

**Informações Básicas para a Gestão Territorial - GATE**  
**Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental**

**GEOFÍSICA APLICADA AO ESTUDO  
DOS ABATIMENTOS DA RUA BRAZ  
FILIZOLA - SETE LAGOAS, MG**

**Série Ordenamento Territorial**  
**Vol. 8**



**CPRM**

**Serviço Geológico do Brasil**

**Belo Horizonte**  
**1996**

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM  
Serviço Geológico do Brasil**

**Programa Gestão e Administração Territorial  
GATE**

**Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental  
Projeto VIDA**

*Gerente de Recursos Hídricos e Meio Ambiente*  
Fernando Antônio de Oliveira

*Supervisão da Área de GATE*  
Helio Antonio de Sousa

*Copidesque e Revisão*  
Cátia Fernandes Barbosa

*Desenho de Mapas*  
Márcio Vieira da Silveira

*Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica*  
Cátia Fernandes Barbosa  
Sarah Costa Cordeiro

OLIVEIRA, F. A. R. de

Informações Básicas para Gestão Territorial. GATE. Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental. Geofísica aplicada ao estudo dos abatimentos da Rua Braz Filizola, Sete Lagoas-MG.

Belo Horizonte: CPRM, 1996.

35 p., il. (Ordenamento Territorial, 8).

1 Geofísica - Minas Gerais. I. Título. II Título. III Série.

CDU. 550.8 (815.1)

# Geofísica Aplicada ao Estudo dos Abatimentos da Rua Braz Filizola Sete Lagoas - MG



Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira ✓  
Técnico Responsável

Equipe Técnica

Frederico André Favre ✓  
Júlio Freitas F. Vasquez ✓  
Maurício V. Rios ✓  
Deli Moreira Soares

ADP  
012212

# **APRESENTAÇÃO**

O Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental representa uma saudável ação conjunta - governo, empresa, comunidade - visando ao melhor conhecimento e uso dos recursos naturais, aliando desenvolvimento socioeconômico com a qualidade ambiental de uma importante parcela da região centro-meridional do estado de Minas Gerais.

Abrange uma área aproximada de 1.800 km<sup>2</sup>, representada pelos municípios de Capim Branco, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos, Pedro Leopoldo, Prudente de Morais, Sete Lagoas e Vespasiano, formando importante pólo industrial, com mais de 200 indústrias de diferentes portes e ramos de atuação, dispondo de significativos recursos naturais, com destaque para os bens minerais.

Os estudos empreendidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, apresentam à comunidade um expressivo acervo de informações sobre o meio físico capaz de subsidiar tecnicamente nas formulações de programas que visem equacionar possíveis conflitos entre as atividades econômicas e a preservação do meio ambiente.

Apontando as ações que deverão privilegiar procedimentos ambientalmente adequados ao desenvolvimento sustentado participativo e longe de esgotar o assunto, os trabalhos desenvolvidos mostram a necessidade de se avançar no aprofundamento de estudos específicos que atendam a aspectos das vocações de cada município.

**CARLOS OITÍ BERBERT  
PRESIDENTE**

## **RESUMO**

Os estudos geofísicos através do método caminhamento elétrico detectaram a área de influência dos abatimentos da Rua Braz Filizola, principalmente na parte mais superficial da cobertura de material inconsolidado. Fortes evidências associam esses movimentos ao sistema cárstico formado por fraturas e dutos de direção predominantemente N-NW. As sondagens à percussão realizadas para investigar o local, não atingiram as zonas de rocha cárstica mas, acusaram oscilações no nível do lençol freático que podem estar correlacionadas aos abatimentos. São feitas recomendações, baseadas neste e outros estudos da CPRM na região, para a continuidade das investigações visando o zoneamento das áreas de risco geológico na cidade de Sete Lagoas.

# SUMÁRIO

	Pág.
INTRODUÇÃO.....	01
HISTÓRICO E OBJETIVOS.....	05
TÉCNICA GEOFÍSICA UTILIZADA (CAMINHAMENTO ELÉTRICO).....	07
RESULTADOS OBTIDOS .....	09
Caminhamento Elétrico (arranjo dipolo-dipolo) .....	09
INTEGRAÇÃO DE DADOS.....	19
CONCLUSÕES.....	29
BIBLIOGRAFIA.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Situação da Rua Braz Filizola e outras áreas investigadas na zona urbana de Sete Lagoas, MG .....	02
Figura 2 - Localização dos perfis investigados - Rua Braz Filizola e adjacências, Sete Lagoas, MG .....	03
Figura 3 - Pseudo-Seção de resistividade aparente (Perfil Rua Braz Filizola SW), Sete Lagoas, MG .....	10
Figura 4 - Pseudo-Seção de resistividade aparente (Perfil Rua Avelino Macedo), Sete Lagoas, MG .....	12
Figura 5 - Pseudo-Seção de resistividade aparente (Perfil Rua José Chamon), Sete Lagoas, MG .....	14
Figura 6 - Pseudo-Seção de resistividade aparente (Perfil Rua Braz Filizola NE), Sete Lagoas, MG .....	16
Figura 7 - Pseudo-Seção de resistividade aparente (Perfil Marcenaria), Sete Lagoas, MG ....	18
Figura 8 - Mapa de isolinhas de resistividade aparente (Nível: 1), Rua Braz Filizola e adjacências, Sete Lagoas, MG.....	20
Figura 9 - Mapa de isolinhas de resistividade aparente (Nível: 2), Rua Braz Filizola e adjacências, Sete Lagoas, MG.....	21
Figura 10 - Mapa de isolinhas de resistividade aparente (Nível: 3), Rua Braz Filizola e adjacências, Sete Lagoas, MG.....	22

Figura 11 - Mapa de isolinhas de resistividade aparente (Nível: 4), Rua Braz Filizola e adjacências, Sete Lagoas, MG .....23

Figura 12 - Mapa de isolinhas de resistividade aparente (Nível: 5), Rua Braz Filizola e adjacências, Sete Lagoas, MG .....24

Figurar 13 - Mapa geológico estrutural integrado de duas investigações geofísicas. Rua Braz Filizola e Cel. Teixeira Guimarães, Bairro São Geraldo, Sete Lagoas, MG .....25

Figura 14 - Mapa piezométrico (dados de 16.12.93, 8:10h); Rua Braz Filizola e adjacências, Sete Lagoas, MG .....28

**ANEXO A - Perfil do Poço P-III (SAAE/Sete Lagoas)**

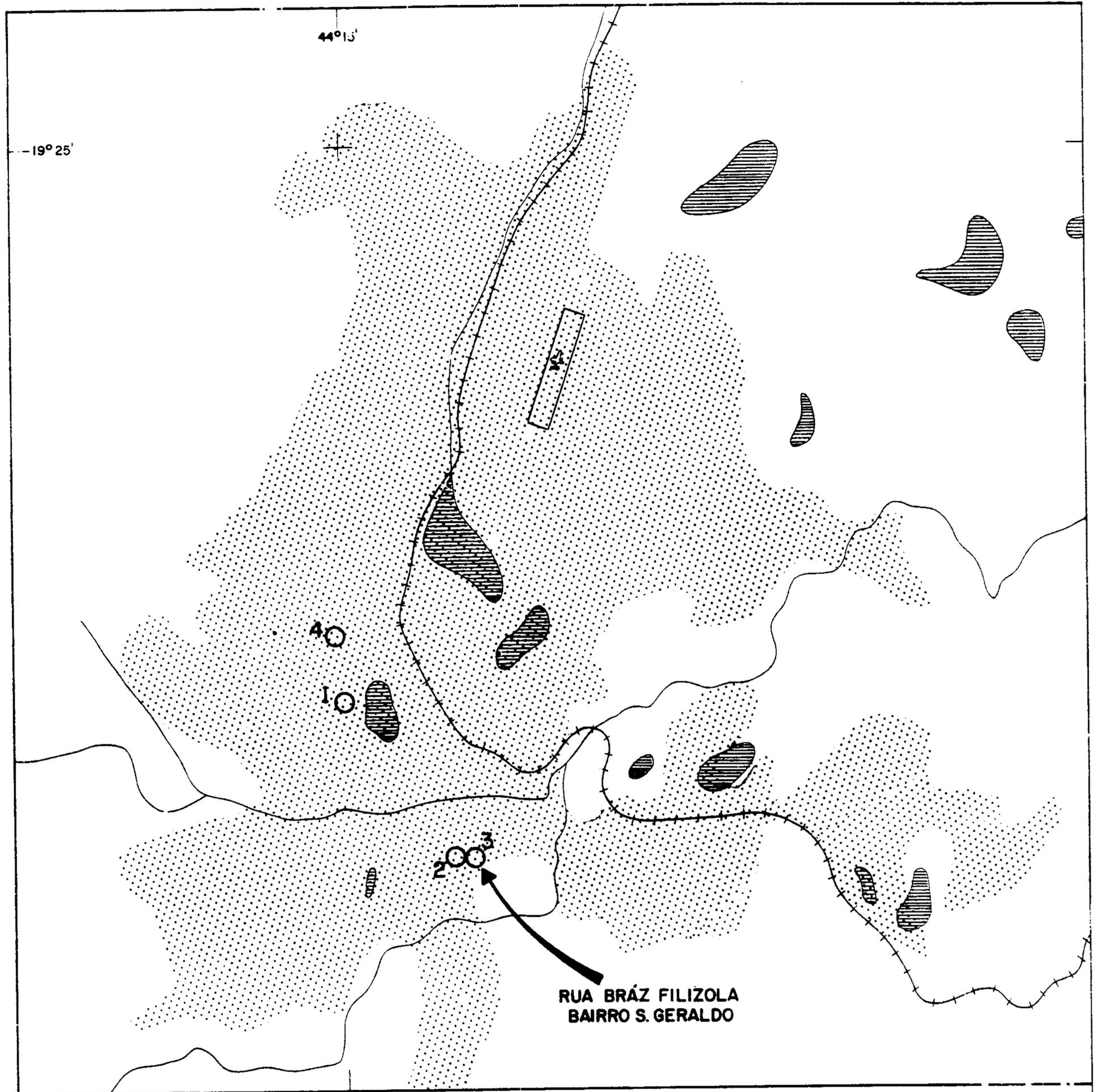
## **INTRODUÇÃO**

A cidade de Sete Lagoas enfrenta riscos cotidianos por estar parcialmente situada sobre a região cárstica onde existe o risco de colapsos imprevisíveis do solo. Os fenômenos de abatimento que provocaram os estudos apresentados neste relatório, estão ocorrendo nas imediações da Rua Braz Filizola e já causaram danos leves a edifícios, muros e calçamento. Tais fenômenos estão associados aos processos de subsidência de solo em áreas de rochas carbonáticas que tem sido investigadas pela CPRM.

