1917.9	6348	990	299
10	100	1546.1	6665	1555	361
10	150	873.9	7608	3519	404
10	200	415.9	5779	6267	451
40	200	1887.2	5792	1508	491
10	250	203.3	4439	9802	449
40	250	923	4491	2392	492
40	300	468.6	3713	3471	438

Figura 18 - Dados da SEV 2.

0



Location $X = 0$ $Y = 0$ $Z = 0$ Azim = 0

Model		
Resistivity	Thickness	Depth
[ohm·m]	[m]	[m]
110	1.3	
388	6.6	1.3
60	42	7.9
450		50

Figura 19 - Ajuste dos dados medidos e calculados da SEV 3.

MN/2	AB/2	DeltaV	I	K	Resistivity
[m]	[m]	[mV]	[mA]	[-]	[ohm·m]
.2	1	70979.8	5130	7.54	104
.2	1.5	47013.2	6689	17.36	122
.2	2	29819.9	6659	31.1	139
.2	2.5	20816.6	6568	48.77	155
.2	3	16077.6	6814	70.37	166
.2	4	10639.3	7105	125	187
.2	5	6126.6	6003	196	200
.2	6	4196	5612	282	211
1	6	27738.2	5641	54.98	270
.2	8	2810.6	6615	502	213
1	8	18387.6	6631	98.96	274
1	10	13983.5	7876	156	277
1	12	7098.8	5963	225	268
1	16	3791.7	6196	401	245
4	16	15552.6	6212	94.25	236
1	20	1695.6	5035	627	211
4	20	6880.3	5076	151	205
4	30	1243.2	4714	347	91.5
4	40	790.9	5818	622	84.6
4	50	556.1	5942	975	91.2
4	60	352.7	5166	1407	96.1
10	60	794.3	5172	550	84.5
4	80	220.2	4885	2507	113
10	80	500.2	4924	990	101
10	100	453.4	6125	1555	115
10	150	233	5333	3519	154
10	200	103	3603	6267	179
40	200	436.1	3620	1508	182
10	250	113.5	5509	9802	202
40	250	469	5508	2392	204

Figura 20 - Dados da SEV 3.

