



ESTUDO GEOFÍSICO

# **RELATÓRIO TÉCNICO**

## **Geofísica Aplicada - Eletorresistividade**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE IBERTIOGA**

**Ibertioga - MG**

**Março - 2024**

	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

## ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO


<b>Título do Projeto:</b> Relatório Técnico de Geofísica Aplicada – Eletrorresistividade <b>Local:</b> Ibertioga - MG
--

## INFORMAÇÕES DA CONTRATANTE

<b>Contratante:</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE IBERTIOGA <b>CPF/CNPJ:</b> 18.094.839/0001-00 <b>Endereço:</b> Rua Evaristo de Carvalho – nº 56 – Centro – Ibertioga – MG – CEP 36.225-000
--


## EQUIPE TÉCNICA

<b>Equipe Técnica:</b> Ana Verônica Magalhães David <b>Cargo:</b> Geóloga <b>CREA:</b> 249674-D
<b>Técnicos de Campo:</b> Paulo César Ramos – 721.568.136-04 Ruan Guimarães Ramos – 136.200.396-40

	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b> Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Objetivo .....	4
<b>2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONTEXTO GEOLÓGICO .....</b>	<b>6</b>
4.1. Síntese Geológica do Empreendimento.....	6
<b>5. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO.....</b>	<b>7</b>
<b>6. LEVANTAMENTO DE POÇOS NA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>9</b>
<b>7. GEOFÍSICA APLICADA – ELETRORRESISTIVIDADE.....</b>	<b>9</b>
<b>8. ESTUDO GEOFÍSICO .....</b>	<b>11</b>
8.1. Aquisição dos Dados .....	11
8.2. Tratamento e Modelagem dos Dados de Campo.....	15
8.3. Resultados e Interpretação.....	16
8.3.1. Comunidade Porteirinhas – L1 .....	16
8.3.2. Comunidade Lamarão – L2 .....	17
8.3.3. Comunidade Capoeiras – L3.....	18
8.3.4. Comunidade Florença – L4 .....	19
8.3.5. Comunidade Aguada – L5.....	20
<b>9. CONCLUSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b> Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados obtidos no estudo geofísico realizado para a Prefeitura Municipal de Ibertioga, Minas Gerais.

O método geofísico aplicado para obtenção dos dados foi a Eletrorresistividade, realizado por meio da técnica de Caminhamento Elétrico (CE), utilizando o arranjo Dipolo-Dipolo. A aplicação deste método permite que sejam identificadas as variações litológicas em subsuperfície, por meio da diferença da resistividade elétrica dos materiais existentes no ambiente geológico. A escolha deste método é devido a vasta aplicabilidade e seus resultados satisfatórios quando relacionados a estudos hidrogeológicos.

Para contextualizar e interpretar os resultados obtidos, foram necessários estudos referente ao contexto geológico e hidrogeológico regional e local, onde foram feitos os levantamentos geofísicos.

### 1.1. Objetivo

O presente relatório técnico tem por objetivo identificar as condições hidrogeológicas favoráveis à construção de poço tubular profundo através do método geofísico da eletrorresistividade, visando o local que tenha maior disponibilidade hídrica subterrânea.

## 2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Ibertioga dista aproximadamente 212km do centro da capital mineira Belo Horizonte. O acesso, a partir de Belo Horizonte, é realizado por meio da rodovia federal BR-040 até Barbacena. Em Barbacena, pegue a saída para Ibertioga pela MG-338 (Figura 1).

Os estudos foram feitos em cinco localidades do município:


Comunidade Porteirinhas

Comunidade Florença

Comunidade Lamarão

Comunidade Aguada

Comunidade Capoeiras

	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

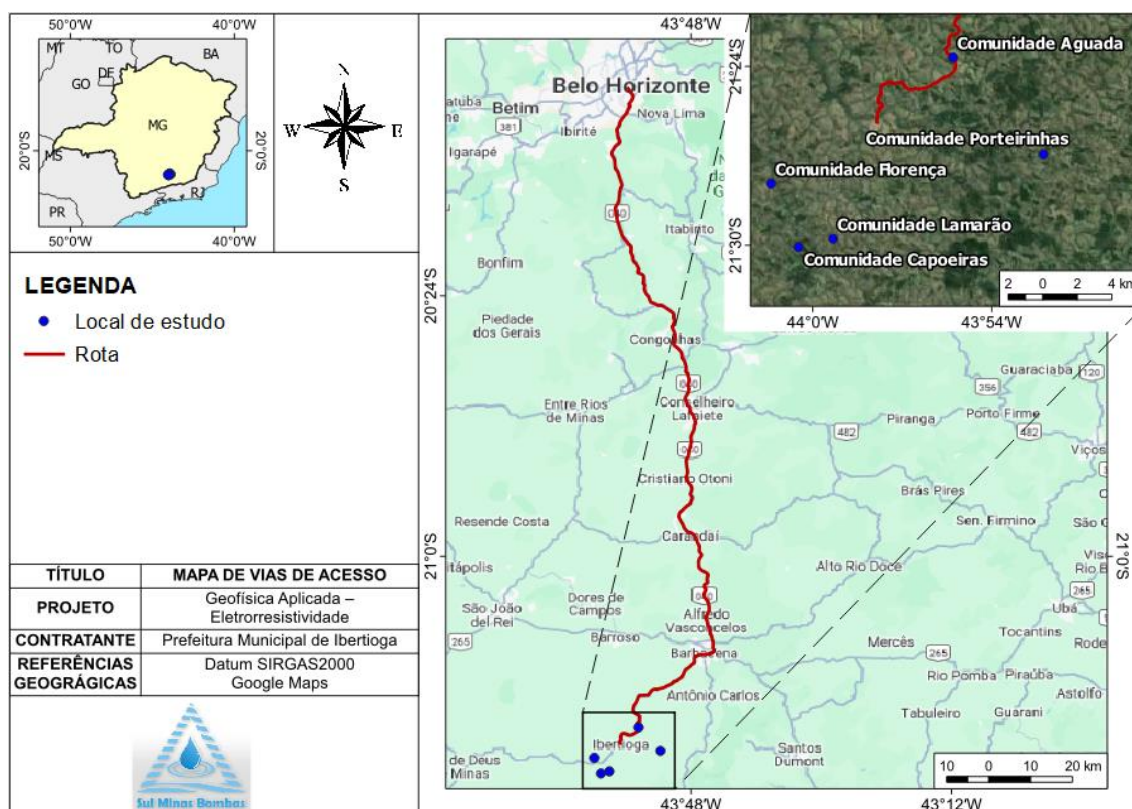


Figura 1 – Localização e vias de acesso à área de estudo.


### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados essencialmente em três etapas:

**Etapla 1:** esta etapa foi realizada no escritório e consistiu em todo estudo feito antes de ir a campo. Nesta fase foi feita a formação da equipe, a preparação dos equipamentos, o levantamento das informações geográficas, geológicas e hidrogeológicas, bem como a análise estrutural da área de estudo, por meio de fotointerpretação de imagem de satélite, para definição do melhor local a serem executados os trabalhos de campo.

**Etapla 2:** consistiu no levantamento geofísico, por meio do método de eletrorresistividade, utilizando a técnica de Caminhamento Elétrico (CE) e arranjos polo-dipolo e dipolo-dipolo para a aquisição dos dados geofísicos em campo, visto que estes arranjos apresentam uma boa resolução das feições geológicas, principalmente quando se trata de estudos hidrogeológicos.

Foram executadas 5 (cinco) seções geofísicas no município. O equipamento utilizado para execução da pesquisa geofísica, se trata de um eletrorresistivímetro de 300w com 16 canais, da marca Autoenergia, modelo

	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b> Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

X6XTAL250. Também foram utilizados cabos de fiação flexível 1,5 mm<sup>2</sup>, eletrodos de alumínio maciço e bateria (12V) como fonte de carga elétrica.

**Etapa 3:** compreende o tratamento, processamento, modelagem e interpretação, junto a geologia, das seções geradas a partir dos dados levantados em campo. Para esta etapa foram utilizados os *softwares* Microsoft Excel (2016), Surfer versão 18.1 da Golden Software, RES2dinv versão 3.4 da Geotomo Software e QGIS versão 3.16 da QGIS Development Team. Ainda nesta etapa foi feita a confecção do relatório final.

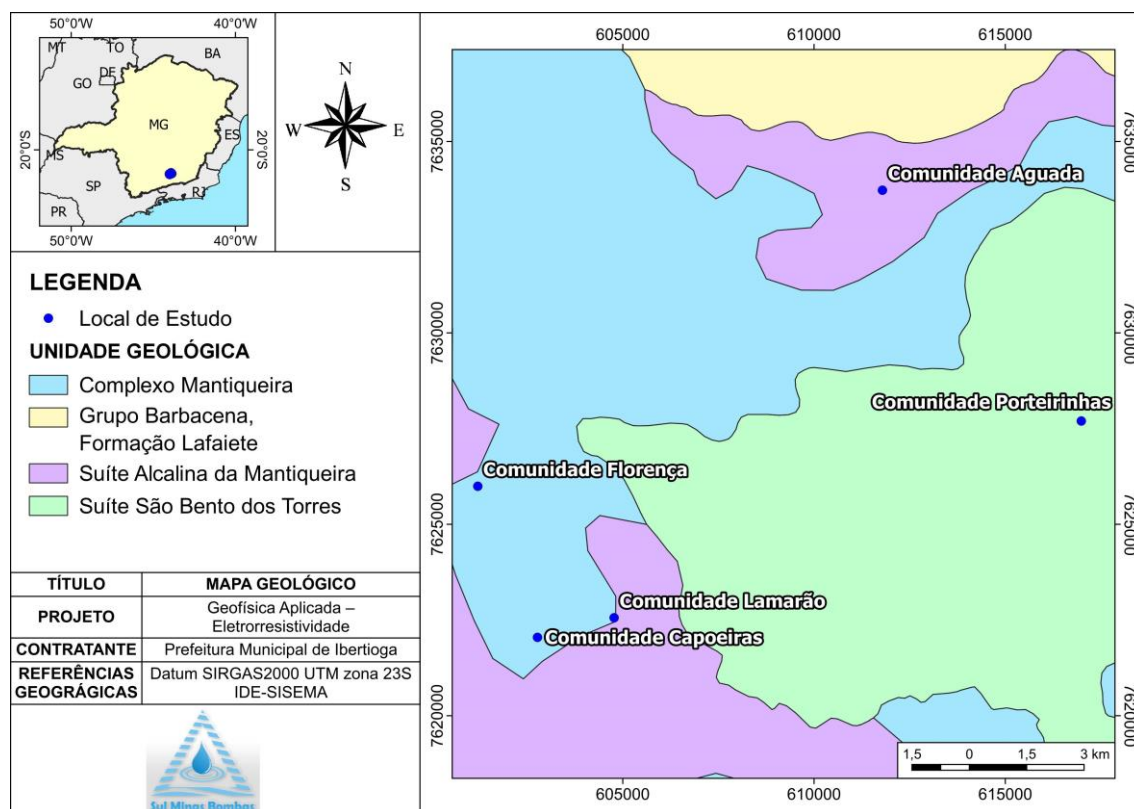
## 4. CONTEXTO GEOLÓGICO

Geotectonicamente, a região de estudo localiza-se no contexto da Orogênese Brasileira Meridional, e este pode ser dividido em dois orógenos maiores: Tocantins (Faixa Brasília) e Mantiqueira (Faixa Ribeira) (Brito Neves *et al.*, 1999; Campos Neto, 2000; Trouw *et al.*, 2000 *apud* Rocha, 2011). O Orógeno Tocantins Meridional marca a subducção e colisão neoproterozóica ocorrida durante o fechamento do paleo-oceano Goianides, representando a convergência da Placa Sanfranciscana sob a Placa Paranapanema (Marangoni, 1994 *apud* Rocha, 2011). O Sistema Orogênico Mantiqueira reúne ao longo do tempo, microplacas e terrenos associados ao fechamento do paleo-oceano Adamastor (Campos Neto *et al.*, 2004 *apud* Rocha, 2011).

