

**PROJETO
RIO DAS VELHAS**

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-
GEOFÍSICA DAS MINERALIZAÇÕES
AURÍFERAS DO GREENSTONE BELT
RIO DAS VELHAS**

Mina do Córrego do Sítio, Sta. Bárbara, MG

*Por:
Eng^o Minas/Geofísico Marcelo Araiijo Vieira*

Belo Horizonte, dezembro de 1996



Serviço Geológico do Brasil
Superintendência Regional de Belo Horizonte
Serviço de Geofísica Aplicada

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Raimundo Mendes de Brito
Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

Giovanni Toniatti
Secretário



CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Carlos Ottí Berbert
Diretor - Presidente

Antônio Juarez Milmann Martins
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Idelmar da Cunha Barbosa
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Gil Pereira de Azevedo
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Augusto Wagner Padilha Martins
Diretor de Administração e Finanças

Sabino Orlando C. Loguércio
Chefe do Departamento de Geologia

Mário José Metelo
Chefe da Divisão de Geofísica

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL EM BELO HORIZONTE

Osvaldo Castanheira
Superintendente

Claiton Piva Pinto
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Antonino Juarez Borges
Coordenador do Serviço de Geofísica Aplicada

Nelson Baptista de Oliveira Resende Costa
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

CRÉDITOS DE AUTORIA

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Engenheiro de Minas/Geofísico | - Marcelo de Araújo Vieira |
| Assistente Executivo/Físico | - Frederico André Favre |
| Técnico de Prospecção | - Júlio de Freitas Fernandes Vasques |
| Técnico de Prospecção | - Maurício Vieira Rios |

APOIO TÉCNICO

| | |
|-----------|------------------------------|
| Geofísico | - Antonino Juarez Borges |
| Geofísico | - Michael Gustav Peter Drews |
| Geofísico | - Edson Lopes Barreto |
| Geólogo | - Sérgio Lima da Silva |

APOIO TÉCNICO PARA EDIÇÃO

| | |
|----------------------|---------------------------|
| Digitação/editoração | - Maria Alice Rolla Becho |
|----------------------|---------------------------|

Sumário

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 1 |
| OBJETIVOS | 3 |
| METODOLOGIA APLICADA | 5 |
| LEVANTAMENTO DE SEMI-DETALHE - ÁREA MINA CÓRREGO DO SÍTIO | 5 |
| LEVANTAMENTO DE DETALHE - FRETE DE LAVRA DA MINA ROSALINO | 6 |
| DADOS DE EXECUÇÃO | 7 |
| LOCALIZAÇÃO E ACESSO | 7 |
| EQUIPE EXECUTORA | 7 |
| EQUIPAMENTOS UTILIZADOS | 8 |
| DADOS DE PRODUÇÃO | 8 |
| MINA CÓRREGO DO SÍTIO | 8 |
| MINA ROSALINO | 8 |
| GEOLOGIA | 9 |
| INTERPRETAÇÃO DOS DADOS - INTEGRAÇÃO | |
| GEOLÓGICO/GEOFÍSICA | 11 |
| ÁREA MINA CÓRREGO DO SÍTIO | 11 |
| MAGNETOMETRIA | 11 |
| GAMAESPECTROMETRIA | 12 |
| POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP) E ELETORRESISTIVIDADE (ER) | 12 |
| MINA ROSALINO | 13 |
| CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 15 |
| BIBLIOGRAFIA | 17 |

SUMÁRIO DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Mapa de Situação (1:1.150.000, 1:100.000)
- FIGURA 2 - Mapa de Localização dos Trabalhos Geofísicos (1:25.000)
- FIGURA 3 - Mapa Geológico Regional (1:25.000)
- FIGURA 4 - Mapa de Contorno e Primeira Derivada do Campo Magnético Total (1:25.000)
- FIGURA 5 - Mapa de Perfis Rebatidos Magnéticos (1:25.000)
- FIGURA 6 - Mapa de Perfis Rebatidos e de Contorno do Canal de Contagem Total
- FIGURA 7 - Mapa de Perfis Rebatidos de K e Integração Geológico-Geofísica (1:25.000)
- FIGURA 8 - Mapa de Contorno e de Picos de Anomalias do Canal de K
- FIGURA 9 - Mapa de Perfis Rebatidos e de Contorno do Canal de U (1:25.000)
- FIGURA 10 - Mapa de Perfis Rebatidos e de Contorno do Canal de Th (1:25.000)
- FIGURA 11 - Perfil de Polarização Induzida, Eletroresistividade e Seção Topográfica (1:10.000)
- FIGURA 12 - Mapa de Perfis Rebatidos e de Teor de Au - Mina do Rosalino (1:500)
- FIGURA 13 - Mapa de Contorno do Teor de Au - Mina do Rosalino (1:500)
- FIGURA 14 - Mapa de Perfis Rebatidos de K e Au - Mina do Rosalino (1:500)
- FIGURA 15 - Mapa de Contorno do Canal de Potássio - Mina do Rosalino (1:500)

SUMÁRIO DE FOTOS

- FOTO 1 - Vista Geral da Mina do Córrego do Sítio
- FOTO 2 - Vista da Usina de Tratamento e Pilhas de Lixiviação
- FOTO 3 - Tanque de Solução Aurífera
- FOTO 4 - Vista da Mina Rosalino e Frentes de Lavra
- FOTO 5 - Magnetômetro G-826 e Sensor Geometrics
- FOTO 6 - Gamaespectrômetro GR-410A - Exploranium e Blindagem de Chumbo
- FOTO 7 - Transmissor IPC-7 e Receptor IPR-12 Scintrex
- FOTO 8 - Receptor IPR-12 em Operação de Campo
- FOTO 9 - Canal de Amostragem da Mina Rosalino
- FOTO 10 - Medidas de Gamaespectrometria dentro dos Canais de Amostragem - Rosalino

INTRODUÇÃO

O Aerolevanteamento Geofísico de Detalhe do Projeto Rio das Velhas, realizado pelo convênio DNPM/Consórcio de Empresas de Mineração (DNPM, 1992) e o Mapeamento Geológico do Greenstone Belt Rio das Velhas (DNPM/CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 1994/1996), proporcionaram um grande avanço científico-tecnológico, tanto na qualidade quanto na quantidade das informações geológicas deste greenstone, fomentando de forma acentuada, a prospecção mineral na região do Quadrilátero Ferrífero, notoriamente umas das principais províncias minerais do país.

Neste contexto de desenvolvimento, o Convênio DNPM/CPRM concebeu em 1993, um amplo programa de pesquisa metodológica visando definir a Caracterização Geológico-Geofísica do Greenstone Belt Rio das Velhas, através de uma programação constituída de três etapas:

Etapa I - Caracterização Geológico-Geofísica do Greenstone Belt Rio das Velhas - Levantamento Regional (Vieira, Marcelo Araújo e Silva, Sérgio Lima - 1994 Belo Horizonte, s. Ed - DNPM/CPRM).

Etapa II - Análise Estatística Integrada dos Dados Geológicos e Geofísicos do Greenstone Belt Rio das Velhas.

Etapa III - Caracterização Geológico-Geofísica das Mineralizações do Greenstone Belt Rio das Velhas.

A Etapa I do projeto consistiu na cobertura de 65.000m de perfis estratégicos de magnetometria e gamaespectrometria com observações geológicas ponto a ponto, em estações espaçadas de 25m. Os resultados propiciaram determinar o posicionamento exato, no terreno, das anomalias e feições mostradas pelo aerolevanteamento e a diferenciação de 14 unidades e litologias do Grupo Nova Lima através de parâmetros geofísicos, principalmente, o nível de radiação gama de Potássio. Estas informações foram de grande valia para o mapeamento geológico do Rio das Velhas e para a prospecção mineral, sobretudo pelo fato da gamaespectrometria ter conseguido detectar e delimitar inúmeras zonas de alteração hidrotermal (ZS - sericitização), tornando-se desta forma, ferramenta de grande importância para a prospecção e pesquisa das mineralizações auríferas associadas à estes processos.

Assim, esses resultados justificaram o andamento do programa para viabilização da Etapa II, ora em estudos, e da Etapa III - Caracterização Geológico-Geofísica das Mineralizações Auríferas do Greenstone Belt Rio das Velhas, objeto do presente relatório.

Em dezembro de 1994, testes expedidos foram realizados na Mina do Córrego do Sítio (Mineração Itajobi Ltda. - Grupo Morro Velho), no município de Santa Bárbara (MG),

cujos resultados preliminares mostraram que a área era adequada para o estudo da caracterização das mineralizações locais. Desse modo, um acordo de colaboração técnico-científico foi estabelecido entre o Grupo Morro Velho e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM/Serviço Geoló-

gico do Brasil, colocando a Mina do Córrego do Sítio, e toda sua estrutura funcional para a execução de um estudo piloto. Os resultados desta etapa III foram altamente significativos, proporcionando, assim, metodologias eficientes para a prospecção de mineralizações auríferas do Grupo Nova Lima.

OBJETIVOS

- Procurar definir padrões magnetométricos e gamaespectrométricos, característicos das zonas mineralizadas existentes em toda área da Mina Córrego do Sítio.
- Determinar possíveis correlações entre os teores de ouro das frentes de lavra, com os níveis de radiação gama de Urânio, Tório, Potássio e Contagem Total, através de medições gamaespectrométricas de detalhes (estações espaçadas de 1 em 1m). Caso os resultados sejam positivos, a metodologia geofísica poderia ser usada para indicar locais com maiores concentrações auríferas, diminuindo os custos e o tempo necessário com análises de laboratório, das amostragens de rotina, das frentes de lavra. Ademais, este procedimento poderia também ser usado em situações de emergência na impossibilidade de se dispor de resultados de análises químicas.
- Testar a viabilidade de aplicação do método de polarização induzida (IP) visando detectar mineralizações sulfetadas a maiores profundidades em locais de mineralizações conhecidas através de furos de sonda.

METODOLOGIA APLICADA

LEVANTAMENTO DE SEMI-DETALHE - ÁREA MINA CÓRREGO DO SÍTIO

Esta área cobre as minas de Rosalino, Grotta Funda, Lajeado, Cachorro Bravo, Cristina, e Crista/Laranjeira (Fotos 1,2 e 3). Foram executados 08 (oito) perfis geofísicos através de magnetometria de campo total e gamaespectrometria com discriminação dos canais de contagem total, potássio, urânio e tório, usando-se o tempo de integração de 2 minutos (Cp2m), com leitura das estações espaçadas de 25 (vinte e cinco) metros. Os perfis foram locados, tanto quanto possível, perpendiculares à direção das estruturas geológicas, e os dados coletados, tratados, corrigidos, processados e plotados em escala compatível com as informações geológicas.

