

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

ESTUDOS SOBRE A INSTABILIDADE DO TERRENO NOS BAIRROS PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO, MACEIÓ (AL)

Volume II
RELATÓRIOS TÉCNICOS
I. Geofísica – Eletrorresistividade

Rio de Janeiro, maio de 2019



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Administração e Finanças

Juliano de Souza Oliveira

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

ESTUDOS SOBRE A INSTABILIDADE DO TERRENO NOS BAIRROS PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO, MACEIÓ (AL)

Volume II **RELATÓRIOS TÉCNICOS** **I. Geofísica – Eletrorresistividade**

Autoria

Processamento e Interpretação

Jairo Jamerson Correia de Andrade
Luiz Gustavo Rodrigues Pinto
Alexandre Lisboa Lago

Aquisição dos Dados

Jairo Jamerson Correia de Andrade
Luiz Gustavo Rodrigues Pinto
Alexandre Lisboa Lago
Thiago Antonelli
Sandra Fernandes da Silva
Marcelo Quiroz Jorge
Ítalo Menezes

Colaboração

João Batista Freitas Andrade

Rio de Janeiro, maio de 2019

COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT): Antônio Carlos Bacelar Nunes

COORDENAÇÃO TÉCNICA-EXECUTIVA

Coordenador-Geral: Thales de Queiroz Sampaio

Coordenação técnica: Maria Adelaide Mansini Maia e Jorge Pimentel, Departamento de Gestão Territorial (DEGET)

Assessoria: Helion França Moreira e Ricardo Moacyr de Vasconcellos, Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT)

Estudos de geologia aplicada: Sandra Fernandes da Silva, Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)

Estudos de geomorfológicos e historicidade da ocupação: Marcelo Eduardo Dantas, Divisão de Gestão Territorial (DIGATE)

Estudos hidrogeológicos: Fernando Antônio Carneiro Feitosa, Departamento de Hidrologia (DEHID)

Estudos geofísicos: Lucia Maria da Costa e Silva, Gerência de Geologia e Recursos Minerais/Sup. Reg.de Belém (GEREMI/SUREG-BE), e Luiz Gustavo Rodrigues Pinto, Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica (DISEGE)

Estudos batimétricos: Hortência Assis, Divisão de Geologia Marinha (DIGEOM)

Estudos cartográficos: Fabio Costa, Divisão de Cartografia (DICART)

Modelagem geológica em ambiente 3D: Ricardo Wosniak e Eduardo Grissolia, Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória (DIEMGE)

Geoprocessamento: Denilson de Jesus, Divisão de Geoprocessamento (DIGEOP)

EQUIPE TÉCNICA

Alexandre Borba (Geólogo)

Alexandre Lago (Geólogo)

Amaro Luiz Ferreira (Geólogo)

Bruce Fabini Franco Chiba (Geofísico)

Bruno Elldorf (Geólogo)

Cipriano Gomes de Oliveira (Téc. em Geociências)

Daniel Moreira (Eng. Cartógrafo)

Dario Dias Peixoto (Geólogo)

Denilson de Jesus (Eng. Cartógrafo)

Eduardo Moussalle Grissolia (Geólogo)

Eugênio Pires Frazão (Geólogo)

Fábio Silva da Costa (Eng. Cartógrafo)

Fernando Antônio Carneiro Feitosa (Geólogo)

Fernando Lúcio Borges Cunha (Geólogo)

Giana Grupioni Rezende (Eng. Cartógrafo)

Gilmar Pauli Dias (Geólogo)

Heródoto Goes (Geólogo)

Hiran Silva Dias (Analista de sistemas)

Hortência Maria Barboza de Assis (Geóloga)

Ítalo Prata de Menezes (Geólogo)

Ivan Soares dos Santos (Téc. em Geociências)

Jairo Jamerson Correia de Andrade (Geofísico)

João Batista Freitas de Andrade (Geólogo)

Jorge Pimentel (Geólogo)

Jose Antônio da Silva (Geólogo)

Juliana Moraes (Geóloga)

Júlio Cesar Lana (Geólogo)

Larissa Flávia Montandon Silva (Geóloga)

Leandro Galvanese Kuhlmann (Geólogo)

Loury Bastos Mello (Geóloga)

Lúcia Maria da Costa e Silva (Geóloga)

Luiz Antônio R. Almendra (Téc. em Geociências)

Luiz Gustavo Rodriguez Pinto (Geofísico)

Marcelo Ambrósio Ferrassoli (Geólogo)

Marcelo de Queiroz Jorge (Geólogo)

Marcelo Eduardo Dantas (Geógrafo)

Marcio Junger Ribeiro (Téc. em Geociências)

Márcio Martins Valle (Oceanógrafo)

Maria Adelaide Mansini Maia (Geóloga)

Marília de Araújo Costa Rodrigues (Geofísica)

Nilo Costa Pedrosa Júnior (Geólogo)

Patrícia Durringer Jacques (Geóloga)

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff (Geólogo)

Rafael Corrêa de Melo (Geólogo)

Ricardo Cavalcanti Santiago (Geofísico)

Ricardo Duarte de Oliveira (Eng. Cartógrafo)

Ricardo Wosniak (Geólogo)

Roberto Gusmão de Oliveira (Geólogo)

Rodrigo Luiz Gallo Fernandes (Geólogo)

Ronaldo Gomes Bezerra (Geólogo)

Rubens Esteves Kenup (Eng. Cartógrafo)

Rubens Pereira Dias (Geólogo)

Sandra Fernandes da Silva (Geóloga)

Thales de Queiroz Sampaio (Geólogo)

Thiago Dutra dos Santos (Geólogo)

Tiago Antonelli (Geólogo)

Valter José Marques (Geólogo)

Vanildo Almeida Mendes (Geólogo)

Victor Augusto Hilquias Silva Alves (Geólogo)

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO

Warley Aparecido Pereira (Jornalista)
Letícia de Barros Alves Peixoto (Jornalista)
Pedro Henrique Pereira dos Santos (Comunicador Organizacional)

ASSESSORIA JURÍDICA

Vilmar Medeiros Simões (Consultor Jurídico)

COLABORAÇÃO E AGRADECIMENTOS

Prof. Dr. Aderson Farias do Nascimento, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Prof. Dr. André Etienne Ferraz, Universidade Federal Fluminense (UFF)
Prof. Dr. André Ferrari, Universidade Federal Fluminense (UFF)
Prof. Dr. Emanuel Jardim de Sá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Geólogo Guilherme Estrela, Ex-diretor de Exploração e Produção da Petrobras
Prof. Dr. Luiz Antônio Pierantoni Gamboa, Universidade Federal Fluminense (UFF)
Geólogo Ricardo Latgé Milwart de Azevedo, Conselho-Diretor do Clube de Eng. e Conselheiro do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro (CREA-RJ)
Prof. Me. Abel Galindo Marques, Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Profa. Dra. Regla Toujaguez La Rosa Massahud, Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Prof. Me. Nagib Charone, Universidade Federal do Pará (UFPA)
Governo do Estado de Alagoas
Prefeitura de Maceió
Defesa Civil Nacional
Defesa Civil do Estado de Alagoas
Defesa Civil de Maceió
59º Batalhão de Infantaria Motorizada
Equatorial Energia Alagoas
United States Geological Survey (USGS)

APOIO CPRM

Coordenação de Eventos e Cerimonial (DIG)	Divisão de Cartografia (DICART)
Departamento de Gestão Territorial (DEGET)	Divisão de Informática (DIINFO)
Departamento de Hidrologia (DEHID)	Superintendência Regional de Belém (SUREG-BE)
Departamento de Administração de Material e Patrimônio (DEAMP)	Superintendência Regional de Belo Horizonte (SUREG-BH)
Departamento de Contabilidade, Orçamento e Finanças (DECOF)	Superintendência Regional de Goiânia (SUREG-GO)
Departamento de Informações Institucionais (DEINF)	Superintendência Regional de Manaus (SUREG-MA)
Divisão de Editoração Geral (DIEDIG)	Superintendência Regional de Recife (SUREG-RE)
Divisão de Gestão Territorial (DIGATE)	Superintendência Regional de Salvador (SUREG-SA)
Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)	Superintendência Regional de São Paulo (SUREG-SP)
Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica (DISEGE)	Residência de Fortaleza (REFO)
Divisão de Geologia Marinha (DIGEOM)	Residência de Porto Velho (REPO)
Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória (DIEMGE)	Residência de Teresina (RETE)
Divisão de Geoprocessamento (DIGEOP)	Escritório do Rio de Janeiro
	Sede Administrativa Brasília/DF

APRESENTAÇÃO

Historicamente, o bairro Pinheiro, localizado no município de Maceió (AL), vem apresentando inúmeras fissuras, trincas, rachaduras e afundamentos em moradias e vias públicas. O fenômeno se intensificou com a forte chuva de verão de 15 fevereiro de 2018 e o evento sísmico de magnitude regional igual a 2,4 de 3 de março de 2018 ocorridos na região, que levaram inclusive à interdição de diversas moradias.

Em decorrência, foi solicitada a presença de técnicos do Serviço Geológico do Brasil - CPRM por meio dos ofícios nº 044/2018 – CEDEC-AL e nº 34/2018 – PJC/MPE/AL para auxiliar na investigação das causas do fenômeno responsável pelos danos gerados a alguns imóveis e vias públicas localizados no bairro Pinheiro, posteriormente identificados também nos bairros vizinhos do Mutange e Bebedouro, o que levou à extensão da investigação.

Os resultados obtidos até a presente data pelos diversos métodos investigativos utilizados pela CPRM no período de junho de 2018 a abril de 2019 estão organizados nos seguintes três volumes, com pormenores sobre a metodologia utilizada, de modo a responder a portaria MME nº 20 de 11 de janeiro de 2019, que se refere à designação do Serviço Geológico do Brasil para elucidar as causas do fenômeno.

➤ **Volume I – Estudos sobre a instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (AL): relatório síntese dos resultados nº 1.**

Apresenta os principais resultados obtidos nas investigações de forma resumida e adequada ao público não especialista.

➤ **Volume II – Relatórios Técnicos**

Compreende os seguintes relatórios que embasaram o volume I, que poderão sofrer seja atualização, seja aprofundamento, com o avanço dos trabalhos ou aquisição de novas informações:

- A. Mapa de feições de instabilidade do terreno
- B. Levantamento interferométrico
- C. Levantamento cartográfico
- D. Aspecto geológico e estrutural
- E. Aspecto geomorfológico e do histórico de ocupação do bairro
- F. Caracterização geológico-geotécnica
- G. Geofísica – Radar de Penetração do Solo (GPR) em residências e em vias públicas
- H. Geofísica – Batimetria na lagoa Mundaú
- I. Geofísica – Eletrorresistividade

- J. Geofísica – Gravimetria
- K. Geofísica – Audiomagnetotelúrico (AMT)
- L. Geofísica – Sismologia
- M. Hidrogeologia
- N. Integração de dados geológicos e de extração de sal em ambiente 3D

➤ **Volume III – Sistema de Informações Geográficas**

Reúne as informações vetoriais e matriciais georreferenciadas (geoinformação) utilizadas ou geradas pelo presente estudo, organizadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG), para uso em *softwares* de geoprocessamento. Os dados estão no formato *shapefile*, com projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) 25S, Datum SIRGAS2000.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
METODOLOGIA	7
MÉTODOS ELÉTRICOS	7
SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL	7
CAMINHAMENTO ELÉTRICO.....	8
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	9
PROCESSAMENTO DOS DADOS	9
AQUISIÇÃO DOS DADOS	10
INTERPRETAÇÃO	11
CONCLUSÕES	17
RECOMENDAÇÕES.....	17
REFERÊNCIAS.....	18
APÊNDICE 1	19
CAMINHAMENTO ELÉTRICO (CE).....	19
APÊNDICE 2.....	28
SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)	28
APÊNDICE 3.....	34
MAPAS	34

INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve os resultados da investigação através do uso da geofísica terrestre, métodos elétricos, como estudo complementar na identificação das causas da instabilidade do terreno nos bairros pinheiro, mutange e bebedouro, Maceió (AL).

O levantamento se deu na região em duas etapas, entre os períodos de 14 a 25 de janeiro e 11 a 22 de março do ano de 2019, na cidade de Maceió (AL).

METODOLOGIA

MÉTODOS ELÉTRICOS

Os métodos elétricos utilizam correntes contínuas ou alternadas de baixa frequência para investigar as propriedades elétricas da subsuperfície. Nesse trabalho foi utilizado o método da eletrorresistividade, a fim de estudar descontinuidades horizontais e verticais nas propriedades elétricas do solo e associá-las aos objetivos do projeto.

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 argilominerais, minerais sulfetados e granulação grosseira. 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).

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.

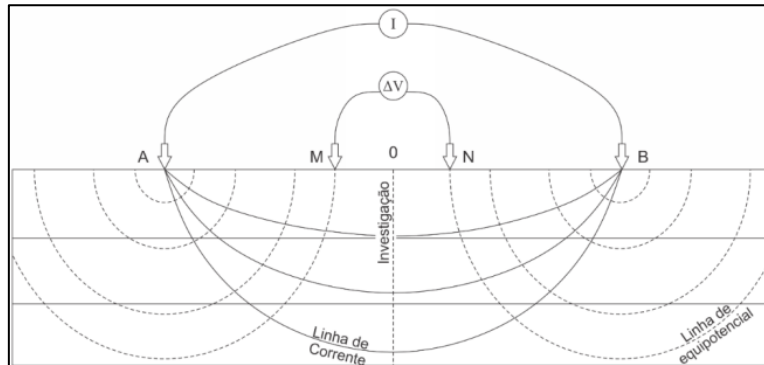


Figura 1. Técnica da sondagem elétrica vertical (SEV).

