

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

**ESTUDOS GEOFÍSICOS DOS
ABATIMENTOS DE SOLO DA
RUA CUBA - SETE LAGOAS, MG**

Série Ordenamento Territorial
Vol. 10

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



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

**Programa Gestão e Administração Territorial
GATE**

**Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental
Projeto VIDA**

Superintendente Regional
Oswaldo Castanheira

Gerente de Recursos Hídricos e Gestão Territorial
Fernando Antônio de Oliveira

Supervisão da Área de GATE
Helio Antonio de Sousa

Coordenador Técnico
Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira

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. Estudos geofísicos dos
abatimentos de solo da Rua Cuba - Sete Lagoas, MG.**

Belo Horizonte: CPRM, 1996.

25 p., il., (Ordenamento Territorial, 10).

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

C. D. U. 550.8 (815.1)

Estudos Geofísicos dos Abatimentos de Solo da Rua Cuba 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**



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 km², representada pelos municípios de Capim Branco, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos, Pedro Leopoldo, Prudente de Moraes, 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

Através dos estudos geofísicos, utilizando-se o método de caminhamento elétrico, foi possível detectar a área de influência dos abatimentos da Rua Cuba e adjacências. Evidências geofísicas e de campo associam esses movimentos ao sistema cárstico, indicando ser o fenômeno um acidente geológico. Considera-se uma das áreas delimitadas como área de risco geológico. São feitas recomendações baseadas neste e em outros estudos da CPRM, na região, para a continuidade das investigações.

SUMÁRIO

	Pág.
INTRODUÇÃO	01
HISTÓRICO, OBJETIVOS E CONSIDERAÇÕES GERAIS	05
METODOLOGIA.....	07
Técnica Geofísica (caminhamento elétrico).....	08
RESULTADOS OBTIDOS.....	11
Caminhamento Elétrico (arranjo dipolo-dipolo).....	11
Integração de Dados.....	22
CONCLUSÕES	23
BIBLIOGRAFIA	25
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	
FIGURAS	
1. Situação da Rua Cuba e outras áreas investigadas na zona urbana de Sete Lagoas, MG	02
2. Localização dos perfis geofísicos realizados nas proximidades da Rua Cuba, Sete Lagoas-MG.....	03
3. Perfil Rua Cuba	13
4. Perfil transversal à Rua Cuba.....	14
5. Perfil Rua República Dominicana	16
6. Perfil Rua Irene de Oliveira Diniz	17
7. Perfil Rua Sandro Bruno Ferreira	19
8. Perfil Rua L.....	20
9. Perfil Rua Adelaide Pereira da Fonseca.....	21
10. Delimitação das áreas de risco de abatimento determinada pela geofísica	24

INTRODUÇÃO

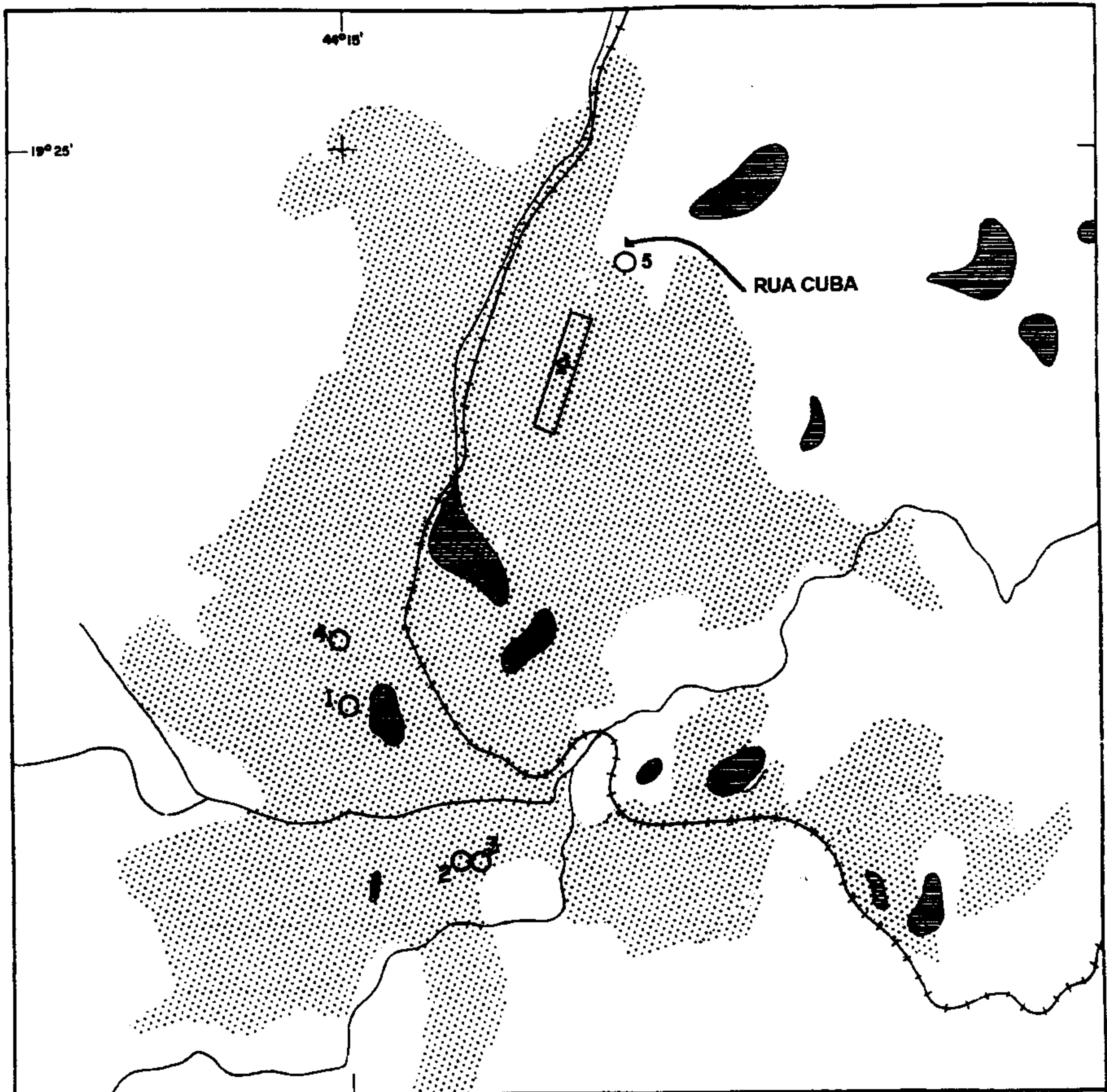
A CPRM vem realizando estudos freqüentes na área urbana do município de Sete Lagoas, em função dos vários acidentes relacionados às subsidências de solo provocadas por fenômenos geológicos no subsolo da cidade.

Apresentam-se aqui os resultados de uma campanha de investigação geofísica solicitada pela prefeitura local, através do ofício SPL/050/95, da Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, datado de 31 de agosto de 1995, atendendo ao exposto no protocolo de intenções assinado entre a CPRM e a prefeitura local, com a finalidade de cooperação científica e apoio ao planejamento.

A área estudada pelo Projeto VIDA 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 1890 km². A região é bastante industrializada e a indústria mineral, particularmente aquela ligada à exploração de calcário, contribui com parte importante da arrecadação total.

A área detalhada nesse estudo localiza-se no bairro Bernardo Valadares, nas imediações da Rua Cuba, altura do nº 237, zona norte da cidade de Sete Lagoas, a 60 km de Belo Horizonte, podendo ser atingida pela rodovia federal BR-040 ou pela rodovia estadual MG-424. As figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, a situação da área e a localização dos perfis geofísicos.