Essa interação de processos geológicos resultou na formação de uma série de estruturas e feições geológicas na área, influenciando sua geodinâmica atual.

### 4.1. Síntese Geológica do Empreendimento

Conforme o Mapa Geológico de Minas Gerais, escala 1:1.000.000, elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM em 2014, a área de estudo está sobre rochas do Complexo Mantiqueira, Suíte Alcalina Mantiqueira e Suíte São Bentos das Torres (Figura 2).



O Complexo Mantiqueira é representado por ortognaisses bandados tipo TTG, com intercalações de anfibolito e metaultramáfica.


A Suíte Alcalina Mantiqueira é construída por ortognaisse sienítico alcalino e a Suíte São Bentos das Torres por charnockito, enderbito e gabro norito.

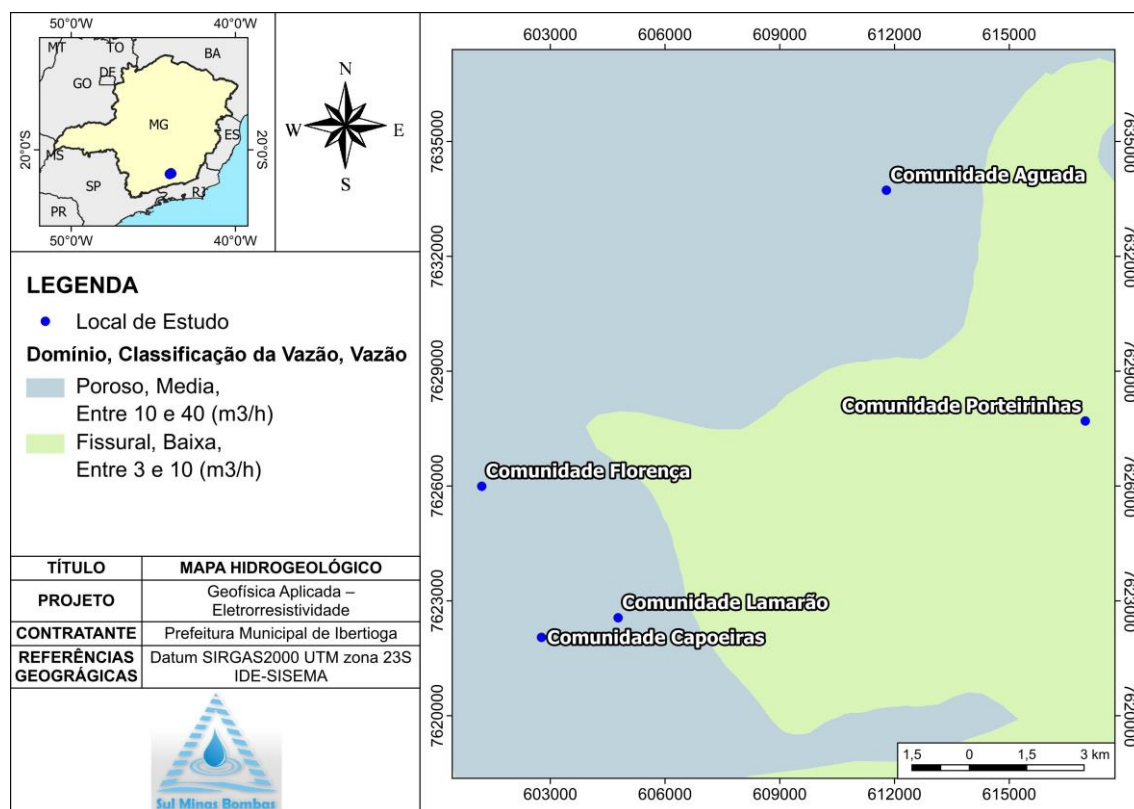
## 5. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

O conceito de Domínio Hidrogeológico foi definido como um conjunto de unidades geológicas que apresentam as mesmas aptidões hidrogeológicas, incluindo litologia, espessura, principais aquíferos e sistemas aquíferos, modos de circulação, qualificação química das águas subterrâneas (IBGE, 2015).

Segundo dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Mapa Hidrogeológico da Região Sudeste do Brasil, em escala 1:1.800.000), a área de estudo está sobre o Domínio Hidrogeológico Fissural, com poços de baixa produtividade, com vazões entre 3 m<sup>3</sup>/h e 10 m<sup>3</sup>/h e Domínio Hidrogeológico Poroso, com poços de média produtividade, com vazões entre 10 m<sup>3</sup>/h e 40 m<sup>3</sup>/h (Figura 3).




	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga



**Figura 3 – Hidrogeologia da área de estudo.**

O Domínio Fissural encontra-se representado por rochas ígneas, metavulcanossedimentares e vulcânicas (IBGE, 2015). Neste domínio, a matriz do maciço rochoso é caracterizada pela inexistência ou presença muito reduzida de espaços intergranulares na rocha. Desta forma, nos aquíferos fissurais as rochas caracterizam-se por conter uma porosidade secundária, onde a água encontra-se em espaços representados por fraturas e outras discontinuidades, não se distribuindo homogeneamente em todo o aquífero, mas variam muito de um ponto a outro. Assim, em determinada zona do aquífero, onde não ocorra nenhuma fratura, a porosidade é praticamente nula, podendo ser relativamente elevada numa outra zona, onde haja uma concentração de fraturas (CPRM, 2008).

O Domínio Poroso é caracterizado por possuir uma porosidade primária e, nos terrenos arenosos, uma elevada permeabilidade. A depender da espessura e da razão areia/argila dessas unidades, podem ser produzidas vazões significativas nos poços tubulares perfurados, sendo, contudo, bastante comum que os poços localizados neste domínio, captem água dos aquíferos subjacentes (CPRM, 2008).

	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b> Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

## 6. LEVANTAMENTO DE POÇOS NA ÁREA DE ESTUDO

Realizou-se uma análise dos poços tubulares profundos localizados num raio de 1 km de cada ponto de interesse, utilizando as plataformas oficiais (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IDE-SISEMA e Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS). O objetivo é verificar as vazões e estimar as profundidades. Porém não foram identificados nenhuma registros na região.


## 7. GEOFÍSICA APLICADA – ELETRORRESISTIVIDADE

A Geofísica Aplicada é um ramo da geociência que tem como objetivo principal a investigação de subsuperfície, a fim de identificar estruturas e materiais de interesse geológico, como água subterrânea, minerais, petróleo, falhas, fraturas, contatos geológicos e topo rochoso; os quais possuem propriedades elétricas e físicas distintas, que geram contrastes, sendo possível distingui-los e, associado às informações geológicas de superfície, é possível mapear suas disposições em subsuperfície (Braga, 2007).

Dentre os estudos de prospecção geofísica, o método de eletrorresistividade quando relacionado a estudos hidrogeológicos, possui vasta aplicabilidade e resultados satisfatórios. Este método baseia-se na diferença da resistividade elétrica dos materiais existentes no ambiente geológico (Braga, 2007).

Eletricamente as rochas podem ser tratadas como agregados heterogêneos de partículas sólidas, condutoras e/ou dielétricas contendo em seus vazios, proporções variáveis de eletrólitos aquosos. Suas propriedades elétricas, portanto, dependem da textura e da composição mineral da matriz sólida, da geometria do espaço de poros e da proporção volumétrica de água nesses vazios (Mendelson e Cohen, 1982; Sem *et al.*, 1988; Lima e Sharma, 1990 *apud* Lima, 2014).

De maneira simplificada, a resistividade é a medida da dificuldade que a corrente elétrica encontra ao passar por um determinado material. Essa dificuldade está relacionada ao mecanismo pelo qual a corrente elétrica se propaga no meio. Esses mecanismos, em solos e rochas, são caracterizados

	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b> Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

pela condutividade, que numericamente é o inverso da resistividade. A resistividade elétrica é um parâmetro aplicável para a caracterização da integridade física dos materiais geológicos, em termos de alteração, fraturamento, saturação, entre outros, além de possibilitar a identificação de litotipos sem a necessidade de amostragem ou reconhecimento direto (Braga, 2016).

Rochas de mesma natureza podem apresentar resistividades influenciadas pelas condições locais, como: conteúdo em água, condutividade desta, tamanho dos grãos, porosidade, metamorfismo, efeitos tectônicos, entre outros, fazendo com que um mesmo tipo litológico possa apresentar uma ampla gama de variação nos valores de resistividade (Braga, 2016).

Segundo Braga (2007), a geofísica de eletrorresistividade consiste na injeção de corrente elétrica (I) no solo, através de dois eletrodos (A e B), e na medição da diferença de potencial ( $\Delta V$ ) por outros dois eletrodos (M e N). Os quatro eletrodos podem assumir qualquer disposição geométrica sobre a superfície do terreno. As diferentes disposições recebem o nome de “arranjos”. A resistividade aparente ( $\rho_a$ ) é determinada pelo cálculo da Equação 1 (Lei de Ohm), onde K é o fator geométrico que depende do arranjo dos eletrodos utilizado e é determinado pela Equação 2:

$$\rho_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \text{ (ohm.m);} \quad (1)$$

V - em volt (V)


I - em ampére (A)

K - em metros (m)

$$K = \frac{\pi \cdot (\overline{AM \cdot AN})}{MN} \quad (2)$$

O valor medido desta diferença de potencial e da corrente associada é função da resistividade aparente do solo e do arranjo geométrico dos eletrodos, sendo a profundidade alcançada diretamente proporcional ao espaçamento entre os eletrodos.

Dentre as diversas técnicas de investigação têm-se o caminhamento elétrico (CE), que se fundamenta na análise e interpretação de um parâmetro geoeletrico (resistividade e/ou cargabilidade), obtido a partir de leituras de

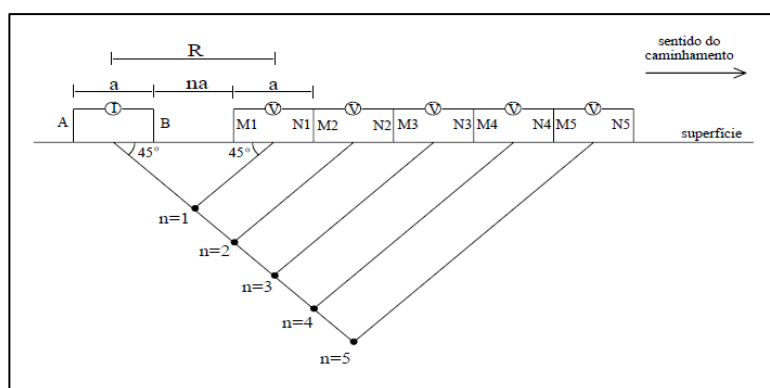
	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

medidas efetuadas ao longo de uma seção, buscando sua variação na horizontal. Para os resultados são gerados mapas ou seções com variadas profundidades de investigação (Braga, 2007).