Devido ao caráter de semi-detalle do levantamento geofísico e tendo como base os resultados da Etapa I do projeto (65 km de perfis), os dados de magnetometria não sofreram correções das variações diurnas. Os dados de gamaespectrometria foram levantados com o cuidado de evitar fatores secundários causadores de erro aleatório, segundo as seguintes especificações:

- leituras com tempo de integração de 2 (dois) minutos em cada estação
- geometria da estação, na média, do tipo 2 J

- altura do sensor (cristal) constante, da ordem de 35 cm do solo
- calibração diária do gamaespectrômetro
- estabilização de drift e temperatura automática
- eliminação de fontes culturais de radiações
- supressão de medidas em dias chuvosos - efeito radônio.

No tratamento dos dados radiométricos terrestres, são três os fatores de importância considerados, quais sejam, espalhamento compton, constantes de sensibilidade e escolha de background. Para a redução dos valores medidos no campo, usou-se as fórmulas convencionais adaptadas para o tipo de equipamento utilizado e seu respectivo cristal (Exploranium GR-410 A, com cristal de $3" \times 3" = 21,2 \text{ in}^3$). O valor de background assumido foi definido como média de radiação gama detectada sobre um espelho d'água de 5,0 metros de profundidade. Essa redução permitiu transformar os dados de campo medidos em Cp2m (contagens por dois minutos) em Cps (contagens por segundo) para o canal de contagem total, porcentagem (%) para o canal de potássio e ppm (partes por milhão) para os canais de urânio e tório.

Todos os dados geofísicos foram plotados na forma de perfis rebatidos e mapas de contorno, os quais serviram de base para as devi-

das interpretações e correlações geológicas.

Também, nessa área, foi executado um perfil de polarização induzida, no arranjo dipolo-dipolo, com intervalo de 50 metros entre os eletrodos, com leituras até o sexto nível de investigação, com a finalidade de se testar a viabilidade do emprego do método visando a prospecção de corpos sulfetados disseminados e maciços, a maiores profundidades, perfil este localizado em uma faixa estratégica, cortando mineralizações já delimitadas por trabalhos de sondagem.

LEVANTAMENTO DE DETALHE - FRENTE DE LAVRA DA MINA ROSALINO

Essa área foi selecionada para definir o segundo objetivo do projeto, qual seja, uma possível correlação entre teores de ouro, e propriedades geofísicas, porque além desta ser representativa das mineralizações locais, possui uma malha de perfis de amostragem de canal com as análises para ouro tomados de metro em metro (Foto 4). Foram executados 08 (oito) perfis de gamaespectrometria, com tempo de integração de dois minutos (cp2m), com leituras de metro em metro localizadas sobre os mesmos pontos de amostragem de ouro, obtendo-se assim, uma integração de dados geofísicos (radiação gama) e geoquímicos (teor de ouro).

Todas as especificações utilizadas na Mina Córrego do Sítio, foram adotadas no detalhamento da Mina Rosalino. Contudo, o levantamento foi executado com a utilização de um sistema de blindagem lateral do cristal do sensor, pois as medidas foram feitas tanto em terreno plano (2π), como dentro de valas e nas encostas da frente de lavra. Essa blindagem constituída de três cilindros concêntricos de chumbo, espessura total de 6,5cm e altura de 16,5cm, impede quase totalmente a contaminação de raios gama emitidos pelas paredes laterais das valas (Foto 6) evitando, desse modo, a acumulação de radiação errônea (Fotos 9 e 10). Por outro lado, o uso da blindagem no sensor, impede a utilização das fórmulas para correção tanto do efeitos compton, quanto das constantes de sensibilidade. Assim, para a área de Rosalino, os dados geofísicos usados na interpretação foram os dados brutos de campo. Para se utilizar novas fórmulas de correção, as constantes de sensibilidade e razão de espalhamento compton deverão ser recalculadas, usando-se amostras padrão de concentrações de K, U e Th conhecidas, e o cristal do gamaespectrômetro com a blindagem de chumbo. Este procedimento poderá ser feito utilizando-se, por exemplo, os blocos de calibração (pads) do Instituto de Radioproteção e Dosimetria da CNEN.

DADOS DE EXECUÇÃO

LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Mina do Córrego do Sítio, pertencente à Mineração Itajobi Ltda. - Grupo Morro Velho, está localizada no município de Santa Bárbara, no Estado de Minas Gerais, a aproximadamente 20 km à sudoeste da mesma cidade, nas proximidades da Serra do Caraça (Figura 1).

Os trabalhos de geofísica foram realizados dentro da área da mina (DNPM nº 830.767/81) em duas escalas distintas:

- **Área da Mina do Córrego do Sítio** - (escala de semi-detalle), área geral dos estudos geofísicos que engloba todas as minas do decreto de lavra, delimitada pelas coordenadas UTM's (654.800; 7.783.800), (657.400; 7.783.800), (657.400; 7.786.600), (654.800; 7.786.600). (Figura 2)
- **Área da Mina Rosalino** - (escala de detalle), área da Mina Rosalino, delimitada pelas coordenadas UTM's: (655.680; 7.784.890), (655.750; 7.784.890), (655.750; 7.785.000), (655.680; 7.785.000). (Figura 2)

EQUIPE EXECUTORA

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Dedicação Integral

Engenheiro de Minas/Geofísico

Assistente Executivo/Físico

Técnico de Prospecção

Técnico de Prospecção

Apoio

Geofísico

Geofísico

Geofísico

Geólogo

Marcelo de Araújo Vieira

Frederico André Favre

Júlio de Freitas F. Vasques

Maurício Vieira Rios

Antonino Juarez Borges

Michael Gustav Peter Drews

Edson Lopes Barreto

Sérgio Lima da Silva

Mineração Itajobi Ltda.

Apoio Administrativo

Diretor Mineração Itajobi Ltda.
Coordenador Unidade Córrego do Sítio

Geól. Geraldo A. Ibrahim de Oliveira
Téc. Químico Sebastião A. da Costa

Apoio Técnico

Geólogo
Geólogo
Téc. de Mineração
Téc. de Mineração

Luiz Camilo Pinto
William Fagundes Campos
Edmundo Pinto Neto
João B. Machado Nazar

Apoio de Campo

Enc. de Pesquisa-
Fiscal de Sondagem
Fiscal de Sondagem
Fiscal de Sondagem-

José M. da Silva
José Célio Lopes
Edmar I. Barros
José F. de Jesus

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Magnetômetro de Prótons G-826, Geometrics, para as medidas do campo magnético total, com sensibilidade de 1 nT. (Foto 5)
- Gamaespectrômetro GR-410A, Exploranium cristal de 21,3 in³, para as medições das radiações gama dos canais discriminados de potássio (K₄₀), urânio (Bi₂₁₄), tório (Th₂₃₂) e contagem total. (Foto 6)
- Blindagem de chumbo do sensor do cristal do gamaespectrômetro, para as medidas nos canais de amostragem da Mina Rosalino. (Foto 6)
- Polarização Induzida (IP) - Transmissor IPC-7 e Receptor IPR-12 da Scintrex, para medições de cargabilidade e resistividade aparente de rochas e solos. (Fotos 7 e 8)

DADOS DE PRODUÇÃO

MINA CÓRREGO DO SÍTIO

| | |
|---|---------|
| 08 (oito) perfis de magnetometria e gamaespectrometria..... | 13.975m |
| 01 (um) perfil de polarização induzida..... | 1.200m |

MINA ROSALINO

| | |
|--|-------------|
| 8 (oito) perfis de gamaespectrometria. | <u>398m</u> |
| Total..... | 15.573m |

GEOLOGIA

por: Luiz Camilo Pinto

A mineralização aurífera do Córrego do Sítio está hospedada em rochas do Grupo Nova Lima, constituídas localmente por filitos sericíticos e cloríticos, filitos carbonosos que podem conter camadas de formação ferrífera e quartzo-sericita xistos. Ela ocorre em qualquer um dos tipos litológicos citados, e tem sua gênese relacionada a zonas de alteração hidrotermal caracterizadas, essencialmente, por sericitização, silicificação e, em menor escala, sulfetação e carbonatação. Todas as rochas citadas, incluindo as zonas mineralizadas em ouro, estão frequentemente cortadas por corpos intrusivos de rocha de composição básica a intermediária.

Dois "trends" de direção N/NE são marcados pela distribuição de ouro no Córrego do Sítio: (Figura 3)

- a) o primeiro envolve as minas de Grotta Funda, Rosalino, Lajeado, Mutuca, Cachorro Bravo, Crista e Laranjeira e tem sido referido pela equipe de pesquisa da Mineração Itajobi Ltda (MIL) por "Trend Córrego do Sítio";
- b) o segundo, situado a oeste do primeiro, compreende as minas de Candeia e Cristina, as ocorrências de Morcego e João Burro e estende-se para NE, além dos limites dos direitos minerários da MIL, sendo denominado internamente por "Trend Pitanga".

A presença de formação ferrífera nas zonas mineralizadas só ocorre no "trend" mais ocidental e, ainda assim, através de corpos descontínuos e de espessuras geralmente menores que 1,0 metro. A persistência desta rocha aumenta no rumo norte, chegando a predominar sobre o xisto fora dos direitos minerários da MIL.

A pesquisa executada pela Mineração Morro Velho que levou à descoberta destes jazimentos foi realizada na década de 80, tendo sido os trabalhos de reconhecimento iniciados em 81 e a comprovação da viabilidade de implantação da lavra ocorreu em 87. A exploração vem sendo feita de forma ininterrupta desde maio de 90 e a primeira barra de ouro foi obtida em agosto do mesmo ano. O método de lavra é a céu aberto, o processamento do minério através de lixiviação em pilha e a escala de produção tem-se mantido em 20.000 t/mês, com teor "in situ" de 3,2 g/t de Au.

Os perfis geofísicos terrestres cobrem uma área balizada por duas formações ferríferas magnéticas, sendo a mais ocidental conhecida por Alinhamento Campo Grande e a mais oriental correspondente à continuidade do Alinhamento Sumidouro, a sul do Córrego do Sítio.

* Geólogo Luiz Camilo Pinto

INTERPRETAÇÃO DOS DADOS - INTEGRAÇÃO GEOLÓGICO/GEOFÍSICA

A escala de trabalho utilizada na interpretação dos dados de campo foi 1:10.000, apropriada à integração dos dados geológicos e geofísicos, enquanto que na apresentação final, optou-se pela escala 1:25.000.

Cada método foi interpretado separadamente apresentando características e padrões próprios e em seguida correlacionados entre si, propiciando uma melhor compreensão das áreas levantadas.

A magnetometria foi usada para o estudo do condicionamento estrutural da área e para a determinação de corpos magnéticos de rochas básicas e formações ferríferas.

A gamaespectrometria, por ter apresentado as melhores respostas através do Canal de Potássio, serviu de suporte para a integração e interpretação final dos dados.

Testes utilizando a metodologia da polarização induzida (IP) e dados do levantamento aeroeletromagnético, evidenciaram a presença de mineralizações sulfetadas disseminadas e até mesmo possíveis corpos maciços.