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

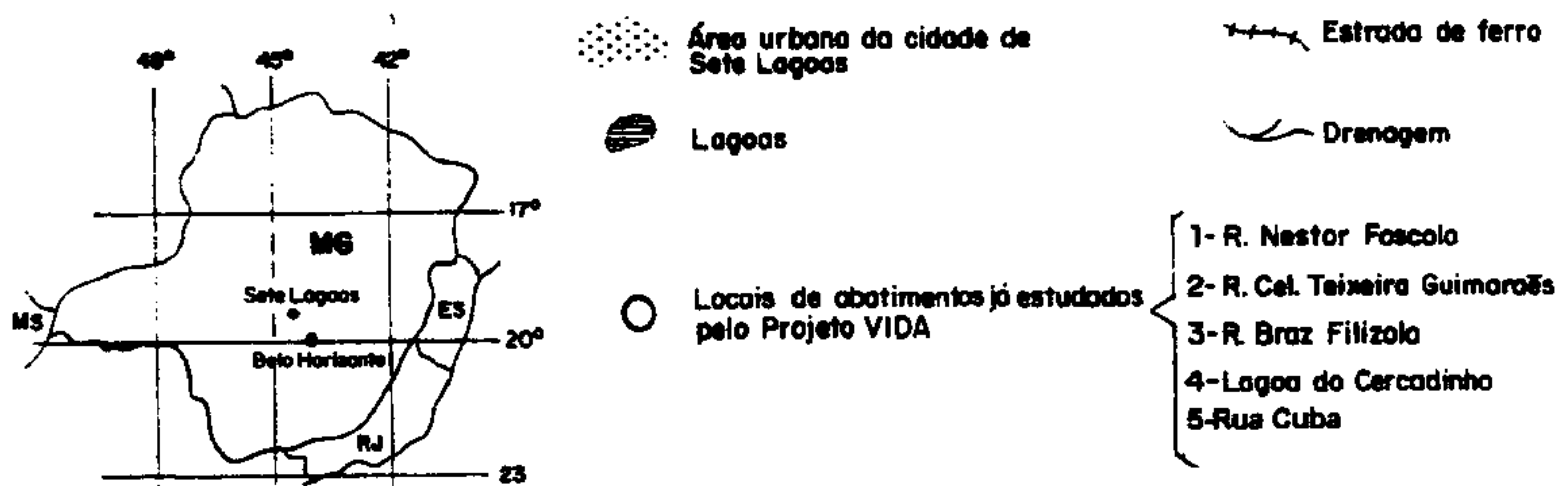
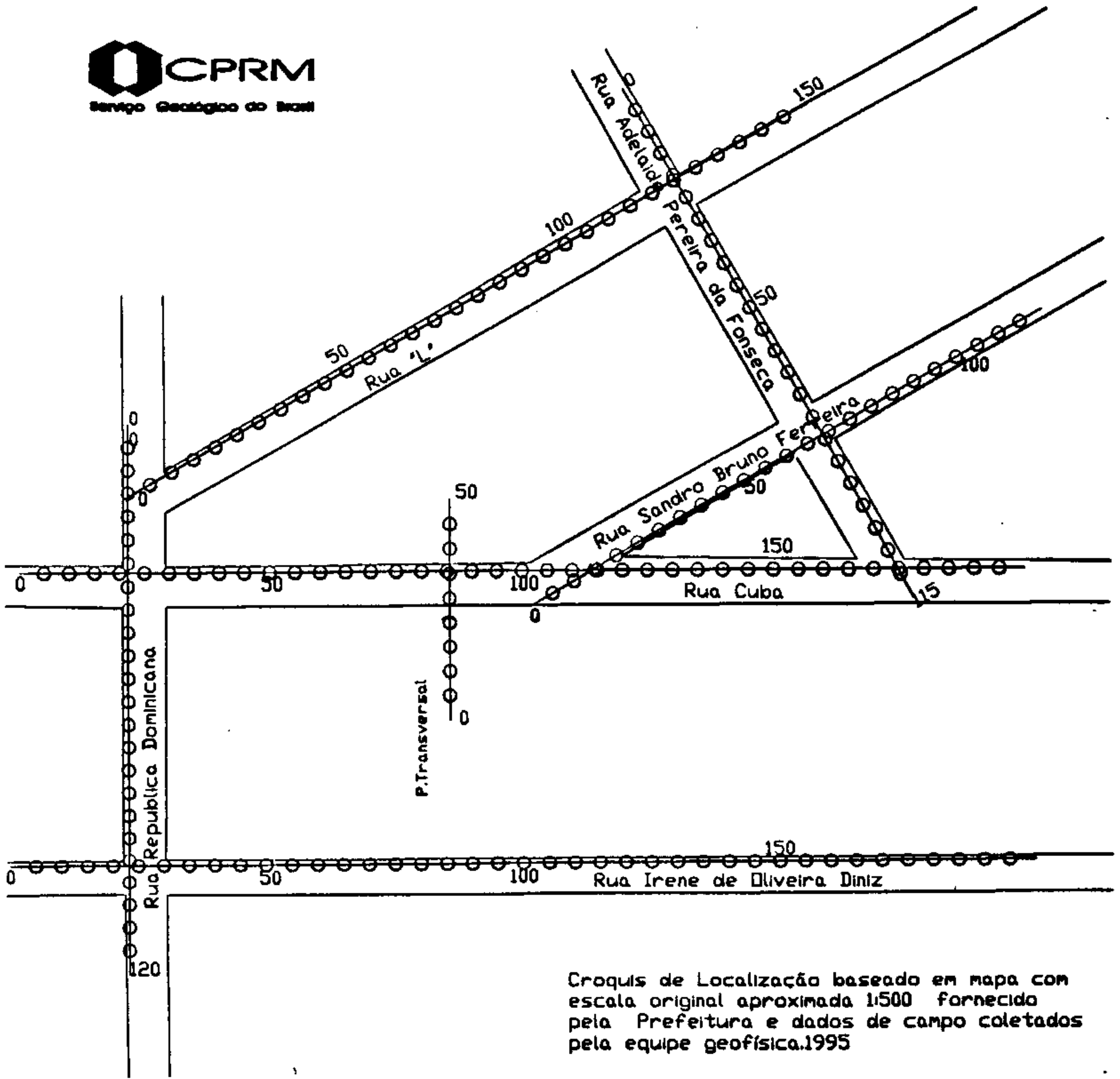


Fig. 1 - Situação da Rua Cuba e outras áreas investigadas na zona urbana de Sete Lagoas-MG



Croquis de Localização baseado em mapa com escala original aproximada 1:500 fornecido pela Prefeitura e dados de campo coletados pela equipe geofísica.1995



Escala (m)

LEGENDA

○—○ Posição de eletrodo de medida sobre o perfil

120 Distância em metros relativa a posição inicial do perfil

|| Rua

Fig. 2 Localização dos perfis geofísicos realizados nas proximidades da Rua Cuba, Sete Lagoas -MG.

HISTÓRICO, OBJETIVOS E CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os levantamentos sistemáticos do meio físico e vegetacional da região tiveram seu início, pela CPRM, com o Projeto VIDA- Viabilização Industrial e Defesa Ambiental, a partir de 1991, tendo como objetivo a preservação ambiental harmonizada com a atividade econômica, especialmente a atividade mineral e industrial.

Parte da área do projeto é essencialmente composta por rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, aflorantes ou ocorrentes como substrato de rochas argilosas do mesmo grupo ou, ainda, sob coberturas detrítico-coluviais. Essas rochas que cons-

tituem 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 por dissolução das rochas calcárias. Essa trama cárstica subterrânea, além de ser a fonte principal de abastecimento de água industrial e doméstica da região, está também relacionada à ocorrência de abatimentos e colapsos de solo causando danos às cidades que sobre ela se assentam.

METODOLOGIA

Em função da necessidade de conhecimento sobre as estruturas cársticas do subsolo, principalmente 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 respostas à detecção de cavidades subterrâneas ocultas e o desenvolvimento de um modelo geológico-geofísico que auxilie no projeto de fundações de edifícios e zoneamento de áreas de risco de abatimento. Informações desse gênero interessam também à detecção de cavernas em frentes de lavra, em função da 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 consistiu em duas fases de desenvolvimento:

a) teste de técnicas geofísicas sobre uma caverna conhecida para comparações controladas 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 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, sobre o local do primeiro colapso de solo com danos importantes a edifícios e na Rua Nestor Foscolo, junto ao estádio de um clube esportivo local. Deve-se lembrar que o local foi estudado pelo CETEC (1988), através de sondagens mecânicas, cuja descrição ajudou na 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 metros de espessura), atingindo as estruturas cársticas da rocha mais profunda. Essa técnica de campo 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 à criação de um modelo do subsolo de Sete Lagoas que

permita o zoneamento da mesma em termos de risco geológico relacionado a abatimentos.

Várias investigações geofísicas foram realizadas na área. Entre essas, são citados os estudos feitos em 1991 no bairro São Geraldo e nas imediações da Rua Braz Filizola (Oliveira 1992, 1994).

Particularmente no caso dos acidentes da Rua Braz Filizola, houve uma boa resposta geofísica na detecção das áreas de abatimento, que produziram anomalias bem caracterizadas, através da utilização da técnica de medida denominada dipolo-dipolo (descrita mais adiante).

Os abatimentos tiveram início em data indeterminada, próxima ao dia 10 de maio de 1995, quando foi realizada uma visita técnica ao local. Naquela oportunidade foi emitido um relatório de visita técnica, que reproduzimos parcialmente a seguir:

"... os abatimentos atingem uma área de aproximadamente 20 m de raio, em primeira avaliação, manifestando-se por rachaduras no solo e muros. A prefeitura já aterrou o local onde houve o maior abatimento".

"A estrutura das casas localizadas no perímetro da área não foi afetada, não se configurando até o momento um acidente geológico de maiores proporções. A extensão e localização da área sugerem a origem cárstica do fenômeno. Recomenda-se o acompanhamento da evolução local das fraturas e abatimento de forma a detectar uma estabilização do processo natural. Deve-se ressaltar que acidentes geológicos deste tipo são de difícil previsibilidade quanto a sua forma de evolução, existindo, portanto, a possibili-

dade de um desenvolvimento que justifique a evacuação dos locais atingidos".

Ressalta-se, até o momento da realização dos trabalhos geofísicos pertinentes aos resultados apresentados, que houve aparentemente um desenvolvimento não quantificado dessas rachaduras.

TÉCNICA GEOFÍSICA (CAMINHAMENTO ELÉTRICO)

Os métodos indiretos denominados geofísicos caracterizam-se por medições na superfície do terreno das variações nas propriedades físicas do subsolo, causadas por estruturas geológicas e outras heterogeneidades subterrâneas. 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 desse método 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 etc.).

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, refletindo a diversidade das condições de superfície relativas às propriedades elétricas das rochas. Para cada

distância entre AB e MN obtem-se uma profundidade de investigação.

Utilizando-se mais de uma distância, pode-se então construir seções que refletem as estruturas do subsolo. Essas 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, geometricamente caracteri-

zado por pares de eletrodos coplanares. Utilizou-se as distâncias AB e MN de 5 metros e 6 níveis de investigação em profundidade, com distâncias de 10, 15, 20, 25, 30 e 35 metros entre os centros dos dipolos, correspondendo aos níveis superpostos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente. Em um dos perfis realizados, utilizou-se a distância entre os dipolos de 2,5 m e 7 níveis de investigação, detalhando-se mais uma parte do terreno em troca de uma profundidade menor de investigação. Foram realizados 900 metros lineares de perfis, divididos em 7 pseudo-seções.

RESULTADOS OBTIDOS

CAMINHAMENTO ELÉTRICO (ARRANJO DIPOLO-DIPOLO)

As pseudo-seções foram realizadas no leito das ruas Cuba, Sandro Bruno Ferreira, Adelaide Pereira da Fonseca, "L", República Dominicana e Irene de Oliveira Diniz. Também foi realizado um perfil transversal à Rua Cuba, na altura do nº 237, cortando a região mais afetada. A malha resultante visou delimitar a zona dos abatimentos.

Para a interpretação qualitativa foi utilizada uma metodologia de classificação de anomalias, desenvolvida em trabalhos anteriores e que apresentou bons resultados. A metodologia aplicada nos estudos realizados pela CPRM na Rua Braz Filizola detectou, baseada em abordagem estatística, dois tipos de região geofisicamente definidas, correlacionadas aos fenômenos de abatimentos, na zona mais superficial.