CAMINHAMENTO ELÉTRICO

A técnica do CE se baseia na análise e interpretação de um parâmetro geolétrico, 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 (Braga 2016).

O Arranjo utilizado foi o dipolo-dipolo, com espaçamento entre os eletrodos de 10 e 20 metros, em que os eletrodos de corrente (AB) e de potencial (MN) são alinhados em uma mesma direção com espaçamento constante (Figura 2).

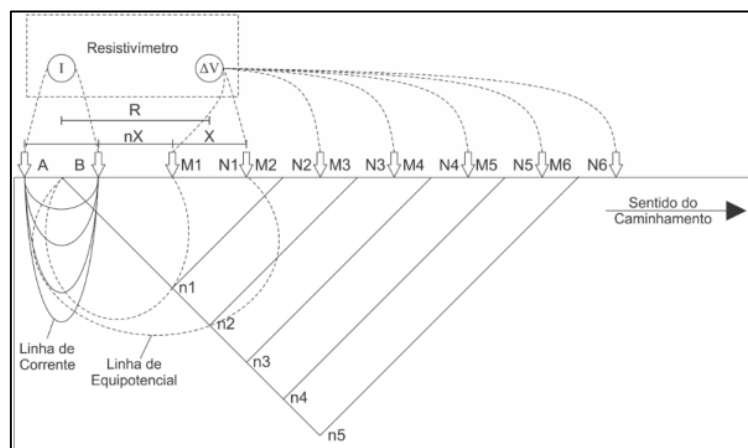


Figura 2. Esquema do CE, arranjo dipolo-dipolo.

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

No levantamento foram utilizados o resistímetro Syscal Pro, um comutador Switch 72 (Fig. 3) e seus respectivos acessórios. Devido a problemas técnicos, o Switch 72, e seus cabos com espaçamento de 10 metros, foi utilizado em apenas um CE (Figura 6). As demais linhas foram levantadas utilizando apenas o Syscal Pro e Cabo de 20 m de abertura com 10 canais. As coordenadas foram registradas com o GPS portátil Garmin 62sc.



Figura 3. Equipamentos utilizados para levantamento geofísico elétrico: à direita resistímetro Syscal Pro e à esquerda o comutador Switch Pro 72.

PROCESSAMENTO DOS DADOS

Para o processamento dos dados foi utilizado o *Software* Prosys II, versão 03.11.02, na etapa de filtragem dos dados (desenvolvido por IRIS Instruments). Os *Softwares* WinSev, versão 6.3 (desenvolvido por W-GeoSoft) e o Res2dinv, versão 3.4; 2D Resistivity and IP Inversion. (desenvolvido por Geotomo *Software* Malaysia) na etapa de inversão dos dados. O *Software* Oasis montaj, versão 9.5 na etapa de construção do modelo 3D e interpolação dos dados (desenvolvido por GEOSOFT).

A etapa de filtragem elimina dados inconsistentes e/ou ruidosos a fim diminuir os erros e melhorar a qualidade do produto final. A inversão de dados é uma ferramenta matemática que permite obter um modelo aceitável a partir de um conjunto de dados adquiridos.

AQUISIÇÃO DOS DADOS

Na região foram realizados 18 CEs e 6 SEVs, totalizando 13,79 Km de produção (Figura 4). Os CEs foram nomeados de “linhas”, que foram executadas nas ruas conforme

Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Relação das ruas onde foram executados os CEs e SEVs.

1ª ETAPA			2ª ETAPA	
LINHA	SEV	RUA	LINHA	RUA
1	3	R. Prof. Mário Marroquim	10	Al. Cônego Cavalcanti de Oliveira
2	1	R. Francisco Amorim	11	R. Luiz de Cerqueira Cotrim
3	4	Rua Basileu de Meira Barbosa.	12	R. Joaquim Gouveia de Albuquerque
4		R. Oldemburgo da Silva Paranhos	13	R. Jornalista Augusto Vaz Filho
5		R. do Arame	14	R. Manoel Menezes
6		R. Miguel Palmeira	15	R. Sabino Romariz
7	6	R. Prof. José Silveira Camerino	16	Av. Francisco Freire Ribeiro
8	5	R. Pedro Suruagy	17	Al. São Benedito
9	2	R. Tereza de Azevedo	18	R. Santo Antônio/Santa Júlia



Figura 4. Localização dos CEs e SEVs.

INTERPRETAÇÃO

As descrições e a correlação dos poços com as SEVs indicam que os CEs investigaram a camada composta por areias e argilas - Grupo Barreiras (

Figura 5), alcançando em média 60 metros de profundidade. Apenas na Linha 10, onde foi utilizado o Switch 72, alcançou-se a profundidade de 117 m. Os modelos de camadas estabelecidos pela correlação entre as SEVs e a descrição dos poços, sugerem que o solo possui resistividade elétrica que pode variar, pelo menos, de 10 a 3500 Ohm.m. Esta variação de resistividade está relacionada a condição de saturação e proporção areia e argila no solo.

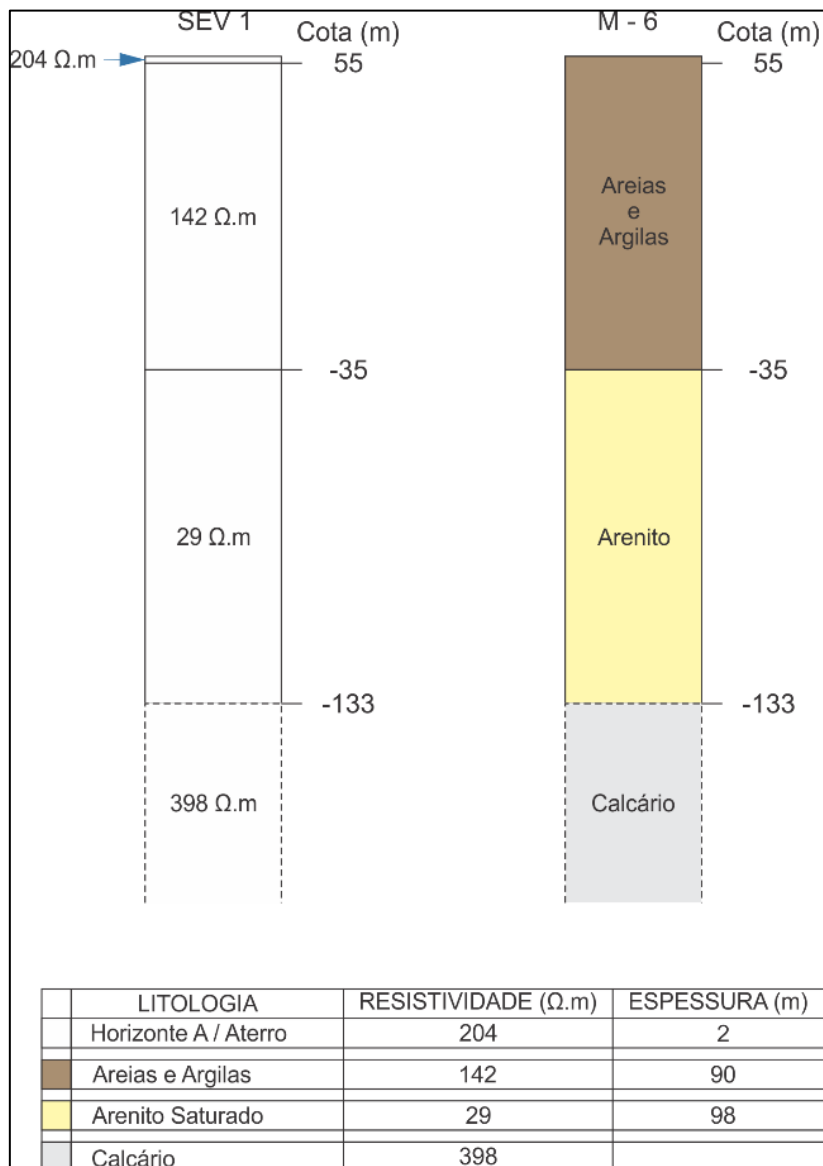


Figura 5. Interpretação da SEV 1 e Descrição do Poço M – 6.

Nos perfis dos CEs foram identificados dois horizontes geoeletricos recorrentes em praticamente todas as linhas. O primeiro horizonte, o superior, apresenta espessura que varia de 2 a 25 metros e valores de resistividade elétrica abaixo de 40 Ohm.m. Considerando as resistividades elétricas da areia e da argila em ambientes aquosos (Telford et al., 1990) e as condições de saneamento básico no bairro, adotaremos a nomenclatura “Solo Hidromórfico” para este horizonte. O segundo horizonte, o inferior, evidenciando entre as cotas topográficas 0 a -10 metros, apresenta topografia planar, continuação para baixo e resistividade de ambiente saturado. Adotaremos a nomenclatura de “Zona Saturada” para este horizonte.

O pacote situado entre os horizontes superior e inferior, apresenta resistividade de material sedimentar não saturado, com resistividades variando de 300 a 3500 Ohm.m. Adotaremos para este a nomenclatura de “Solo Não Saturado”. Este pacote apresenta muitas descontinuidades verticais, com baixos valores de resistividades elétricas, zonas condutivas que parecem estar associadas a falhas e/ou fraturas que favorecem a percolação de material fluido do horizonte superior para o inferior (Figura 6) (Elis *et al.* 2004).

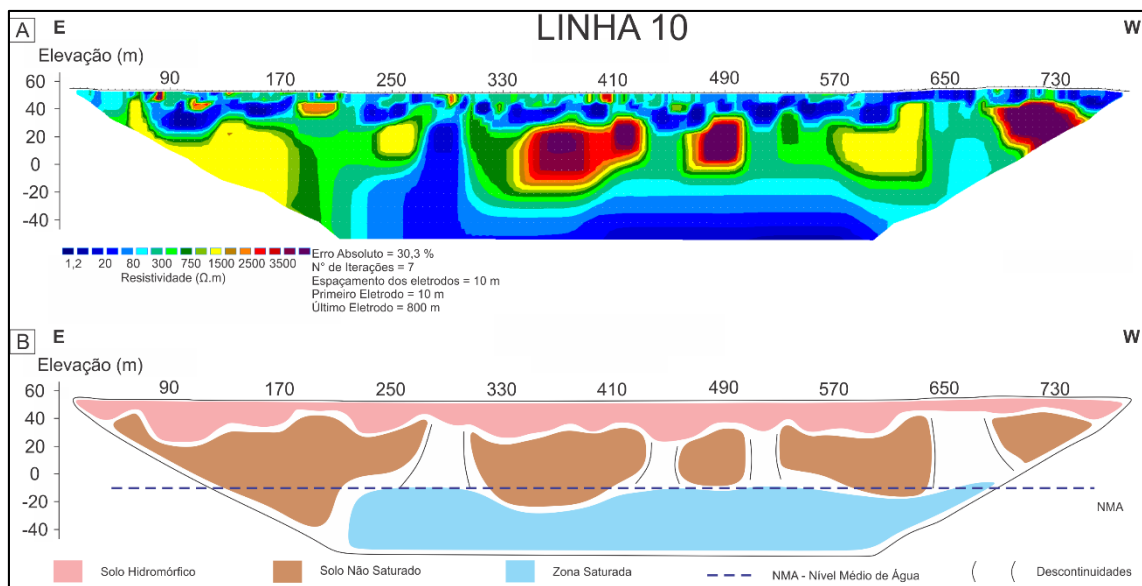


Figura 6. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 10 (Alameda Cônego Cavalcanti de Oliveira).

À luz dos resultados dos CEs, essas descontinuidades em profundidade (anomalias condutivas), também, são observadas na superfície por feições estruturais (fissuras principalmente na direção NNW-SSE) que causam danos às casas, aos prédios e as ruas do Bairro Pinheiro. Essas descontinuidades são bem definidas nos CEs e com as informações de campo adicionais (*check* de anomalias) foi constatado que as anomalias condutivas são coincidentes com o fissuramento de *trend* regional NNW-SSE no bairro Pinheiro, nas seguintes Linhas: a) na Linha 10 na posição de 435 a 480 metros (*trend* do fissuramento que atravessa o Condomínio Jardim Acácia); b) na Linha 17 na posição de 500 a 580 metros (*trend* do fissuramento que atravessa a casa do Sr. Joelitom e o Condomínio Divaldo Suruagy); c) na Linha 18 na posição de 500 a 550 metros (*trend* do fissuramento que atravessa um sítio e uma casa) e na posição de 760 a 790 metros (*trend* do fissuramento que atravessa o Condomínio Jardim Acácia).

Levando em consideração os dados de interferometria, que indicam um movimento de subsidência na área e que os danos estruturais são evidenciados principalmente na região limite entre os deslocamentos com sentidos opostos, os dados geoeletricos corroboram com a interferometria mostrando zonas de fraqueza em subsuperfície e; portanto, este fenômeno que ocorre no bairro Pinheiro não é unicamente superficial e gerado apenas por processos erosivos.