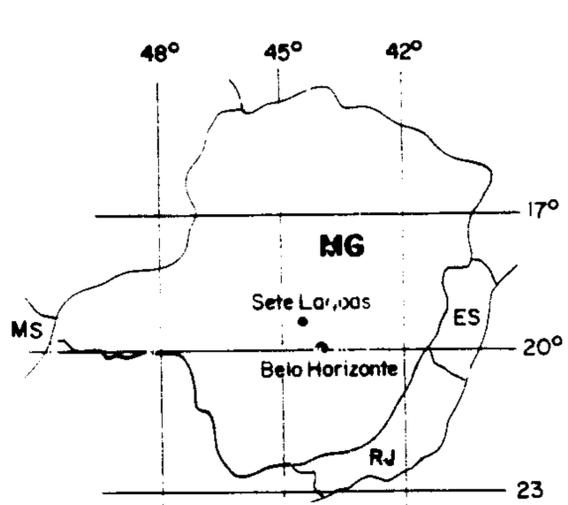
O presente relatório apresenta os resultados de uma campanha de investigação geofísica realizada no âmbito do projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental. Além da exposição e análise dos dados geofísicos obtidos, este texto procura integrar essas informações recém obtidas àquelas obtidas em trabalhos anteriores, com a intenção de transformar a informação

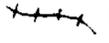
puramente técnica em instrumento de planejamento e suporte às decisões que deverão ser tomadas para avaliação e delimitação das áreas de maior risco geológico, bem como para a melhoria das condições de convivência da população com o fenômeno.

A cidade de Sete Lagoas situa-se a 60 km de Belo Horizonte e pode ser atingida pela rodovia federal BR-040 ou pela rodovia estadual MG-424. A figura 1 apresenta a situação da área, localizada na zona sul da cidade de Sete Lagoas, no bairro São Geraldo, na confluência das ruas Braz Filizola, José Chamon e Avelino Macedo conforme detalhado na figura 2. O local se encontra topograficamente no interflúvio entre o ribeirão do Matadouro e o córrego Diogo, numa região de suave declividade quebrada ao sul por um barranco que limita o vale do ribeirão do Matadouro (Fig. 2).

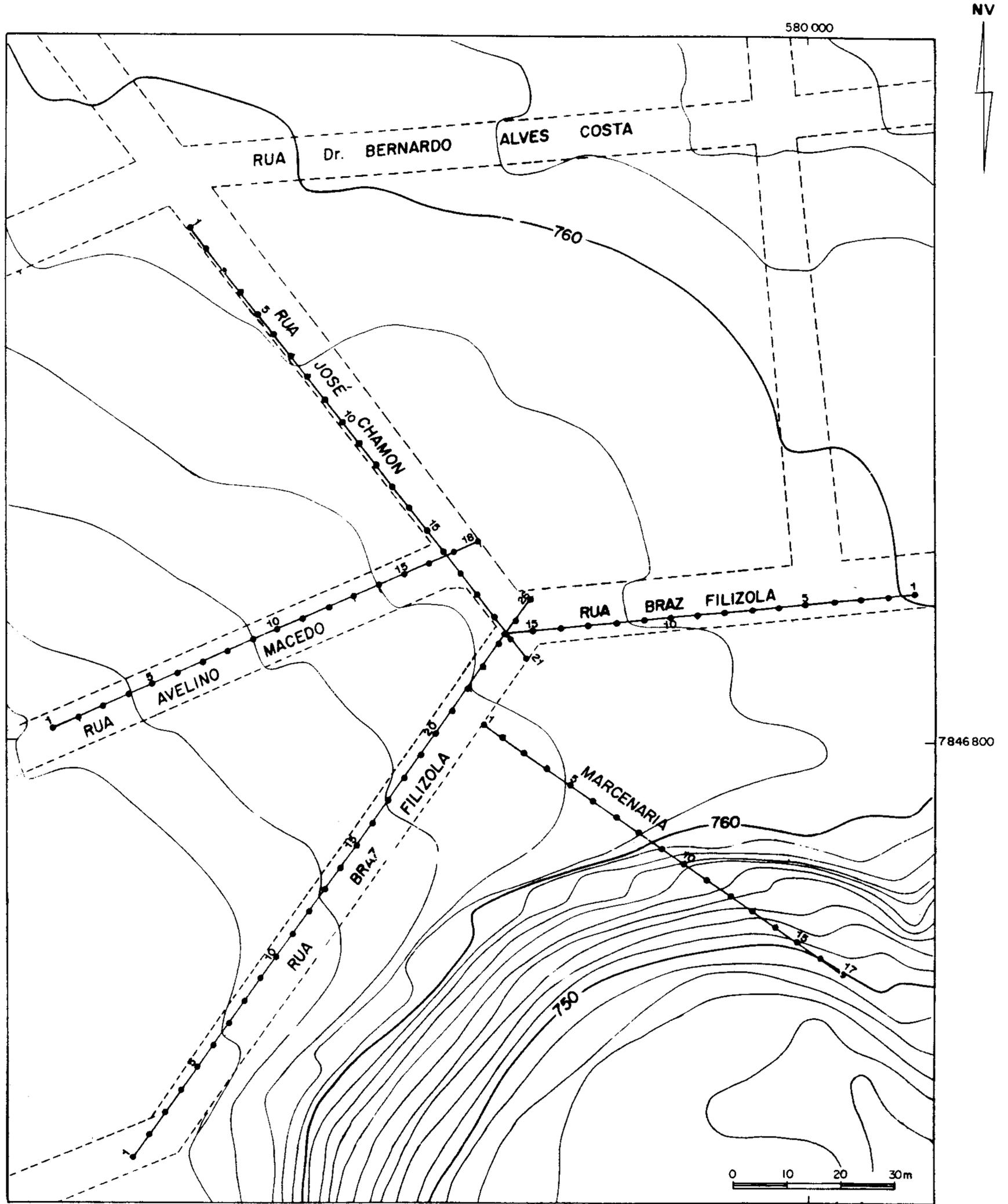


BASE CARTOGRÁFICA: MAPA 1: 50000 ATUALIZADO E AMPLIADO PELA CPRM ( SOUZA, RGB, 1993)

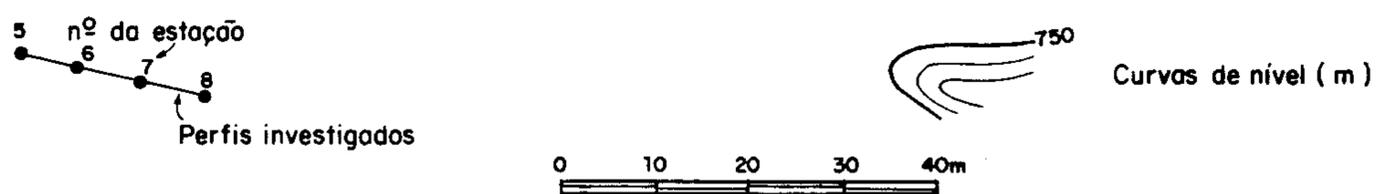


-  Área urbana da cidade de Sete Lagoas
-  Lagoas
-  Estrada de ferro
-  Drenagem
-  Locais de abatimentos já estudados pelo Projeto VIDA
  - 1- R. Nestor Foscolo
  - 2- R. Cel. Teixeira Guimarães
  - 3- R. Braz Filizola
  - 4- Lagoa do Cercadinho

**FIG. 1 - SITUAÇÃO DA RUA BRÁZ FILIZOLA E OUTRAS ÁREAS, INVESTIGADAS NA ZONA URBANA DE SETE LAGOAS - MG**



BASE PLANIMÉTRICA: CARTAS TOPOGRÁFICAS CEMIG 1: 2000 - SETE LAGOAS - 5792-8470 e 8460



**FIG. 2 -LOCALIZAÇÃO DOS PERFÍS INVESTIGADOS- RUA BRAZ FILIZOLA E ADJACÊNCIAS SETE LAGOAS - MG**

## **HISTÓRICO E OBJETIVOS**

O Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental, iniciado pela CPRM em 1991, tem como objetivo a preservação do meio ambiente harmonizada com a atividade econômica, especialmente a atividade mineral e industrial.

A área total a ser estudada corresponde aos municípios de Pedro Leopoldo, Matozinhos, Lagoa Santa, Sete Lagoas, Prudente de Moraes, Capim Branco e Vespasiano, no estado de Minas Gerais, perfazendo uma área total de 1.890 km<sup>2</sup>. A região é bastante industrializada e a indústria mineral, particularmente aquela ligada à exploração de calcário, contribui com parte importante da arrecadação total.

Parte da área do projeto é constituída por rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, aflorantes ou ocorrendo como substrato de rochas argilosas do mesmo grupo, ou ainda, sob coberturas detrítico-colúviais. Essas rochas que constituem a matéria prima para a indústria do cimento e do cal, são também a matriz dos maciços escarpados e das centenas de cavernas que singularizam a região.

A região cárstica é caracterizada pela percolação de água em canais e dutos subterrâneos, originados pela dissolução das rochas calcárias. Essa trama cárstica subterrânea, além de ser a fonte principal de abastecimento de água industrial e doméstica da região, é também relacionada à ocorrência de abatimentos e colapsos de solo, causando danos às cidades que sobre ela se assentam.

Em função da necessidade de conhecimento sobre essas estruturas cársticas do subsolo, mormente na zona urbana, a CPRM vem desenvolvendo alguns

estudos no sentido de criar técnicas e metodologias para o mapeamento dessas feições. Dentro desse esforço, foi iniciado um programa de trabalho específico, que vem testando técnicas geofísicas em áreas dentro e fora da zona urbana, buscando revelar, as cavidades subterrâneas ocultas, bem como desenvolver um modelo geológico-geofísico que auxilie em projetos de fundações de edifícios, zoneamento de áreas de risco, detecção de cavernas em frentes de lavra observando a preservação das grutas de interesse espeleológico e paisagístico, racionalização da própria lavra em maciços calcários e questões ligadas à poluição da água subterrânea.

O programa de trabalho consiste em duas fases de desenvolvimento:

- a) teste de várias técnicas geofísicas sobre uma caverna conhecida para comparações e aferição dos resultados, bem como para treinamento da equipe;
- b) teste em zona de abatimento na área urbana das técnicas selecionadas na fase anterior.

Para a etapa inicial (a) foi escolhido o maciço de Cerca Grande (município de Pedro Leopoldo), onde em local selecionado pelas suas características favoráveis, foi feito o levantamento experimental de acordo com as técnicas consideradas mais eficazes contidas na literatura concernente.

A segunda etapa (b) realizou-se na cidade de Sete Lagoas a área do primeiro colapso de solo com danos importantes a edifícios e vias públicas (Rua Nestor Foscolo), junto ao estádio de um clube esportivo. Deve-se lembrar que o local foi estudado pelo

CETEC (1988), através de sondagens mecânicas cuja descrição favoreceu a interpretação e análise dos dados obtidos pela CPRM. O procedimento geofísico utilizado, caracterizou-se pela aplicação inédita na área do projeto, de técnicas de investigação que penetram a espessa cobertura de colúvio e rocha alterada (da ordem de 60 m de espessura), atingindo as estruturas cársticas da rocha mais profunda. A técnica de campo desenvolvida, permite o levantamento de áreas sem a realização de perfis retilíneos que geram grandes dificuldades operacionais em áreas habitadas.

As conclusões e dados assim obtidos estão sendo utilizados na realização de outras pesquisas, visando a criação de um modelo do subsolo de Sete Lagoas que permita o zoneamento de risco geológico de abatimento.