ÁREA MINA CÓRREGO DO SÍTIO

MAGNETOMETRIA

Os dados magnetométricos terrestres da área da Mina Córrego do Sítio reproduzem fielmente o mapa derivado do aerolevanta-

mento do Projeto Rio das Velhas, apresentando anomalias de pequena amplitude e comprimento de onda, fato este justificado pela altura do sensor terrestre quando comparado ao aéreo. Em contrapartida, o espaçamento entre os perfis terrestres, em média de 400 a 600m, em confronto com o do aerolevanteamento (250m), deixa explícito o caráter de semi-detelhe (follow-up) dos trabalhos terrestres, indicando ser a interpretação baseada nos perfis rebatidos, a melhor solução para a definição dos resultados.

Considerando-se as observações acima, o campo magnético na área apresenta-se suave, com algumas anomalias isoladas de pequena amplitude, causadas por corpos fracamente magnéticos, indicando serem as rochas locais (unidades Santa Quitéria, Córrego do Sítio e Mindá) não magnéticas. Os fortes gradientes tanto a sudeste da área, quanto à noroeste, são causados pela presença das formações ferríferas bandadas (BIFs), conhecidas como Alinhamento Sumidouro e Alinhamento Campo Grande. (Figura 4)

O mapa de perfis rebatidos, mostra de forma clara que as anomalias magnéticas da área são, de um modo geral, causadas por corpos fracamente magnéticos aflorantes à sub-aflorantes, associados aos diques de rochas básica à intermediária, que cortam as rochas da unidade Córrego do Sítio. A condição de básica à intermediária é que

caracteriza a intensidade de magnetização da rocha, sendo tanto mais magnéticos quanto mais básica a constituição da mesma. (Figura 5)

GAMAESPECTROMETRIA

A análise dos dados gamaespectrométricos nos mostra, de imediato, que os canais de K e contagem total, apresentam várias anomalias radiométricas distintas e correlacionáveis, definindo padrões geofísicos, características das estruturas e litologias locais, enquanto que os canais de U e Th, com poucas anomalias e caráter homogêneo, pouco contribuem para a interpretação dos dados da área. Desse modo, o canal de K é o principal constituinte do espectro radiométrico da área. Daí a grande semelhança entre os canais de K e contagem total. As anomalias verificadas nos canais de U e Th, se devem tanto às interações de raios gama provenientes dos raios cósmicos e raios gama de menor energia originados pelo efeito compton, quanto à pequenas variações locais do elemento, de pouca importância. Os mapas de perfis rebatidos e de contorno dos quatro canais de gamaespectrometria, podem ser vistos nas figuras 6, 7, 8, 9 e 10 sendo a interpretação dos dados baseada essencialmente no canal de potássio (Figuras 7 e 8).

O mapa de perfis rebatidos de K, apresenta várias faixas de anomalias radiométricas, de direção geral SW-NE, e algumas anomalias isoladas, caracterizadas por valores de porcentagens de K acima de 1,5% causadas pela presença de zonas de alteração hidrotermal (ZS-Sericitização), associadas às minas conhecidas de Grota Funda, Rosalino, Lajeado, Candeia, Cristina e Crista. Também, pode-se notar, outras faixas anômalas ainda não classificadas como ocorrências de ZS, devendo pois ser objeto de investigação futura. (Figura 7) As faixas delimitadas na figura 7, não expressam verdadeiramente, uma ZS contínua, pois como comentado anteriormente, somente a cobertura de per-

fis intermediários entre os atuais executados, poderia definir corretamente as zonas de alterações hidrotermais. A associação de valores anômalos de K (processo de sericitização) às zonas de alterações hidrotermais e conseqüentemente às zonas mineralizadas, fica evidente quando da integração geológico-geofísica mostrada na figura 7, onde as minas atuais estão perfeitamente correlacionadas às citadas anomalias, fazendo do método gamaespectrométrico a ferramenta geofísica mais importante na prospecção de jazimentos auríferos atribuídos a processos de hidrotermalismo.

A opção de se utilizar mapas de contorno do canal de K para localização ZS (figura 8), e conseqüentemente, determinação de sua variação em toda área, seria bastante promissora, se o espaçamento entre os perfis de amostragem e as leituras efetuadas estiverem quantificadas para trabalhos de detalhe. No caso da região do Córrego do Sítio, leituras de 20/20 metros ou menos e espaçamento entre os perfis de 50 a 100 metros no máximo. Também a utilização de mapa de picos de anomalias, pode ser útil, com a finalidade de uma melhor classificação de anomalias radiométricas (figura 8).

POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP) E ELETORRESISTIVIDADE (ER)

O método de polarização induzida é aplicado na prospecção de minerais que apresentam condutividade eletrônica, entre os quais, a calcopirita, pirita, calcosina, galena, magnetita, pirrotita, molibdenita, cobre porfírico, grafita, etc., devendo-se observar que alguns sulfetos como a esfarelita e o cinábrio não são detectáveis diretamente pelo método, dado que não são condutores metálicos.

Como o efeito de IP é tanto mais intenso quanto maior seja o grau de divisão das partículas do mineral, os depósitos de minerais disseminados constituem o alvo ideal para o método, embora mineralizações maciças

também possam ser detectadas através de auréolas de disseminação.

O equipamento de IP utilizado nos trabalhos de campo, fornece simultaneamente os parâmetros de cargabilidade e a resistividade aparente (ρ_a) das rochas do subsolo, a qual contribui de forma adicional na interpretação dos dados.

O teste realizado na área da Mina Córrego do Sítio, consistiu da execução de apenas uma pseudo-seção de IP, localizada no perfil F2, com 1.200 metros de comprimento, em arranjo dipolo-dipolo com 50 metros de intervalo entre os eletrodos e medidos até o sexto nível.

A escolha do perfil F2 foi condicionada aos resultados positivos obtidos pelo furo de sonda FCS-128, fazendo-se desse modo, um perfil geofísico de polarização induzida por sobre uma mineralização sabidamente conhecida.

As pseudos-seções obtidas de cargabilidade e resistividade apresentam duas anomalias de IP, a saber (Figura 11):

- **Anomalia A** - caracterizada por valores altos de cargabilidade aparente, na faixa de 30 a 40 mv/v, com resistividades aparentes relativamente baixas, da ordem de 1000 a 1500 ohm.m. Esta associação de alta cargabilidade com baixa resistividade, representa as melhores anomalias de IP. Essa anomalia é exatamente concordante com os resultados de furo FCS-128.
- **Anomalia B** - apresenta valores altos de cargabilidade aparente, até 65 mv/v, associada às anomalias de resistividade, variando dentro da média de 10.000 a 3.000 ohm.m, cuja avaliação deverá ser alvo de estudos futuros.

Como objeto de teste, o perfil demonstrou a viabilidade positiva da aplicação do método de IP para a prospecção de mineralizações sulfetadas mais profundas da região da Mina Córrego do Sítio.

MINA ROSALINO

O estudo da Mina Rosalino, teve como objetivo principal a determinação de uma possível correlação entre o teor de ouro presente nas rochas com a radiação gama emitida pelas mesmas, obtendo-se, assim, uma propriedade física a qual poderia ser usada para a otimização das análises químicas do teor de ouro e também, em uma situação de emergência, delimitar áreas de minério e rejeito nas frentes de lavra.

A análise dos canais discriminados de radiometria, de forma semelhante aos resultados obtidos na área da Mina Córrego do Sítio, mostrou que o canal de potássio também é o principal contribuinte do espectro da área, sendo os canais de U e Th de pouca ou nenhuma expressão. Assim, a interpretação dos dados geofísicos foi baseada apenas no canal de potássio (figuras 14 e 15). Os resultados das análises de teor de ouro podem ser vistos nas figuras 12 e 13.

A integração dos dados de teores de ouro e o dos níveis de radiação do Canal de Potássio (figura 14), nos permitem definir:

- para valores acima de 2,0 g/t de teor de ouro, os valores de K são relativamente baixos, (abaixo de 500 Cp2m);
- nem todo baixo teor de potássio está associado a teores elevados de ouro (acima de 1,0 g/t), podendo esses baixos serem causados por veios de quartzo, diques, etc.;
- pode existir, localmente, uma pequena defasagem entre o teor de ouro e potássio, devido ao fato de que a amostragem para ouro é feita de forma contínua de metro em metro, enquanto que para valores de potássio é de forma pontual.

Baseando-se nas afirmações anteriores, uma primeira interpretação nos direciona para o fato de que, dentro das zonas de alterações hidrotermais, definida por faixas de potássio elevadas (sericitização), as mineralizações

auríferas estariam associadas à zonas de silicificação, definidas por valores de potássio baixo.

Para essa interpretação tornar-se de fato uma conclusão verdadeira, recomenda-se uma complementação dos trabalhos de geofísica,

com a execução de novas medidas de campo, utilizando o mesmo equipamento, com levantamento geológico de detalhe em cada estação, com a finalidade de se definir os vários tipos litológicos superficiais.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados finais dos trabalhos de integração de dados do "Projeto Caracterização Geológico-Geofísica das Mineralizações Auríferas do Greenstone Belt Rio das Velhas", proporcionaram o desenvolvimento de uma metodologia geofísica eficiente para a prospecção de mineralizações auríferas relacionadas às zonas de alterações hidrotermais, tanto oxidadas quanto sulfetadas, do Grupo Nova Lima.

Outro resultado bastante expressivo, foi obtido pelo detalhamento das frentes de lavra da Mina Rosalino, onde a metodologia empregada mostrou-se eficaz, para a otimização das amostragens para análises químicas, podendo-se esperar que com um melhor refinamento dos trabalhos, esta metodologia poderá vir a ser consagrada como uma técnica usual de apoio a lavra em zonas de oxidação de alterações hidrotermais.

Na interpretação dos perfis geofísicos utilizou-se tanto das observações de campo, como também dos dados do levantamento Aerogeofísico do Projeto Rio das Velhas (DNPM/EMPRESAS DE MINERAÇÃO, 1992) e do Mapeamento Geológico do mesmo projeto, permitindo as seguintes conclusões finais:

- a magnetometria demonstrou que as rochas do Grupo Nova Lima, em questão suas unidades locais, Córrego do Sítio, Mindá e Santa Quitéria, são não-magnéticas, e que as anomalias isoladas de pequena amplitude são causadas por corpos fracamente magnéticos associados a diques de rochas básicas à intermediárias. As grandes anomalias, em amplitude e frequência, tanto à sudeste quanto à noroeste da área da Mina Córrego do Sítio, são causadas pelas Formações Ferríferas (Ffe) dos Alinhamentos Sumidouro e Campo Grande.
- A gamaespectrometria determinou que o canal de K é o principal contribuinte do espectro radiométrico local, sendo os canais de U e Th de pequena ou nenhuma expressão.
- Ficou evidenciado através do método gamaespectrométrico, que as anomalias radiométricas acima de 1,5% de K, são causadas pela presença de zonas de alterações hidrotermais (ZS-processo de sericitização), associadas às minas auríferas de Grotta Funda, Rosalino, Lajeado, Candeia, Crista e Cristina.
- Como objetivo de teste, o Perfil F2 de Polarização Induzida (IP), executado sobre uma mineralização previamente conhecida, através do furo de sonda FCS-128, detectou duas anomalias de altas cargas e resistividades diferentes (A e B), mostrando a viabilidade da aplicação do método para a prospecção de mineralizações sulfetadas disseminadas e maciças.