Um mapa de resistividade foi gerado a partir da interpolação dos dados dos CEs. A interpolação utilizou apenas dados dentro do pacote do solo não saturado, entre as cotas topográficas de 5 a 25m, garantindo não haver interferência do solo hidromórfico e da zona saturada (Figura 7). Com este mapa foi possível estabelecer algumas tendências lineares na direção das principais fissuras e determinar a projeção superficial das zonas condutivas (Figura 7 e 8). As zonas condutivas podem estar associadas tanto as zonas preferenciais de percolação de fluidos quanto a fatores antrópicos, as integrações das demais metodologias utilizadas irão reduzir as ambiguidades.

Três SEVs (SEVs 4; 5 e 6) foram realizadas próximas às zonas condutivas e suas medidas não apresentaram curva de dados com comportamento suave, característico deste tipo de levantamento, criando assim modelos geoeletricos incoerentes. Este fenômeno é justificado por presença de descontinuidades verticais, concordando com os resultados dos CEs (Figura 29 no Apêndice 2).

A Linha 4 foi realizada no bairro do Farol, região que fica nas imediações do bairro do Pinheiro, mas que fica fora da área afetada por fissuras, a ideia foi de estabelecer um controle comparativo das áreas afetadas e não afetadas. Este é o perfil que apresenta resultados mais próximos do esperado para uma bacia sedimentar, com camadas horizontalmente estratificadas (Figura 11 no Apêndice 1).

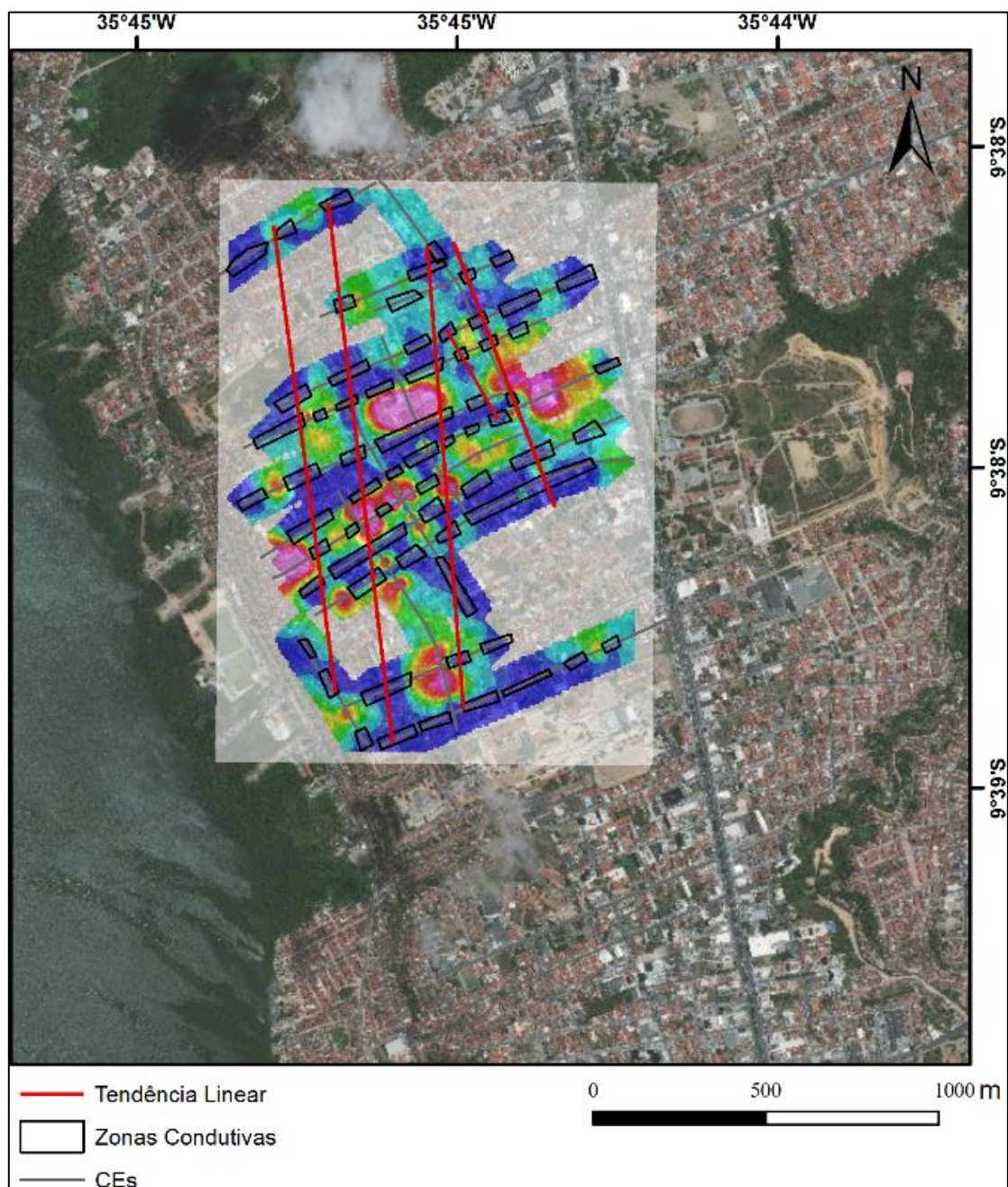


Figura 7. Mapa de Interpolação dos Dados Elétricos entre as Cotas 5 e 25 m.

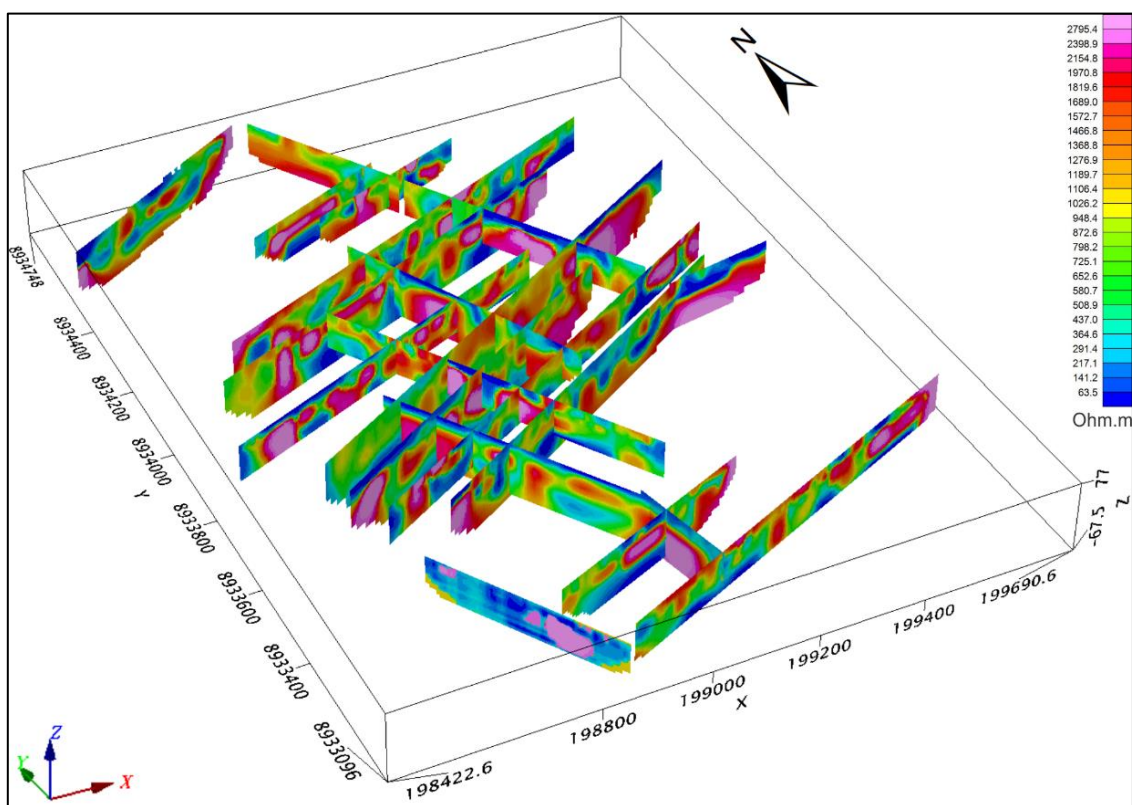


Figura 8. Projeção 3D dos Perfis dos CEs.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciam que, diferentemente do que se esperaria encontrar em uma bacia sedimentar, as camadas geolétricas não estão dispostas de maneira horizontalmente estratificada. Constatam-se importantes descontinuidades geolétricas verticais e horizontais no substrato das linhas estudadas, indicando que tal substrato sofreu ou vem sofrendo alguma atividade que provocou tal alteração.

O estudo indica que pode estar havendo percolação de material fluido superficial por zonas preferenciais da parte superior do solo para o aquífero. Estas zonas preferenciais estariam possivelmente associadas a falhas e/ou fraturas localizadas nestas regiões. O fluxo deste material, em grande volume e localizado em pontos específicos, acelera o processo de erosão e lubrificação das fraturas e/ou falhas, deixando o solo friável, descompactado e instável. Este fenômeno provavelmente é efeito de outra condição que favoreceu e potencializou o aparecimento destas zonas preferenciais de percolação de fluidos. Como se trata de um método indireto, toda interpretação necessita de confirmação direta.

RECOMENDAÇÕES

Visando mitigar os efeitos deste fenômeno, se faz urgente realização de obras de drenagem e saneamento em toda região, de modo a evitar que águas pluviais e o esgoto acelerem o processo erosivo do solo e contaminem o aquífero e a lagoa.

Intensificar as vistorias da defesa civil nas projeções das zonas condutivas. Monitorar a qualidade da água do aquífero superficial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, A.C.O. **Geofísica Aplicada: métodos geoeletricos em hidrogeologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 159p.

ELIS, V. R.; BARROSO, C. M. R.; KIANG, C. H. Aplicação de ensaios de resistividade na caracterização do sistema aquífero Barreiras / Marituba em Maceió (AL). **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 22, n. 2, p. 101-113, 2004.

APÊNDICE 1

Caminhamento Elétrico (CE)

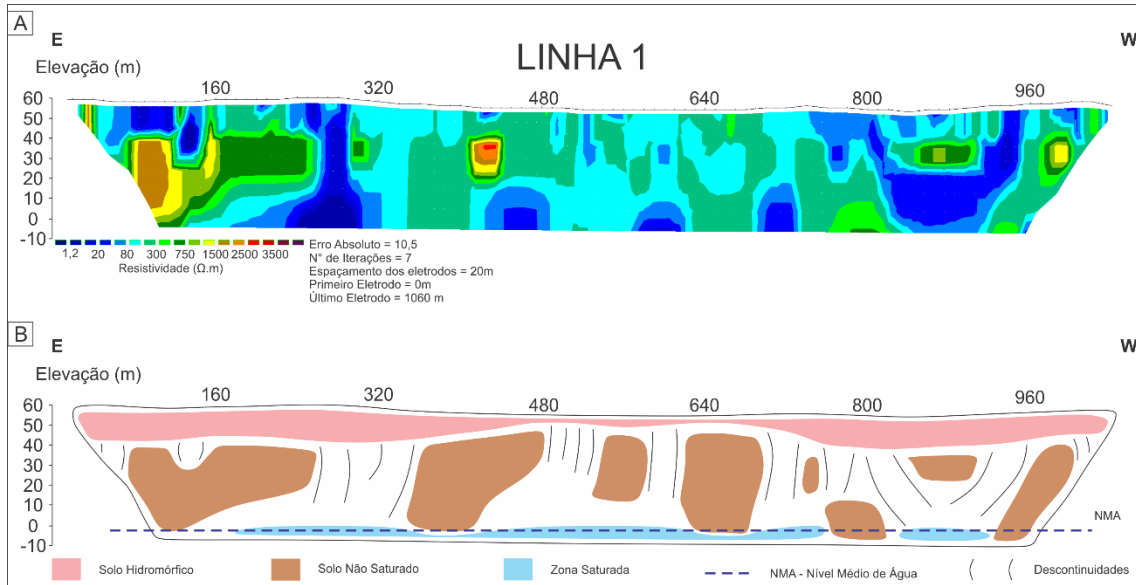


Figura 8. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 1.

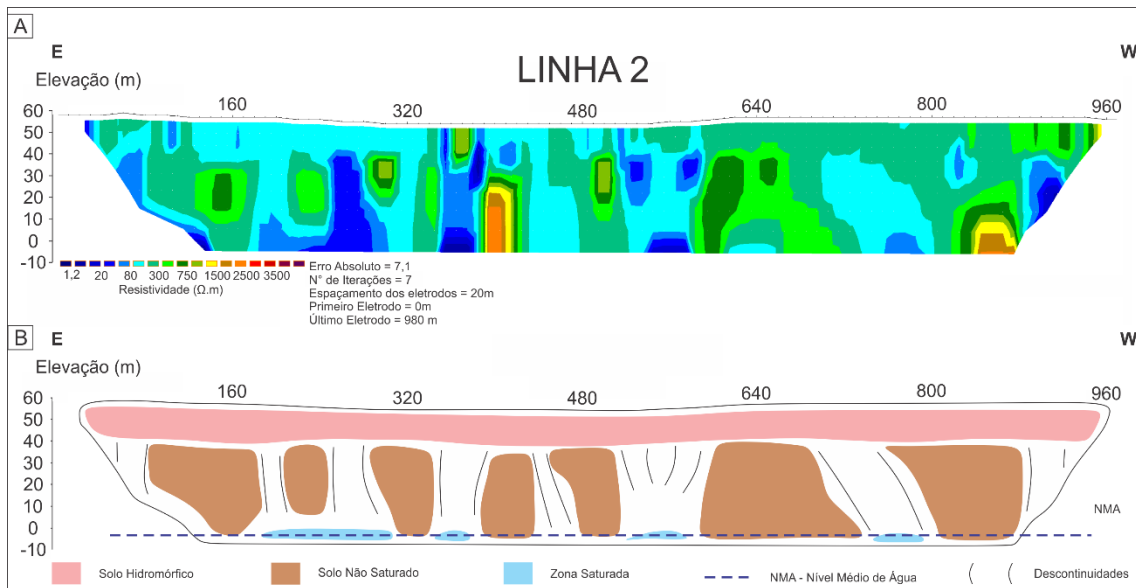


Figura 9. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 2.