Entre essas investigações já realizadas podemos destacar os estudos feitos em 1991 no bairro São Geraldo (OLIVEIRA 1992), em

local distante apenas 250 m dos abatimentos que ora ocorrem na Rua Braz Filizola e adjacências. O evento da Rua Braz Filizola teve suas primeiras evidências percebidas pelos moradores às 21:00hs do dia 26.07.1993 em uma casa ali situada. Os mesmos relataram a ocorrência de trincas e rachaduras, bem como deslocamentos de batentes de portas e portões. No dia 28.07.1993 foi feita uma visita ao local (com acompanhamento do Secretário de Obras do Município, Dr. Pio Pacelli Moreira Lopes), constatando-se que havia rachaduras no asfalto e nas paredes do colégio João Herculino. No período de 25 a 26.10.1993 foram realizados os ensaios geofísicos aqui descritos.

Os objetivos do levantamento geofísico foram medir a extensão da área afetada pela movimentação subterrânea de material e, determinar possíveis estruturas geológicas relacionadas ao fenômeno.

## **TÉCNICA GEOFÍSICA UTILIZADA (CAMINHAMENTO ELÉTRICO)**

Os métodos indiretos denominados geofísicos, caracterizam-se por medir as variações das propriedades físicas do subsolo, causadas por estruturas geológicas e outras heterogeneidades subterrâneas através de medidas realizadas na superfície do terreno. Como regra, os efeitos produzidos pelos contrastes de propriedades físicas apresentam-se como variações sistemáticas nos valores medidos, configurando as denominadas **anomalias geofísicas**. São essas anomalias que refletem as variações das propriedades físicas das rochas, que interessam na investigação geofísica. A grande vantagem dos métodos indiretos é dar uma visão em profundidade das estruturas geológicas, de forma rápida e a um custo pequeno comparativamente ao custo dos métodos diretos (sondagens mecânicas, galerias e outros).

O caminhamento elétrico consiste na execução de perfis, onde um par de eletrodos (A e B) fincados na superfície do terreno sobre o perfil a ser levantado, injeta corrente elétrica no solo. Ao mesmo tempo, um outro par de eletrodos (M e N) mede a variação do potencial elétrico  $U$  assim gerado, e que

reflete a variação das condições de subsuperfície, relativas às propriedades elétricas das rochas. Para cada distância entre AB e MN teremos uma profundidade de investigação.

Se utilizarmos mais de uma distância, podemos então construir seções que refletem as estruturas do subsolo. Essas seções são apropriadamente chamadas de pseudo-seções, pois sua escala gráfica vertical não representa a real profundidade de investigação que depende de outros parâmetros, dentre os quais a condutividade do terreno.

No trabalho em foco, foram realizadas pseudo-seções com o arranjo chamado dipolo-dipolo, que se caracteriza geometricamente pelos pares de eletrodos coplanares. Utilizou-se neste trabalho as distâncias AB e MN de 5 metros e 7 níveis de investigação em profundidade com distâncias de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 metros entre os centros dos dipolos, correspondendo aos níveis superpostos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 respectivamente. Foram realizados 465 m de pseudo-seções divididos em 5 seções.

## RESULTADOS OBTIDOS

### CAMINHAMENTO ELÉTRICO (ARRANJO DIPOLO-DIPOLO)

As pseudo-seções foram medidas no leito das ruas Braz Filizola, Avelino Macedo, José Chamon e Dr. Bernardo. Na figura 2 é apresentada a localização dos 5 perfis. Observações de campo mostraram maior intensidade de abatimento na Rua Braz Filizola, próximo a confluência das vias citadas, inclusive com rachaduras no asfalto, fato este que condicionou o traçado dos perfis, aproveitando-se a disposição das ruas.

#### Perfil Rua Braz Filizola (trecho SW)

Fig. 3

A seção cita o local onde ocorreram os maiores danos, próximo à estação 15 e 16 surgiram rachaduras no asfalto que danificaram muros e paredes dos edifícios adjacentes, desse ponto até a estação 26.

Objetivando delimitar geofisicamente as regiões em movimentação, estudou-se as funções de distribuição dos valores das medidas de resistividade aparente dessa pseudo-seção, separando-se através de histogramas, as populações assim caracterizadas:

- **População A.** Média aritmética = 60  $\Omega$ .m, desvio padrão = +/- 23  $\Omega$ .m;

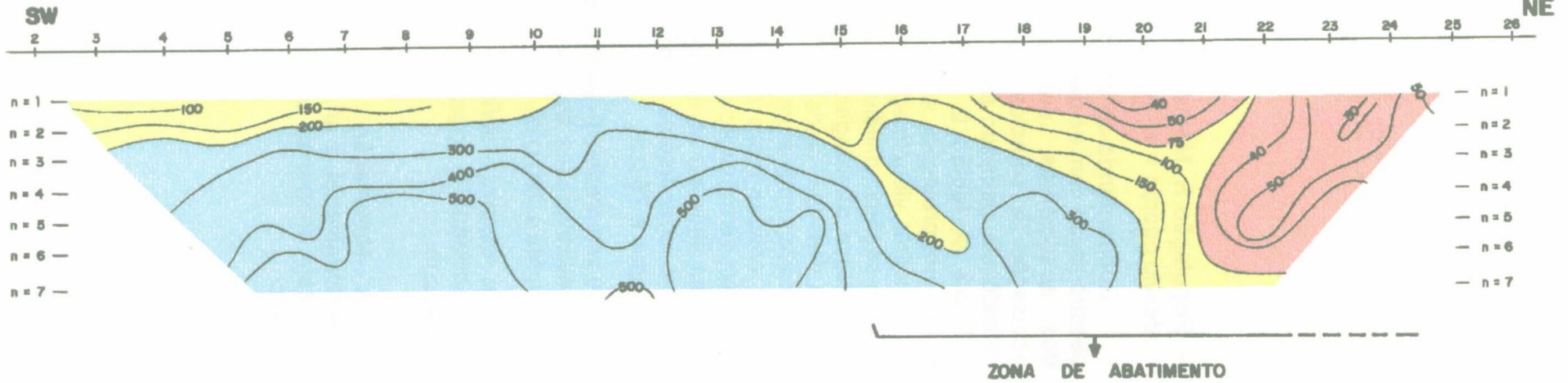
- **População B.** Média aritmética = 320  $\Omega$ .m, desvio padrão = +/- 120  $\Omega$ .m.

Confrontando-se os valores obtidos na pseudo-seção com os dados das observações dos abatimentos, determinou-se que a população A coincide com a região de subsidência, podendo ser chamada de região anômala. A região B representa, segundo nossa interpretação, a região mais estável. Para melhor visualização do fenômeno nas pseudo-seções, dividiu-se as mesmas com base nessa abordagem estatística, em três regiões distintas, cujos limites correspondem aproximadamente a um desvio em relação às médias obtidas (para a população A e B) e uma faixa de transição intermediária:

- a) *região anômala condutiva* - definida pelas curvas isoanômalas com valores menores ou iguais a 75  $\Omega$ .m.
- b) *região intermediária* - delimitada no intervalo de resistividades superiores a 75  $\Omega$ .m. e inferiores a 200  $\Omega$ .m.
- c) *região resistiva* - definida pelas faixas com resistividade aparente superiores a 200  $\Omega$ .m.

A observação da Fig. 3 mostra satisfatoriamente a separação entre a zona onde está ocorrendo o abatimento e a faixa estável.

RUA BRAZ FILIZOLA ( SW )



VALORES DAS CURVAS EM ohm.m (... 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 400, 500...)

- REGIÃO ANÔMALA CONDUTIVA ( RESISTIVIDADE APARENTE  $\leq 75 \Omega.m$  )
- REGIÃO INTERMEDIÁRIA ( RESISTIVIDADE APARENTE  $75 \Omega.m < \text{RESISTIVIDADE APARENTE} < 200 \Omega.m$  )
- REGIÃO RESISTIVA ( RESISTIVIDADE APARENTE  $\geq 200 \Omega.m$  )

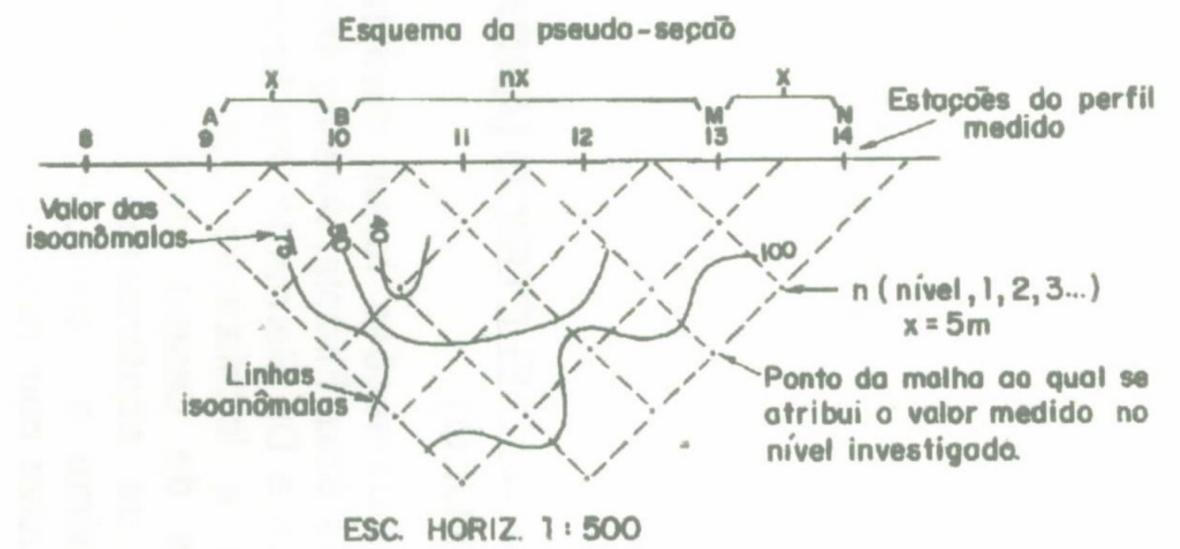


Fig. 3 - Pseudo-Seção de Resistividade Aparente - (Perfil Rua Braz Filizola SW) Sete Lagoas - MG

**PERFIL RUA AVELINO MACEDO  
(FIG. 4)**

Essa pseudo-seção apresenta um padrão disperso com anomalias condutivas sobre as estações 8 e 9, 14 e 15.