Segundo Braga (2007), o caminhamento elétrico tem papel importante nos aquíferos do tipo cárstico e fissural, exibindo bons resultados para caracterização de estruturas descontínuas, como cavidades, falhamentos e/ou fraturamentos das rochas.

No arranjo dipolo-dipolo (Figura 4), são utilizados simultaneamente vários dipolos de recepção (MN), sendo que cada dipolo MN corresponde a uma profundidade de investigação. O levantamento dos dados é realizado através de eletrodos estaqueados ao longo do perfil desejado, com espaçamento regular, em função das profundidades de investigações pretendida. Após obter as leituras referentes ao primeiro eletrodo, todo o arranjo é deslocado para o eletrodo seguinte e são realizadas as leituras subsequentes. Este procedimento é realizado até o final do perfil em questão (Braga, 2007).

A pseudoseção é construída de modo que o ponto de plotagem correspondente à medida está a  $45^\circ$  das linhas que partem do eletrodo A e do centro dos eletrodos de potenciais M e N (Gandolfo, 2007).




**Figura 4 - Arranjo do tipo dipolo-dipolo - CE.**  
Fonte: Gandolfo, 2007.

## 8. ESTUDO GEOFÍSICO

### 8.1. Aquisição dos Dados

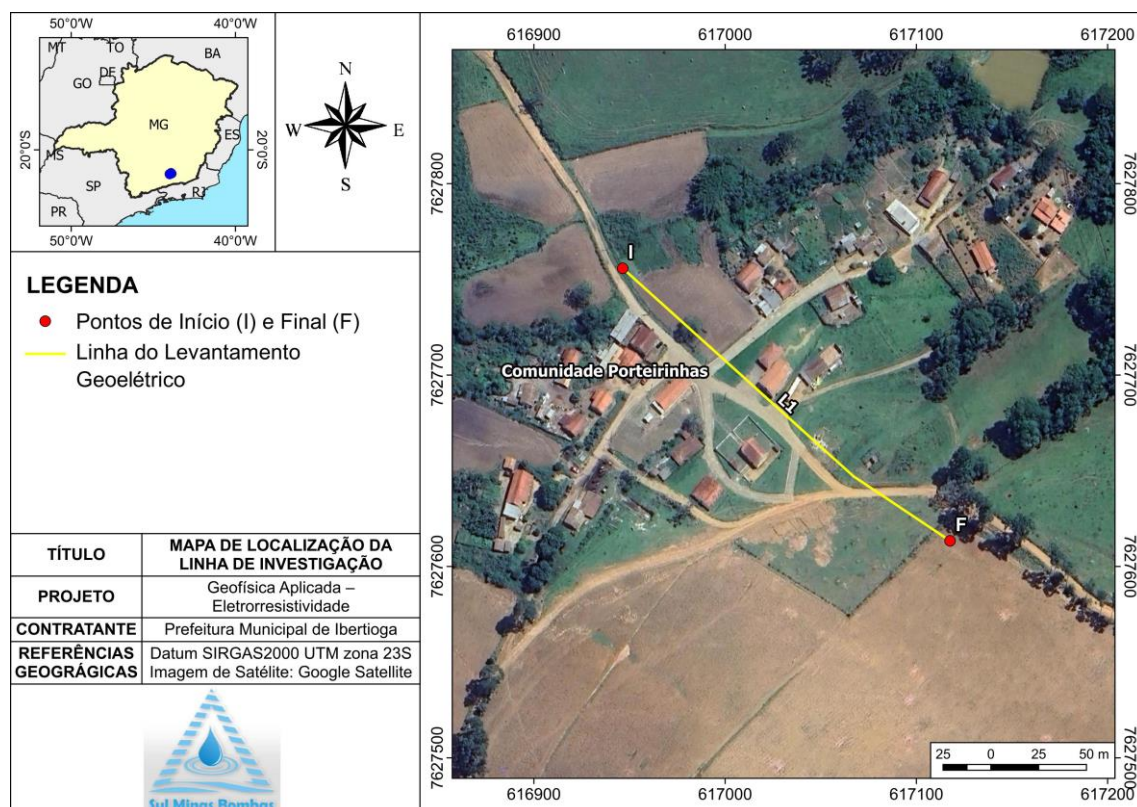
Os trabalhos de campo foram realizados nos dias 12 a 14 de março de 2024, na região de interesse para estudo. A aquisição dos dados geofísicos consistiu

	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
Ana Verônica Magalhães David - Geóloga	


no levantamento de 5 seções geolétrica em diferentes comunidades do município de Ibertioga/MG. As coordenadas (GSM) estão descritas na Tabela 1 e as linhas de investigação estão demonstradas nas figuras 5 a 9.

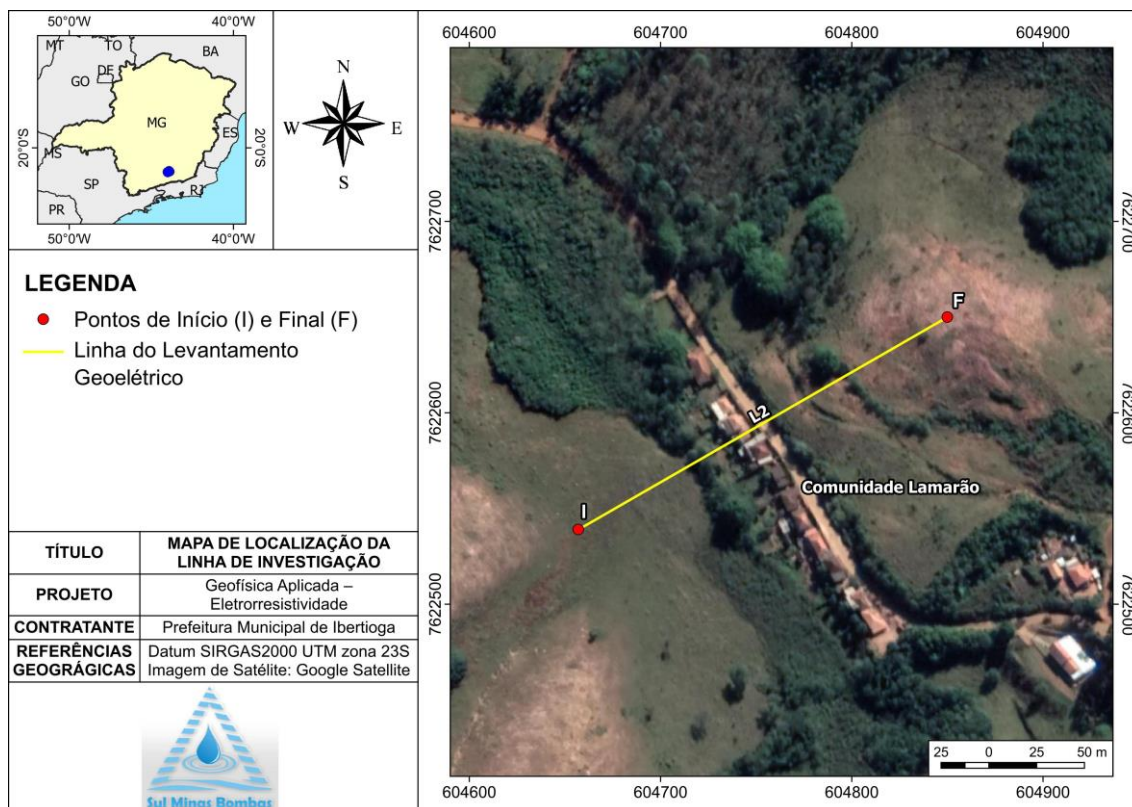
**Tabela 1 – Localização das linhas de investigação.**

Comunidade	Linha	Início (I)		Final (F)	
		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
Porteirinhas	L1	21°26'55.78"S	43°52'17.02"O	21°27'0.38"S	43°52'11.01"O
Lamarão	L2	21°29'48.20"S	43°59'22.74"O	21°29'44.55"S	43°59'16.06"O
Capoeiras	L3	21°30'12.82"S	44° 0'34.17"O	21°30'6.55"S	44° 0'34.38"O
Florença	L4	21°27'55.32"S	44° 1'18.91"O	21°27'52.96"S	44° 1'26.26"O
Aguada	L5	21°23'46.74"S	43°55'14.58"O	21°23'44.87"S	43°55'22.06"O