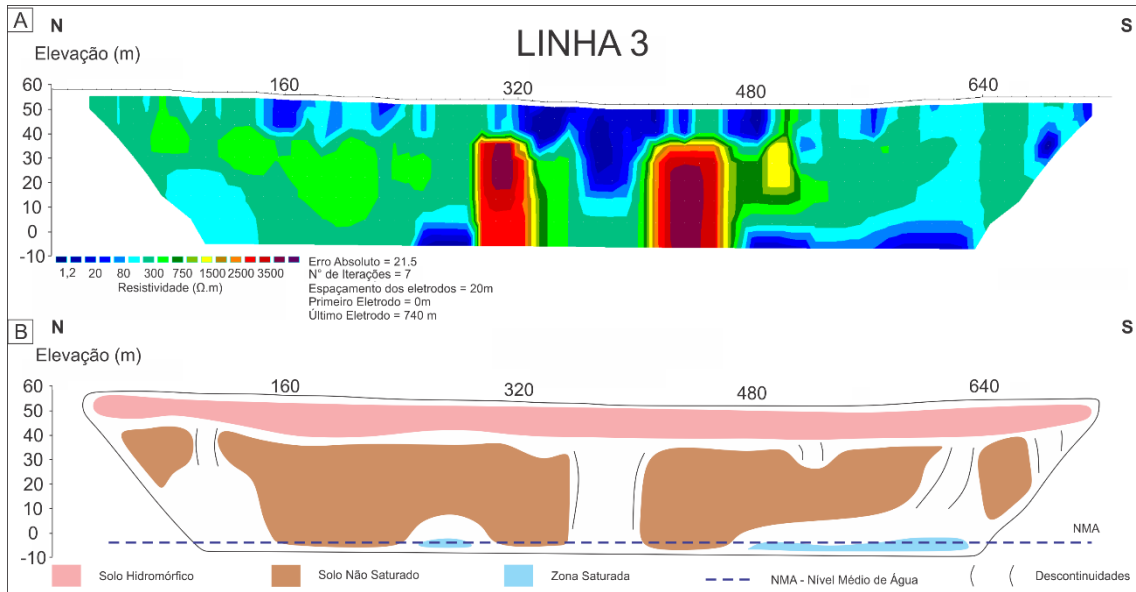


Figura 10. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 3.

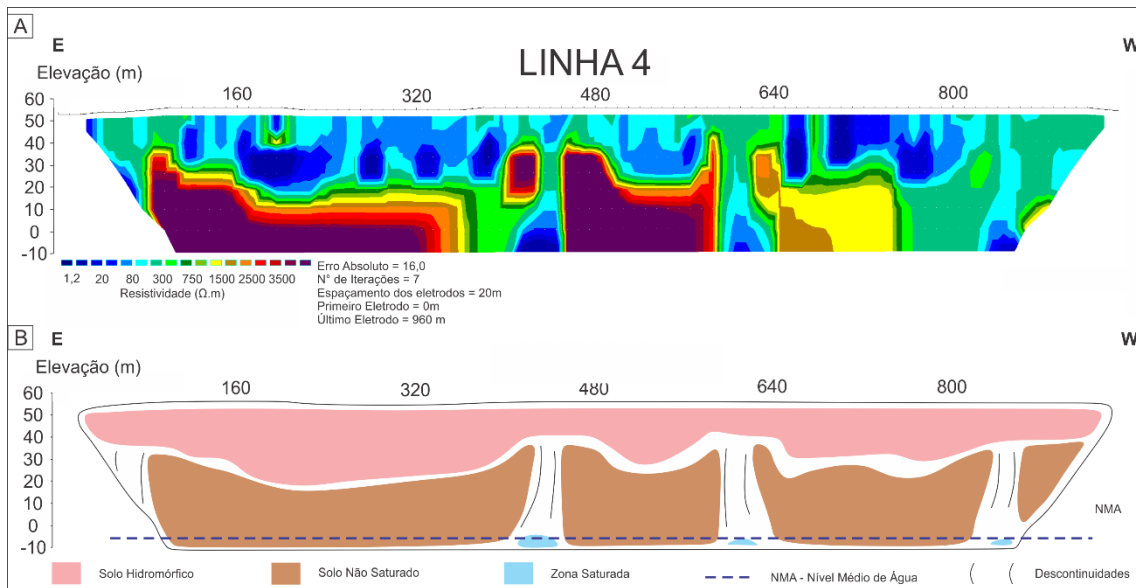


Figura 11. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 4.

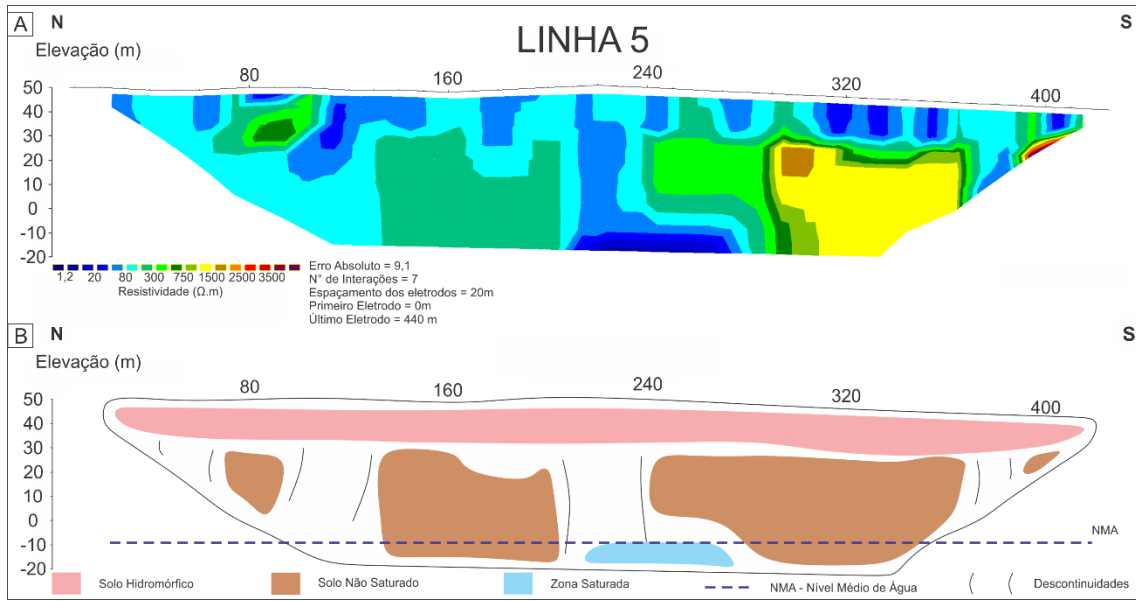


Figura 12. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 5.

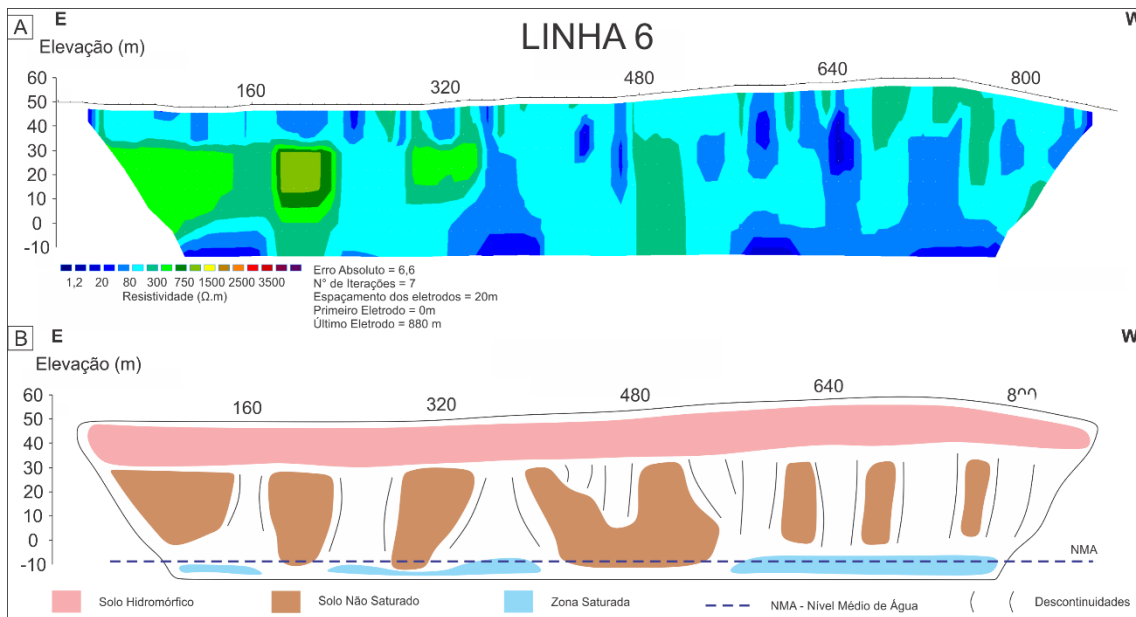


Figura 13. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 6.

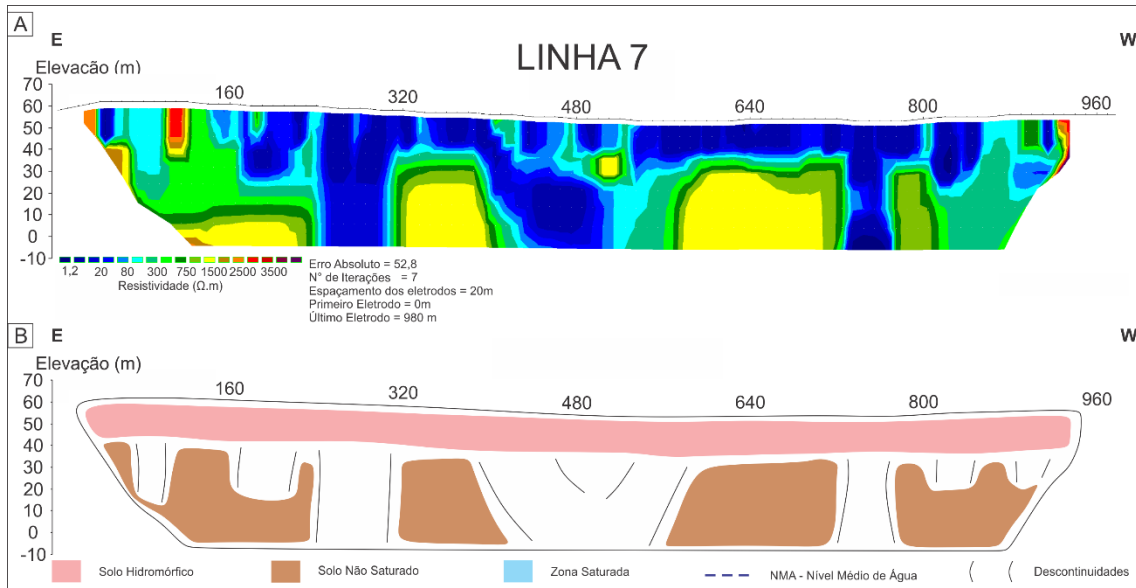


Figura 14. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 7.

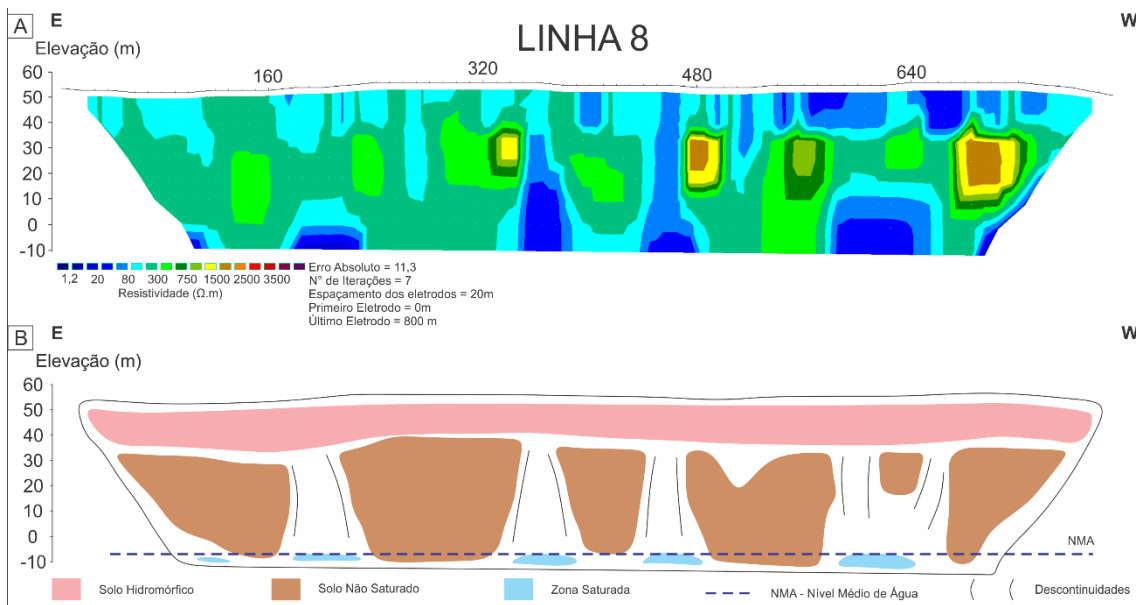


Figura 15. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 8.