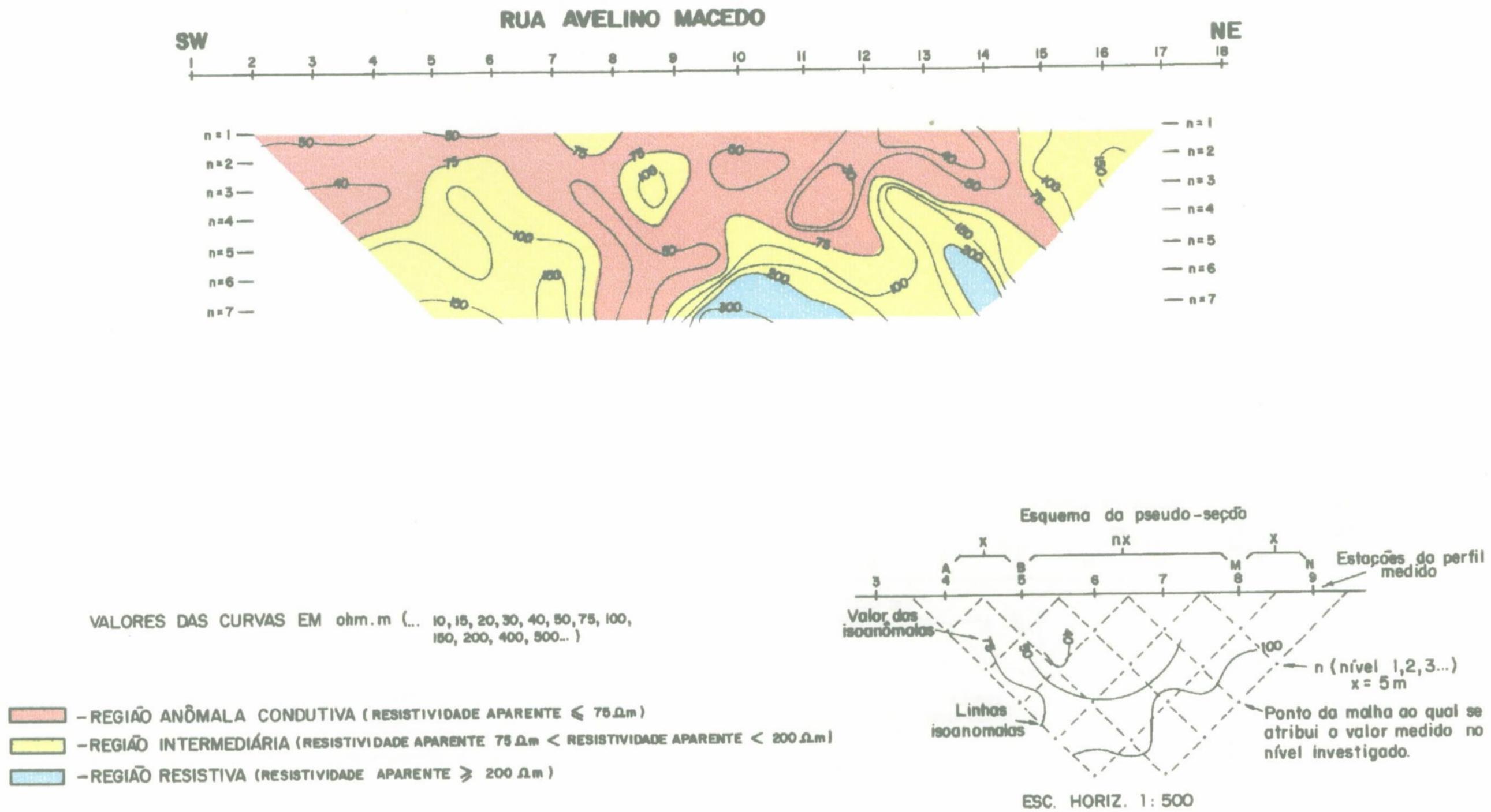
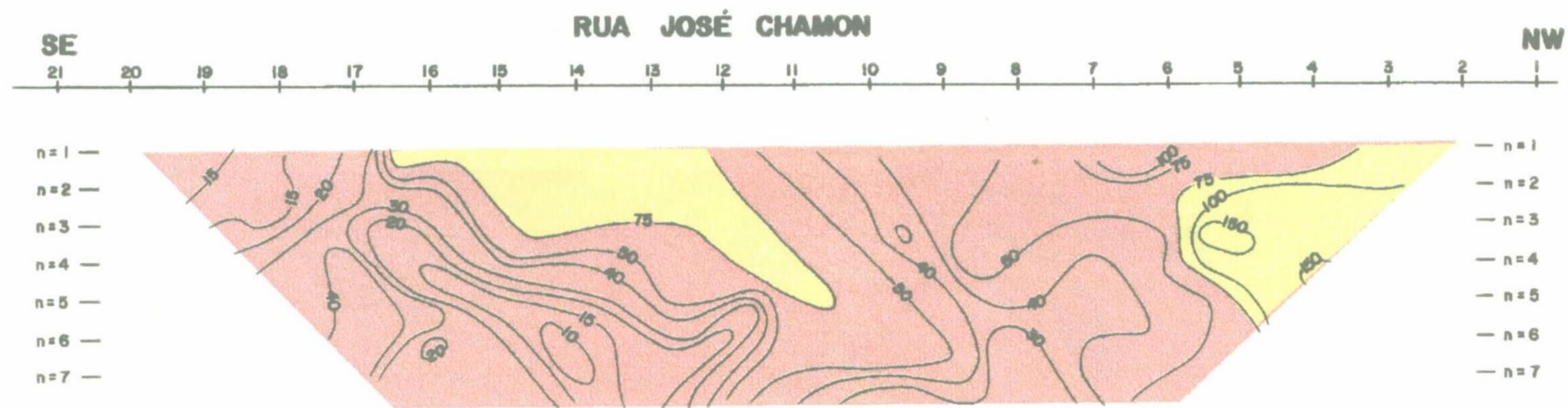


Fig. 4 - Pseudo-Seção de Resistividade Aparente - (Perfil Rua Avelino Macedo Sete Lagoas - MG)

**PERFIL RUA JOSÉ CHAMON  
(FIG. 5)**

Predominam valores de baixa resistividade em quase toda a pseudo-seção. Destacam-se os baixos valores sob as estações 12 à 19 com ênfase para os valores sob as estações 14 e 15.



VALORES DAS CURVAS EM ohm.m (... 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 400, 500...)

- REGIÃO ANÔMALA CONDUTIVA (RESISTIVIDADE APARENTE  $\leq 75 \Omega.m$ )
- REGIÃO INTERMEDIÁRIA (RESISTIVIDADE APARENTE  $75 \Omega.m < \text{RESISTIVIDADE APARENTE} < 200 \Omega.m$ )
- REGIÃO RESISTIVA (RESISTIVIDADE APARENTE  $\geq 200 \Omega.m$ )

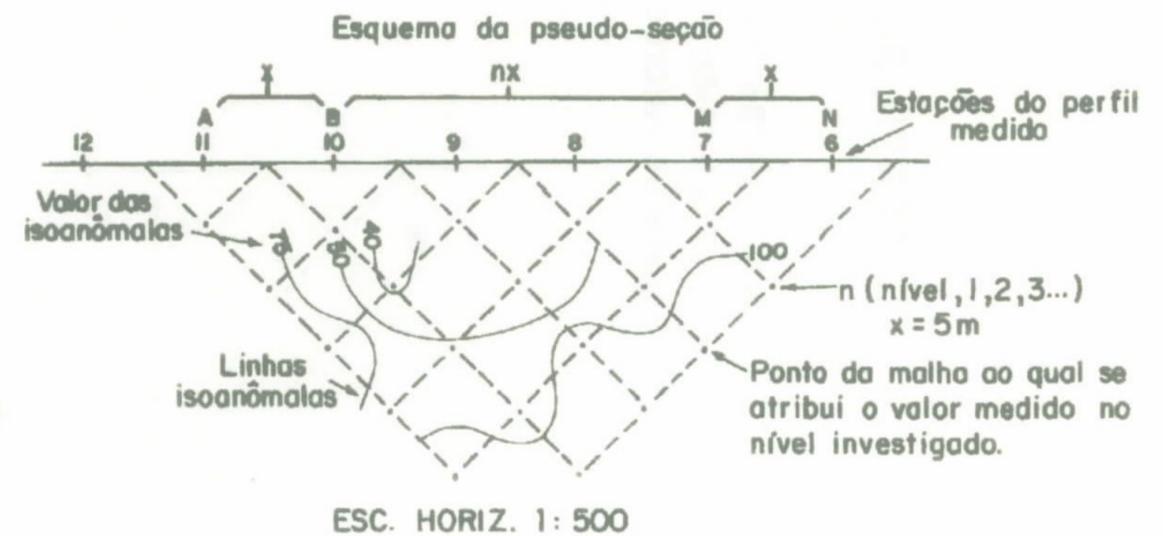
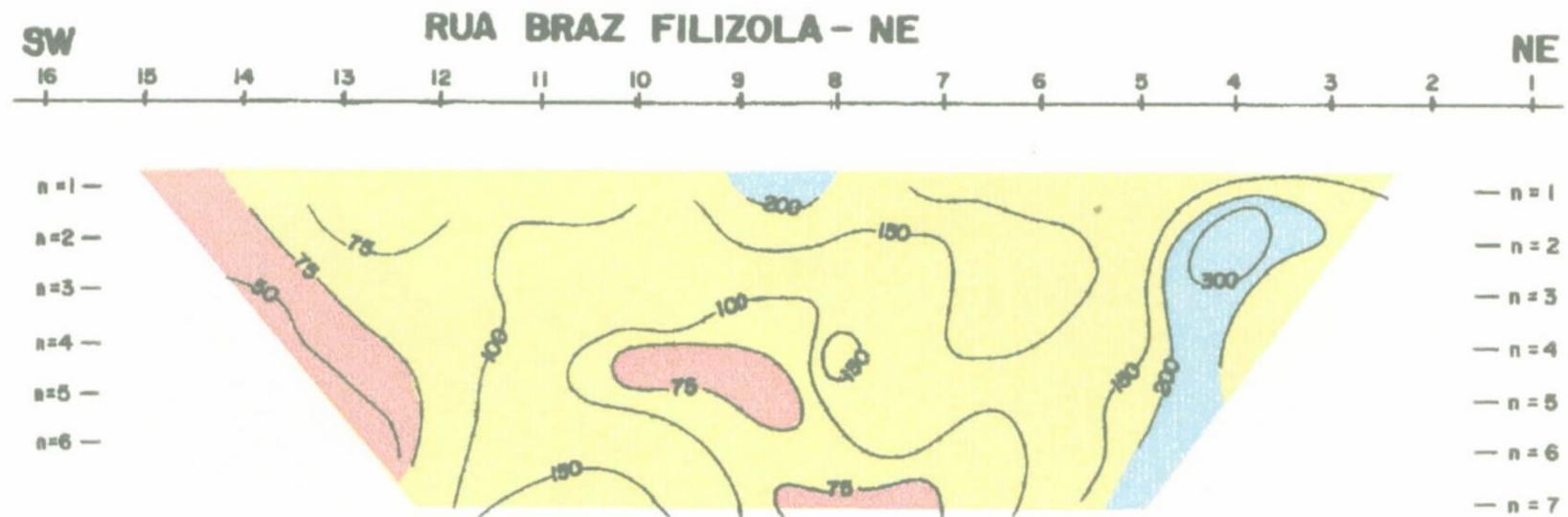


Fig. 5 - Pseudo-Seção de Resistividade Aparente - (Perfil Rua José Chamon)  
Sete Lagoas-MG

**PERFIL RUA BRAZ FILIZOLA  
(FIG. 6)**

Nessa predominam valores intermediários com aumento da resistividade aparente em direção a NE e valores abaixo de 50  $\Omega$ .m sob as estações 13 e 16.