- Na Mina Rosalino, a interpretação integrada dos dados geofísicos e de teores de ouro nos pontos de amostragem da frente de lavra, sugere que, dentro das zonas de alterações hidrotermais, definidas por faixas de radiação de potássio elevadas causadas por processos de sericitização, as mineralizações auríferas poderiam estar associadas às zonas de maior silicificação, caracterizadas por sua vez, por faixas de radiação de potássio baixo.

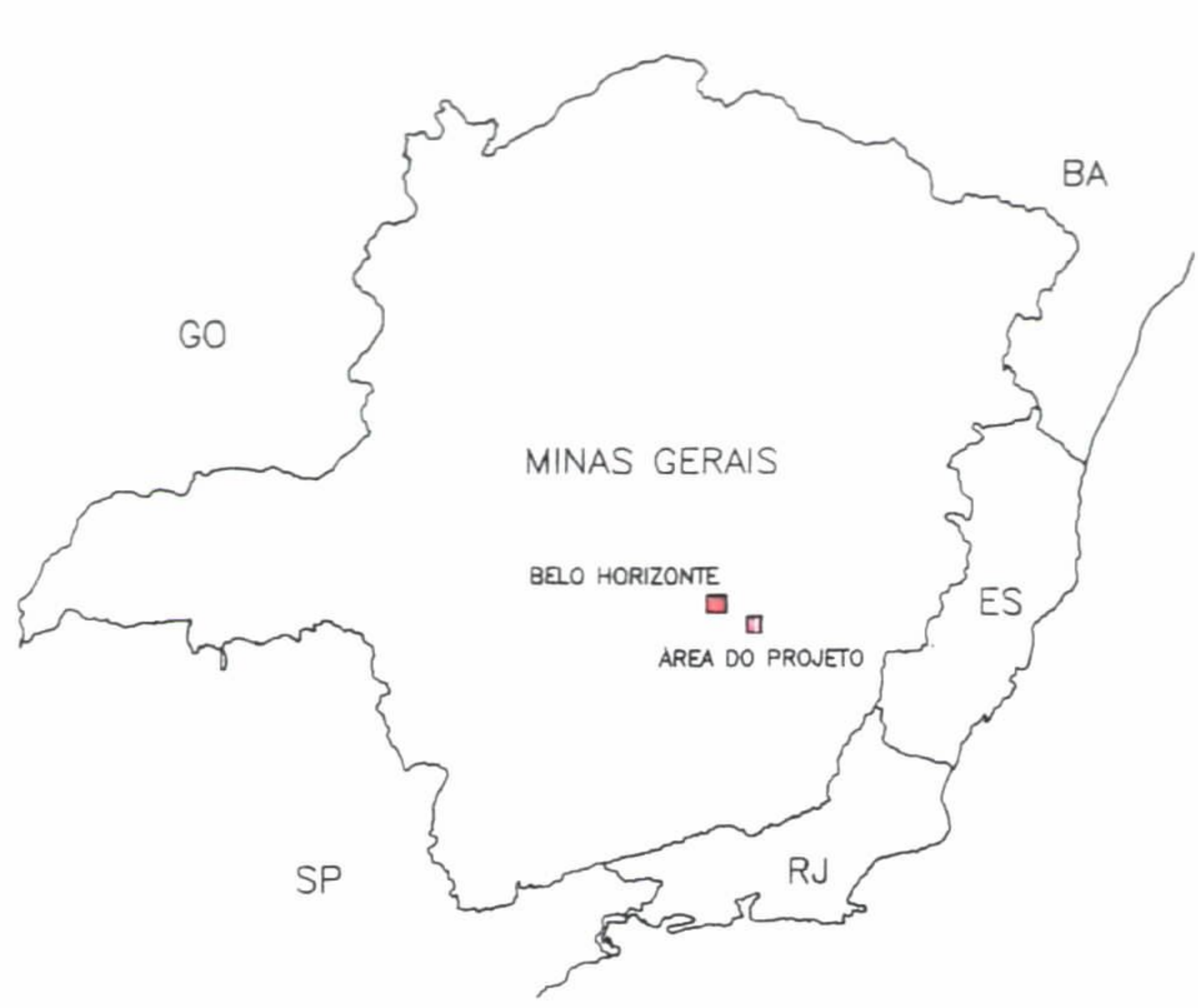
Baseando-se nos resultados obtidos, recomenda-se a continuação dos seguintes trabalhos de geofísica:

- complementação dos levantamentos magnético e gamaespectrométrico de toda a região da Mina do Córrego do Sítio, com a execução de perfis terrestres, de extensão aproximada de 2.000 a 3.000m, espaçados de no máximo 100 m e leituras a cada 20 m ou menos em locais anômalos.
- Execução de um levantamento eletromagnético em todos os perfis da Mina Córrego do Sítio, utilizando equipamentos multifrequenciais, com a finalidade de se localizar corpos de sulfetos maciços, já que o levantamento aerogeofísico detectou nesta área, anomalias eletromagnéticas, de trend SW-NE, o mesmo das mineralizações locais.
- Execução de um programa de detalhe de polarização induzida (IP), constando basicamente de perfis de cargabilidade e resistividade aparente, com extensão aproximada de 2.000 m por perfil, espaçados de 50 a 100 m, utilizando os arranjos gradiente e dipolo-dipolo, com intervalo entre os dipolos de 50 metros, em locais previamente escolhidos como potenciais às mineralizações auríferas sulfetadas.
- Realização de uma nova campanha de campo, sobre a Mina Rosalino ou outra devidamente amostrada em sua frente de lavra, utilizando o método gamaespectrométrico, com blindagem do sensor, em perfis espaçados de no máximo 5 metros, estações de leitura a cada 50 cm, e tempo de integração de 2 a 4 minutos. Ao mesmo tempo, deve-se executar um levantamento geológico de detalhe, em cada ponto de leitura, visando a determinação das variações litológicas superficiais, com a finalidade de se estabelecer uma correlação definitiva das possíveis zonas de silicificação, teor de ouro e zonas de baixa radiação de potássio.

BIBLIOGRAFIA

- MALOUF, ROBERTO FELÍCIO & NETO, ATLAS V. CORREA - 1993. O Supergrupo Rio das Velhas na Folha de Conceição de Rio Acima - Belo Horizonte, s. Ed. (Relatório DNPM/CPRM).
- HANSEN, DON A. - 1990. Geological Applications for Portable Gama Ray Spectrometers - in Practical Geophysics. Volume 1, pag 1-38, il, fig.
- PATERSON, GRANT AND WATSON - P.G.W - 1990. Geophysical Interpretation Software Library Program - "GEOSOFT" - Documentation - Toronto. Canadá.
- TELFORD, W.M. et alli - 1978. Applied Geophysics - Great Britain, Cambridge, University Press, 860 p. Il, graf.
- ORELLANA, E. - 1982. Prospeccion Geoeletrica em Corriente Continua, Madrid, Paraninfo, 578 p. Il. Graf.
- ORELLANA, E. - 1974. Prospeccion Geoeletrica por Campos Variables, Madrid, Paraninfo, 578 p.il. graf.
- LUIZ, J. GOVEIA & SILVA, LUCIA M. C. - 1995. Geofísica de Prospecção - Editora Universitária, UFPa, Belém, Volume 1, 311p. Il. Graf.
- PROSPEC S/A - Levantamento Aéreo Magnetométrico, Gamaespectrométrico e Eletromagnetométrico - Projeto Rio das Velhas, Convênio DNPM/MME e Consórcio de Empresas de Mineração, (Rio de Janeiro) DNPM - 1992. V. 1 e 2 (Relatório Final).