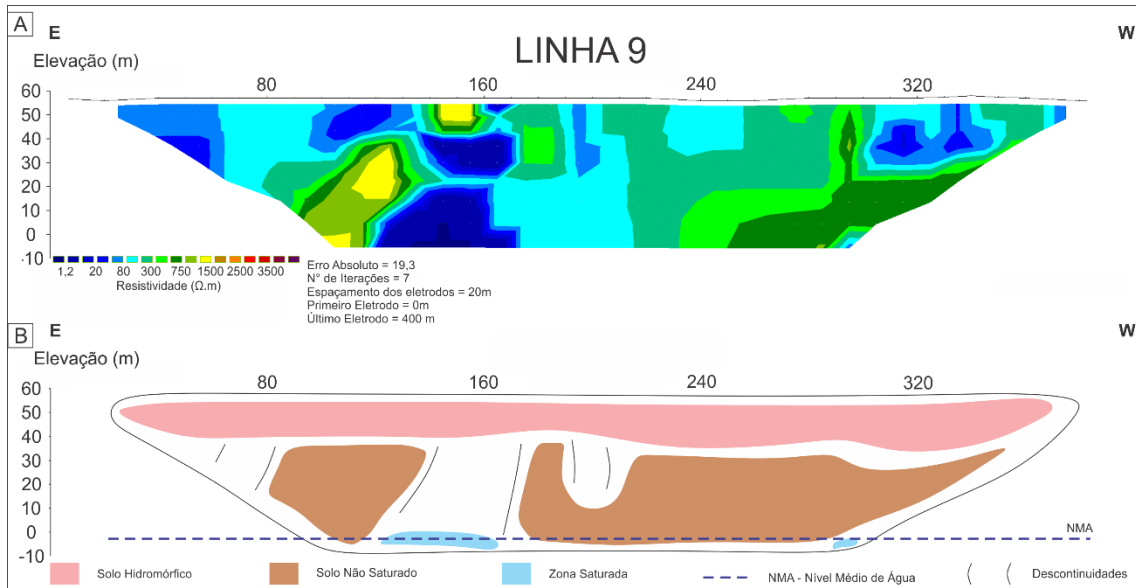


Figura 16. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 9.

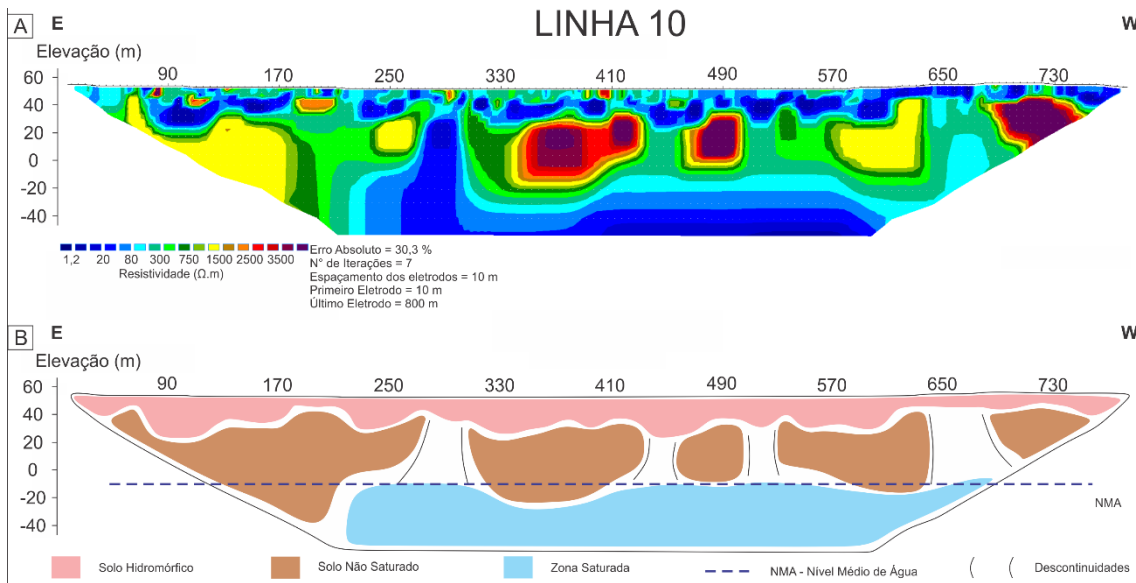


Figura 17. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 10.

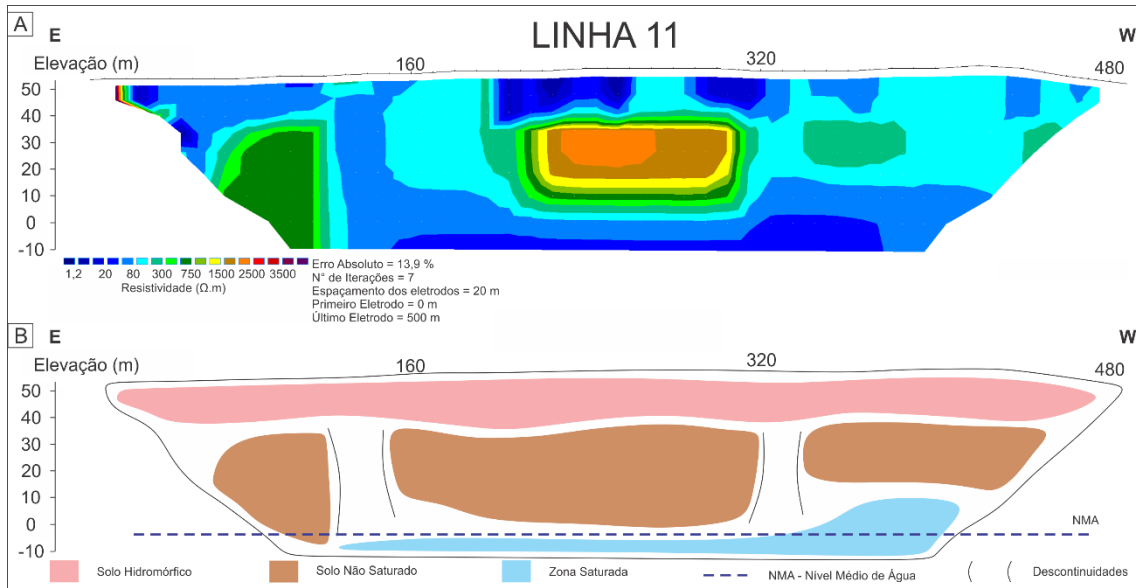


Figura 18. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 11.

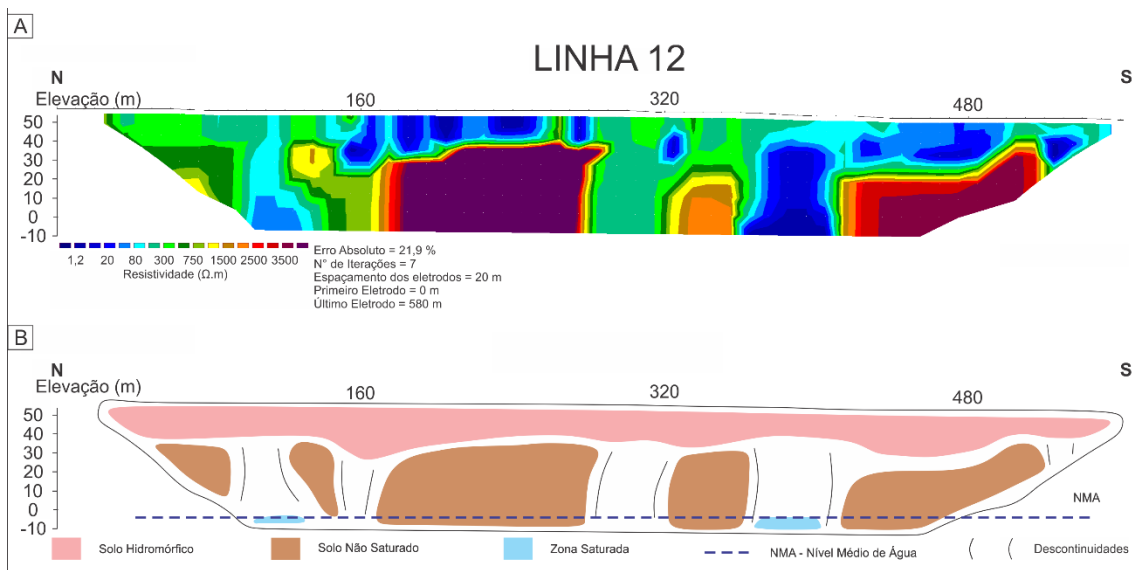


Figura 19. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 12.

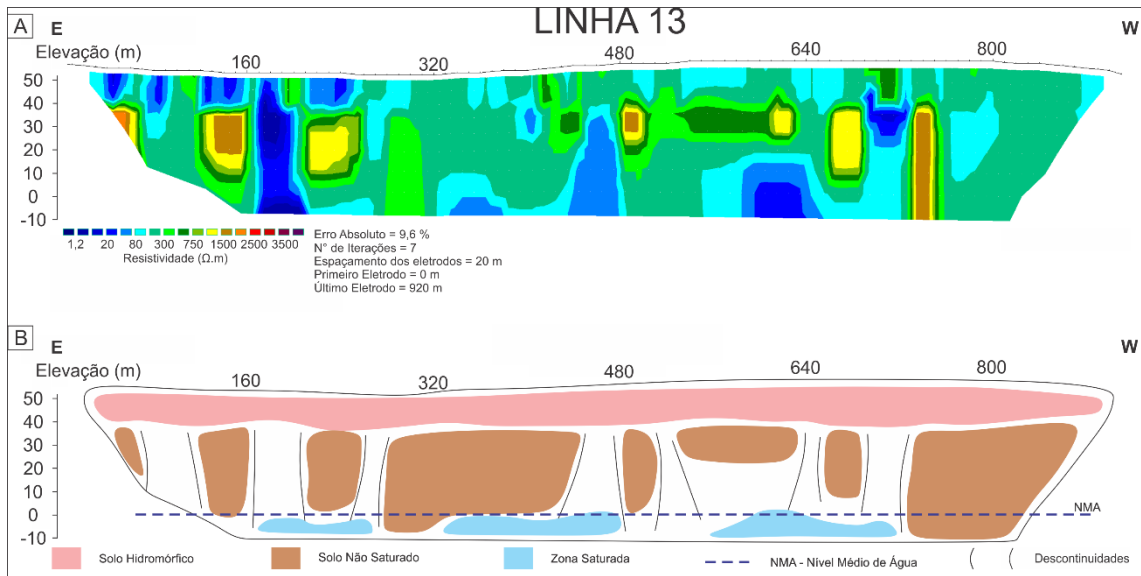


Figura 20. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 13.

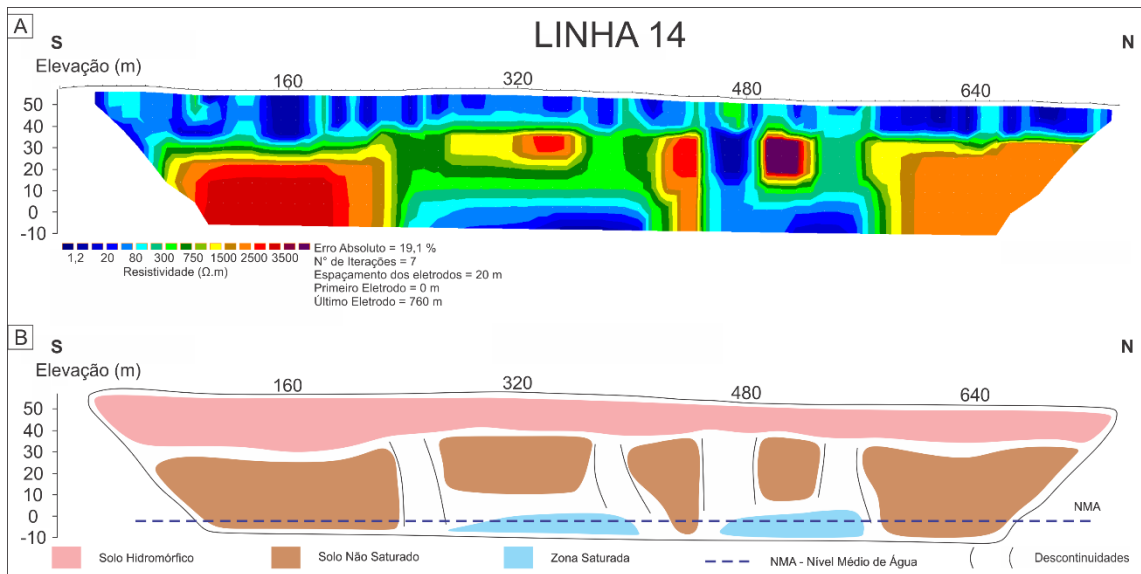


Figura 21. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 14.