O primeiro tipo de região é caracterizado por valores mais altos de resistividade aparente e coincide com as áreas

estáveis, onde não está ocorrendo subsidência.

O segundo tipo de região é caracterizado por valores mais baixos de resistividade aparente e coincide com as regiões móveis ou em subsidência. Evidentemente ocorre uma zona intermediária onde os valores são transicionais.

Para permitir uma melhor visualização dos fenômenos nas pseudo-seções medidas, simplificou-se os limites entre as regiões definindo-as da seguinte forma:

- zona de subsidência: região anômala condutiva definida pelos valores menores ou iguais a 75 ohm x m;

- zona intermediária: delimitada no intervalo de resistividades superiores à 75 ohm x m e inferiores a 200 ohm x m;

- zona estável: definida pelas faixas com resistividade superior a 200 ohm x m.

A seguir, são descritas sucintamente as pseudo-seções:

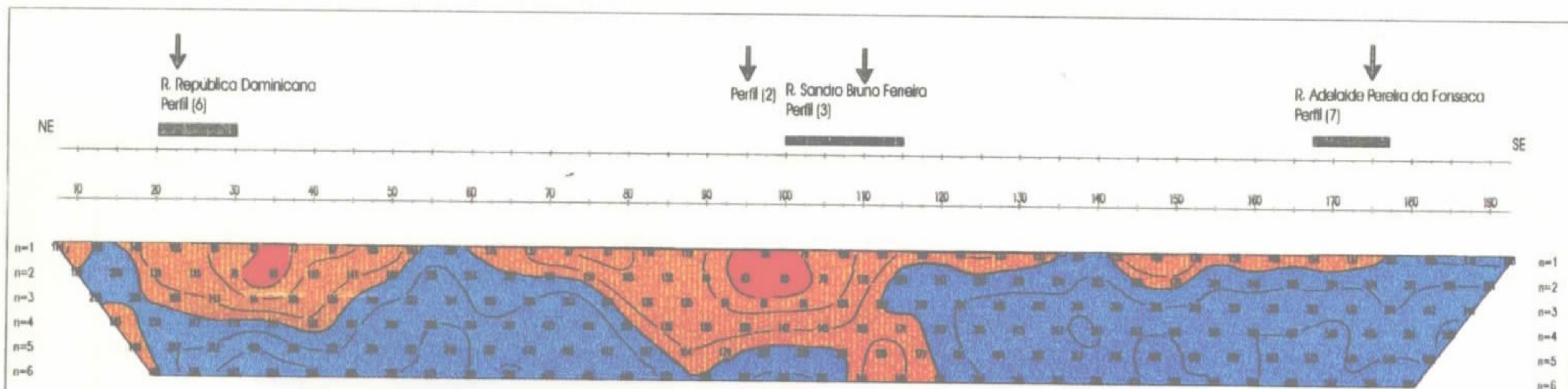
- Perfil Rua Cuba (Fig. 3)

Este perfil corta a zona mais afetada pelos abatimentos à época da realização dos ensaios. O centro da anomalia geofísica principal coincide com a zona de maior abatimento (próximo ao nº 227 da Rua Cuba). Considera-se que a zona detectada pela geofísica relacionada ao abatimento vai da estação 87,50 m à estação 120,00 m (veja perfil).

Também foi detectada uma região anômala próxima à Rua República Dominicana, entre as estações 25,00 m e 42,50 m, com o centro na estação 35,00 m, como pode ser observado no perfil.

- Perfil Transversal à Rua Cuba (Fig. 4)

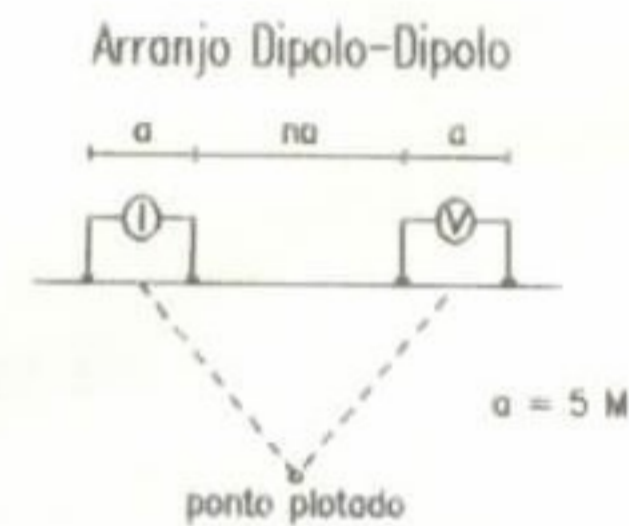
O Perfil Transversal mostra com clareza a zona de abatimento entre as estações 15,00 e 35,00 m, com centro na estação 25,00 m. Convém ressaltar que esta pseudo-seção investigou uma profundidade menor que as outras seções, em função do menor tamanho dos arranjos eletródicos de campo utilizados (dipolos de 2,50 m.)



Legenda

- Região anômala condutiva (resistividade aparente ≤ 75 ohm.m)
- Região intermediária ($75\text{ohm.m} < \text{resistividade aparente} \leq 200\text{ohm.m}$)
- Região resistiva (resistividade aparente $\geq 200\text{ohm.m}$)

- ↓ Perfil (2) Cruzamento de perfis
- ▬ Cruzamento de rua com perfil
- Isolinhas de resistividade aparente
- 291 Valor medido em ohm.m
- 40 Estação em metros



contornos logarítmicos 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, ...

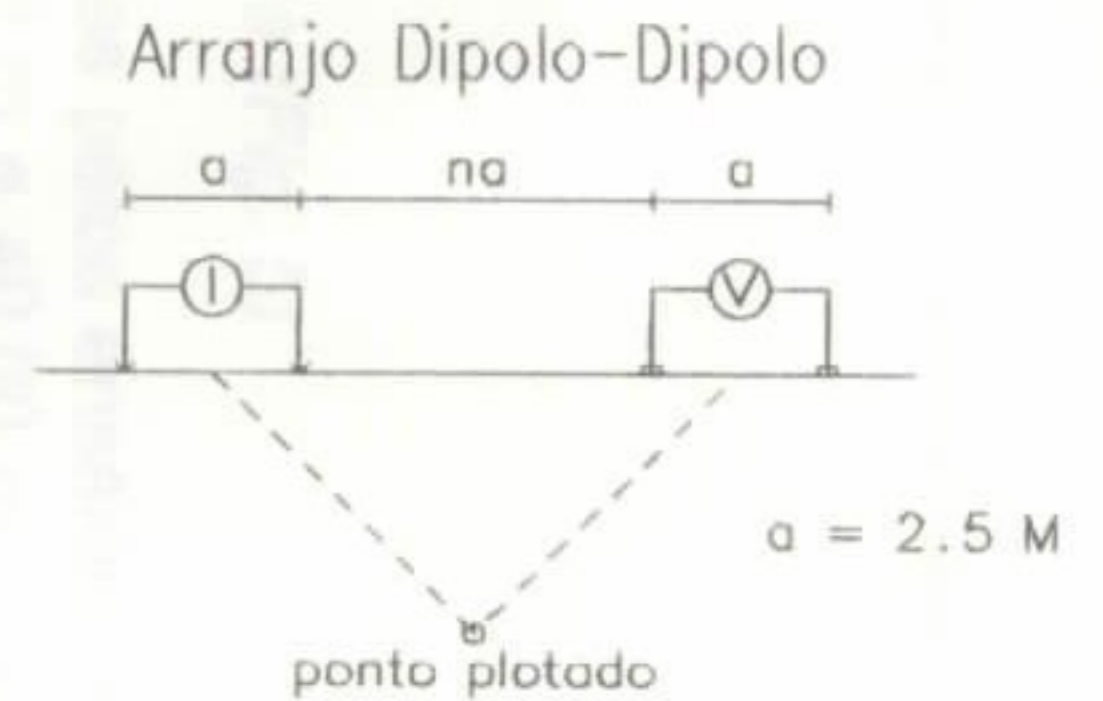
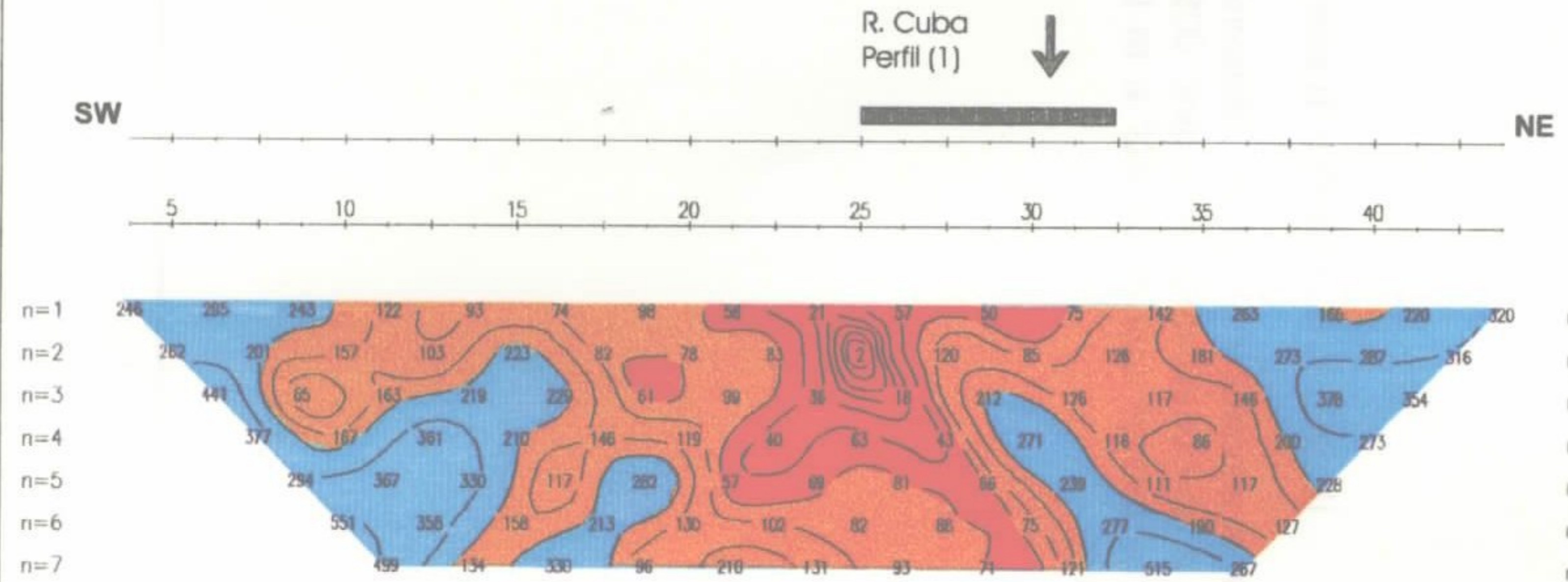


Convênio CPRM/Prefeitura Municipal de Sete Lagoas

Ensaio Geofísico de Eletroresistividade
Abatimento de solo na região da Rua Cuba
Perfil Rua Cuba (1)

Outubro de 1995
Interpretação: Fernando A. Rodrigues de Oliveira/ Frederico André Favre

Fig. 3



contornos
logarítmicos 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, ...