ANEXO 1 - FIGURAS



MAPA
DE
SITUAÇÃO

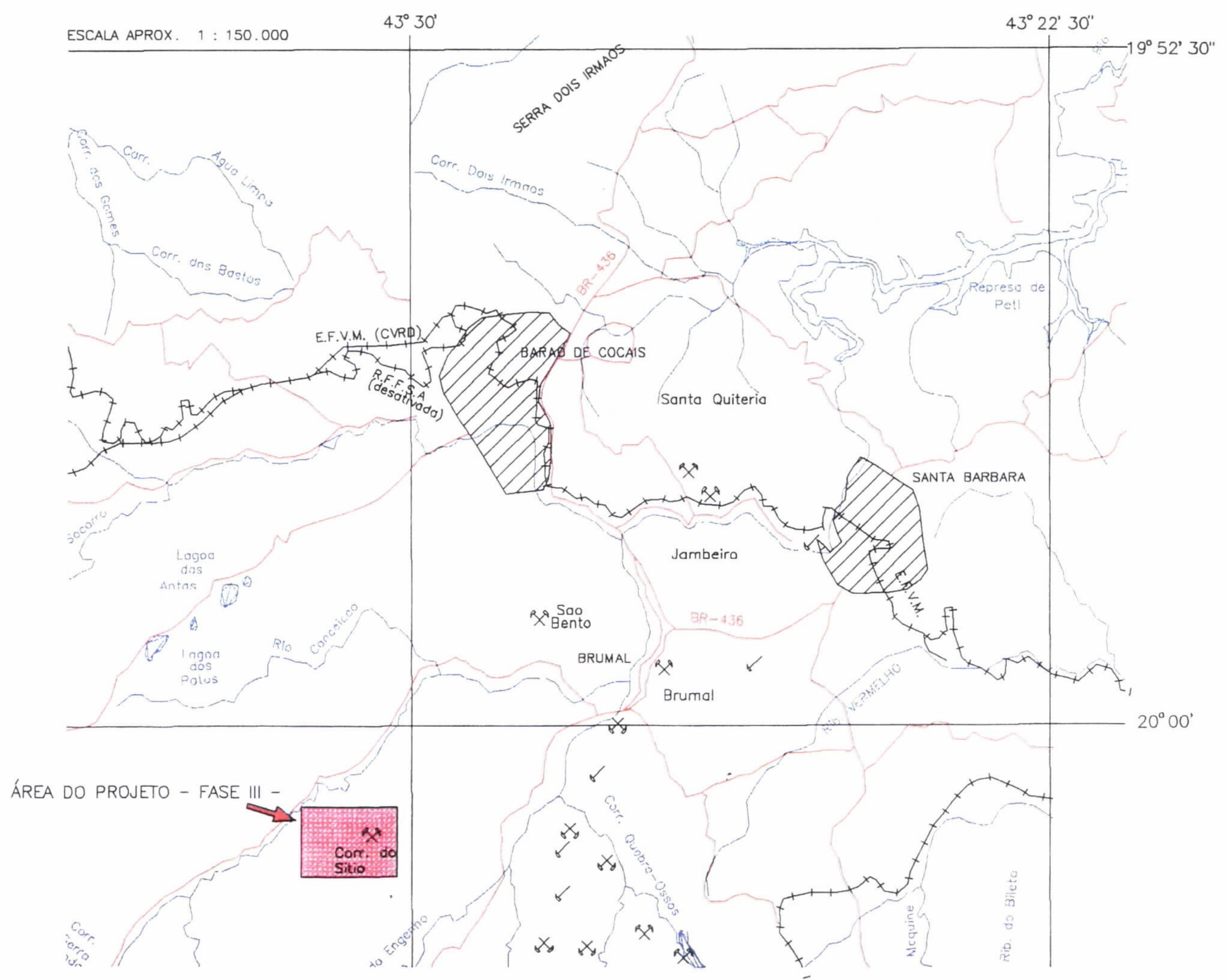
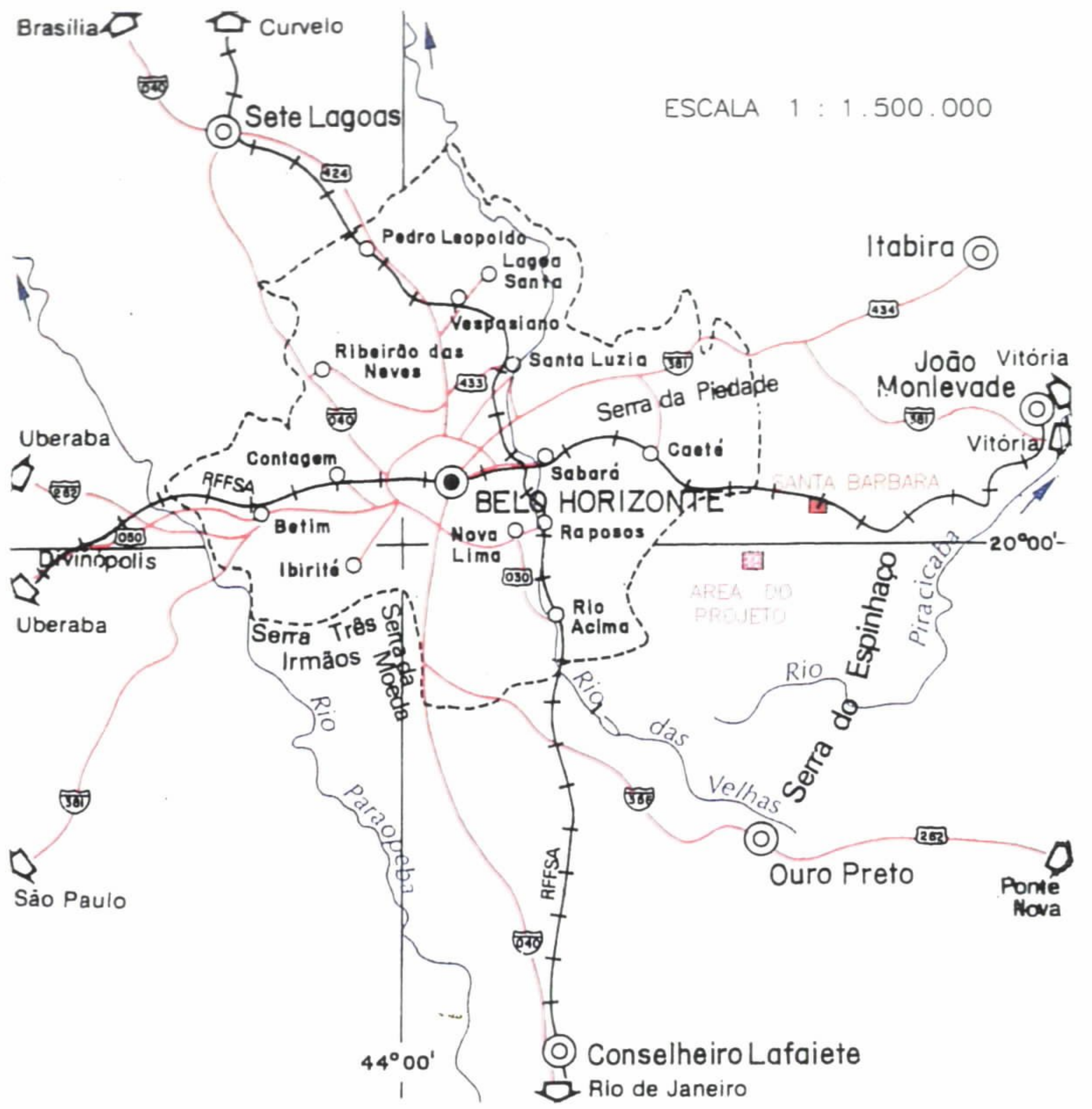


FIG. 1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFÍS GEOFÍSICOS

E

DAS ÁREAS DE TRABALHO

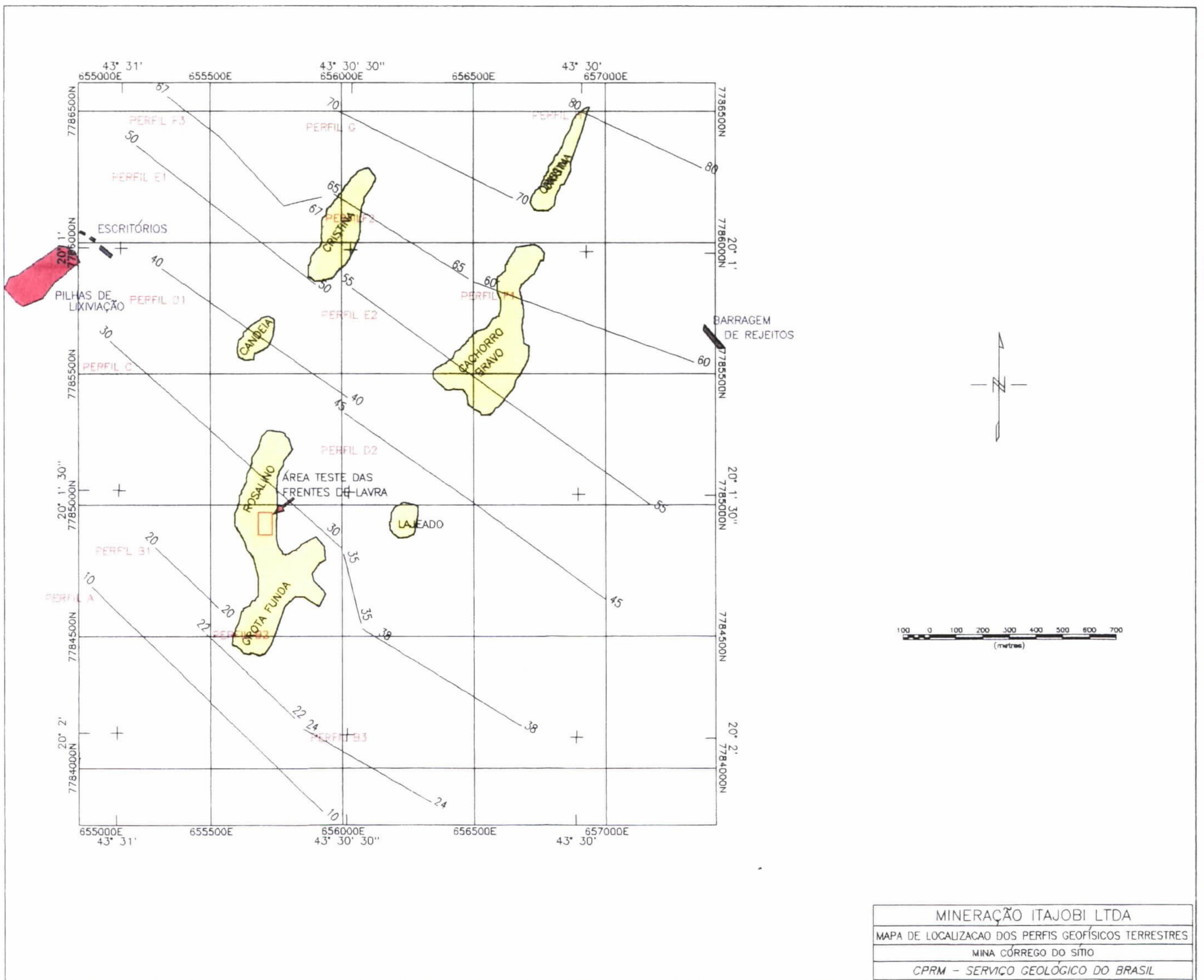
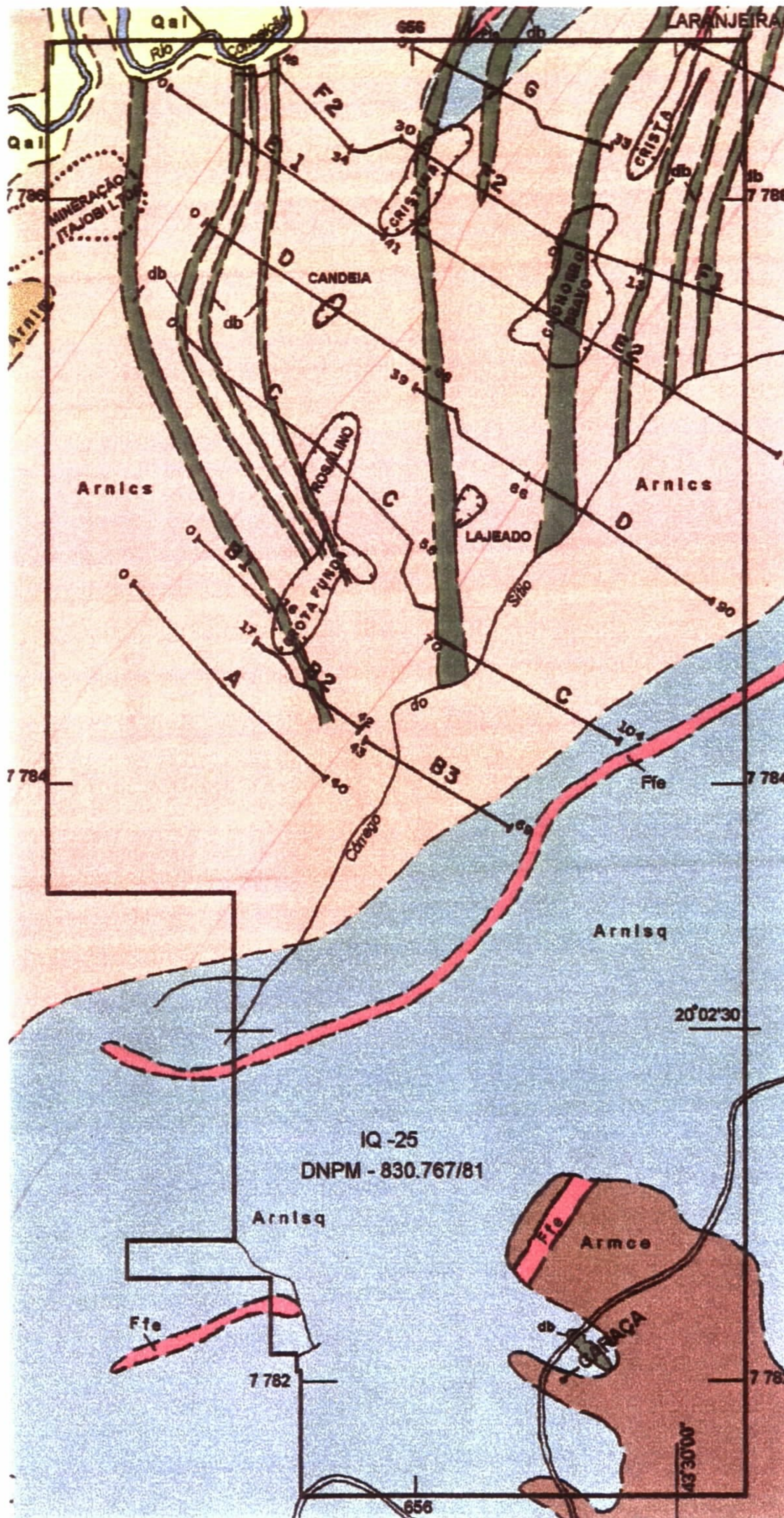


FIG. 2

MAPA GEOLÓGICO REGIONAL

MINERAÇÃO ITAJOBÍ LTDA.