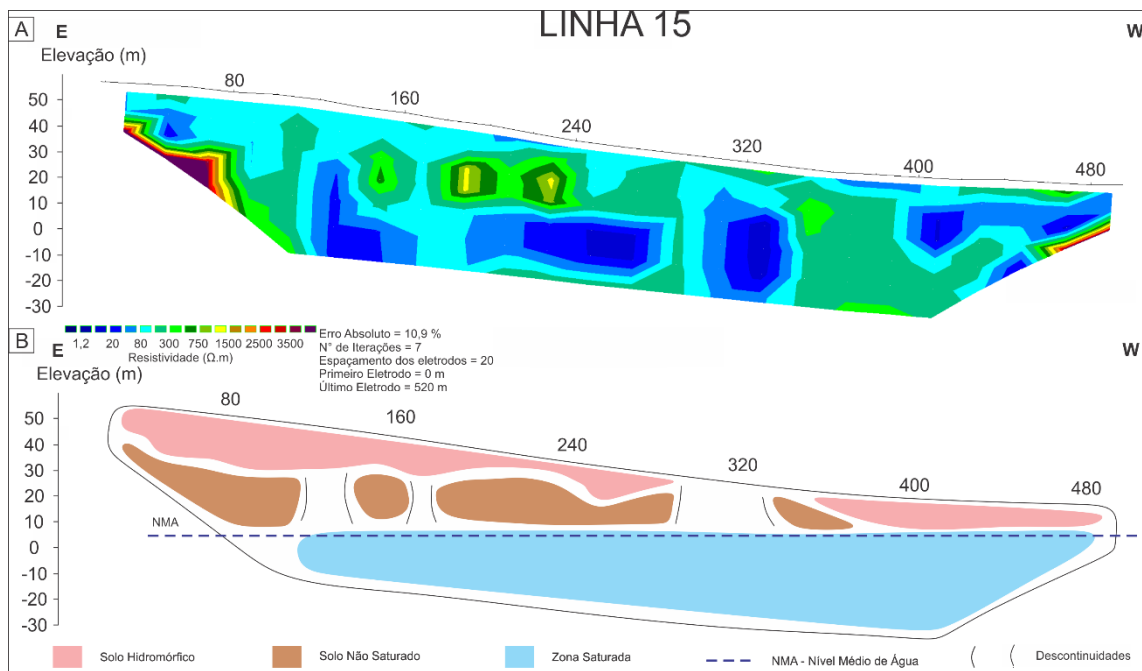


Figura 22. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 15.

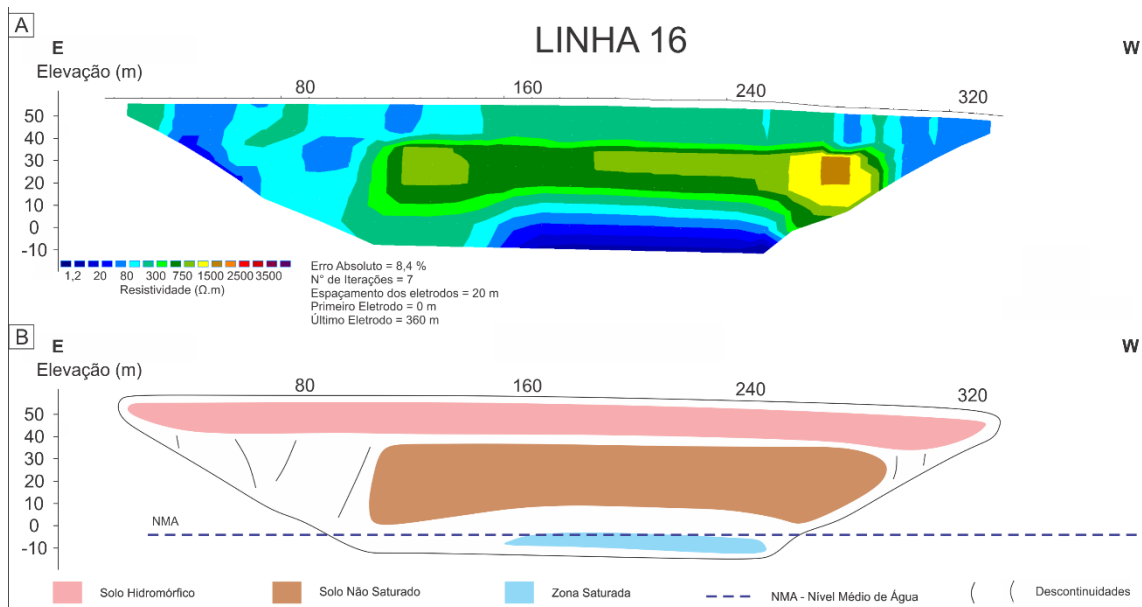


Figura 23. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 16

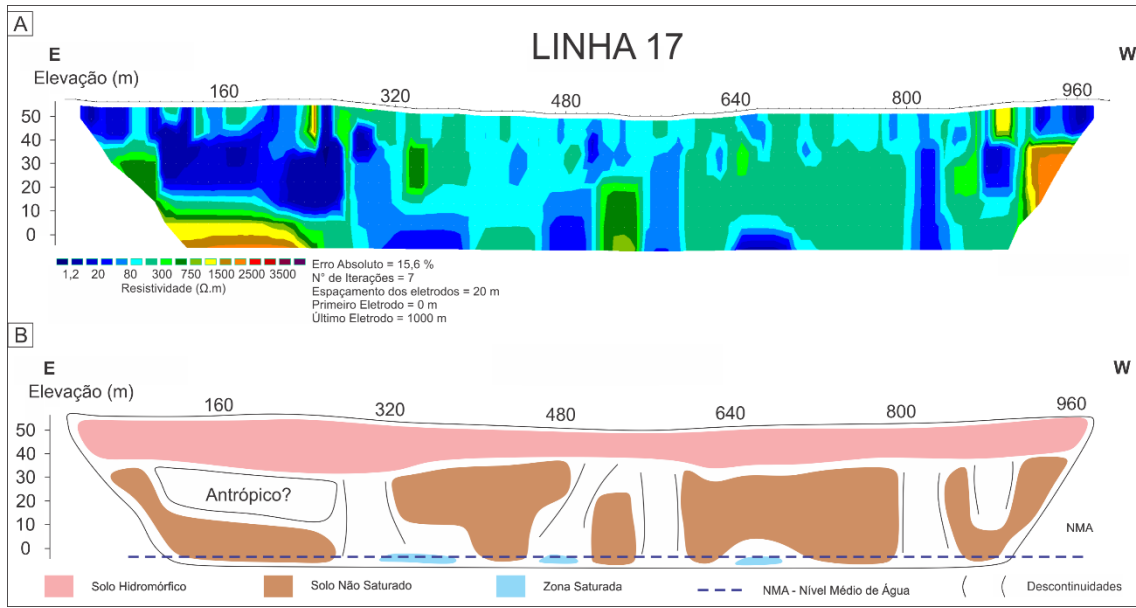


Figura 24. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 17.

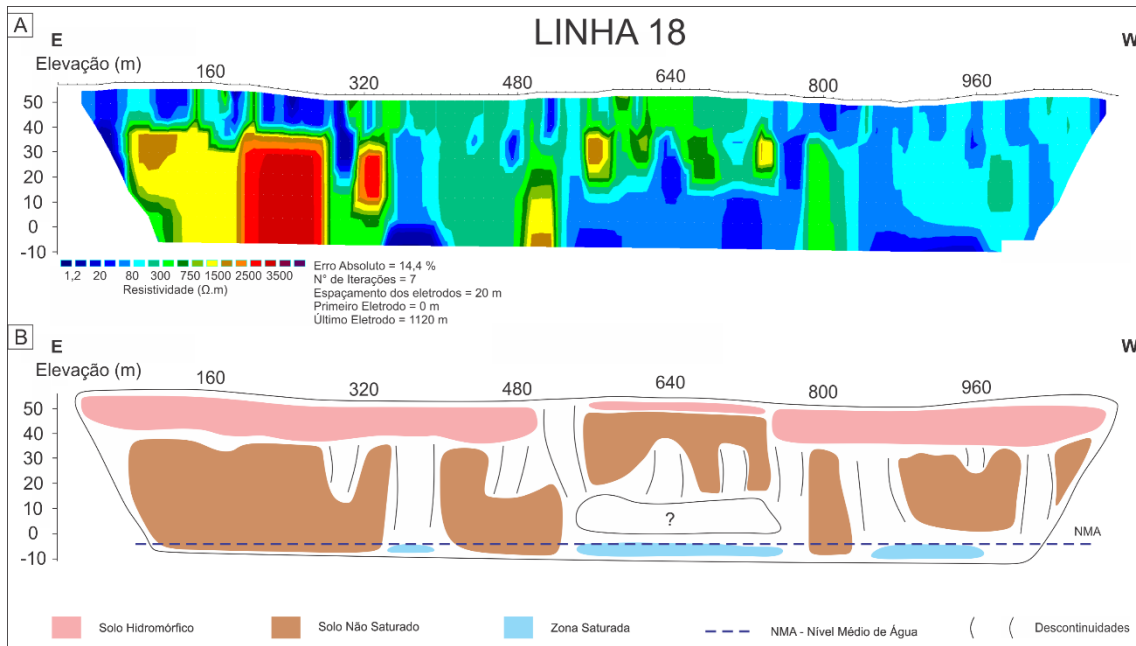


Figura 25. Modelo resultado da Inversão e interpretação da Linha 18.

APÊNDICE 2

Sondagem Elétrica Vertical (SEV)

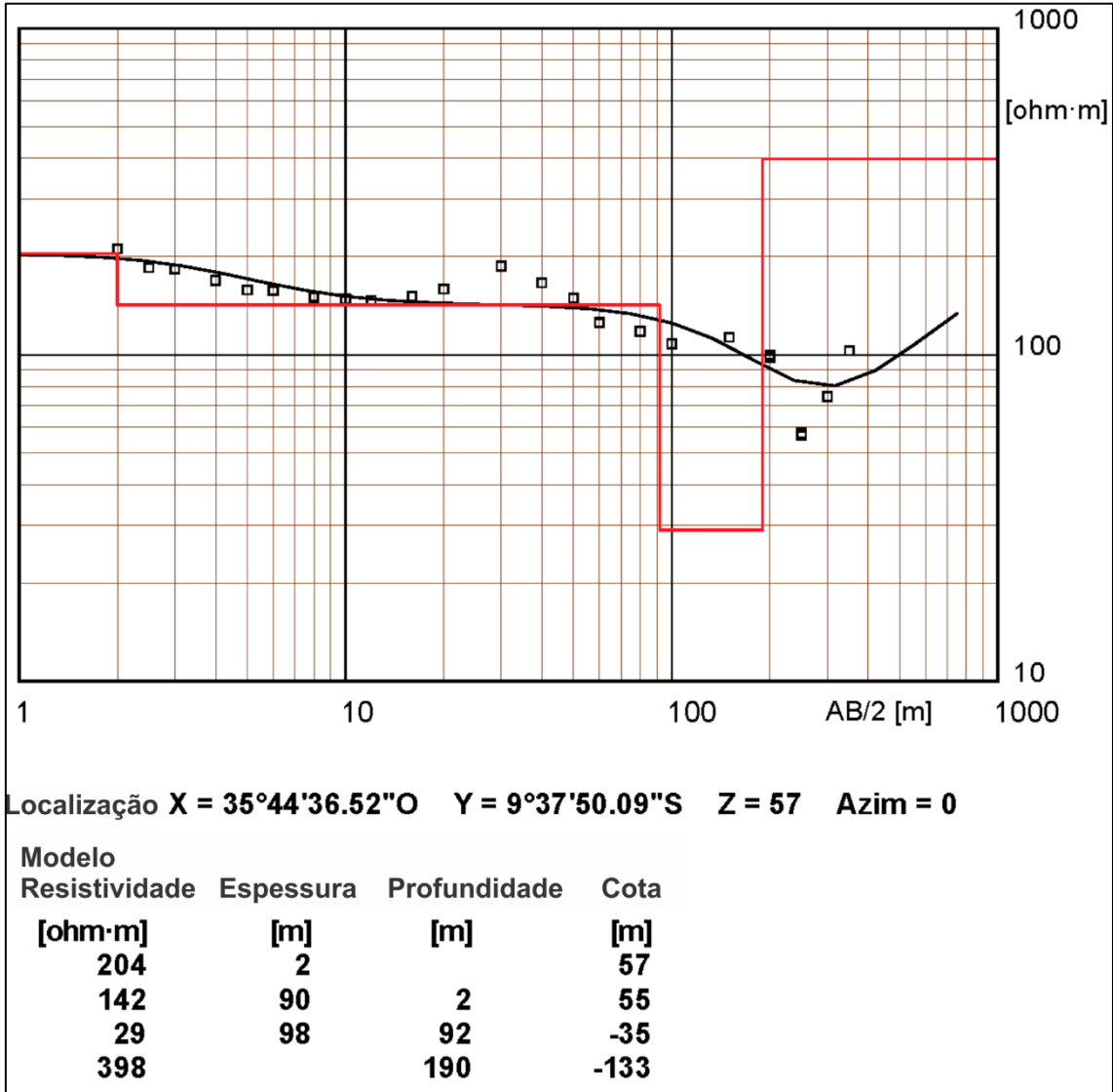


Figura 26. Modelo de camadas Geométricas da SEV 1.