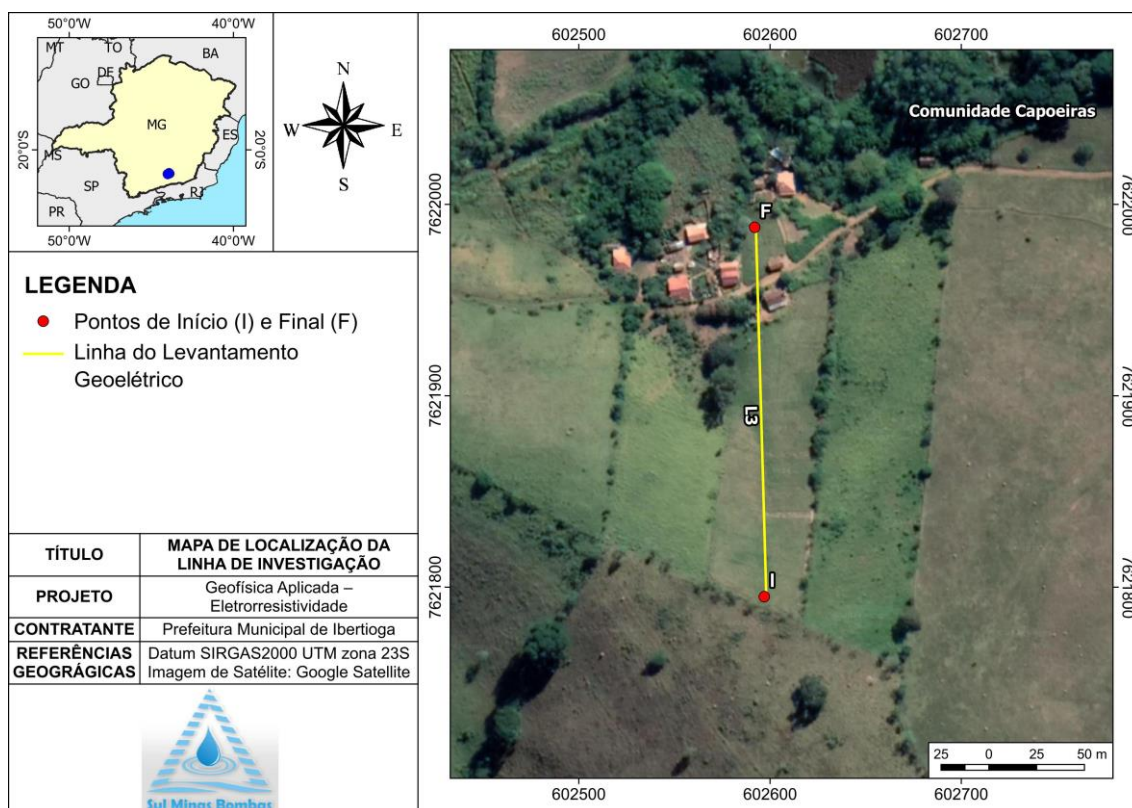




	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

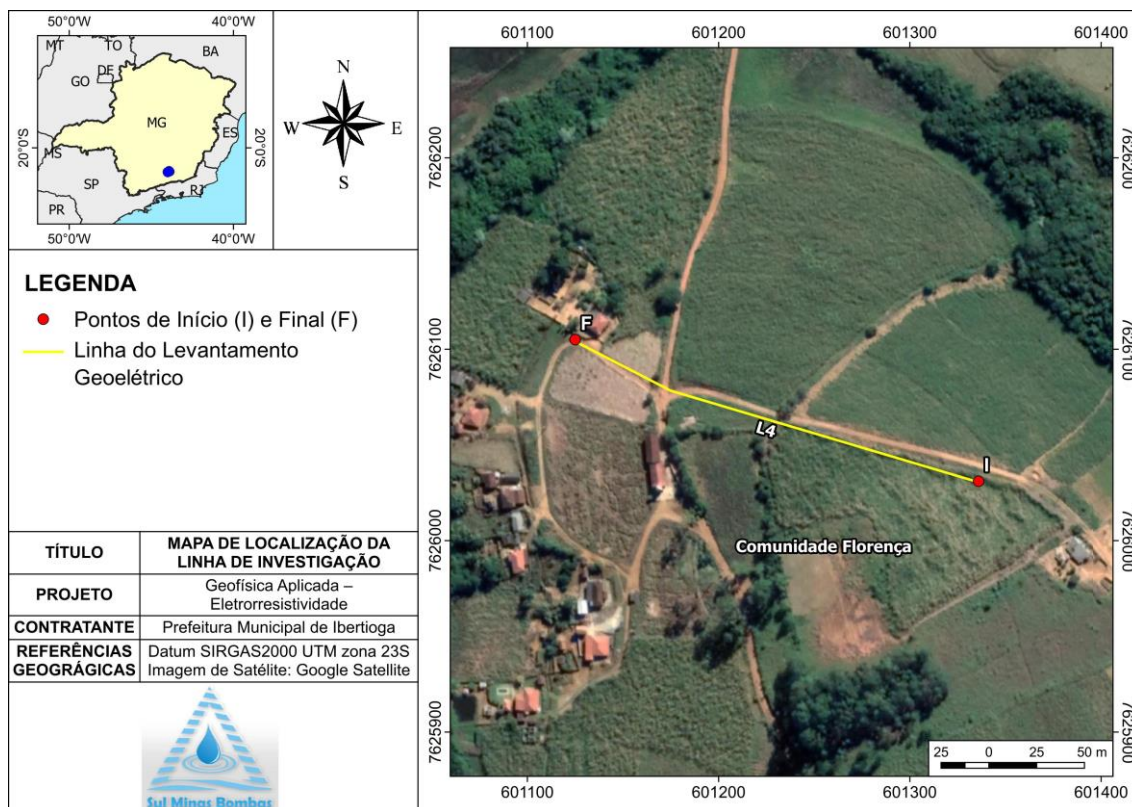


**Figura 6 – Localização da linha de investigação L2 na Comunidade Lamarão.**

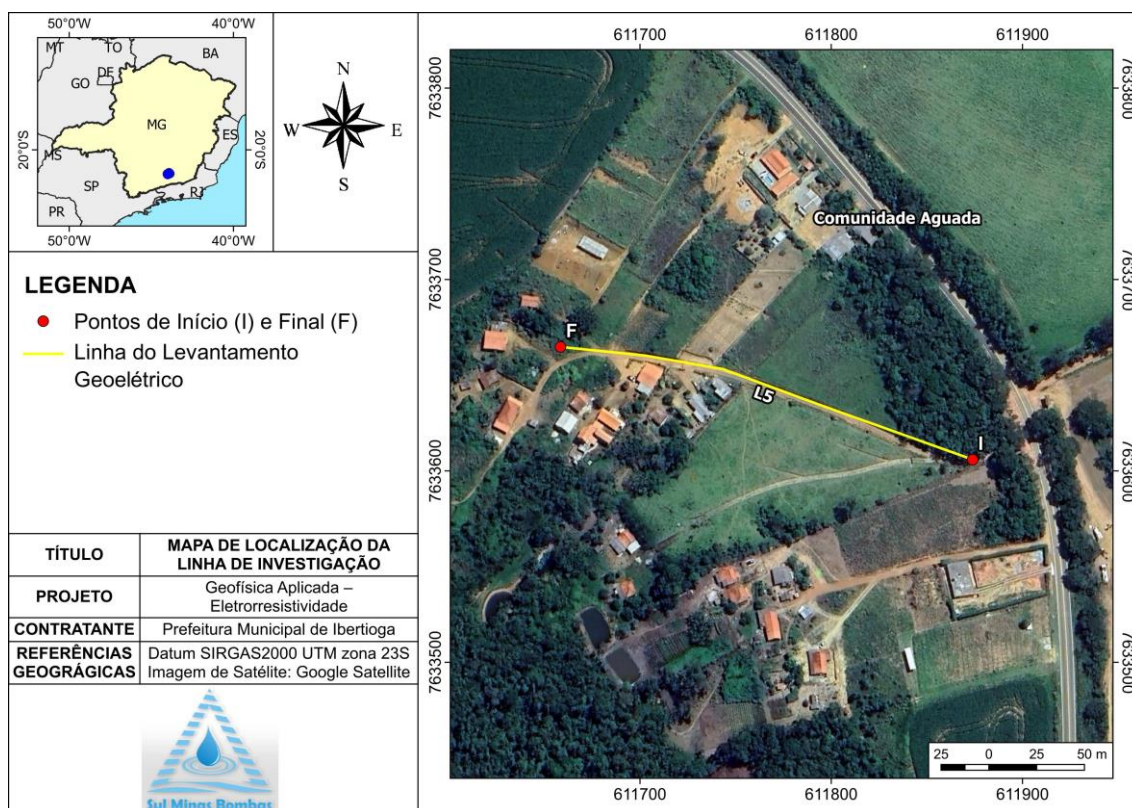


**Figura 7 – Localização da linha de investigação L3 na Comunidade Capoeiras.**






**Figura 8 – Localização da linha de investigação L4 na Comunidade Florença.**



**Figura 9 – Localização da linha de investigação L5 na Comunidade Aguada.**

	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

Na aquisição de dados geofísicos foram realizadas leituras de resistividade elétrica em 13 níveis de profundidade. A Tabela 2 apresenta os parâmetros utilizados nos levantamentos geofísicos.

**Tabela 2** – Parâmetros utilizados nos levantamentos geofísicos.

Comunidade	Linha	Técnica	Arranjo	Espaçamento (m)	Comprimento (m)
Porteirinhas	L1	Caminhamento Elétrico	dipolo-dipolo	15	225
Lamarão	L2	Caminhamento Elétrico	dipolo-dipolo	15	225
Capoeiras	L3	Caminhamento Elétrico	dipolo-dipolo	15	225
Florença	L4	Caminhamento Elétrico	dipolo-dipolo	15	225
Aguada	L5	Caminhamento Elétrico	dipolo-dipolo	15	225


## 8.2. Tratamento e Modelagem dos Dados de Campo

Os dados coletados em campo são organizados e transferidos para uma tabela em Excel. Para a inversão dos dados de Caminhamento Elétrico no RES2dinv, é necessário que as medidas estejam organizadas no arquivo *.dat*, para converter o arquivo Excel foi utilizado o *software* Surfer.

Para a modelagem dos dados das seções de eletrorresistividade é aplicado o método de inversão geofísica, onde é utilizada uma técnica definida como “*smoothness-constrained least-squares*”, que permite reduzir a diferença entre os valores de resistividades calculados e os medidos em campo, resultando na determinação dos parâmetros de resistividade e profundidade de um modelo bi-dimensional (2D), que se ajusta a uma possível distribuição real dos valores de resistividade em subsuperfície, a medida da diferença entre os valores de resistividades é dada pelo “*root mean squared - RMS*”. No *software* RES2dinv, a seção elétrica é dividida em um determinado número de blocos retangulares, os quais terão arranjos definidos de acordo com a distribuição dos dados de resistividade na seção. Logo, o *software* calcula a resistividade dos blocos retangulares para ajustar as medidas realizadas e confeccionar o modelo bi-dimensional (Loke & Braker, 1996).

É importante ressaltar que o modelo com o menor erro RMS possível pode mostrar variações grandes e irrealistas dos valores de resistividade, ou seja, nem sempre o modelo que apresenta menor erro RMS é o melhor modelo do ponto de vista geológico (Geotomo Software, 2003).



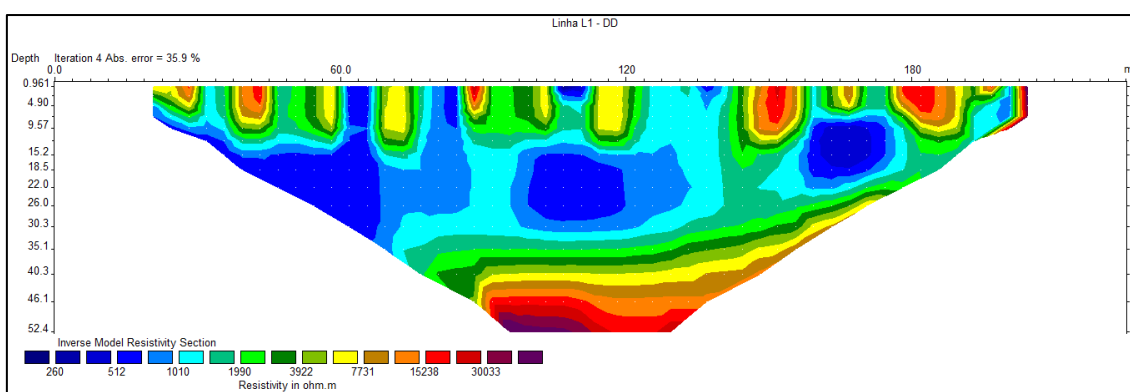
	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

Após a modelagem dos dados de eletrorresistividade aparente coletados campo, são geradas pseudoseções verticais de resistividade e níveis de investigação, apresentando a resistividade em intervalos de contornos logarítmicos (Loke & Braker, 1996).

### 8.3. Resultados e Interpretação

Os resultados obtidos com os ensaios de eletrorresistividade, bem como o modelo geológico interpretativo das linhas L1, L2, L3, L4 e L5, estão apresentados abaixo sob a forma de seção de resistividade.