MINA CÓRREGO DO SÍTIO



Cartografia digital: CPRMBH-GERIDE/Rosângela G.B. Souza

LEGENDA

| | |
|-------------------------------|---|
| QUATERNÁRIO E TERCIÁRIO | |
| Qal | Aluvião |
| SUPER GRUPO RIO DAS VELHAS | |
| GRUPO MAQUINÉ | |
| Armsc | FORMAÇÃO CASA FORTE Unidade Córrego do Engenho. Quartzito |
| GRUPO NOVA LIMA | |
| Arnisq | UNIDADE SANTA QUITÉRIA Xistos micáceos, quartzosos, talcosos e carbonosos. Ffe- Formação ferrífera bandada. |
| Arnic | UNIDADE CÓRREGO DO SÍTIO Xistos micáceos e quartzosos de granulação fina e filitos carbonosos. Ffe- Formação ferrífera bandada |
| Arnim | UNIDADE MINDÁ Xistos quartzosos e micáceos de granulação média a fina. |
| db | Diques e Plutons - Rocha intrusiva básica |
| | Perfis Geofísicos |
| ESCAVAÇÕES SUPERFICIAIS | |
| | Em atividade |
| | Paralizadas |

Autoria: Geólogo Luiz Camilo Pinto
Mineração Itajobí Ltda.

Obs: Parcialmente modificado da carta
Geológica do Projeto Rio das Velhas
CPRM - Folha Santa Bárbara, Catas
Altas, Gongo Soco e Conceição do
Rio Acima.

ESCALA
1: 25.000



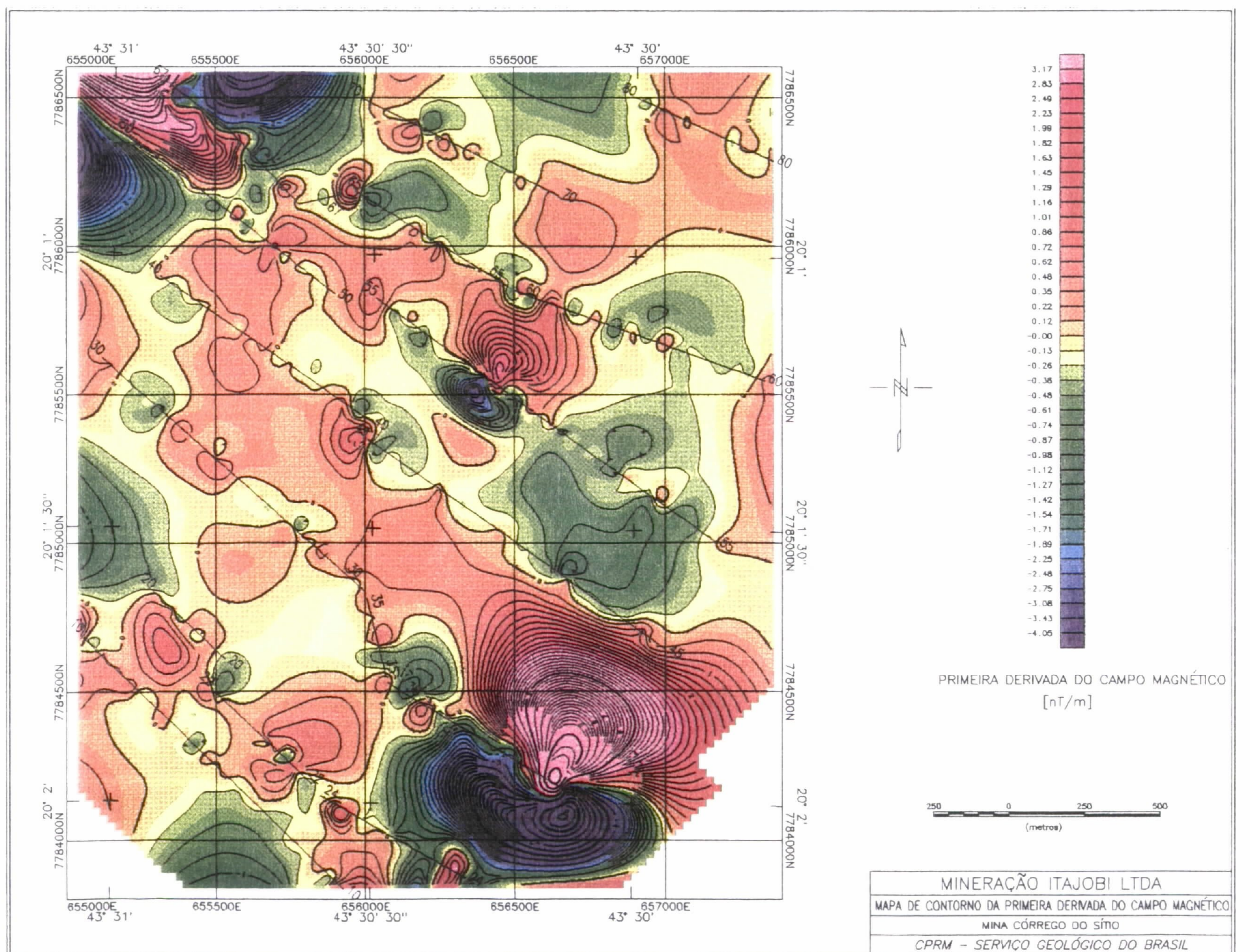
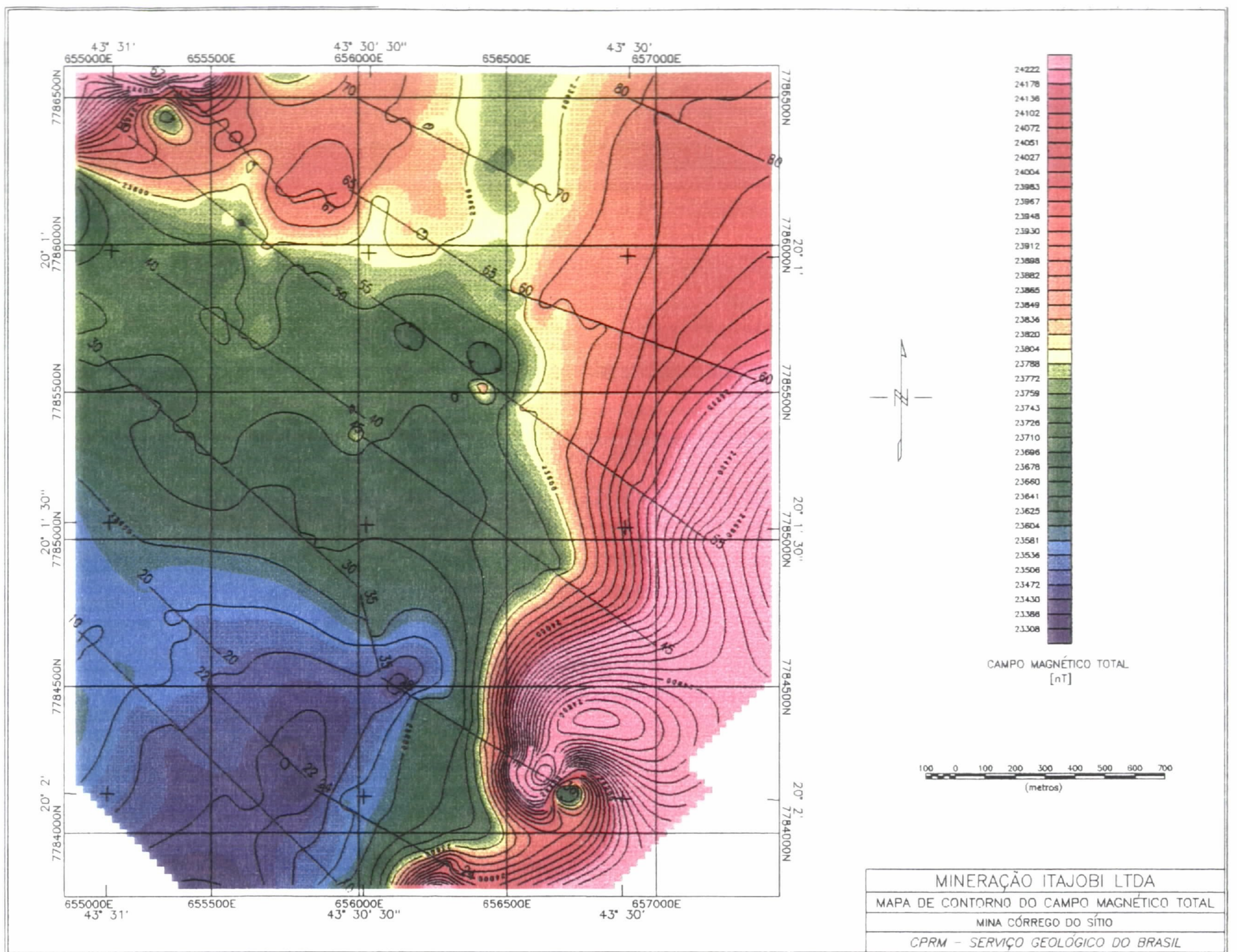