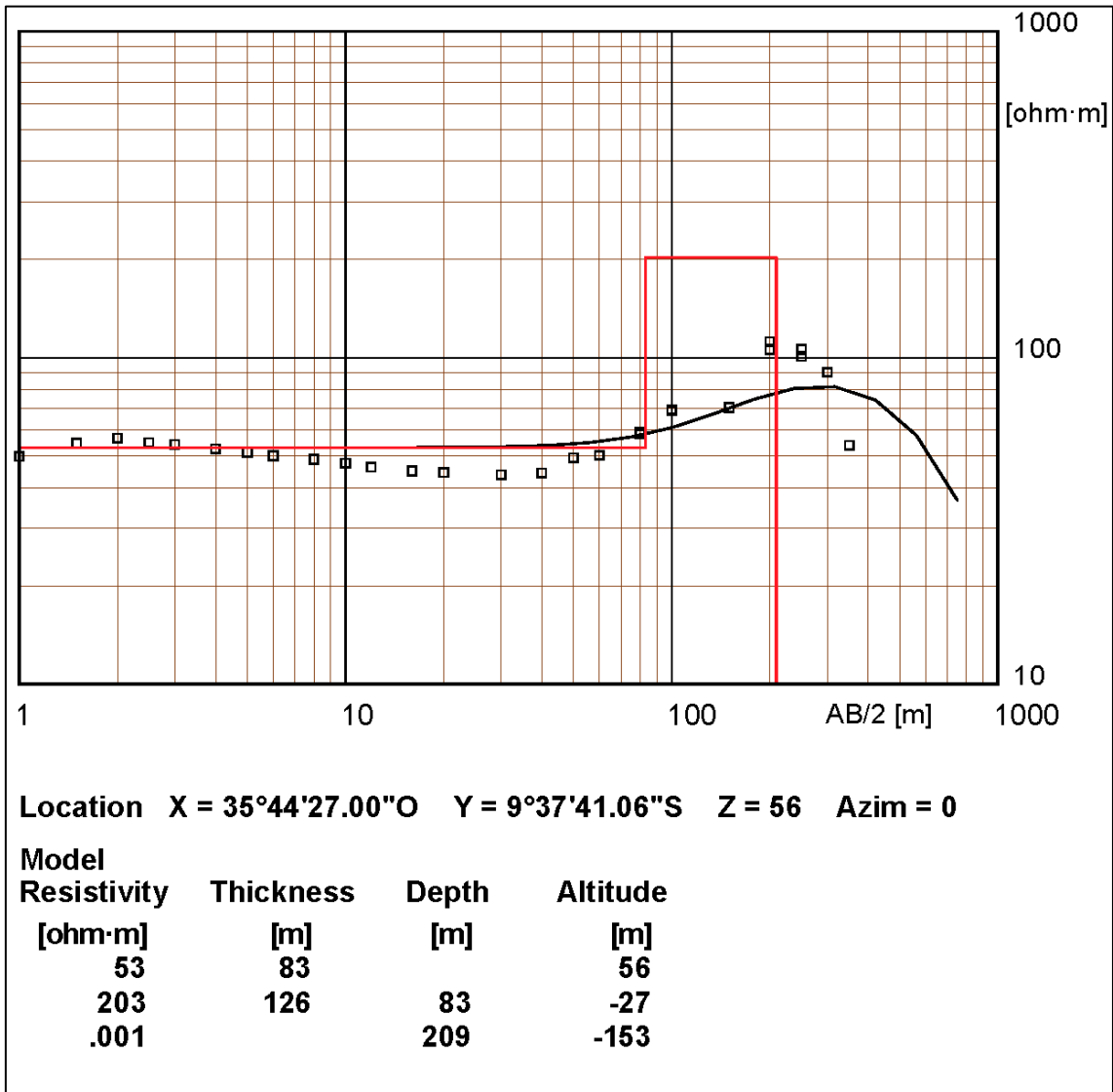


Figura 27. Modelo de camadas Geométricas da SEV 2.

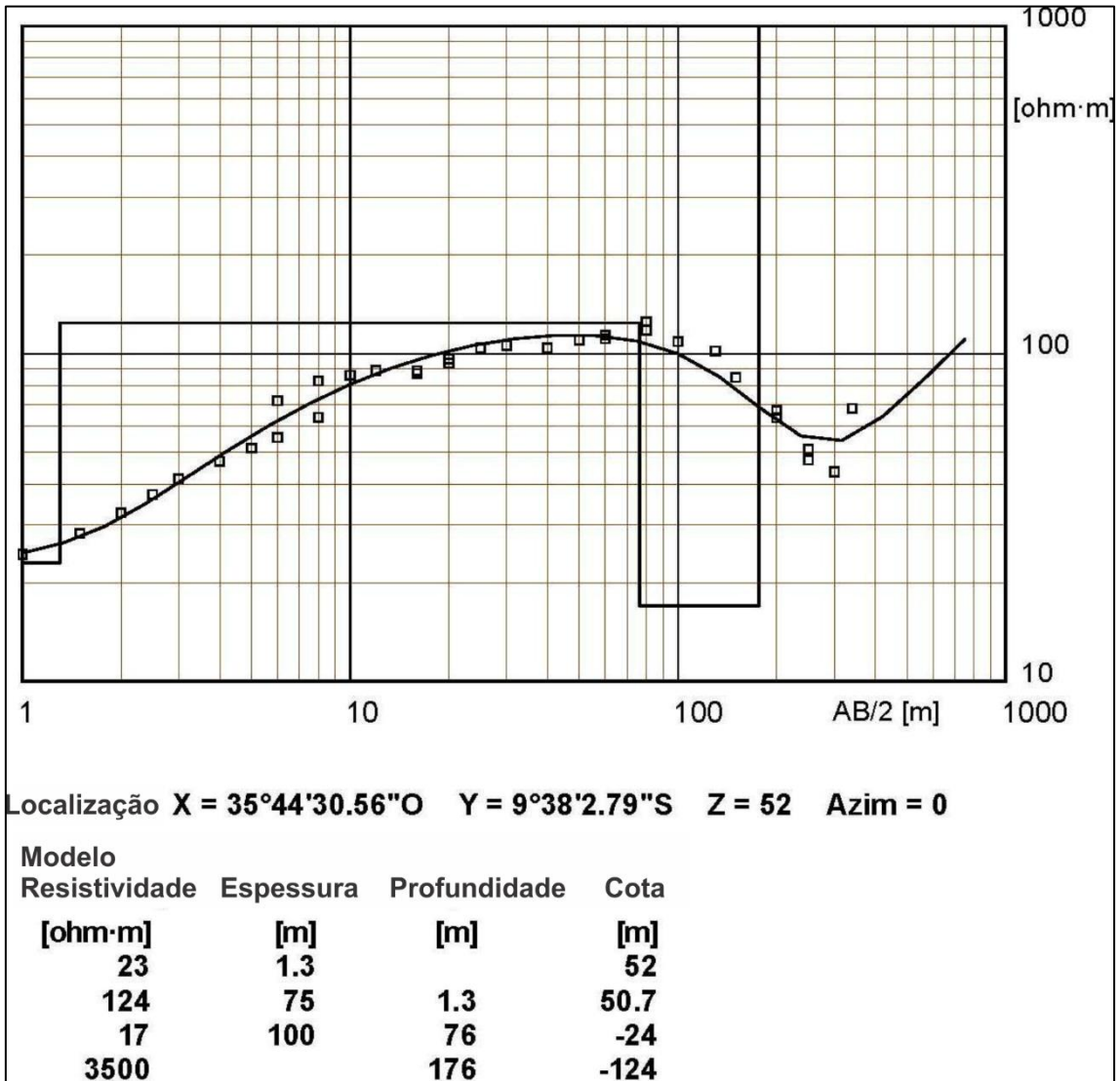


Figura 28. Modelo de camadas Geolétricas da SEV 3.

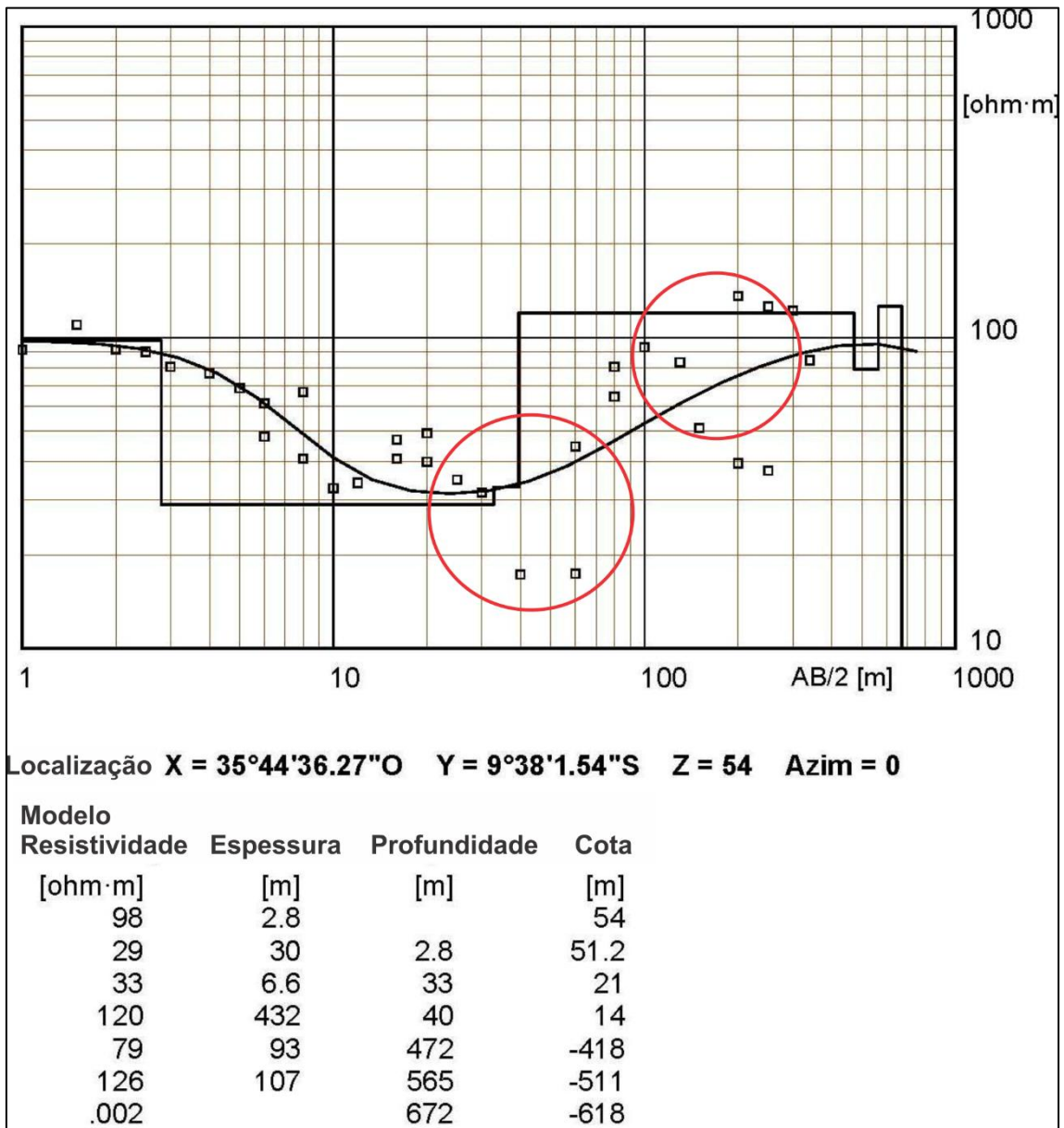


Figura 29. Modelo de camadas Geométricas da SEV 4.