#### 8.3.1. Comunidade Porteirinhas – L1



**Figura 10** – Perfil de investigação L1 com 225m de comprimento.

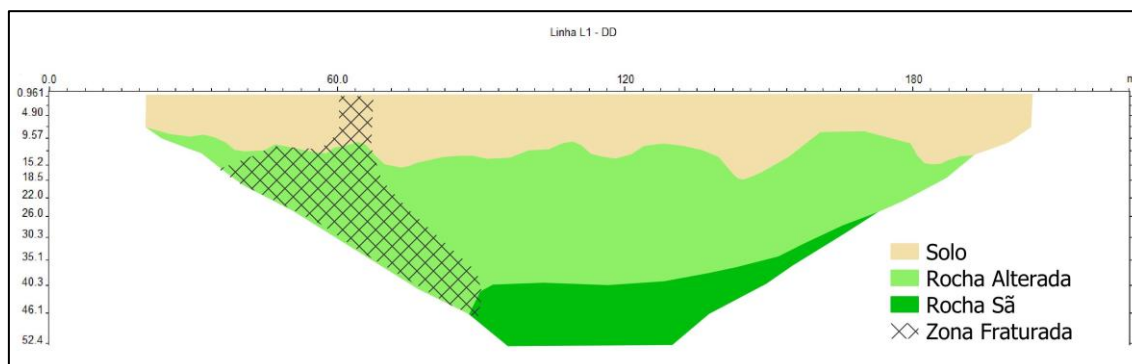
A seção de resistividade atingiu uma profundidade teórica de 52,4 metros. A primeira camada é caracterizada por um solo que apresenta valores de resistividade muito variados, devido a uma provável heterogeneidade textural do solo e/ou presença de umidade. Este solo apresenta profundidade que varia de 9 a 18 metros, aproximadamente.

Abaixo dessa camada de solo, encontramos uma porção de rocha alterada, apresentando valores de resistividade em torno de 1.000 ohms. Logo abaixo a rocha apresenta-se sã, com valores de resistividade que ultrapassam que 30.000 ohms e topo rochoso com profundidade que varia entre 25 e 45 metros, aproximadamente.

Pode-se observar uma zona de descontinuidade verticalizada entre os 37 e 90 metros horizontais, que se estende em profundidade. Esta zona é representada pela queda de resistividade, sendo interpretada como uma provável zona

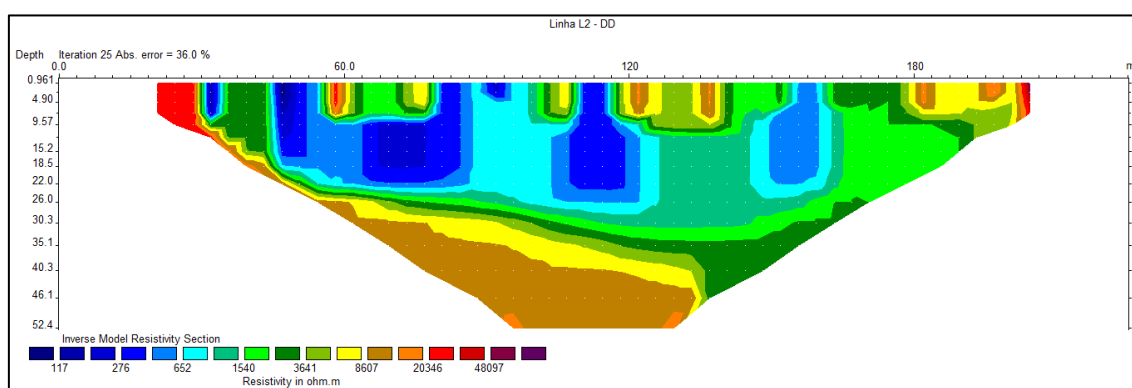
fraturada, indicando o local mais favorável para possível ocorrência de águas subterrâneas.

A Figura 11 apresenta o modelo geológico interpretativo.



**Figura 11 – Modelo Geológico Interpretativo L1.**

### 8.3.2. Comunidade Lamarão – L2



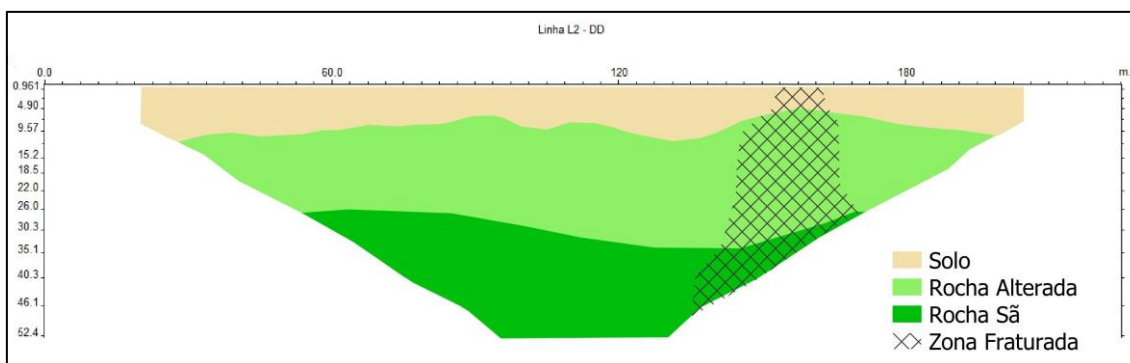
**Figura 12 – Perfil de investigação L2 com 225m de comprimento.**

A seção de resistividade atingiu uma profundidade teórica de 52,4 metros. A primeira camada é caracterizada por um solo que apresenta valores de resistividade muito variados, devido a uma provável heterogeneidade textural do solo e/ou presença de umidade. Este solo apresenta profundidade média de 10 metros, aproximadamente.

Abaixo dessa camada de solo, encontramos uma porção de rocha alterada, apresentando valores de resistividade em torno de 1.500 ohms. Logo abaixo a rocha apresenta-se sã, com valores de resistividade próximos de 15.000 ohms e topo rochoso com profundidade que varia de 26 a 40 metros, aproximadamente.

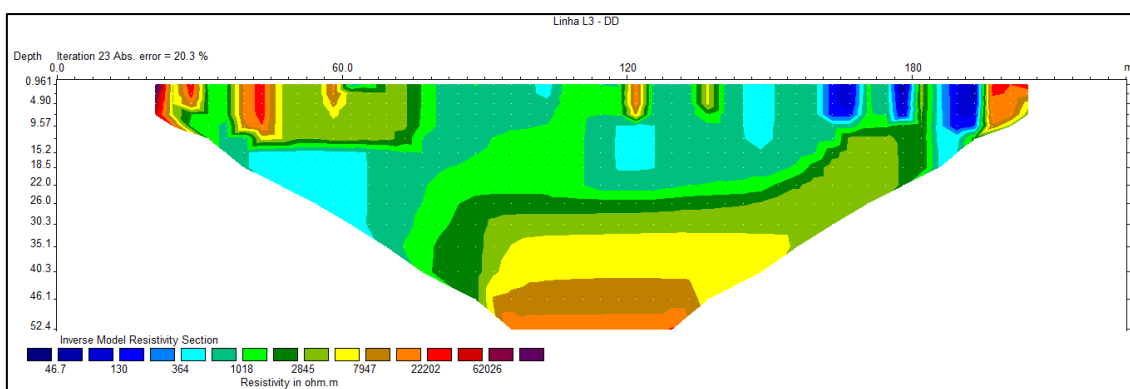
Pode-se observar uma zona de descontinuidade verticalizada entre os 135 e 169 metros horizontais, que se estende em profundidade. Esta zona é representada pela queda de resistividade, sendo interpretada como uma provável zona fraturada, indicando o local mais favorável para possível ocorrência de águas subterrâneas.

A Figura 13 apresenta o modelo geológico interpretativo.



**Figura 13 – Modelo Geológico Interpretativo L2.**

### 8.3.3. Comunidade Capoeiras – L3



**Figura 14 – Perfil de investigação L3 com 225m de comprimento.**

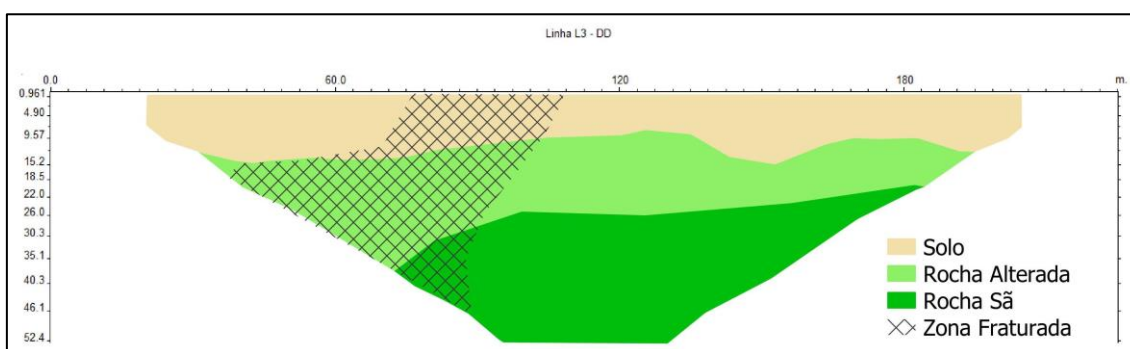
A seção de resistividade atingiu uma profundidade teórica de 52,4 metros. A primeira camada é caracterizada por um solo que apresenta valores de resistividade muito variados, devido a uma provável heterogeneidade textural do solo e/ou presença de umidade. Este solo apresenta profundidade que varia de 7 a 15 metros, aproximadamente.

Abaixo dessa camada de solo, encontramos uma porção de rocha alterada, apresentando valores de resistividade em torno de 1.500 ohms. Logo abaixo a rocha apresenta-se sã, com valores de resistividade que ultrapassam que

20.000 ohms e topo rochoso com profundidade que varia entre 18 e 42 metros, aproximadamente.

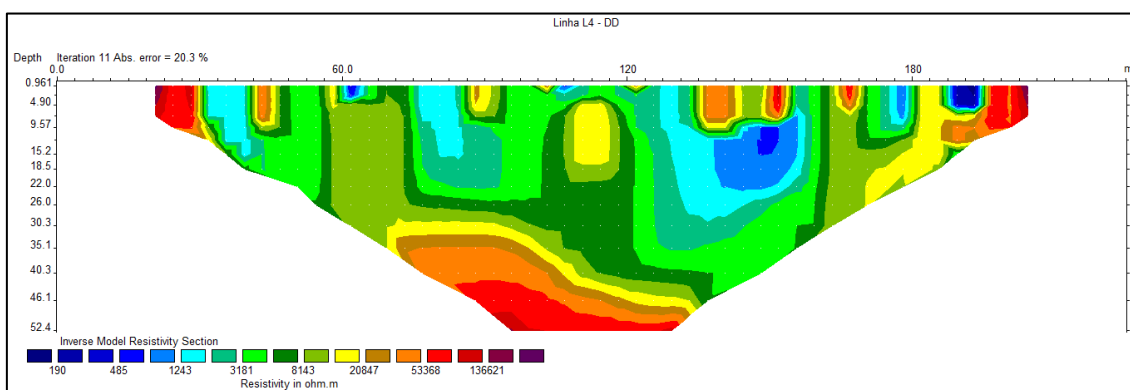
Pode-se observar uma zona de descontinuidade verticalizada entre os 38 e 109 metros horizontais, que se estende em profundidade. Esta zona é representada pela queda de resistividade, sendo interpretada como uma provável zona fraturada, indicando o local mais favorável para possível ocorrência de águas subterrâneas.

A Figura 15 apresenta o modelo geológico interpretativo.