FIG. 4

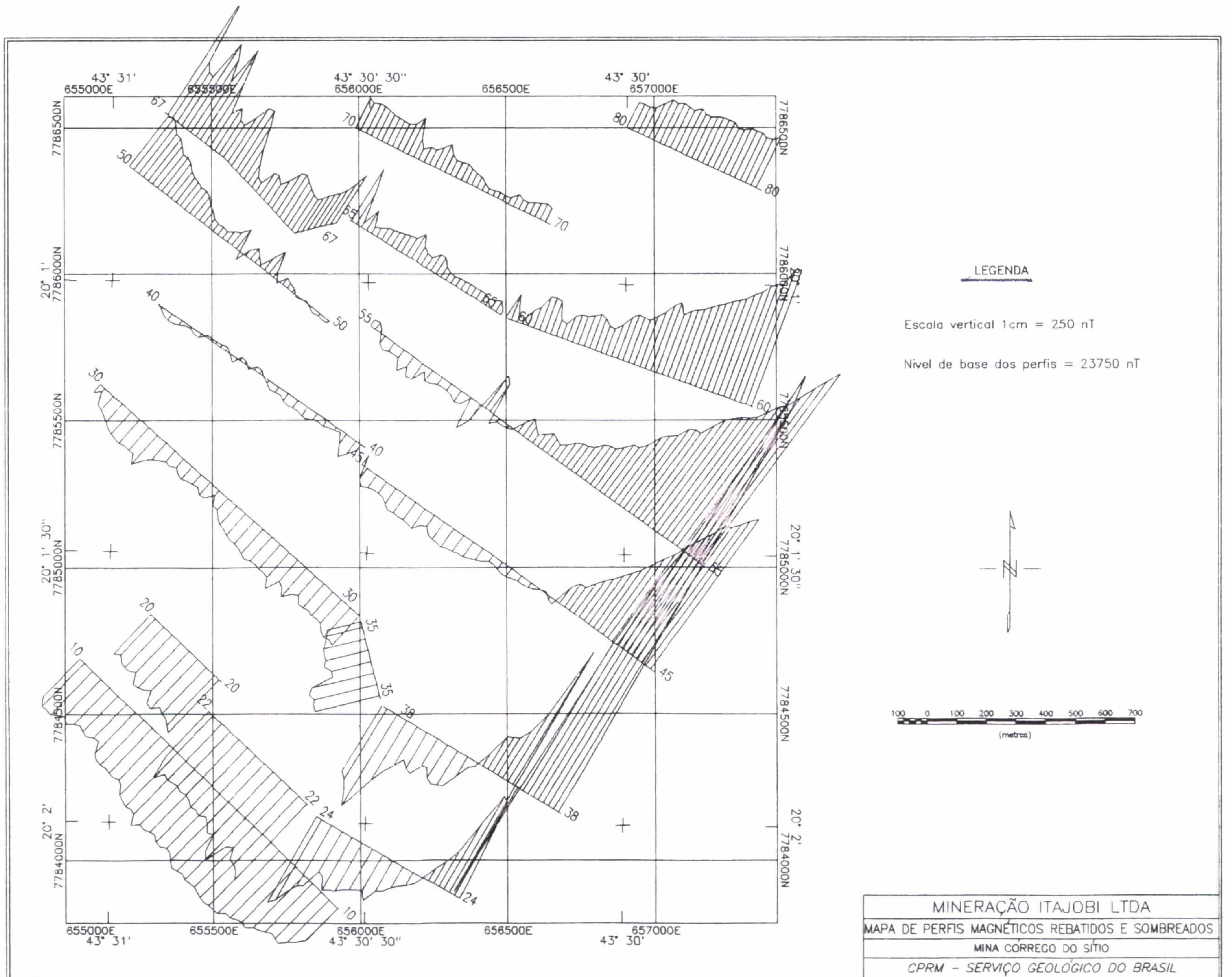
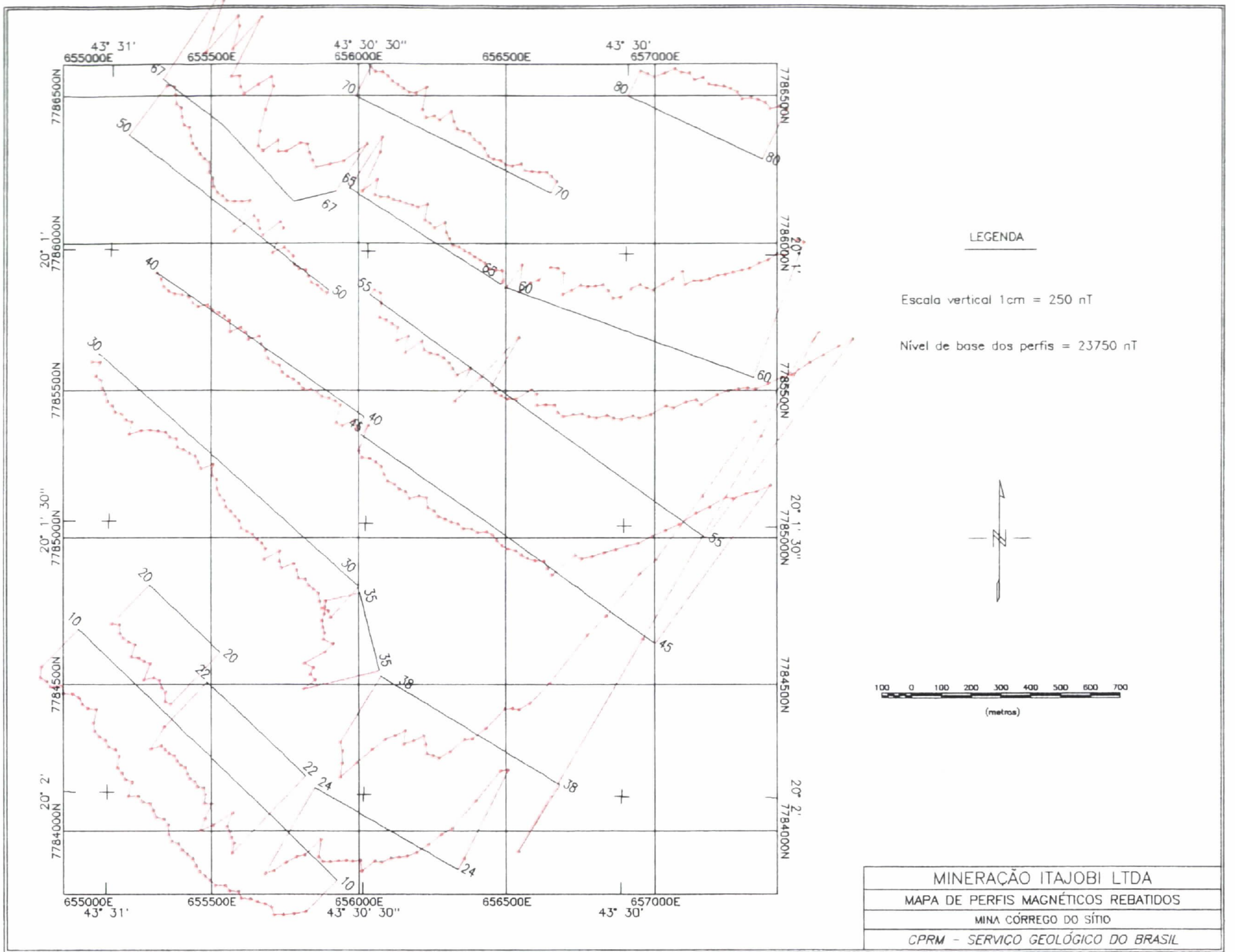


FIG. 5

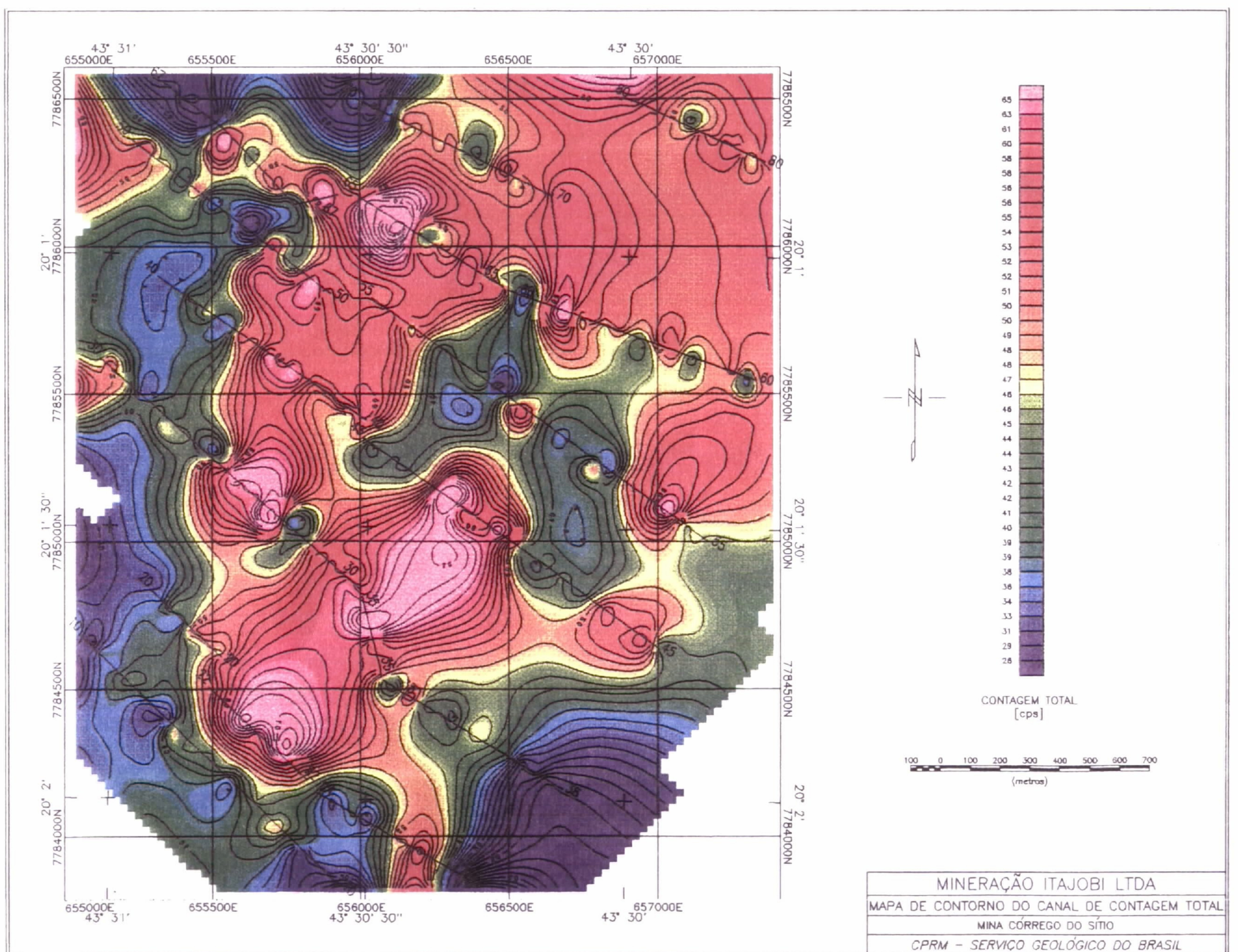
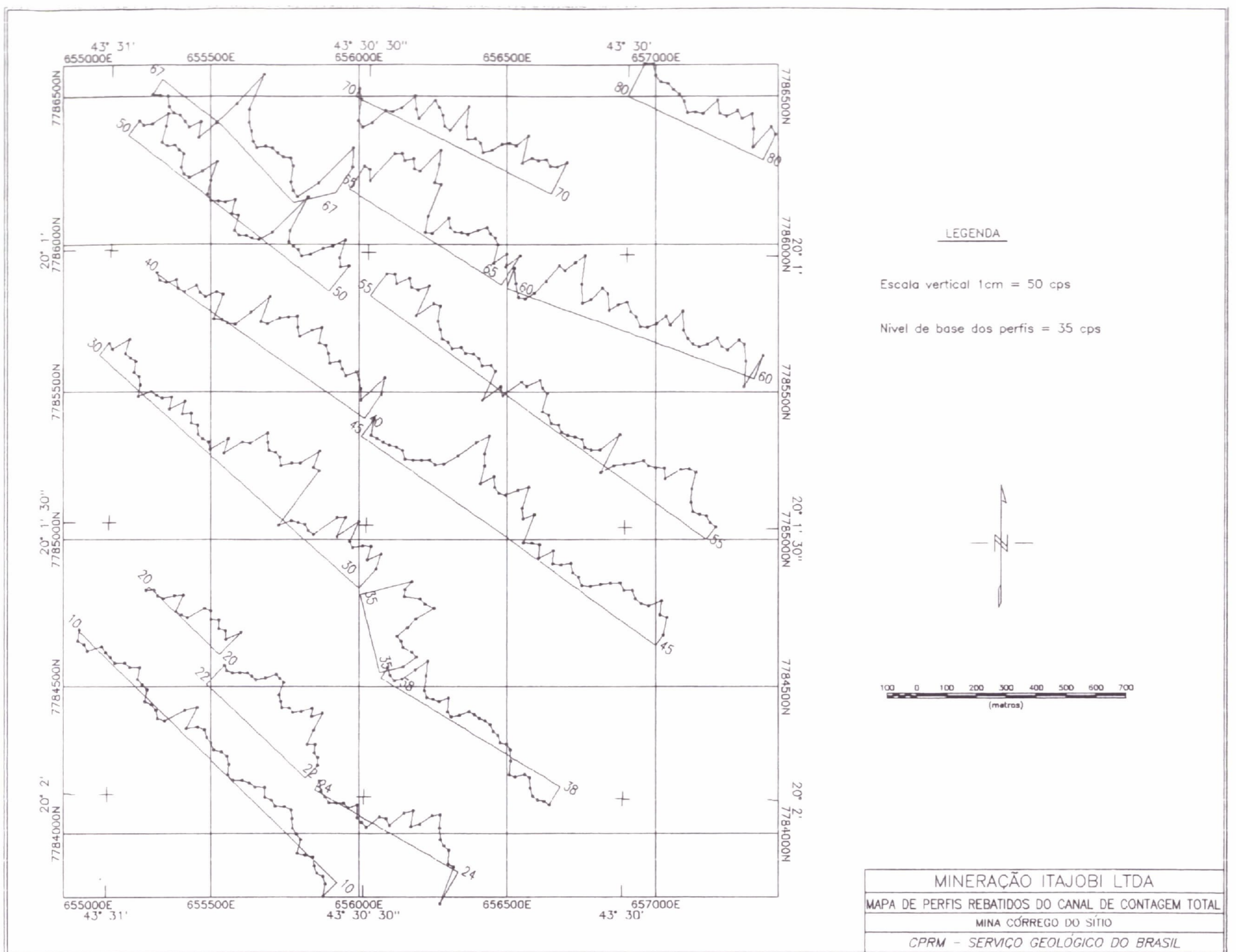