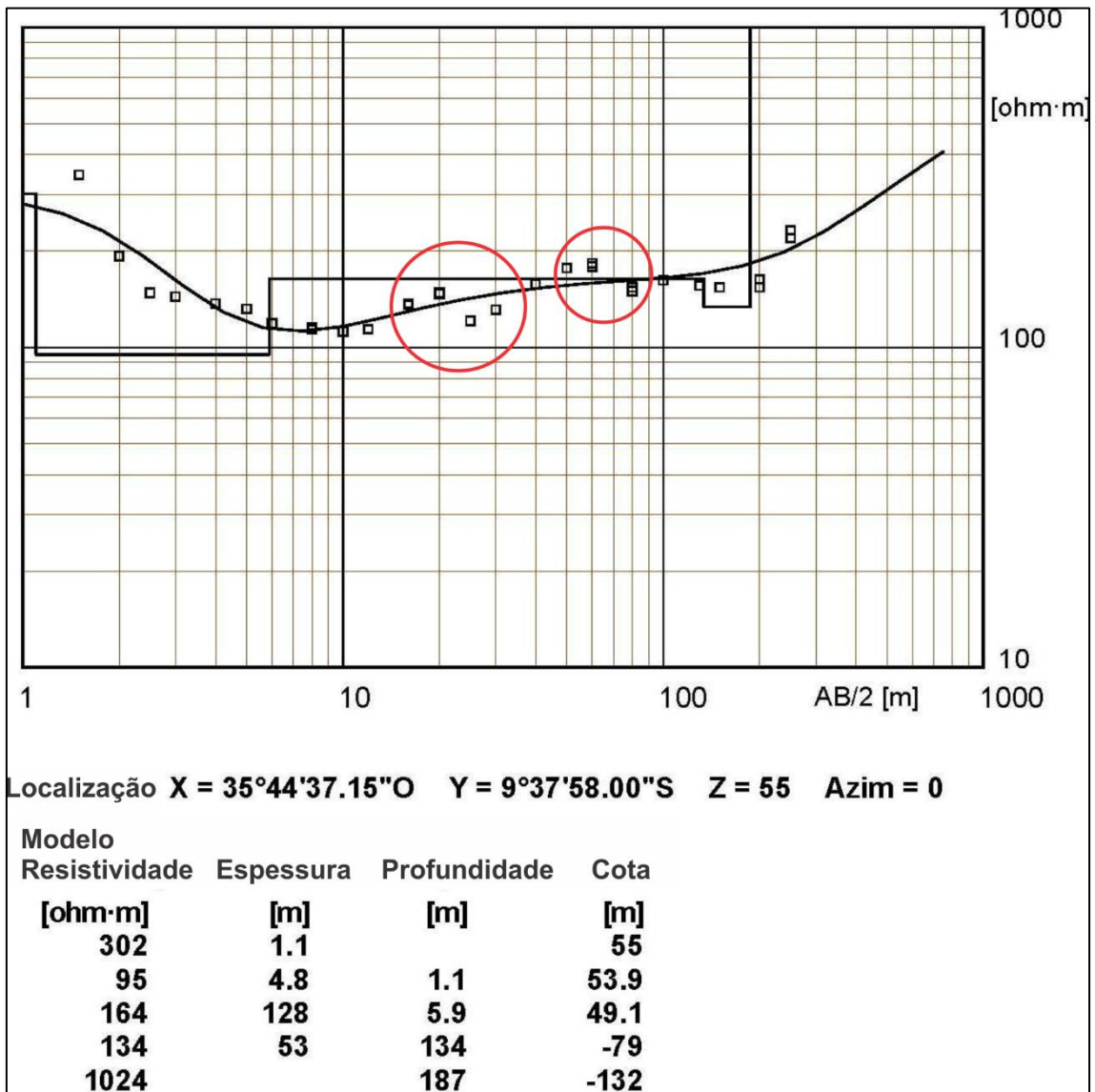


Figura 30. Modelo de camadas Geométricas da SEV 5.

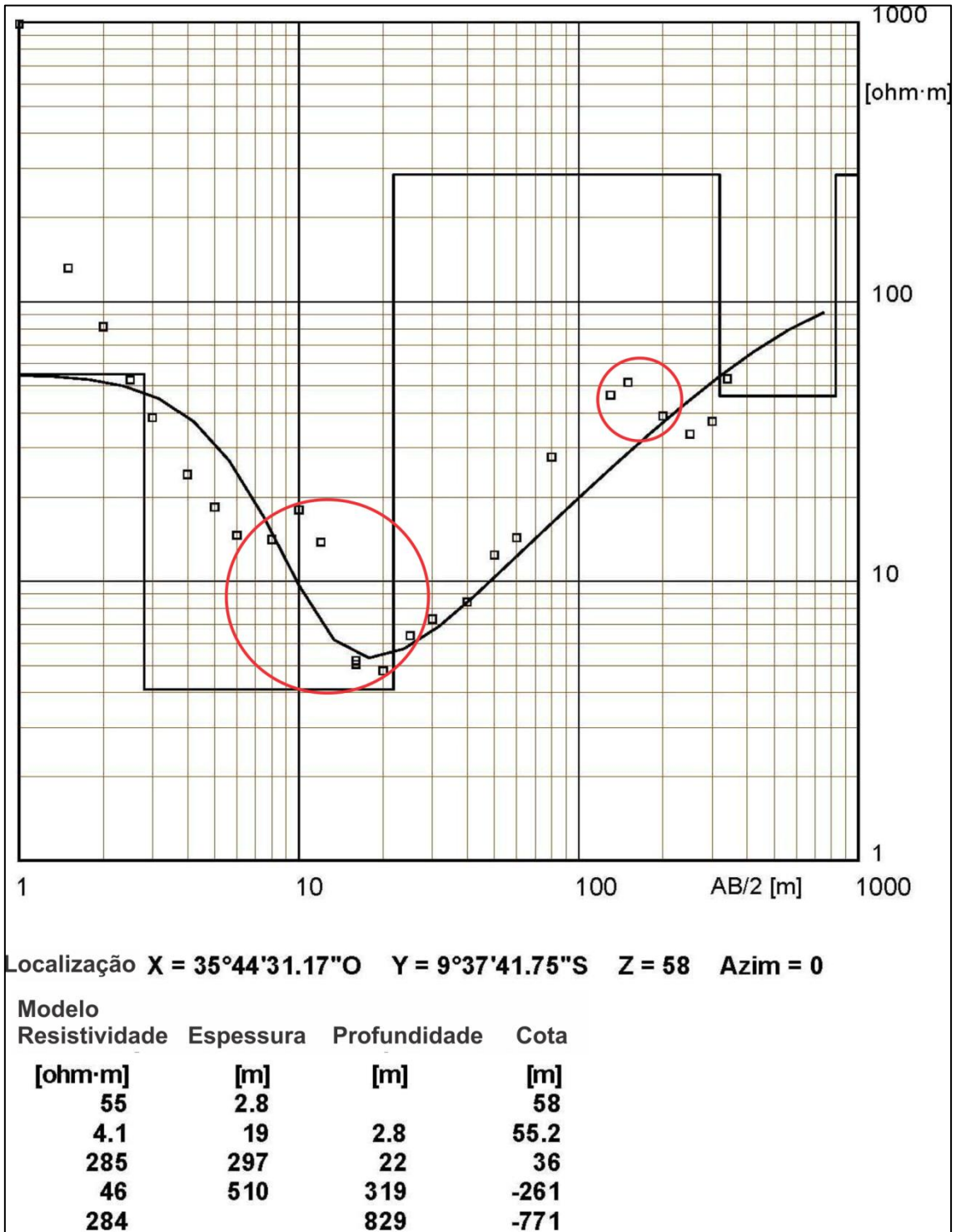


Figura 31. Modelo de camadas Geolétricas da SEV 6.

APÊNDICE 3

Mapas

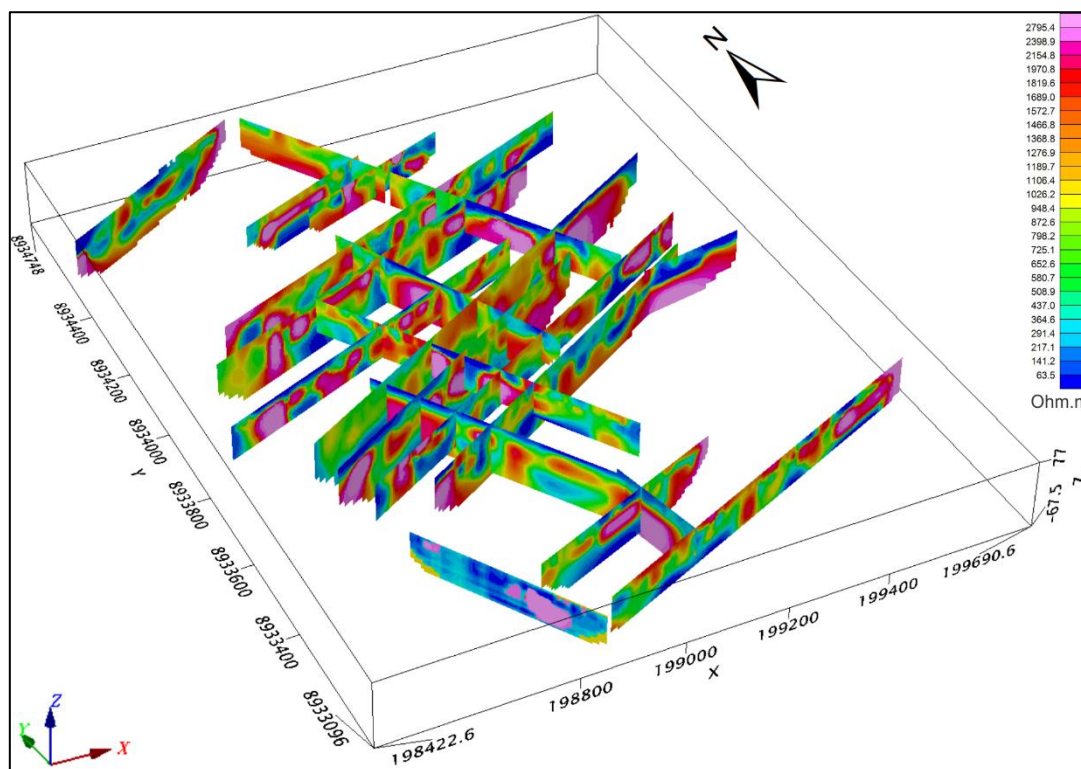


Figura 32. Projeção 3D dos Perfis dos CEs.

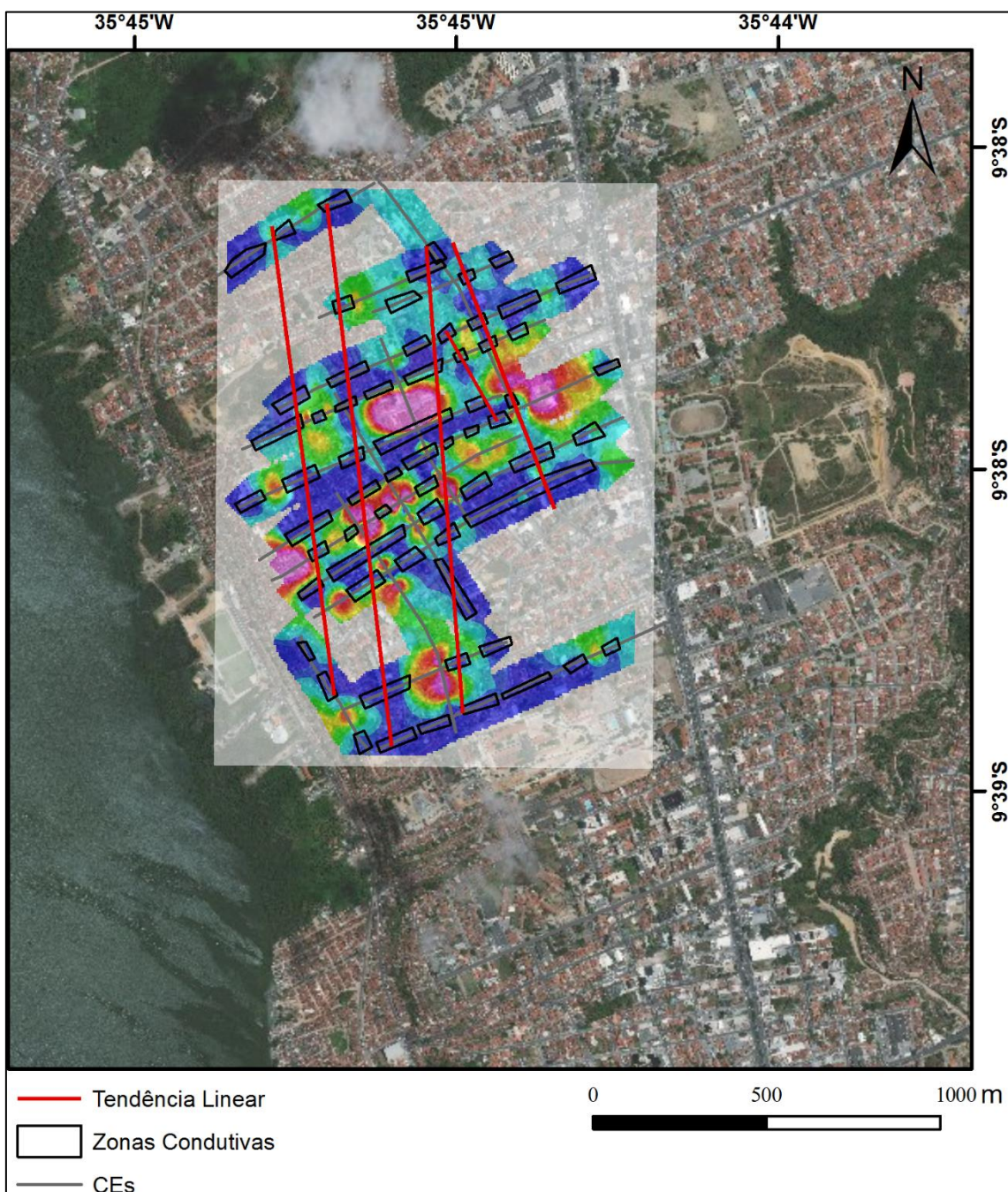


Figura 33. Mapa das tendências lineares a partir da interpolação dos dados entre as cotas 5 e 25 m.