Legenda

	Região anômala condutiva (resistividade aparente ≤ 75 ohm.m)		Cruzamento de rua com perfil
	Região intermediária ($75\text{ohm.m} < \text{resistividade aparente} \leq 200\text{ohm.m}$)		Cruzamento de perfis
	Região resistiva (resistividade aparente $\geq 200\text{ohm.m}$)		Isolinhas de resistividade aparente
		291	Valor medido em ohm.m
		40	Estação em metros

Convênio CPRM/Prefeitura Municipal de Sete Lagoas

Ensaio Geofísico de Eletroresistividade
Abatimento de solo na região da Rua Cuba
Perfil Transversal Rua Cuba (2)

Outubro de 1995
Interpretação: Fernando A. Rodrigues de Oliveira/ Frederico André Favre

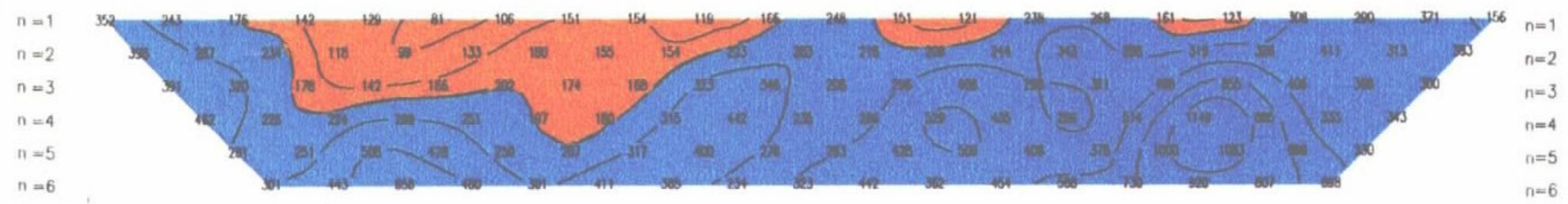
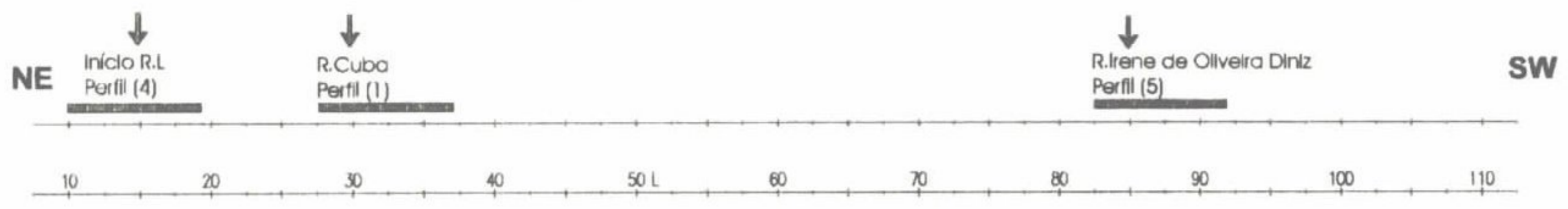
Fig. 4

- Perfil Rua República Dominicana (Fig. 5)

Poucas são as evidências obtidas pelos ensaios geofísicos de abatimentos. Exceção seja feita à faixa entre as estações 27,50 m e 40,00 m, onde valores mais baixos de resistividade aparente confirmaram a existência de uma zona com resistividade intermediária, que poderia indicar o desenvolvimento de outra subsidência.

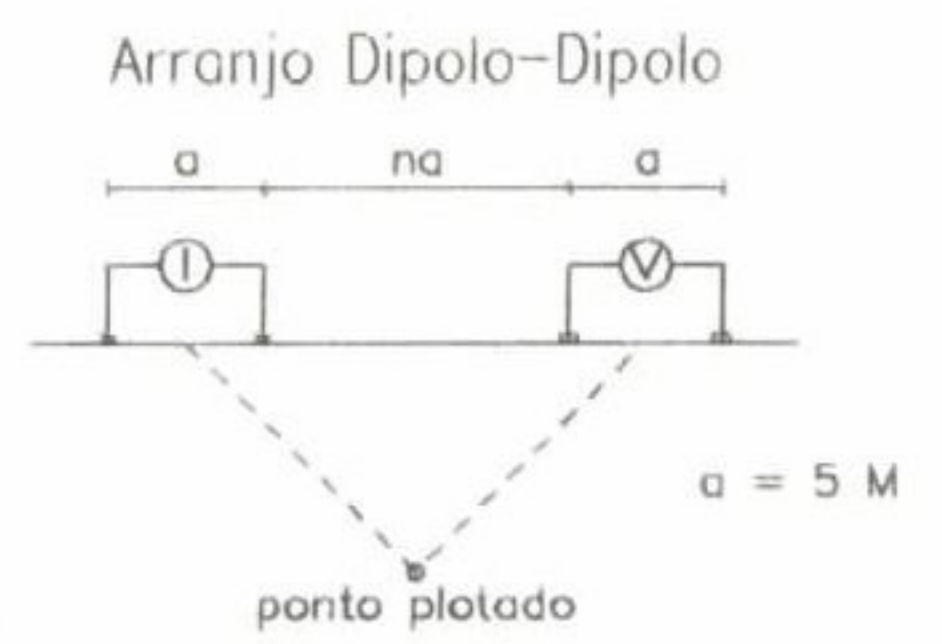
- Perfil Rua Irene de Oliveira Diniz (Fig. 6)

Este perfil apresenta, na maioria, valores representativos das faixas estáveis bem acima de 200 ohm x m, excetuando-se a região compreendida entre as estações 100,00 m a 120,00 m que apresenta alguns valores na faixa intermediária.



Legenda

- Região anômala condutiva (resistividade aparente ≤ 75 ohm.m)
- Região intermediária ($75 \text{ ohm.m} < \text{resistividade aparente} \leq 200 \text{ ohm.m}$)
- Região resistiva (resistividade aparente $\geq 200 \text{ ohm.m}$)
- Perfil (2)
- Cruzamento de rua com perfil
- Isolinhas de resistividade aparente
- 291 Valor medido em ohm.m
- 40 Estação em metros



contornos logarítmicos 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, ...

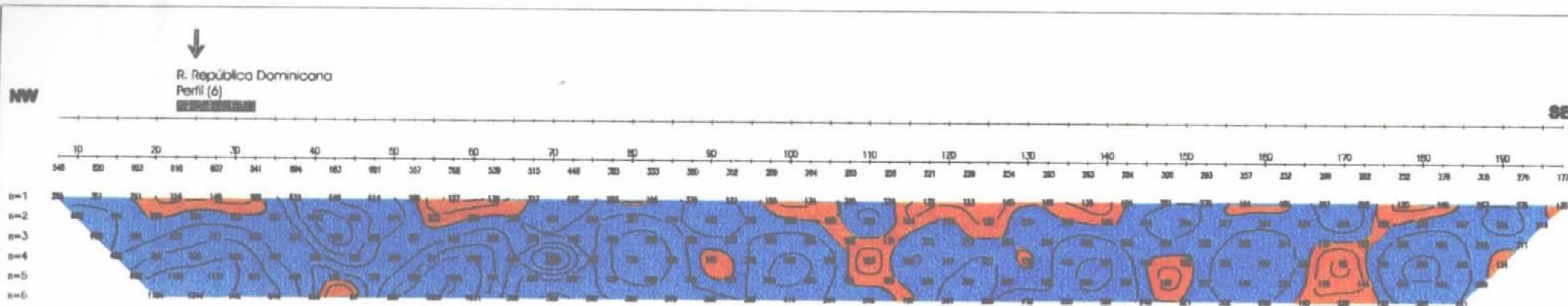


Convênio CPRM/Prefeitura Municipal de Sete Lagoas

Ensaio Geofísicos de Eletroresistividade
Abatimento de solo na região da Rua Cuba
Perfil Rua Republica Dominicana (6)

Outubro de 1995
Interpretação: Fernando A. Rodrigues de Oliveira/ Frederico André Favre

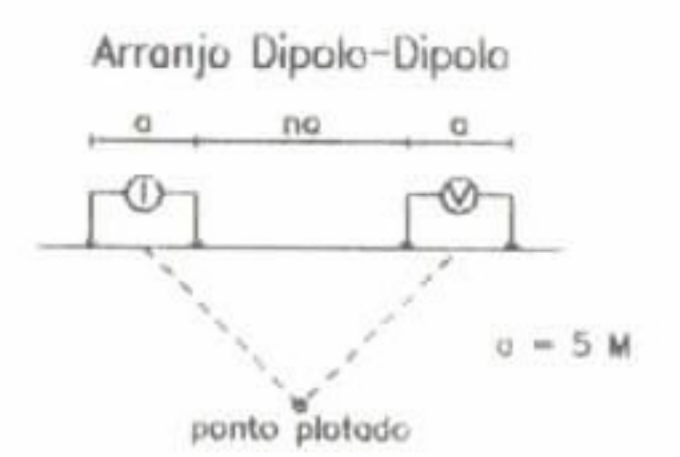
Fig. 5



Legenda

- Região anômala condutiva (resistividade aparente ≤ 75 ohm.m)
- Região intermediária ($75 \text{ ohm.m} < \text{resistividade aparente} \leq 200 \text{ ohm.m}$)
- Região resistiva (resistividade aparente $\geq 200 \text{ ohm.m}$)

- Perfil (2)
- Cruzamento de rua com perfil
- Cruzamento de perfis
- Isolinhas de resistividade aparente
- Valor medido em ohm.m
- Estação em metros



contornos
logarítmicos 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, ...