VALORES DAS CURVAS EM  $\Omega.m$  (... 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 400, 500...)

- REGIÃO ANÔMALA CONDUTIVA (RESISTIVIDADE APARENTE  $\leq 75 \Omega.m$ )
- REGIÃO INTERMEDIÁRIA (RESISTIVIDADE APARENTE  $75 \Omega.m < \text{RESISTIVIDADE APARENTE} < 200 \Omega.m$ )
- REGIÃO RESISTIVA (RESISTIVIDADE APARENTE  $\geq 200 \Omega.m$ )

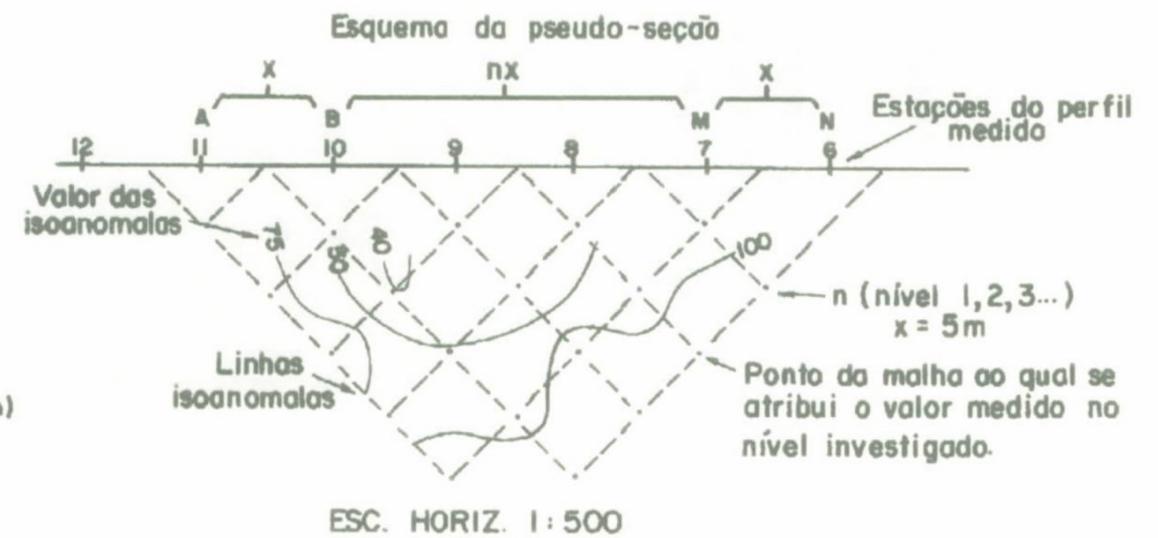


Fig. 6 - Pseudo Seção de Resistividade Aparente - (Perfil Rua Braz Filizola - NE)  
Sete Lagoas - MG

**PERFIL MARCENARIA  
(FIG. 7)**

A pseudo-seção apresenta valores altos em geral. A parte de resistividade mais baixa, que ocorre a partir da estação 8 em direção à NW, corresponde aproximadamente à zona de abatimento percebida em superfície.

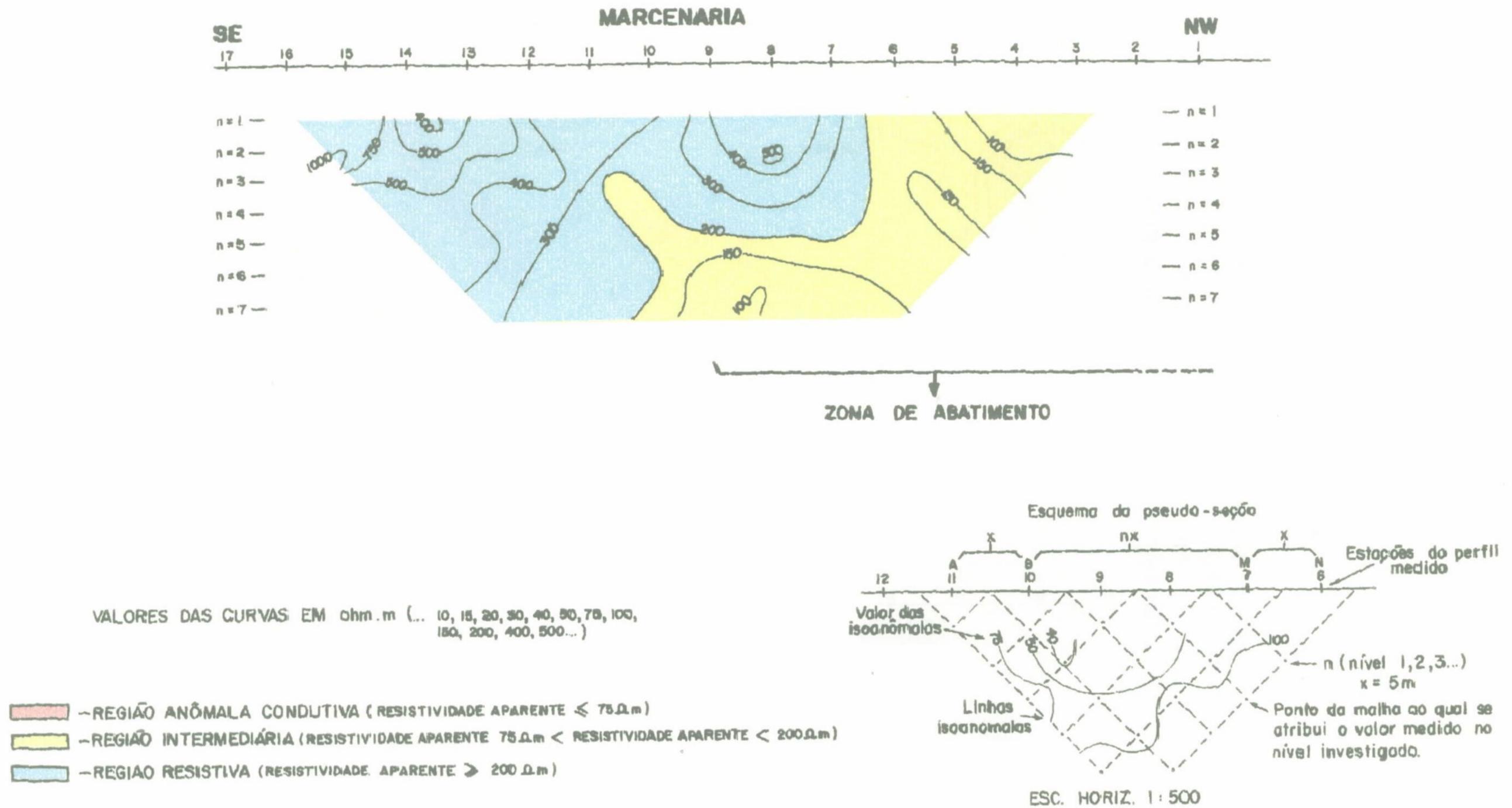


Fig. 7 - Pseudo-Seção de Resistividade Aparente - (Perfil Marcenaria)  
Sete Lagoas - MG

## INTEGRAÇÃO DE DADOS

Os dados obtidos descrito através de pseudo-seções de resistividade aparente, mostram que a área de ocorrência dos fenômenos de rachaduras e afundamentos em superfície, corresponde a uma predominância de valores de baixa resistividade em subsuperfície. A apresentação através de mapas dos dados obtidos neste ensaio, melhor expressam as variações de resistividade em cada nível, ilustrando e ressaltando a área de abrangência do fenômeno. Esses mapas, confeccionados para os níveis 1 a 5, são apresentados nas figuras 8 até 12 e seguem a mesma convenção (zonas de resistividade) já descrita no capítulo *Resultados Obtidos*.

É perceptível nos mapas a concentração de pontos de baixa resistividade na confluência das ruas Braz Filizola e José Chamon reforçando as indicações dadas pelas fraturas concêntricas ocorridas no asfalto e nas paredes dos edifícios. Também o padrão das curvas de resistividade aparente, mostram uma tendência de alinhamento na direção N-NW, concordante com os resultados obtidos pela CPRM com os estudos geofísicos sobre abatimentos recentes ocorridos na região da Rua Cel. Teixeira Guimarães.

Naquela investigação, aplicou-se uma técnica geofísica desenvolvida para investigações à maiores profundidades, visando atingir a rocha fresca calcária onde ocorrem seus dutos de dissolução e as cavernas responsáveis pelos abatimentos nas regiões cársticas como a de Sete Lagoas. Foi então detectada uma faixa com direções N35°W, de rocha muito alterada onde ocorreram as zonas de subsidência mais marcantes. A figura 13 mostra as zonas de

fratura mais evidentes, interpretadas anteriormente e em destaque, as curvas de isorresistividade do presente trabalho que confirmam as direções anteriores. O poço perfurado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) nas proximidades (poço P-III) encontrou, desde a superfície, 30 m de material argilo-siltoso até atingir o que foi descrito como rocha decomposta amarelada (17,30 m de espessura). Após a rocha decomposta, perfurou-se 17 metros de rocha calcária compacta fraturada até um nível de rocha descrito como gnaiss (rocha compacta cinza clara), chegando-se à profundidade máxima de 74 metros. Apresentamos, em anexo, a descrição original do poço P-III.

Considera-se assim, que o espesso material argiloso sobrejacente na coluna, atua como uma barreira à penetração da corrente elétrica e portanto, as informações geofísicas refletem predominantemente as propriedades da primeira dezena de metros. Apesar deste condicionante, são fortes as evidências que na zona de rocha fraturada bem abaixo, podem ocorrer zonas de percolação em fraturas e canais de dissolução no calcário, com direção predominante N-NW, à exemplo das áreas adjacentes já investigadas geofisicamente. Os dados até aqui apresentados foram mostrados em caráter preliminar (25.11.1993) à Prefeitura de Sete Lagoas que providenciou, através de sua assessoria técnica, a locação e execução de dez sondagens à percussão, cuja descrição e resultados nos foram fornecidos posteriormente (28.12.1993) e integrados à este relatório.

As sondagens à percussão atingiram uma média de 19 metros de profundidade até



BASE PLANIMÉTRICA: CARTAS TOPOGRÁFICAS CEMIG 1: 2000 - SETE LAGOAS - 5792 - 8470 e 8460

**LEGENDA**

4 5 6 Perfis investigados com nº de estação

Isolinhas de resistividade aparente (dipolo-dipolo)

Valores das curvas em ohm.m (... 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500.)