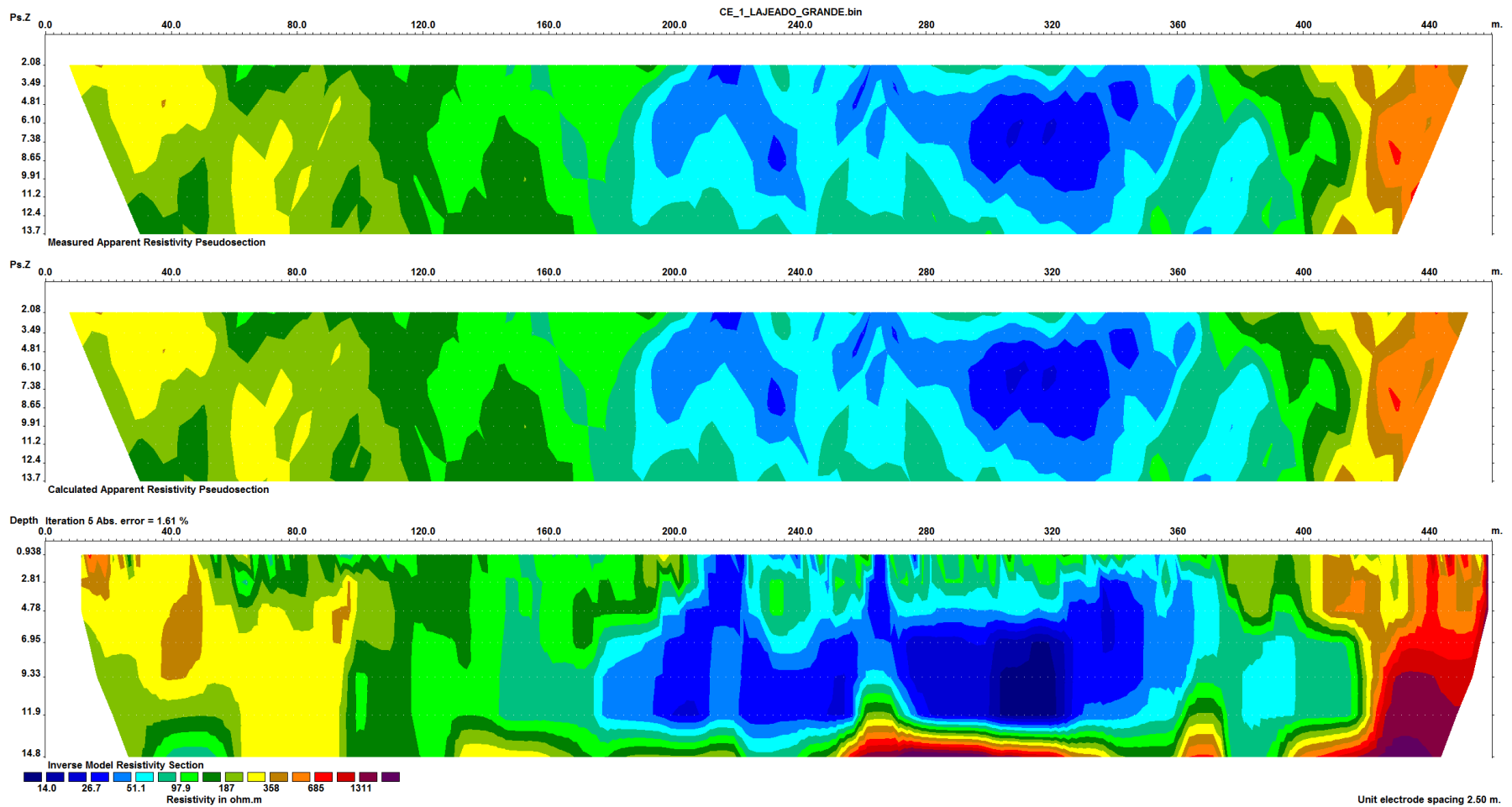


Figura 21 – Pseudo-Seção medida, calculada e Seção Invertida da Linha 1.

Tabela 1 - Dados do CEM.