Escala Horizontal
5 0 5 10 15 20 25 30
metros

Convênio CPRM/Prefeitura Municipal de Sete Lagoas
Ensaios Geofísicos de Eletroresistividade
 Abatimento de solo na região da Rua Cuba
 Perfil Rua Irene de Oliveira Diniz (5)
 Outubro de 1995
 Interpretação: Fernando A. Rodrigues de Oliveira/ Frederico André Favre

Fig. 6

- Perfil Rua Sandro Bruno Ferreira (Fig. 7)

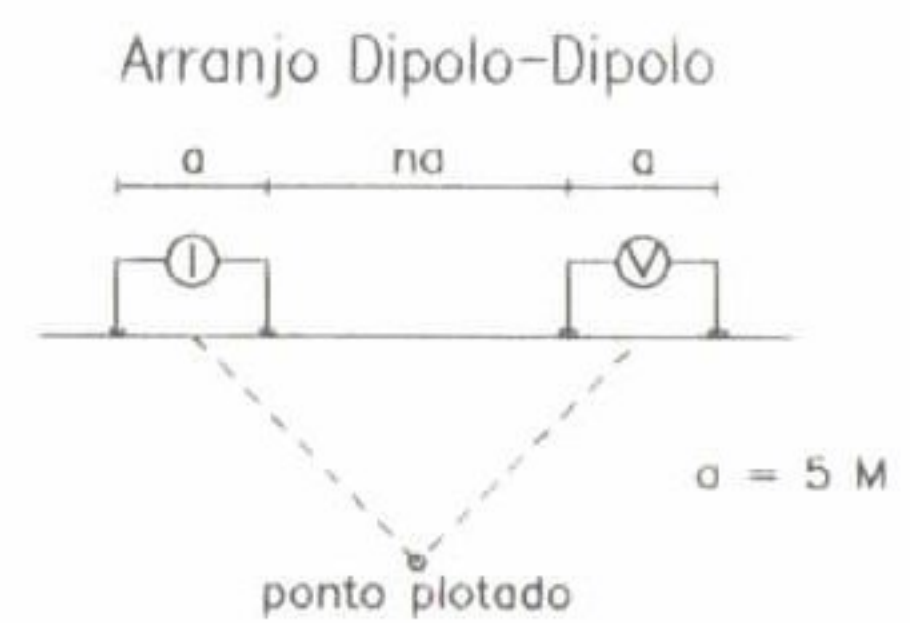
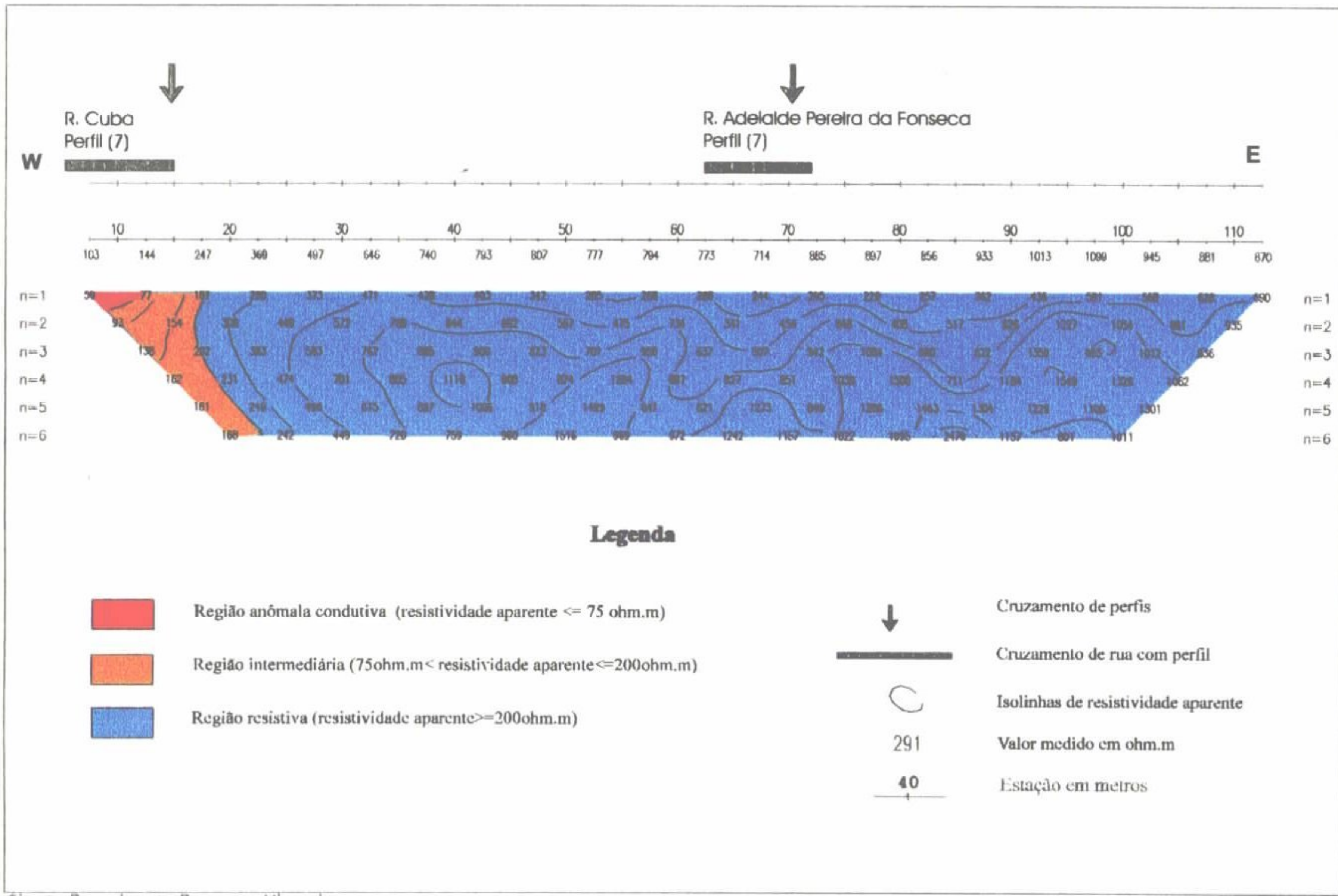
Apresenta área estável em toda a sua extensão, exceto nas estações 0 m a 20,00 m, sobre a Rua Cuba, no âmbito da zona de instabilidade já detectada nos outros perfis.

- Perfil Rua L (Fig. 8)

O perfil, segundo os critérios aqui adotados, não corta qualquer área com instabilidade.

- Perfil Rua Adelaide Pereira da Fonseca (Fig. 9)

O perfil, segundo os critérios aqui adotados, não corta qualquer área com instabilidade.



contornos logarítmicos 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, ...



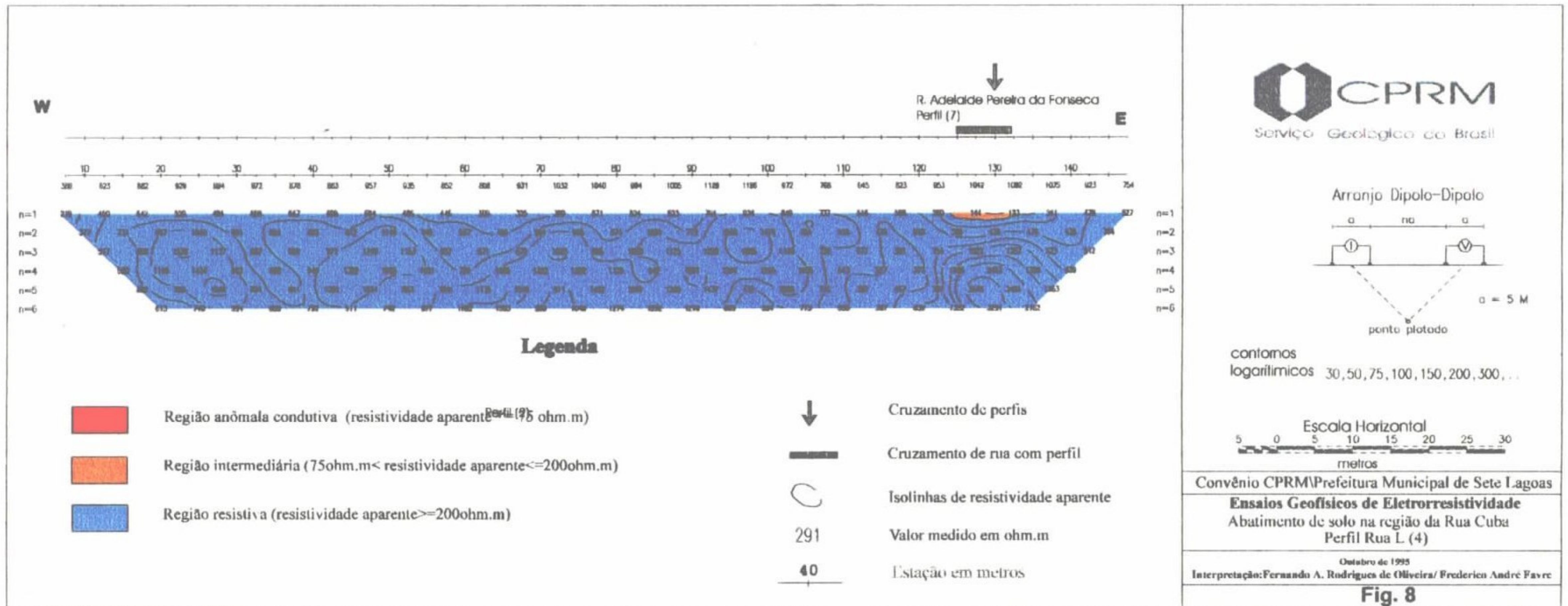
Convênio CPRM/Prefeitura Municipal de Sete Lagoas