Fig. 8 -Mapa de Isolinhas de Resistividade Aparente (Nível: 1)  
Rua Braz Filizola e Adjacências, Sete Lagoas-MG



BASE PLANIMÉTRICA: CARTAS TOPOGRÁFICAS CEMIG 1: 2000 - SETE LAGOAS - 5792 - 8470 e 8460

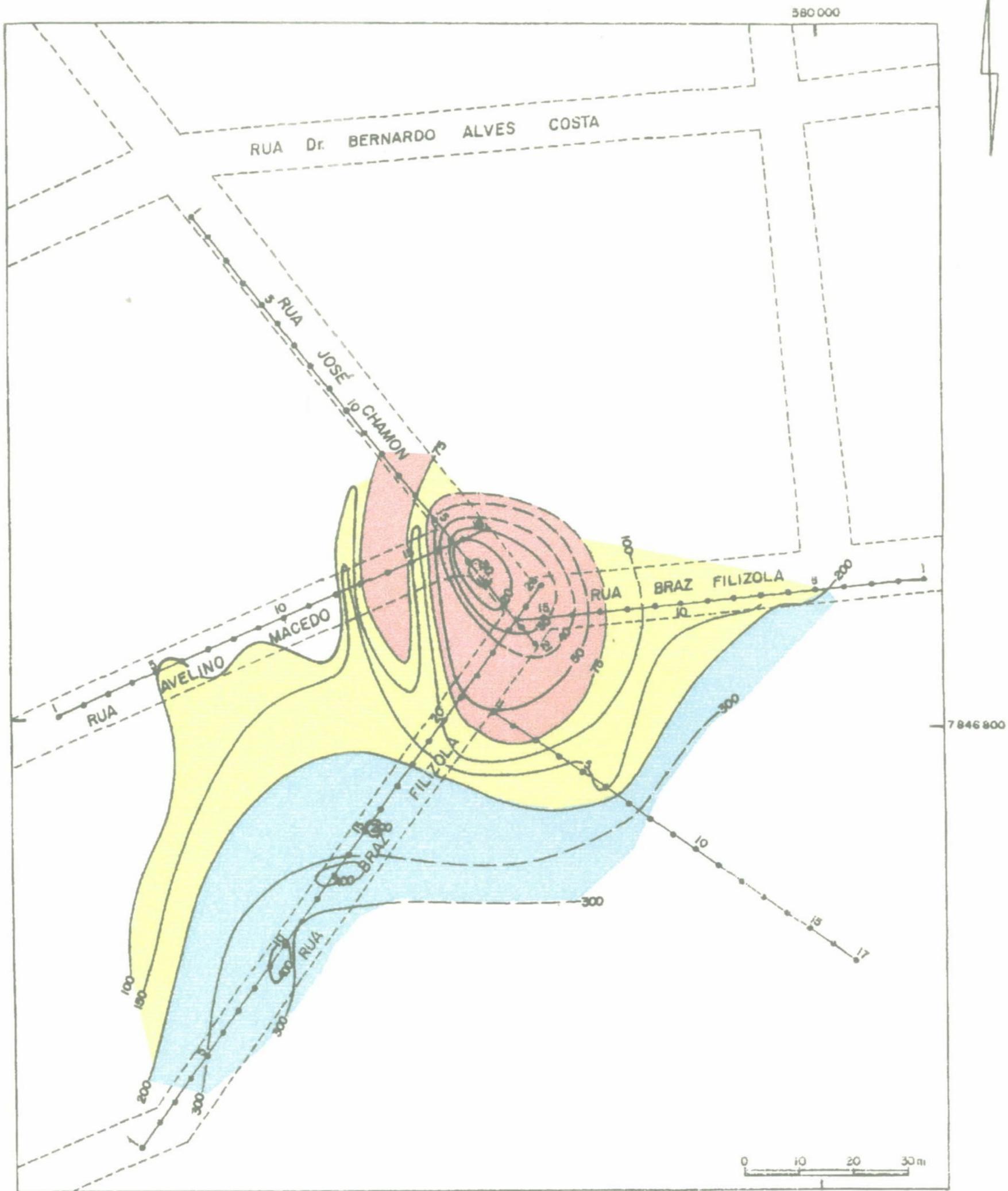
**LEGENDA**

4 5 6  
 Perfis investigados com nº de estação

Isolinhas de resistividade aparente (dipolo-dipolo)

Valores das curvas em ohm.m (...10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500...)

Fig. 9 - Mapa de Isolinhas de Resistividade Aparente (Nível: 2) Rua Braz Filizola e Adjacências, Sete Lagoas-MG



BASE PLANIMÉTRICA: CARTAS TOPOGRÁFICAS CEMIG 1:2000 - SETE LAGOAS - 5792-8470 e 8460

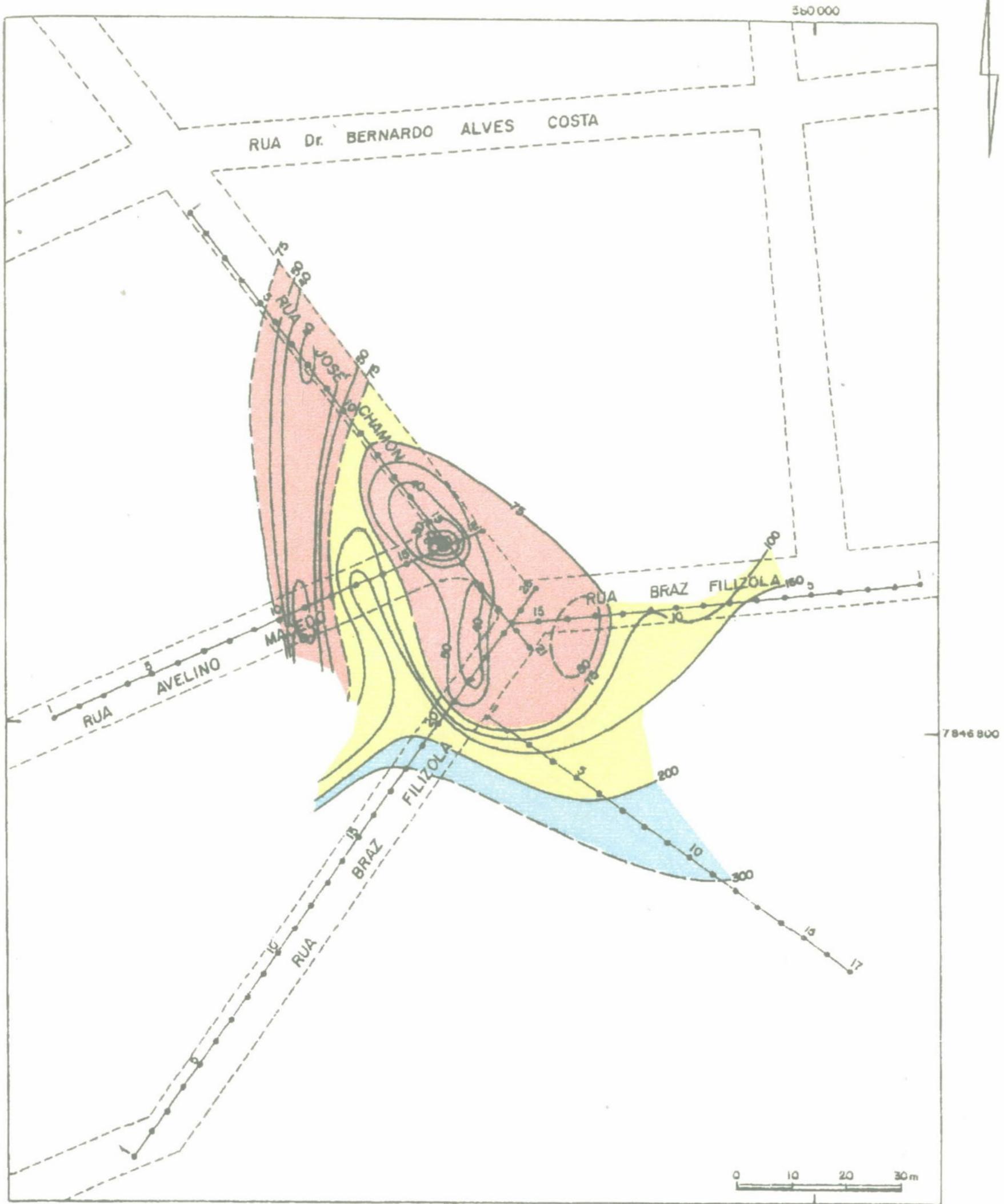
**LEGENDA**

4 5 6  
Perfis investigados com  
nº de estação

Isolinhas de resistividade  
aparente (dipolo-dipolo)

Valores das curvas em  
ohm.m (...10,15,20,30,40,50,  
75,100,150,200,300,400,500...)

Fig. 10 - Mapa de Isolinhas de Resistividade Aparente (Nível: 3)  
Rua Braz Filizola e Adjacências, Sete Lagoas-MG



BASE PLANIMÉTRICA: CARTAS TOPOGRÁFICAS CEMIG 1: 2000 - SETE LAGOAS - 5792 - 8470 e 8460

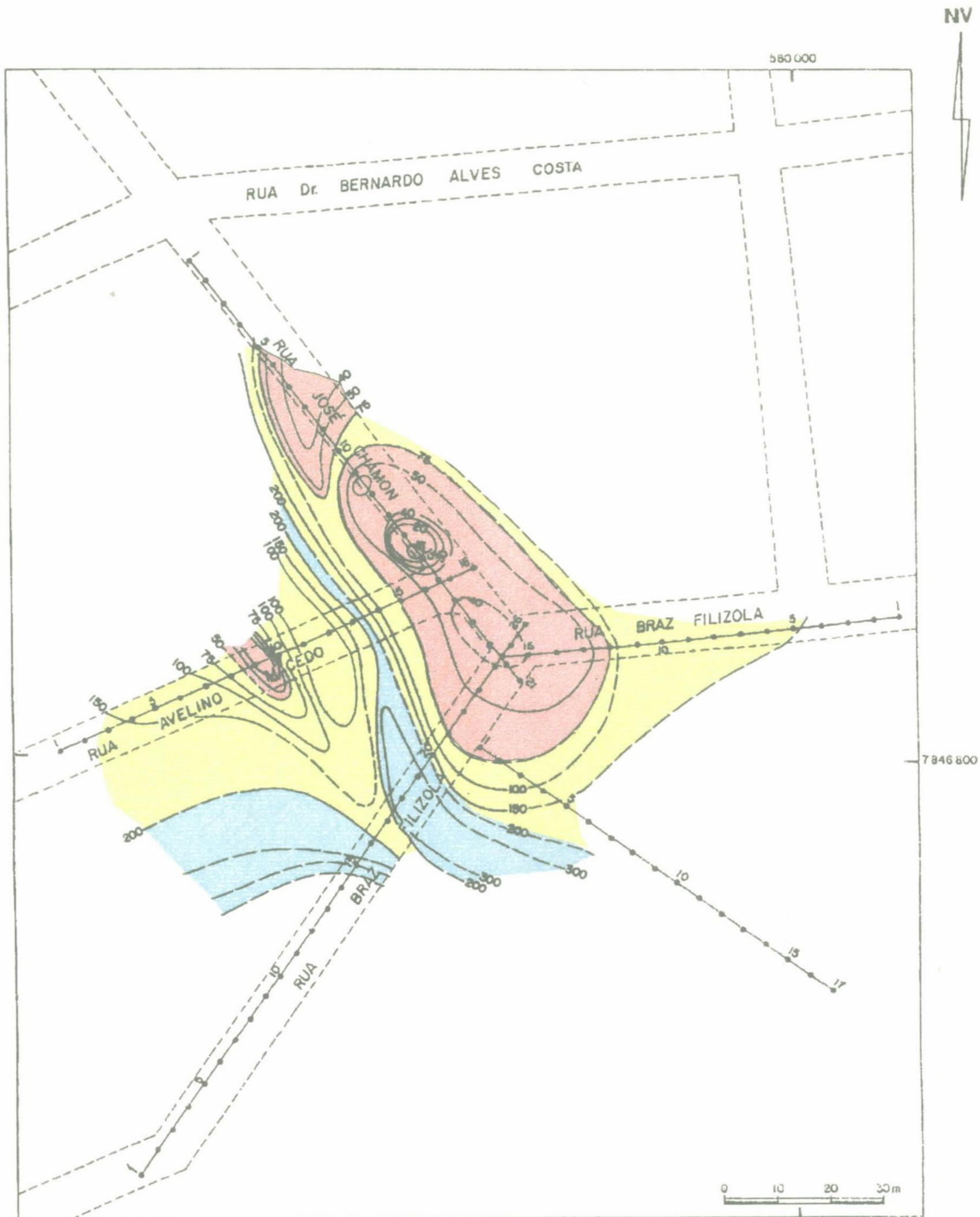
**LEGENDA**

4 5 6 Perfis investigados com nº de estação

Isolinhas de resistividade aparente (dipolo-dipolo)

Valores das curvas em ohm.m (...10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500...)