**Figura 15 – Modelo Geológico Interpretativo L3.**

#### **8.3.4. Comunidade Florença – L4**



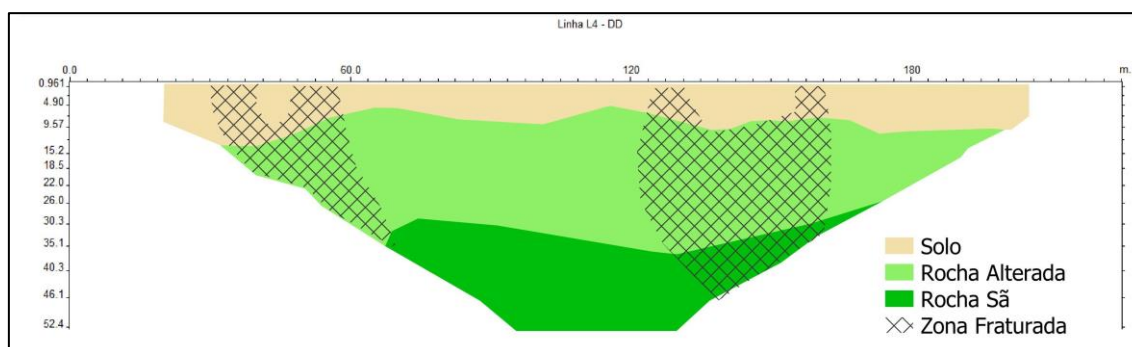
**Figura 16 – Perfil de investigação L4 com 225m de comprimento.**

A seção de resistividade atingiu uma profundidade teórica de 52,4 metros. A primeira camada é caracterizada por um solo que apresenta valores de resistividade muito variados, devido a uma provável heterogeneidade textural do solo e/ou presença de umidade. Este solo apresenta profundidade que varia de 7 a 15 metros, aproximadamente.

Abaixo dessa camada de solo, encontramos uma porção de rocha alterada, apresentando valores de resistividade em torno de 1.500 ohms. Logo abaixo a rocha apresenta-se sã, com valores de resistividade que ultrapassam que 20.000 ohms e topo rochoso com profundidade que varia entre 18 e 42 metros, aproximadamente.

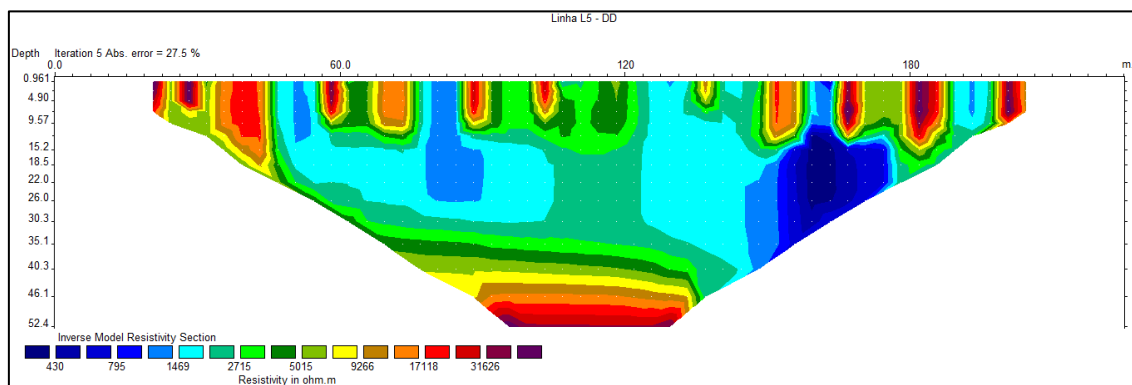
Pode-se observar duas zonas de descontinuidades verticalizadas que se estendem em profundidade, uma está entre os 30 e 67 metros horizontais e a outra está entre os 121 e 162 metros horizontais. Estas zonas são representadas pela queda de resistividade, sendo interpretadas como prováveis zonas fraturadas, indicando os locais mais favoráveis para possível ocorrência de águas subterrâneas.

A Figura 17 apresenta o modelo geológico interpretativo.




**Figura 17 – Modelo Geológico Interpretativo L4.**

### 8.3.5. Comunidade Aguada – L5



**Figura 18 – Perfil de investigação L5 com 225m de comprimento.**

A seção de resistividade atingiu uma profundidade teórica de 52,4 metros. A primeira camada é caracterizada por um solo que apresenta valores de

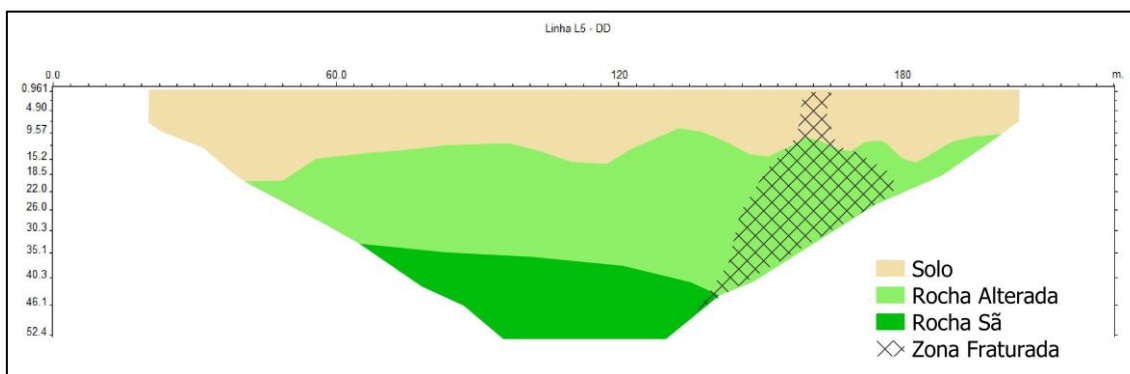
	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

resistividade muito variados, devido a uma provável heterogeneidade textural do solo e/ou presença de umidade. Este solo apresenta profundidade que varia de 7 a 15 metros, aproximadamente.

Abaixo dessa camada de solo, encontramos uma porção de rocha alterada, apresentando valores de resistividade em torno de 1.500 ohms. Logo abaixo a rocha apresenta-se sã, com valores de resistividade que ultrapassam que 20.000 ohms e topo rochoso com profundidade que varia entre 18 e 42 metros, aproximadamente.

Pode-se observar uma zona de descontinuidade verticalizada entre os 38 e 109 metros horizontais, que se estende em profundidade. Esta zona é representada pela queda de resistividade, sendo interpretada como uma provável zona fraturada, indicando o local mais favorável para possível ocorrência de águas subterrâneas.

A Figura 19 apresenta o modelo geológico interpretativo.




**Figura 19 – Modelo Geológico Interpretativo L5.**

## 9. CONCLUSÃO

Previamente, é importante ressaltar os seguintes pontos:

- O comprimento da linha foi de acordo com a viabilidade espacial do local para execução técnica do estudo. Assim, a profundidade teórica do estudo alcançada é diretamente proporcional a extensão das linhas geofísicas;


	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b> Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

- b. A mesma região pode apresentar valores de resistividade diferentes para o mesmo material, devido as condições encontradas no momento da coleta dos dados, como diferentes níveis de umidade do solo, trepidação, temperatura, entre outros. Estes fatores podem influenciar a distribuição da corrente elétrica injetada no subsolo, levando a diferentes resultados;
- c. O método geofísico de eletrorresistividade trabalha com valores relativos e não pode assegurar a quantidade ou qualidade da água subterrânea. Esses valores representam estimativas matemáticas relacionadas à geologia do local e as condições ambientais citadas anteriormente, sujeitas a variações.

Geologicamente, a região onde foi feito o estudo geofísico constitui-se de rochas ígneas e metamórficas, onde os aquíferos ocorrem principalmente em zonas fraturadas, uma vez que estas rochas, quando não fraturadas, têm porosidades próximas de zero. Outra possibilidade de ocorrência de água nestas condições seria em depósitos aluvionares e solos residuais, os chamados lençóis freáticos, sendo estes aquíferos livres e dependentes de variações climáticas sazonais e, geralmente, apresentando baixo potencial hídrico.

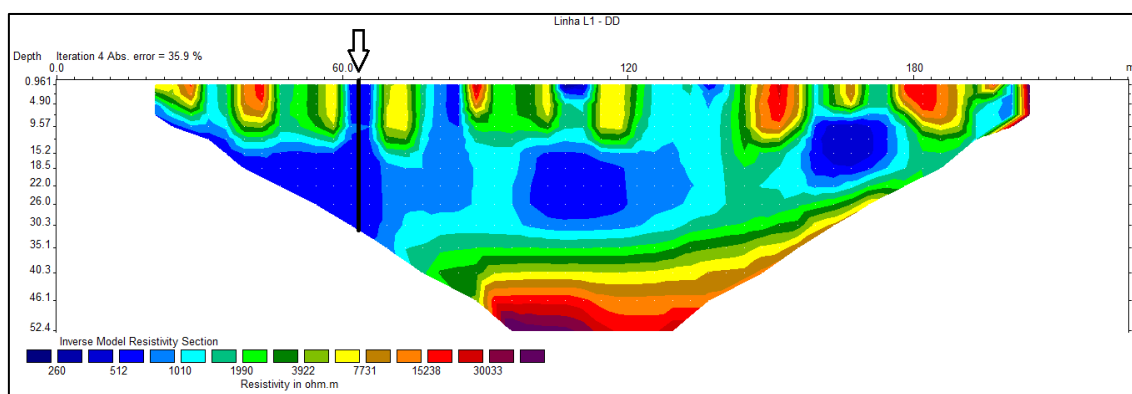
De acordo com os resultados observados nos imageamentos geoeletricos, a interpretação do estudo geofísico, correlacionada aos estudos geológicos e hidrogeológicos, conclui-se que foram identificados 6 possíveis locais com potencial para exploração de água subterrânea.

Assim sendo, os locais mais adequados para a perfuração de poço tubular profundo e as estimativas de revestimento, estão descritos na Tabela 3 e demonstrados nas Figuras 20 a 24, e indicados no nas Figuras 25 a 29.