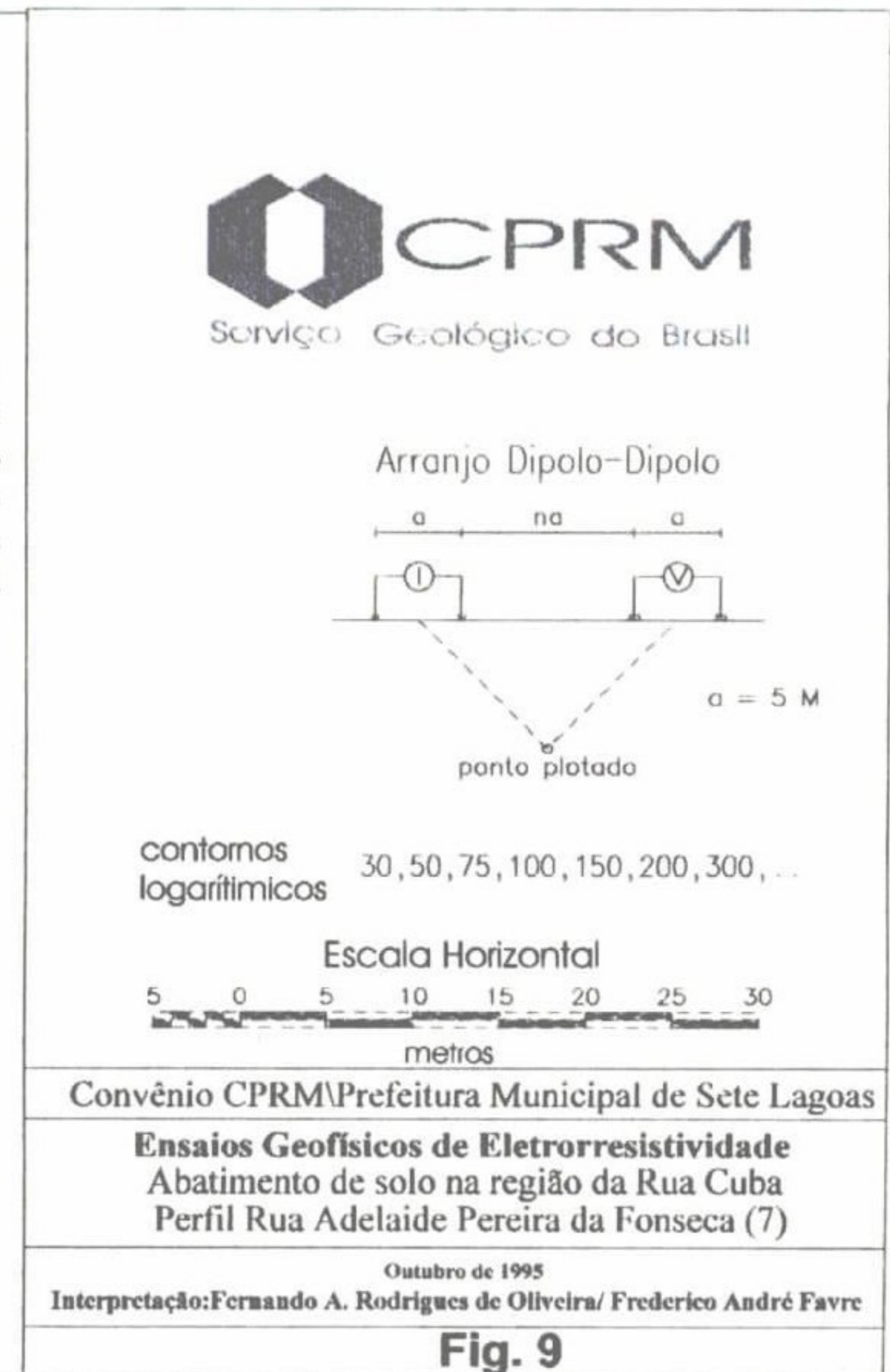
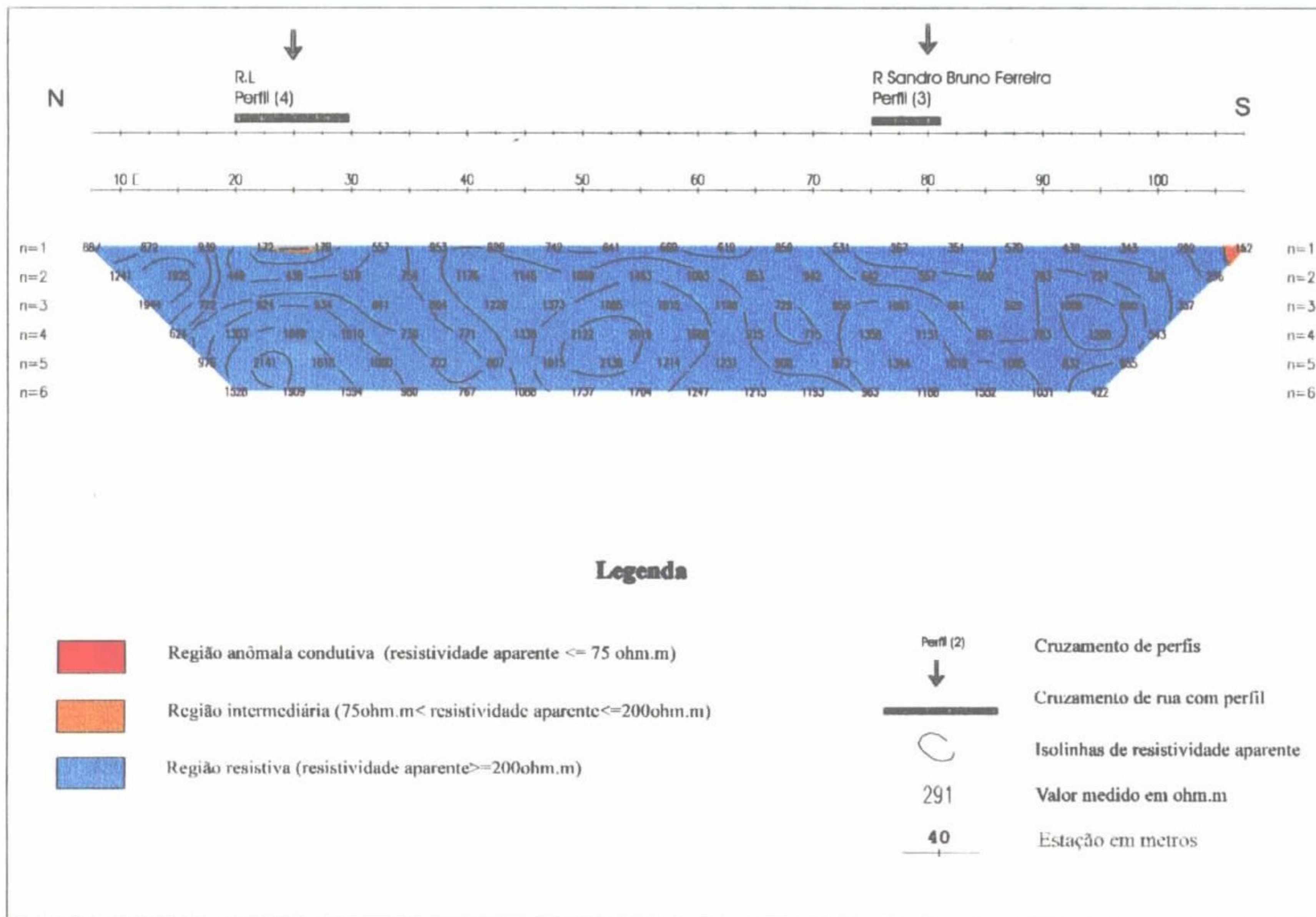
Ensaio Geofísico de Eletroresistividade
Abatimento de solo na região da Rua Cuba
Perfil Rua Sandro Bruno Ferreira (3)

Outubro de 1995

Interpretação: Fernando A. Rodrigues de Oliveira/ Frederico André Favre

Fig. 7





INTEGRAÇÃO DE DADOS

Os critérios aqui utilizados, para a separação dos valores de resistividade em zonas de subsidência e zonas estáveis, foram testados na região da Rua Braz Fili-zola, onde ocorria subsidência seme-lhante, mostrando ser esta uma abordagem eficiente na detecção e delimi-tação de zonas de abatimento.

As experiências e observações já reali-zadas na área do município indicam uma grande correlação entre os fenômenos de subsidência de solo e os fenômenos ditos cársticos.

Os abatimentos da Rua Cuba, com base nos resultados obtidos pela geofísica e pela extensão dos fenômenos ocorridos

em superfície, são considerados de origem cárstica e, portanto, ocorrem como fenômenos naturais.

A área em movimentação está delimi-tada pelas estações 87,50 m - 120,00 m no perfil geofísico realizado na Rua Cuba e pelas estações 15,00 m - 35,00 m no perfil transversal. Os outros perfis realizados na área não mostram evidências de movimentação, ficando a área afetada pela subsidência restrita às indicações acima.

Deve-se ressaltar que uma zona anômala ocorre próxima ao cruzamento entre a Rua Cuba e a Rua República Dominicana, mas em menores pro-porções.