Estação (m)	DV20 (mS/m)	DH20 (mS/m)	DV10 (mS/m)	DH10 (mS/m)	Condutividade 1 (mS/m)	Condutividade 2 (mS/m)	Espessura (m)	Erro (%)
0	10,0	9,5	13,3	12,6	14,61	4,91	17,63	10,95
5	11,1	7,3	14,7	13,3	13,52	24,56	5,24	25,59
10	8,5	6,1	13,9	12,4	13,29	17,27	3,08	29,49
15	8,1	11,8	14,3	13,1	18,69	12,53	2,34	7,46
20	8,3	12,8	13,3	13,1	18,80	12,06	2,80	4,76
25	7,9	12,6	13,3	12,3	18,17	12,41	2,48	7,19
30	5,5	9,8	12,6	12,0	18,70	9,58	1,03	10,86
35	4,3	12,4	12,8	13,1	25,33	6,88	0,49	13,75
40	1,3	13,7	13,9	10,8	40,15	3,34	0,07	49,98
45	5,8	13,0	14,3	14,0	24,17	8,40	0,92	10,92
50	7,9	13,4	15,7	13,0	20,36	12,13	1,87	11,64
55	10,8	13,2	14,2	13,8	17,53	17,18	4,35	1,59
60	13,1	12,7	15,6	13,9	16,18	29,68	6,30	5,45
65	11,4	13,7	15,8	14,3	18,41	18,28	4,27	4,31
70	10,8	13,2	14,7	11,9	15,74	22,50	4,77	7,30
75	8,2	17,8	14,3	12,9	22,04	11,23	2,34	17,35
80	8,5	16,2	14,1	12,9	20,63	12,01	2,63	13,34
85	11,3	13,8	14,8	15,1	18,98	16,13	4,38	0,91
90	8,1	18,3	14,1	15,3	26,23	8,79	2,59	13,71
95	10,9	19,8	14,8	13,9	21,06	14,87	4,06	16,64
100	6,3	24,2	15,1	14,1	32,41	7,37	1,04	29,12
105	7,4	21,9	13,5	14,3	28,40	7,91	2,29	23,81
110	5,8	22,8	13,4	14,9	34,54	6,29	1,20	25,92
115	7,4	21,8	14,3	14,2	28,12	8,45	1,88	23,49
120	6,4	21,4	14,8	14,4	30,57	7,61	1,14	23,62
125	10,7	24,1	15,8	16,2	27,22	10,86	3,73	20,68
130	14,6	26,3	14,8	13,6	19,37	33,82	7,05	26,70
135	14,1	22,4	14,4	14,0	18,81	29,59	6,60	20,07
140	13,6	20,3	13,4	13,6	17,58	29,69	6,84	18,06
145	11,4	20,0	13,5	13,4	19,32	17,06	4,85	18,67
150	8,3	17,6	13,6	13,3	22,15	10,67	2,69	15,92
155	11,5	18,1	13,7	13,2	18,28	18,88	4,94	14,42
160	10,2	15,3	14,4	13,8	19,34	14,61	3,80	7,08
165	9,8	16,3	13,0	15,5	22,20	10,05	4,64	9,01
170	10,1	15,7	13,7	14,9	20,76	12,23	4,10	6,83
175	8,3	16,9	12,2	14,4	23,42	8,28	4,01	13,38
180	10,9	15,9	12,1	14,6	18,85	13,48	5,33	11,09
185	12,3	14,4	11,9	16,2	18,16	15,63	6,09	11,60
190	11,4	14,8	13,0	19,3	24,06	8,20	7,33	10,13
195	9,1	14,6	11,2	11,7	16,37	13,90	4,36	12,50
200	7,7	14,5	11,7	16,5	27,61	5,52	5,03	4,92
205	8,0	13,1	11,5	12,1	17,56	11,38	3,37	7,63
210	8,2	12,8	14,9	14,6	21,22	11,17	2,23	6,14
215	12,1	14,0	13,9	14,1	16,98	21,41	5,37	2,07
220	14,0	10,1	13,3	12,3	12,45	43,19	15,49	10,73
225	12,1	10,4	13,6	12,8	13,96	29,91	6,85	9,01

230	8,9	9,5	12,0	13,3	15,74	13,26	3,91	9,41
235	6,8	9,4	12,6	11,0	15,54	12,87	1,91	10,36
240	5,8	18,1	11,9	10,8	22,22	8,81	1,30	26,55
245	6,8	9,9	14,2	11,7	17,21	12,28	1,56	13,59
250	7,5	12,2	13,3	12,7	18,88	11,45	2,17	6,49
255	5,8	15,1	10,3	10,7	19,88	8,52	1,92	20,03
260	5,4	15,9	10,9	11,7	23,15	7,56	1,42	19,88
265	5,8	13,6	12,1	12,7	22,25	8,40	1,32	11,02
270	7,7	10,4	11,4	13,2	17,49	10,21	3,36	3,77
275	8,4	10,6	13,2	16,2	20,70	9,59	3,33	10,09
280	7,8	10,4	11,5	13,9	18,29	9,52	3,57	5,29
285	7,1	14,1	13,1	12,7	20,68	10,26	1,93	10,54
290	6,5	10,2	11,7	12,3	17,74	10,25	1,94	4,90
295	7,0	9,8	10,9	11,0	15,07	12,05	2,66	3,32