Fig. 11 - Mapa de Isolinhas de Resistividade Aparente (Nível: 4) Rua Braz Filizola e Adjacências, Sete Lagoas-MG



BASE PLANIMÉTRICA: CARTAS TOPOGRÁFICAS CEMIG 1:2000 - SETE LAGOAS - 5792 - 8470 e 8460

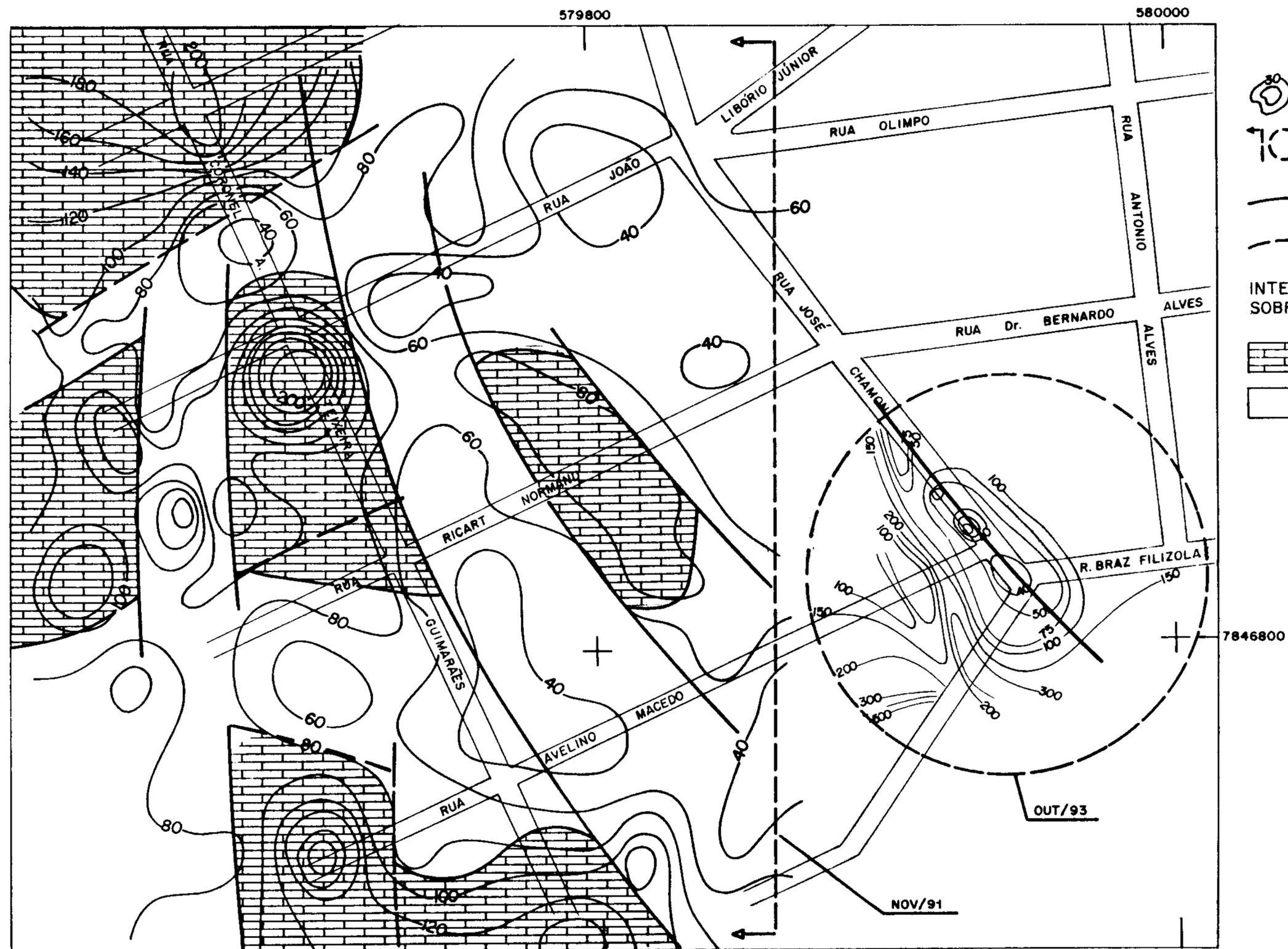
**LEGENDA**

4 5 6 Perfis investigados com nº de estação

Isolinhas de resistividade aparente (dipolo-dipolo)

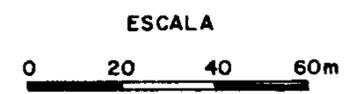
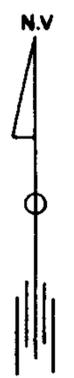
Valores das curvas em ohm.m (...10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500...)

Fig. 12 - Mapa de Isolinhas de Resistividade Aparente (Nível: 5) Rua Braz Filizola e Adjacências, Sete Lagoas-MG



**LEGENDA**

-  Isolinhas de resistividade aparente
  -  Limite dos trabalhos geofísicos realizados na área
  -  Fratura
  -  Fratura provável
- INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA APENAS SOBRE PARTE DA ÁREA
-  Rocha medianamente alterada
  -  Solo ou rocha muito alterada



**FIG 13 -MAPA GEOLÓGICO ESTRUTURAL INTEGRADO DE DUAS INVESTIGAÇÕES GEOFÍSICAS. RUA BRAZ FILIZOLA E RUA CEL. TEIXEIRA GUILARÃES, BAIRRO SÃO GERALDO, SETE LAGOAS - MG.**

o limite impenetrável em material siltico-argiloso. As variações do nível de água anotadas em dias seguidos pela empresa executora (Tabela 1), permitiram selecionar

os dados do dia 16.12.1993 coletados entre 8:00 e 8:30 h pela coerência e estabilidade em relação aos outros dias, bem como por abranger quase todos os furos realizados.

Nº FURO	DATA/MÊS	HORA	PROFUNDIDADE (m)
SP-01	14/12	8:05	14,66
	15/12	8:30	14,55
	16/12	8:10	14,47
	17/12	9:00	Fechado com 2,00
SP-02	14/12	16:20	Não encontrado
	15/12	8:07	12,95
	16/12	8:21	12,87
	17/12	8:40	Fechado com 4,30
SP-03	13/12	15:20	Não encontrado
	14/12	8:02	5,00
	15/12	8:12	4,10
	16/12	8:05	4,65
	17/12	8:10	4,00
SP-04	14/12	16:00	Não encontrado
	15/12	8:00	6,80
	16/12	8:13	4,30
	17/12	8:22	Fechado com 4,35
SP-05	16/12	8:00	Não encontrado
	16/12	16:30	12,20
	17/12	8:15	Fechado com 7,70
SP-06	14/12	16:10	Não encontrado
	15/12	8:18	11,40
	16/12	8:12	4,10
	17/12	8:17	Fechado com 4,00
SP-07	15/12	15:40	Não encontrado
	16/12	8:32	12,60
	17/12	8:25	1,50
SP-08	15/12	16:12	Não encontrado
	16/12	8:02	12,60
	16/12	16:00	Fechado com 8,90
	17/12	8:15	Fechado com 10,40
SP-09	16/12	15:48	Não encontrado
	17/12	8:45	Fechado com 7,40
SP-10	15/12	16:03	Não encontrado
	16/12	8:28	7,47
	16/12	16:26	6,30
	17/12	8:38	Fechado com 3,80

Tabela 1 - Posição do nível de água medido nas sondagens (INTERSOLO ENGENHARIA LTDA 1993)

Confeccionou-se então o mapa isopiezométrico (Fig. 14), que apresenta um padrão de distribuição de isolinhas semelhante ao padrão das linhas de isorresistividade, coincidindo os valores dos poços 3 e 4 com o principal foco de baixa resistividade dos mapas acima citados (Figuras 8 a 12), demonstrando a influência do gradiente hidráulico do aquífero freático nas propriedades elétricas do solo.

Considerando que a classificação do material encontrado nas perfurações reforça a sua homogeneidade, descartam-se variações laterais significativas na composição granulométrica da cobertura, predominantemente siltosa, até aproximadamente 20 m de profundidade e conclui-se que, os ensaios geofísicos detectaram uma somatória de vários fatores interrelacionados, revelando a sua distribuição em subsuperfície, ou seja:

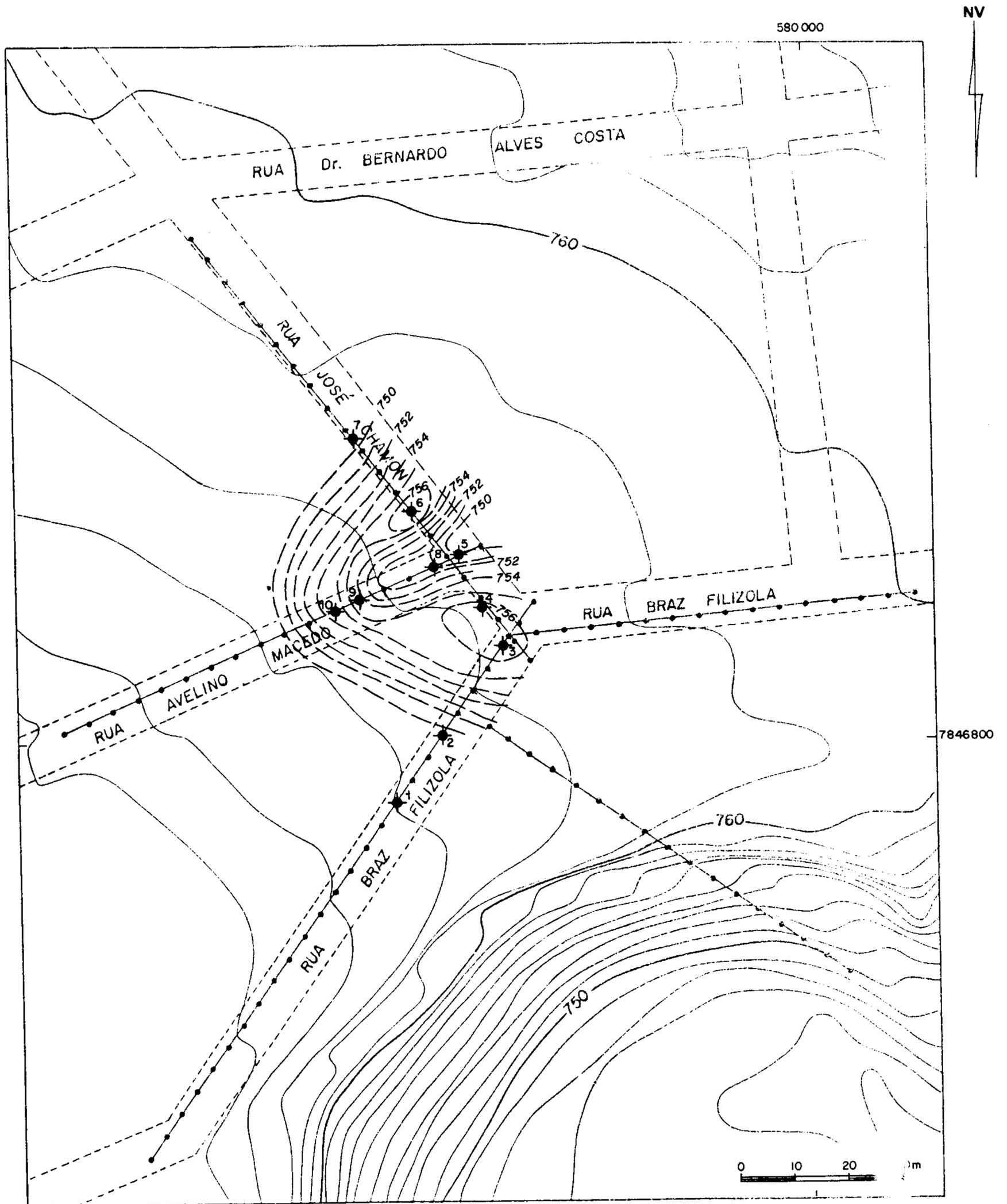
- umidade do material relacionada à saturação pelo lençol freático;
- variações na compactação do material e suas descontinuidades em planos verticais, como atestam os alinhamentos de fraturas e abatimentos superficiais que coincidem com os *trends* apresentados nos mapas geofísicos;
- pequena contribuição dos alinhamentos e direções principais de fraturamento da

rocha fresca calcissiltítica existente, a profundidades da ordem de 45 m ou maiores.

Desta forma, esses três fatores que estão relacionados em diferentes graus à saturação e porosidade da rocha ou solo é que se expressam sinergicamente nas propriedades elétricas das rochas, delimitando aproximadamente o raio de influência dos fenômenos dinâmicos que estão ocorrendo naquela região, em função da presença de um gradiente hidráulico alto no aquífero livre.

As causas prováveis desse alto gradiente devem ser procuradas nas instalações de abastecimento de água, onde podem estar ocorrendo vazamentos (INTERSOLO 1993), que provocariam carregamento de material para zonas de percolação cárstica existentes na região, evidentes pela descrição (anexa) do poço P-III/SAAE nas proximidades e também pelos ensaios geofísicos anteriores.

Deve-se considerar que o gradiente hidráulico local tende a diminuir em direção ao córrego do Boqueirão que, supostamente, é o nível de base local. O fluxo de água nesta direção, explicaria a ausência de material detrítico na água do poço que abastece a região e estaria a montante do local dos abatimentos.



BASE PLANIMÉTRICA: CARTAS TOPOGRÁFICAS CEMIG 1: 2000 - SETE LAGOAS - 5792 - 8470 e 8460

**LEGENDA**

4 5 6 Perfis investigados



Curvas de nível (m)



Isopiezas (m)

★ 3 Sondagem a cussão. Identificação da sondagem.

0 10 20 30 40 m

**FIG. 14 - MAPA PIEZOMÉTRICO (DADOS DE 16/12/93, 8:10 h ); RUA BRAZ FILIZOLA E ADJACÊNCIAS, SETE LAGOAS - MG.**

## **CONCLUSÕES**

Os ensaios geofísicos realizados nas imediações da Rua Braz Filizola mostram aproximadamente a área de influência dos abatimentos, indicada pelas zonas de baixa resistividade e sua configuração.

Evidências de campo, aliadas às informações de moradores, confirmam este fato e sugerem que os fenômenos de abatimento têm ocorrido de forma intermitente ao longo do tempo, com manifestações de difícil previsão quanto ao momento de sua ocorrência.

Os resultados das sondagens à percussão realizadas pela Prefeitura de Sete Lagoas revelaram a correlação entre o gradiente hidráulico do lençol freático e a resposta geofísica. Dessa forma, em função das novas informações obtidas e em decorrência de observações contidas no relatório de sondagem anexo, sugere-se averiguar a relação entre o sistema de abastecimento de água instalado nas proximidades e a aceleração dos fenômenos naturais de abatimento.

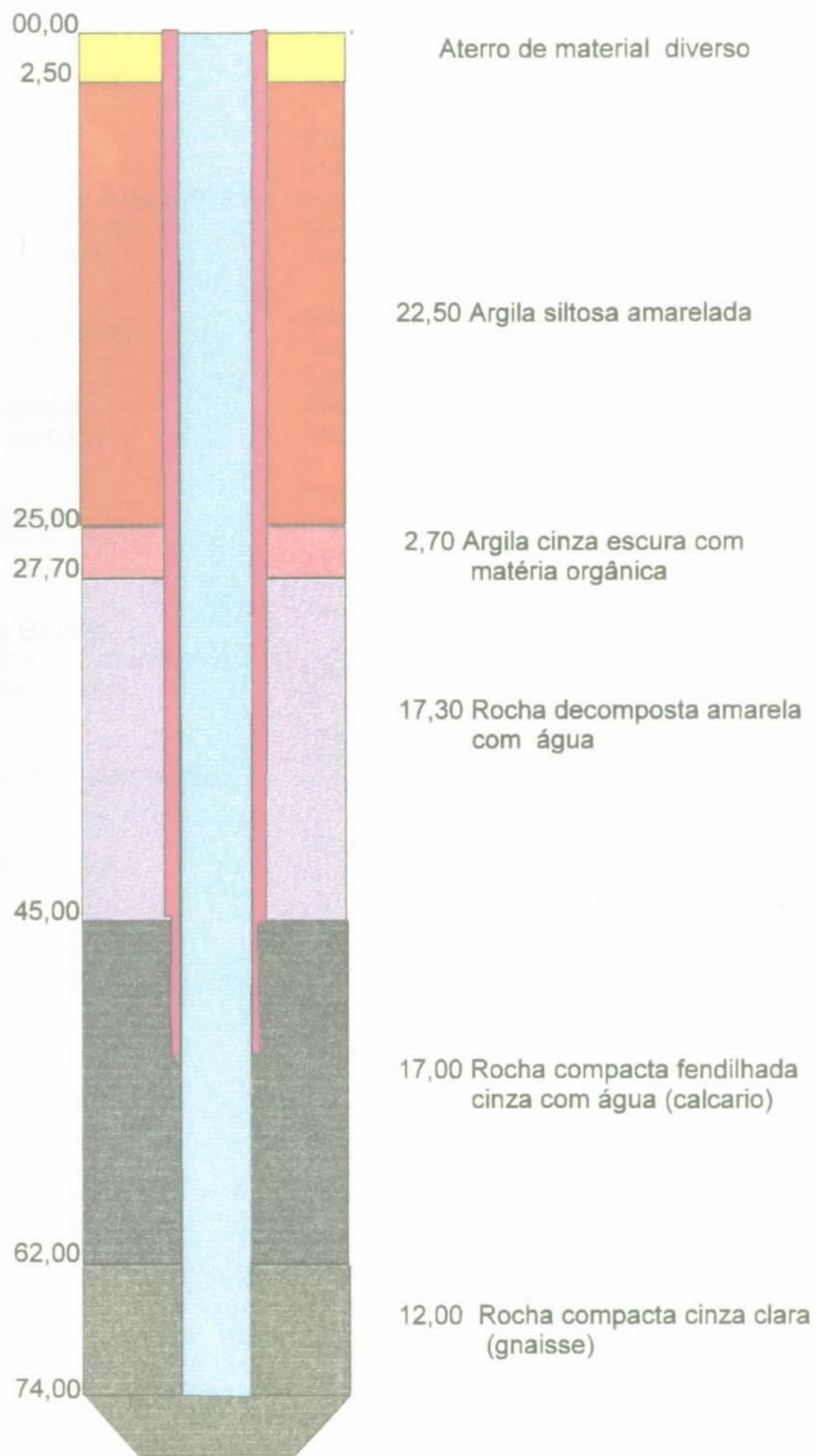
A integração dos dados já coletados

pela CPRM nas áreas estudadas geofisicamente, permite aventar que o fenômeno aí ocorrido está relacionado ao sistema cárstico já detectado na região e autoriza a possibilidade de que um estudo sistemático utilizando técnicas de investigação geofísica profunda, aliadas a observação metódica de manifestações superficiais, poderá levar a confecção de um mapa de risco geológico o qual permita o zoneamento da cidade através do reconhecimento, mesmo que aproximado, das áreas mais susceptíveis à ocorrência de abatimentos.

Acredita-se que um trabalho deste porte não deva prescindir a dedicação integral de um profissional geólogo pertencente aos quadros da prefeitura, uma vez que é um projeto de longo termo e que necessitaria de uma constante manipulação de dados geológicos e geofísicos de forma recorrente, criação de um banco de dados relativos ao problema, monitoramento dos recursos hídricos, bem como a fiscalização e acompanhamento de fundações e obras dentro do próprio município e mesmo nos municípios vizinhos.

## BIBLIOGRAFIA

- CETEC. Abatimento de solo na cidade de Sete Lagoas, MG. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Relatório. Belo Horizonte. p. 12. 1988.
- DANDERFER, A. Mapa de fotolineamentos (Interpretado a partir de fotografias aéreas 1:60.000) - Escala 1:150.000. Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais. Belo Horizonte. 1991. Inédito.
- DANDERFER, A. Mapa de fotolineamentos (interpretado a partir de imagens de radar 1:100.000) - Escala 1:150.000. Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais. Belo Horizonte. 1991. Inédito.
- INTERSOLO ENGENHARIA LTDA. Relatório de Sondagens na região do Colégio João Herculino - Bairro São Geraldo - Sete Lagoas, MG. Relatório. Belo Horizonte. p. 14. 1993.
- OLIVEIRA, F. A. R. Ensaio geofísico para o estudo de acidentes geológicos urbanos na região cárstica de Sete Lagoas - Projeto VIDA. II ° SIMPÓSIO SITUAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE E MINAS GERAIS. Belo Horizonte, 1992.
- TEODORO, A. P. & DANIEL, P. H. Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas e Adjacências com vistas a Aplicação no Planejamento Urbano. CPRM/UFMG. Relatório de Graduação.



Anexo A: Coluna Litológica do Poço PIII (SAAE) B.S. Geraldo