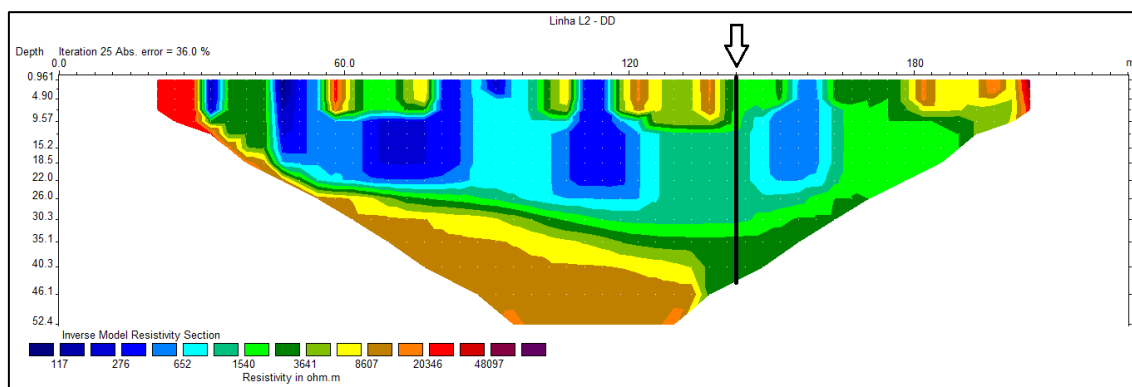
	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
Ana Verônica Magalhães David - Geóloga	

**Tabela 3** - Local indicado para a perfuração do poço tubular.

Comunidade	Linha	Opção	Latitude	Longitude	Distancia a partir do Início (m)	Profundidade estimada de revestimento
Porteirinhas	L1	1	21°26'57.13"S	43°52'15.43"O	63	30/45
Lamarão	L2	1	21°29'45.84"S	43°59'18.47"O	143	25/40
Capoeiras	L3	1	21°30'10.79"S	44° 0'34.18"O	68	25/40
Florença	L4	1	21°27'54.03"S	44° 1'23.74"O	146	25/40
		2	21°27'54.88"S	44° 1'20.66"O	52	25/40
Aguada	L5	1	21°23'45.09"S	43°55'19.92"O	162	35/50



**Figura 20** – Local indicado para perfuração do poço tubular na Comunidade Porteirinhas – L1.



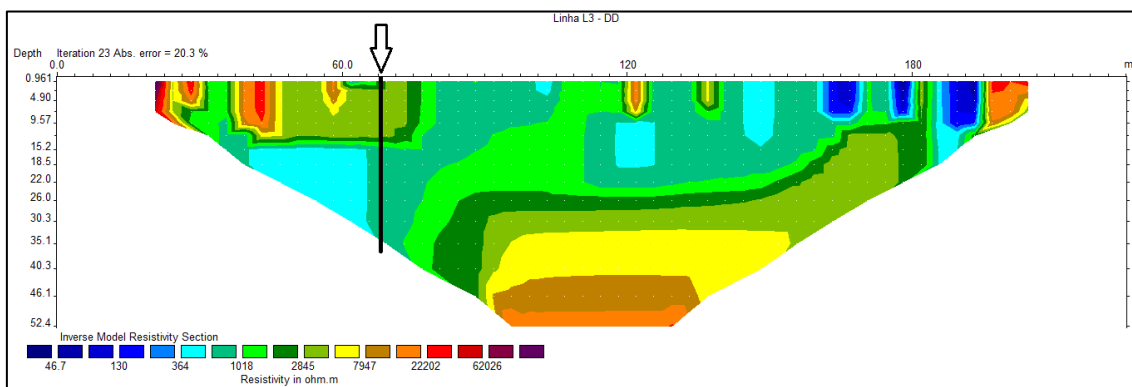
**Figura 21** – Local indicado para perfuração do poço tubular na Comunidade Lamarão – L2.



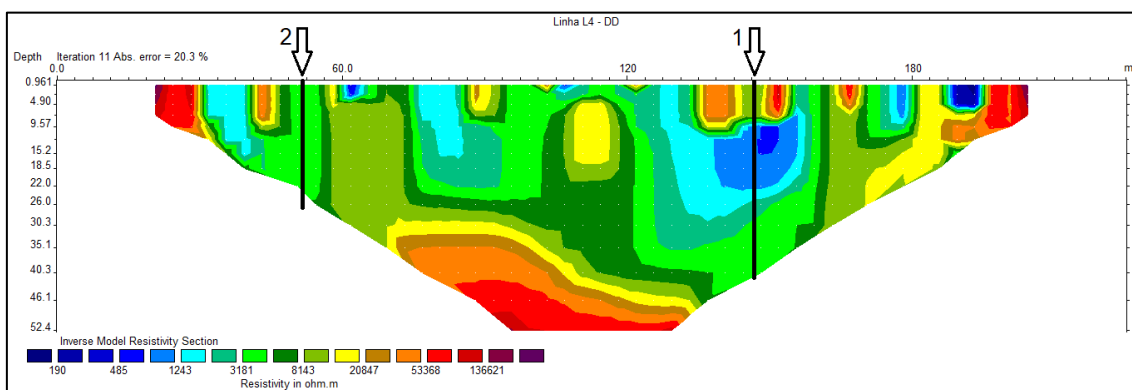


**Relatório Técnico**  
**Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade**

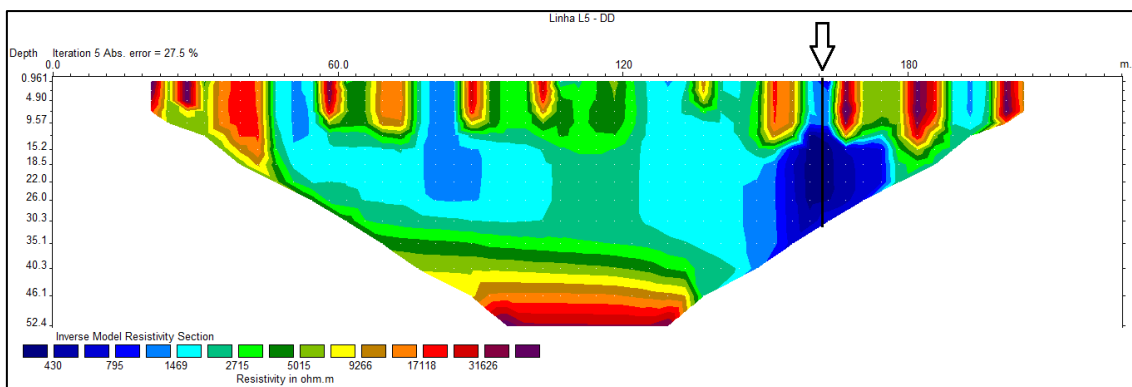
Ana Verônica Magalhães David - Geóloga



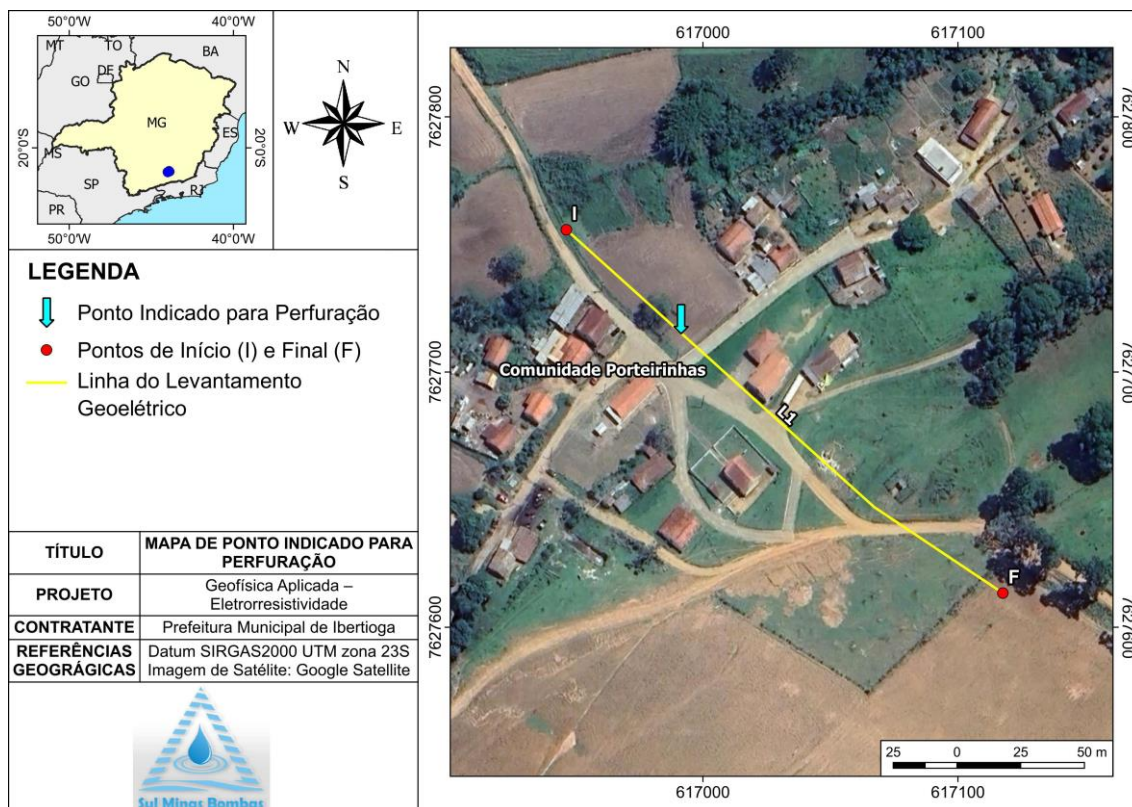
**Figura 22** – Local indicado para perfuração do poço tubular na Comunidade Capoeiras – L3.



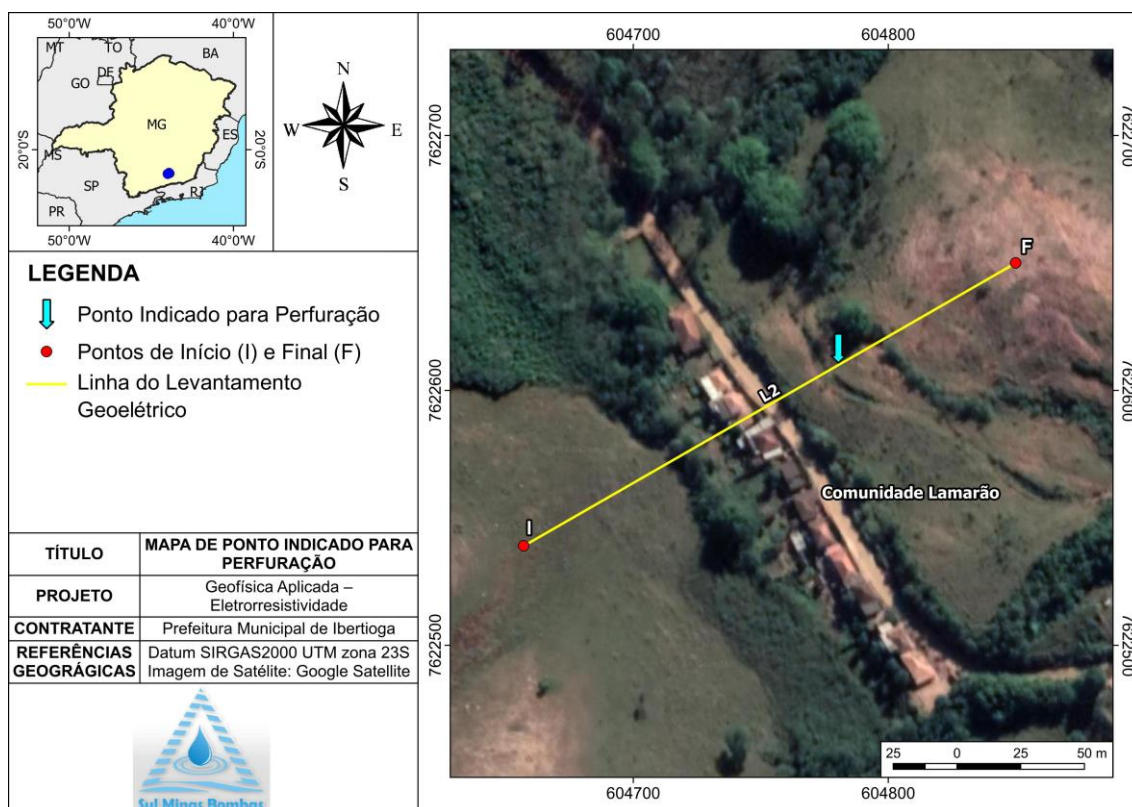
**Figura 23** – Local indicado para perfuração do poço tubular na Comunidade Florença – L4.