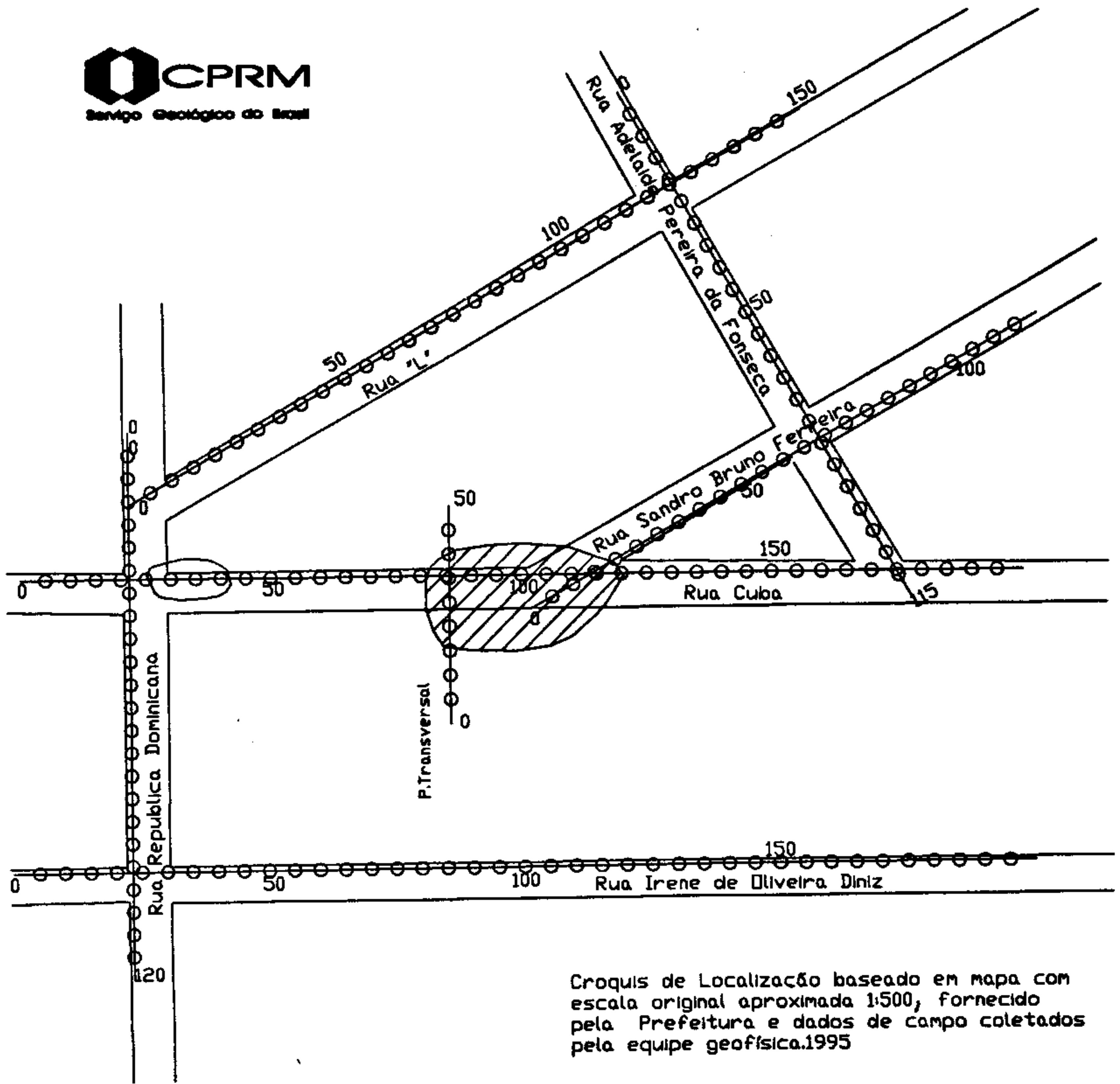
CONCLUSÕES

Os ensaios geofísicos mostram que a área de abatimento é restrita apenas à Rua Cuba, como delimitada na figura 10. A profundidade investigada pelos ensaios geofísicos é da ordem de 15,00 m e as anomalias geofísicas detectadas indicam a continuidade dessa zona de abatimento abaixo da zona alcançada pelos ensaios geofísicos. Esse fato reforça a interpretação de que se encontra aí uma zona de abatimento cárstico. Os abatimentos cársticos são eventos geológicos naturais que ocorrem em parte da área do município de Sete Lagoas, em razão da existência de rochas compostas por carbonatos no substrato rochoso.

Uma área é considerada de risco geológico quando ocorre circunstância ou situação de perigo, perda ou dano social e econômico devido a uma condição geológica ou a uma possibilidade de ocorrência de processo geológico induzido ou não (Ogura et al 1992).

Em decorrência das evidências, tanto geofísicas quanto aquelas obtidas pelas observações "in loco", julga-se de risco geológico a zona delimitada na figura 10 (área hachurada). Deve-se ponderar até mesmo quanto à possibilidade de retirada de moradores das casas mais afetadas daquela área, em função do risco de desabamento das mesmas, caso continue a evolução do fenômeno de abatimento, o que deverá ser periodicamente verificado no local.

Recomenda-se, também, dar continuidade aos esforços, buscando um maior entendimento desse fenômeno geológico, de forma a encontrar indicadores eficientes de risco, permitindo o estabelecimento de medidas de prevenção de acidentes e diminuição da magnitude desses processos geológicos e hidrogeológicos.



Escala (m)

LEGENDA

- || Rua
- ○ Posição de eletrodo de medida sobre o perfil
- 120 Distância em metros relativa a posição inicial do perfil



Área de influência do abatimento determinada pela Geofísica, sob risco geológico.



Área anômala a ser verificada

Fig. 10 Delimitação das áreas de risco de abatimento determinada pela Geofísica.

BIBLIOGRAFIA

- CETEC. Abatimento de solo na cidade de Sete Lagoas - MG. Centro Tecnológico de Minas Gerais. Relatório. p. 12. Belo Horizonte. 1988.
- DANDERFER, A. Mapa de fotolineamentos (Interpretado a partir de fotografias aéreas 1:60.000) - Escala 1:150.000. In CETEC. Abatimento de solo na cidade de Sete Lagoas - MG. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Relatório, p. 12. Belo Horizonte. 1988.
- DANDERFER, A. Mapa de fotolineamentos (Interpretado a partir de imagens de radar 1:100.000) - Escala 1:150.000. Inédito. Cia de Pesquisa de Recursos Minerais. Belo Horizonte. 1991.
- OGURA, A. T. et al. Riscos Geológicos Urbanos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37. São Paulo, 1992. Short Course, São Paulo. SBG. Apostila, p. 55. 1992
- OLIVEIRA, F. A. R. Ensaio geofísico para o estudo de acidentes geológicos urbanos na região cárstica de Sete Lagoas - Projeto VIDA. IIº SIMPÓSIO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE E MINAS GERAIS. Belo Horizonte, 1992.
- OLIVEIRA, F. A. R. Geofísica Aplicada ao Estudo dos Abatimentos de Solo da Rua Braz Filizola - Sete Lagoas. Relatório. Cia de Pesquisa de Recursos Minerais. Belo Horizonte. 1994.
- TEODORO, A. P.; DANIEL, P. H. Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas e Adjacências com vistas à Aplicação no Planejamento Urbano. CPRM/UFMG. Relatório de Graduação. p. 46. Belo Horizonte. 1992.

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA GESTÃO E ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL – GATE

Objetivam a criação de produtos relacionados ao meio físico e à gestão ambiental, destinados a subsidiar tecnicamente as decisões dos planejadores e administradores dos diversos tipos de espaços geográficos do território nacional.

As publicações decorrentes dessa linha de atuação da CPRM apontam contribuições das mais diversas áreas do conhecimento ao interesse da ocupação e aproveitamento do meio ambiente, respeitado o condicionamento do meio físico.

Nesse contexto, as publicações foram agrupadas consoante os temas a seguir discriminados:

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS
SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
SÉRIE DOCUMENTAÇÃO
SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL
SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS
SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS
SÉRIE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS

Superintendência Regional de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Caracterização Pedológica – Região de Sete Lagoas/Lagoa Santa – MG. 1994.
- Vol. 02 - Caracterização Geomorfológica – Região de Sete Lagoas/Lagoa Santa – MG. 1994.
- Vol. 03 - Uso da Terra e Caracterização da Cobertura Vegetacional – Região de Sete Lagoas/ Lagoa Santa – MG. 1994.
- Vol. 04 - Dinâmica do Processo Erosivo – Região de Sete Lagoas/Lagoa Santa – MG. 1994.

Superintendência Regional de Porto Alegre

- Vol. 01 - Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí – RS. 1994.
- Vol. 02 - Pedologia da Bacia do Rio Gravataí – RS. 1994.
- Vol. 03 - Geologia do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 04 - Geomorfologia do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 05 - Pedologia do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 06 - Cobertura Vegetal do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 07 - Geologia do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 08 - Geomorfologia do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 09 - Cobertura Vegetal do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 10 - Formações Superficiais do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 11 - Pedologia do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 12 - Vegetação e Uso atual do Solo do Município de Criciúma – SC. 1994.
- Vol. 13 - Áreas de Proteção Legal no Município de Criciúma – SC. 1995.
- Vol. 14 - Pedologia do Município de Criciúma – SC. 1995.
- Vol. 15 - Vegetação do Município de Xangri-Lá – RS. 1995.
- Vol. 16 - Cobertura Vegetal do Município de Triunfo – RS. 1995.
- Vol. 17 - Cobertura Vegetal da Área da Sede do Município de Triunfo – RS. 1995.
- Vol. 18 - Geologia do Município de Xangri-Lá – RS. 1995.
- Vol. 19 - Cobertura Vegetal do Município de Eldorado do Sul – RS. 1995.
- Vol. 20 - Solos do Município de Xangri-Lá – RS. 1995.
- Vol. 21 - Declividade do Município de Criciúma – SC. 1995.
- Vol. 22 - Situação Legal das Áreas Mineradas no Município de Criciúma – SC. 1995.

Superintendência Regional de Recife

- Vol. 01 - Levantamento Gravimétrico da Área Sedimentar da Região Metropolitana do Recife – PE. 1994.