**Figura 24** – Local indicado para perfuração do poço tubular na Comunidade Aguada – L5.

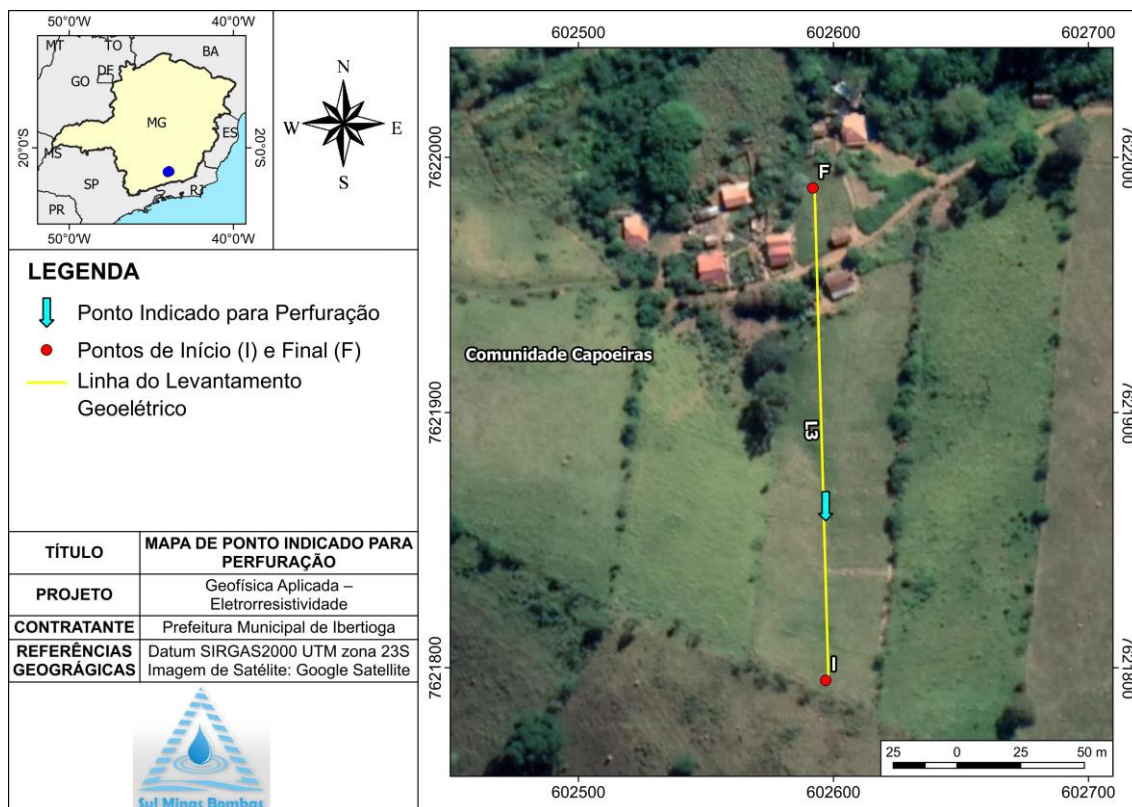


**Figura 25 – Local indicado para perfuração do poço tubular em imagem de satélite – Comunidade Porteirinhas – L1.**

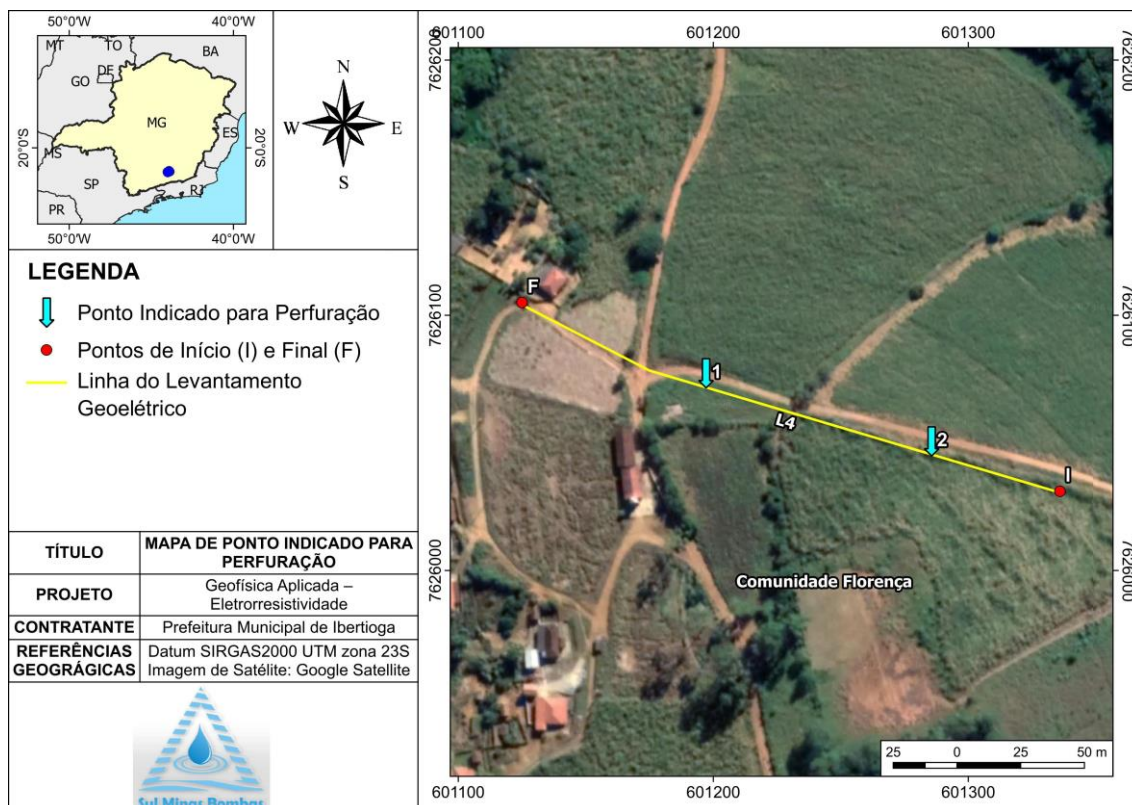


**Figura 26 – Local indicado para perfuração do poço tubular em imagem de satélite – Comunidade Lamarão – L2.**




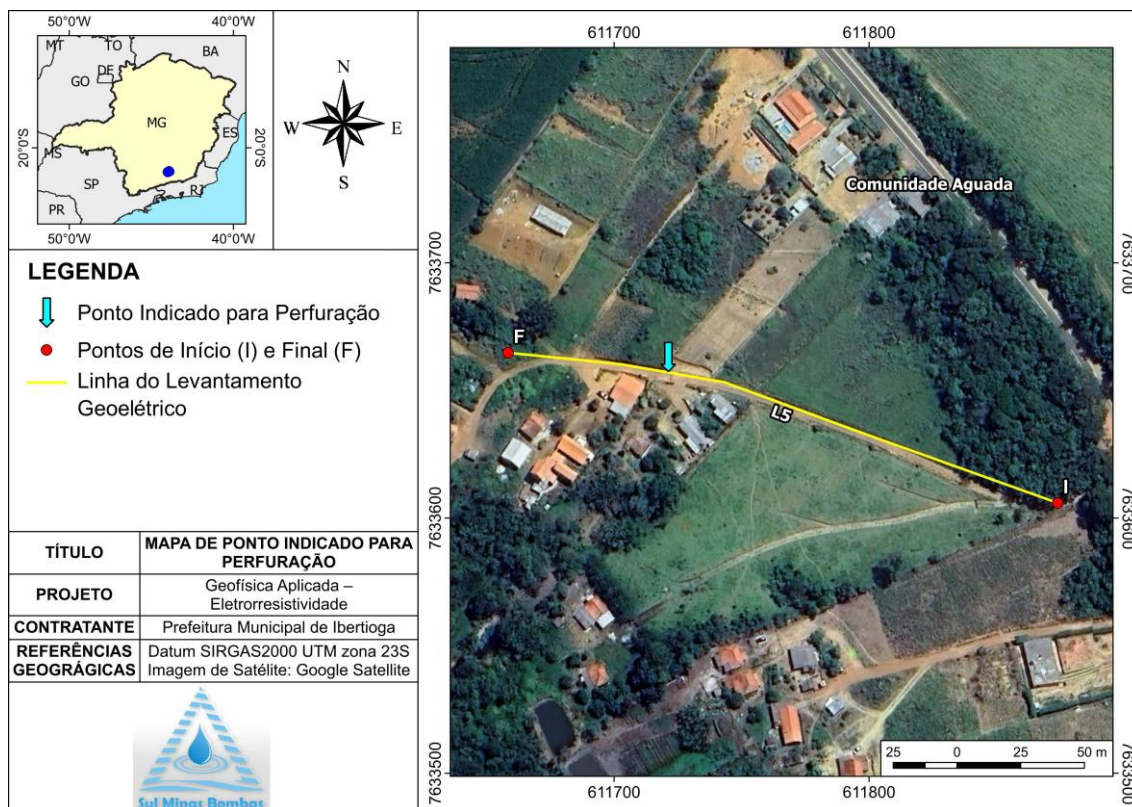


**Figura 27** – Local indicado para perfuração do poço tubular em imagem de satélite – Comunidade Capoeiras – L3.



**Figura 28** – Local indicado para perfuração do poço tubular em imagem de satélite – Comunidade Florença – L4.


	<b>Relatório Técnico</b> <b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b>
	Ana Verônica Magalhães David - Geóloga



Este relatório está vinculado à ART: MG20242857349

*Ana Verônica Magalhães David*

Ana Verônica Magalhães David  
Geóloga – CREA: 249674/D  
Responsável Técnico

	<b>Relatório Técnico</b>
	<b>Geofísica Aplicada - Eletrorresistividade</b> Ana Verônica Magalhães David - Geóloga

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braga, A. C. D. O de. 2007. **Geofísica Aplicada – Módulo: Métodos Geoeletricos Aplicados nos Estudos de Captação e Contaminação das Águas Subterrâneas**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 80 p.

Braga, A. C. D. O de. 2016. **Geofísica aplicada: métodos geoeletricos em hidrogeologia**. Oficina de Textos.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2008. **Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil**. Escala 1:2.500.000.

Gandolfo, O. C. B. **Um estudo do imageamento geoeletrico na investigação rasa**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

**Geotomo Software**. 2003. 125 p. Disponível em: <<http://www.geotomo.com>>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. **Mapa Hidrogeológico Região Sudeste**. Escala 1:1.800.00. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/15824-hidrogeologia.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2023.

IDE-SISEMA - **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Belo Horizonte, MG: IDESISEMA. Disponível em: <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2023.

Lima, O. A. L. 2014. **Propriedades Físicas das rochas - Bases da Geofísica Aplicada**, Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGf) - Rio de Janeiro.

Loke, M. H. 2000. **Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies: a practical guide to 2-D and 3-D surveys**. Austin. 61 p. Disponível em: <<http://www.geoelectrical.com>>.

Loke, M. H.; Barker, R. D. 1996. **Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion**. Geophysical Prospecting, v. 44, n. 3, p. 499-523.

Rocha, B.C. 2011. **Evolução Metamórfica Dos Metassedimentos Da Nappe Lima Duarte E Rochas Associadas Do Complexo Mantiqueira, Sul Da Faixa Brasília (MG)**. 293 pags. Universidade de São Paulo, São Paulo.

SIAGAS – **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2023.