Superintendência Regional de Belém

- Vol. 01 - Estudo Hidrogeológico da Área Urbana de Marabá – PA.
- Vol. 02 - Estudo Hidrogeológico da Área Urbana de Redenção – PA.
- Vol. 03 - Estudo Hidrogeológico da Área Urbana de Santa Isabel – PA.

- Vol. 04 - Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos da Área Reservada à Implantação do Distrito Industrial de Redenção – PA.
Vol. 05 - Informações Ambientais sobre Áreas Propícias à Alocação do Distrito Industrial e à Disposição de Rejeitos no Município de Redenção – PA.

SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Superintendência Regional de Porto Alegre

- Vol. 01 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo de Estância Velha – RS. 1994.
Vol. 02 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre – RS. 1994.
Vol. 03 - Fontes de Poluição e Degradação Ambiental do Município de Estância Velha – RS. 1994.
Vol. 04 - Catástrofe de Igrejinha – RS. 1994.
Vol. 05 - Catástrofe de Nova Hartz – RS. 1994.
Vol. 06 - Avaliação Geofísica da Pluma Poluidora Gerada por um Depósito de Lodo de Curtume – Estância Velha – RS. 1994.
Vol. 07 - Geofísica Aplicada à Detecção da Contaminação das Águas Subterrâneas no Depósito de Lixo de Alvorada – RS. 1995.
Vol. 08 - Fontes de Poluição no Município de Criciúma – SC. 1995.
Vol. 09 - Áreas Degradadas pela Atividade Mineira no Município de Criciúma – SC. 1995.

Superintendência Regional de Recife

- Vol. 01 - Os Aterros Sanitários e a Poluição das Águas Subterrâneas – Região Metropolitana do Recife – PE. 1994.

Superintendência Regional de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Espeleologia, Inventário de Cavidades Naturais, Região de Matozinhos, Mocambo – MG. 1994.

SÉRIE DOCUMENTAÇÃO

Superintendência Regional de Porto Alegre

- Vol. 01 - Documentação Básica do Projeto. Estância Velha – RS. 1994.
Vol. 02 - Sinopse dos Trabalhos Realizados – PROTEGER – RS. 1994.

Superintendência Regional de Recife

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas – Região Metropolitana do Recife – PE. 1994.

Superintendência Regional de São Paulo

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas – Região Metropolitana de Curitiba – PR. 1994.
Vol. 02 - Subsídios para Caracterização do Meio Físico – Informações Básicas. 1994.
Vol. 03 - Procedimentos Metodológicos para Elaboração do Índice de Informações Cartográficas da Região Metropolitana de Curitiba – PR. 1995.

Residência de Fortaleza

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas – Região Metropolitana de Fortaleza – CE. 1994.
Vol. 02 - Índice de Informações Cartográficas – Região Costeira do Ceará – CE. 1994.
Vol. 03 - Índice de Informações Cartográficas – Região do Cariri – CE. 1994.

Superintendência Regional de Belém

- Vol. 01 - Banco de Dados de Águas Subterrâneas – Área Urbana de Marabá – PA.

SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Superintendência Regional de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Socioeconomia, Zoneamento Geomorfológico, Geologia, Uso da Terra e Cobertura Vegetal, Caracterização dos Solos e Avaliação da Capacidade de Uso das Terras do Município de Capim Branco – MG. 1994.
- Vol. 02 - Hidrologia (Uso das Águas Subterrâneas), Hidrogeologia (Favorabilidade à Exploração de Água Subterrânea), Geotecnia (Zoneamento Geotécnico), Espeleologia e Declividade do Município de Capim Branco – MG. 1994.
- Vol. 03 - Cartografia Geotécnica de Planejamento – Região de Sete Lagoas/Lagoa Santa – MG. 1994.
- Vol. 04 - Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas com Vistas à Aplicação no Planejamento Urbano. MG. 1994.
- Vol. 05 - Uso da Terra e Caracterização da Cobertura Vegetacional - Município de Sete Lagoas, MG. 1996
- Vol. 06 - Caracterização Pedológica e Aptidão Agrícola - Município de Sete Lagoas, MG. 1996.
- Vol. 07 - Zoneamento Geotécnico e Aptidão dos Terrenos - Município de Sete Lagoas, MG. 1996.
- Vol. 08 - Geofísica Aplicada aos Estudos dos Abatimentos de Solo da Rua Braz Filizola - Município de Sete Lagoas, MG. 1996.
- Vol. 09 - Estudos Geotécnicos de Caxambu, MG. 1996

Superintendência Regional de Porto Alegre

- Vol. 01 - Diagnóstico Setorial da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS. 1994.
- Vol. 02 - Cobertura Vegetal e Ocupação Atual do Solo da Área de Influência da Barragem Olaria Velha e da Bacia do Rio Gravataí – RS. 1994.
- Vol. 03 - Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí – RS. 1994.
- Vol. 04 - Adequação do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí – RS. 1994.
- Vol. 05 - Isodeclividade da Bacia do Rio Gravataí – RS. 1994.
- Vol. 06 - Áreas de Inundação, Alagamento e Banhados da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS. 1994.
- Vol. 07 - Isodeclividade do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 08 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 09 - Áreas com Restrição à Mineração do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 10 - Áreas com Maior Favorabilidade à Mineração e Menor Risco Ambiental do Município de Parobé – RS. 1994.
- Vol. 11 - Isodeclividade do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 12 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 13 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 14 - Áreas de Proteção do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 15 - Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 16 - Adequação do Uso Agrícola do Solo Rural do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 17 - Uso Recomendado do Solo do Município de Estância Velha – RS. 1994.
- Vol. 18 - Diagnóstico Preliminar dos Aspectos Ambientais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul – RS. 1994.
- Vol. 19 - Seleção Preliminar de Áreas para o Futuro Distrito Industrial do Município de Nova Santa Rita – RS. Estudo Geológico-Geotécnico. 1995.
- Vol. 20 - Alternativas Locacionais para Áreas Industriais e Tratamento de Esgotos Domésticos do Município de Portão – RS. Subsídios à Elaboração de Plano Diretor. 1995.
- Vol. 21 - Subsídios à Avaliação de Áreas Potencialmente Favoráveis à Implantação de Aterros Sanitários no Município de Lauro Müller – SC. 1995.
- Vol. 22 - Diagnóstico da Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos do Litoral Norte e Médio do Estado do Rio Grande do Sul. 1995.
- Vol. 23 - Áreas de Proteção Legal no Município de Xangri-Lá – RS. 1995.
- Vol. 24 - Seleção de Áreas para Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS – Mapeamento das Áreas Favoráveis. Etapa 1. 1995.
- Vol. 25 - Carta de Uso Recomendado do Solo do Município de Parobé - RS. 1996.

Superintendência Regional de Recife

- Vol. 01 - Metodologia para Estudos Neotectônicos Regionais. Caso João Câmara – RN. 1994.

Superintendência Regional de Salvador

- Vol. 01 - Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. Informações Básicas do Meio Físico – BA. 1994.
- Vol. 02 - Área de Proteção Ambiental de Mangue Seco. Plano Manejo – BA. 1994.

Vol. 03 - Informações Básicas para o Planejamento e Administração do Meio Físico – Mapas Municipais de Morro do Chapéu – BA. 3 v. 1995.

Superintendência Regional de São Paulo

Vol. 01 - Áreas Naturais sob Proteção – Região Metropolitana de Curitiba – PR. 1994.

Vol. 02 - Cartas Temáticas de Planejamento da Região Metropolitana de Curitiba – PR. 1994.

Residência de Fortaleza

Vol. 01 - Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza – CE. 1995.

SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS

Superintendência Regional de Recife

Vol. 01 - Turismo Geocientífico: Uma Viagem no Tempo – RE. 1994.

SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Vol. 01 - Hidrologia e Qualidade das Águas de Superfície - Município de Caxambu, MG. 1996.

Superintendência Regional de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Hidrogeológico do Município de Estância Velha – RS. 1994.

Vol. 02 - Monitoramento Hídrico da Bacia do Rio Gravataí – RS. 1994.

Vol. 03 - Potencial Hídrico Subterrâneo do Município de Nova Hartz – RS. 1994.

Vol. 04 - Avaliação Geofísica das Águas Subterrâneas no Balneário de Capão Novo – RS. 1994.

Vol. 05 - Mapa de Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma – SC. 1994.

Vol. 06 - Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma – SC. Relatório Final. 1995.

Superintendência Regional de Recife

Vol. 01 - Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife – PE. 1994.

Residência de Fortaleza

Vol. 01 - Água no Sertão do Pajeú. Município de Afogados da Ingazeira – 1994.

Vol. 02 - Vulnerabilidade Natural das Unidades Aqüíferas da Região do Cariri – CE. 1995.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS

Superintendência Regional de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não-Metálicos do Município de Parobé – RS. 1994.

Vol. 02 - Áreas Mineradas para Carvão – Município de Criciúma – SC. 1994.

Vol. 03 - Potencial para Não-Metálicos do Município de Criciúma – SC. 1994.

Superintendência Regional de Recife

Vol. 01 - Potencial Mineral de Não-Metálicos da Região Metropolitana de Fortaleza – CE. 1994.

Vol. 02 - Insumos Minerais no Sertão do Pajeú: Calcários e Mármore – PE. 1994

Vol. 03 - A Mineração na Região Metropolitana do Recife – PE. 1994.

Vol. 04 - A Atividade Extrativa Mineral em Jaboatão dos Guararapes – PE. 1994.

Vol. 05 - Fosfato de Olinda e os Conflitos de Mineração. Região Metropolitana do Recife – PE. 1994.

Vol. 06 - Diagnóstico Geoeconômico Acopiara – CE. 1995.

Vol. 07 - Diagnóstico Geoeconômico do Município de Banabuiú – CE. 1995.

Vol. 08 - Avaliação da Potencialidade Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe – CE. 1995.

Vol. 09 - Minerais Não-Metálicos – Região do Cariri – CE. 1995.

Vol. 10 - Diagnóstico Geoeconômico do Município de Maranguape – CE. 1995.