FIG. 6

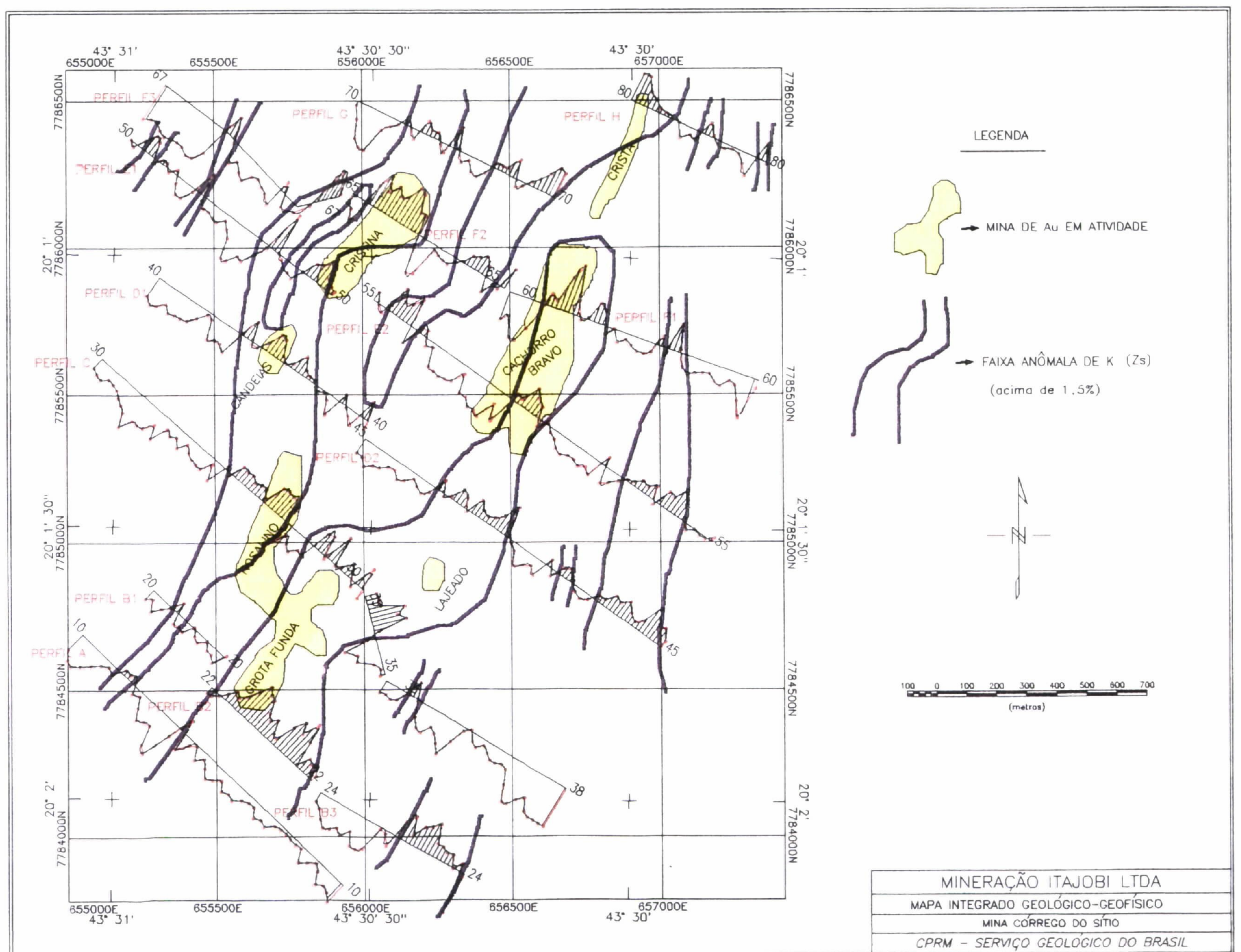
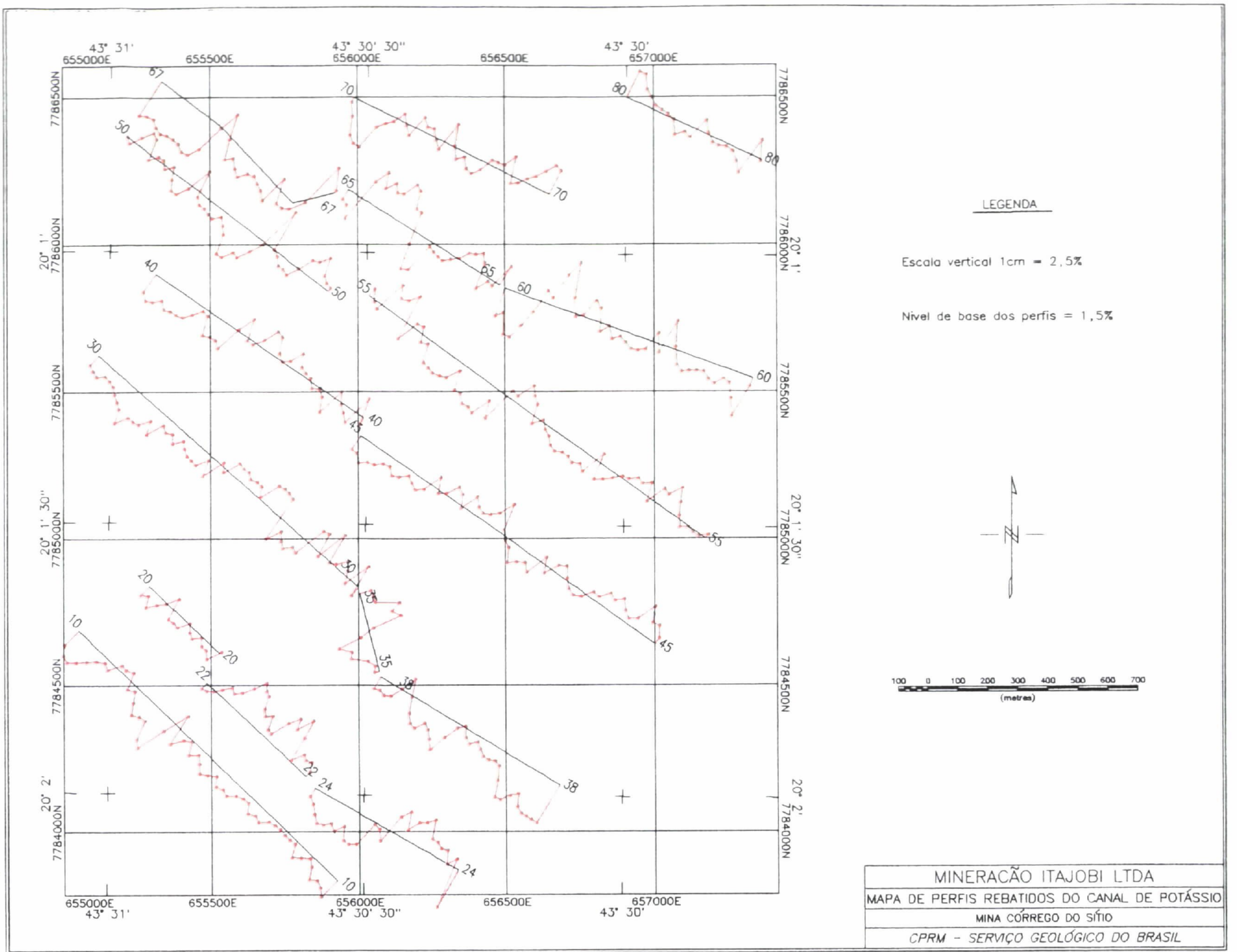


FIG. 7

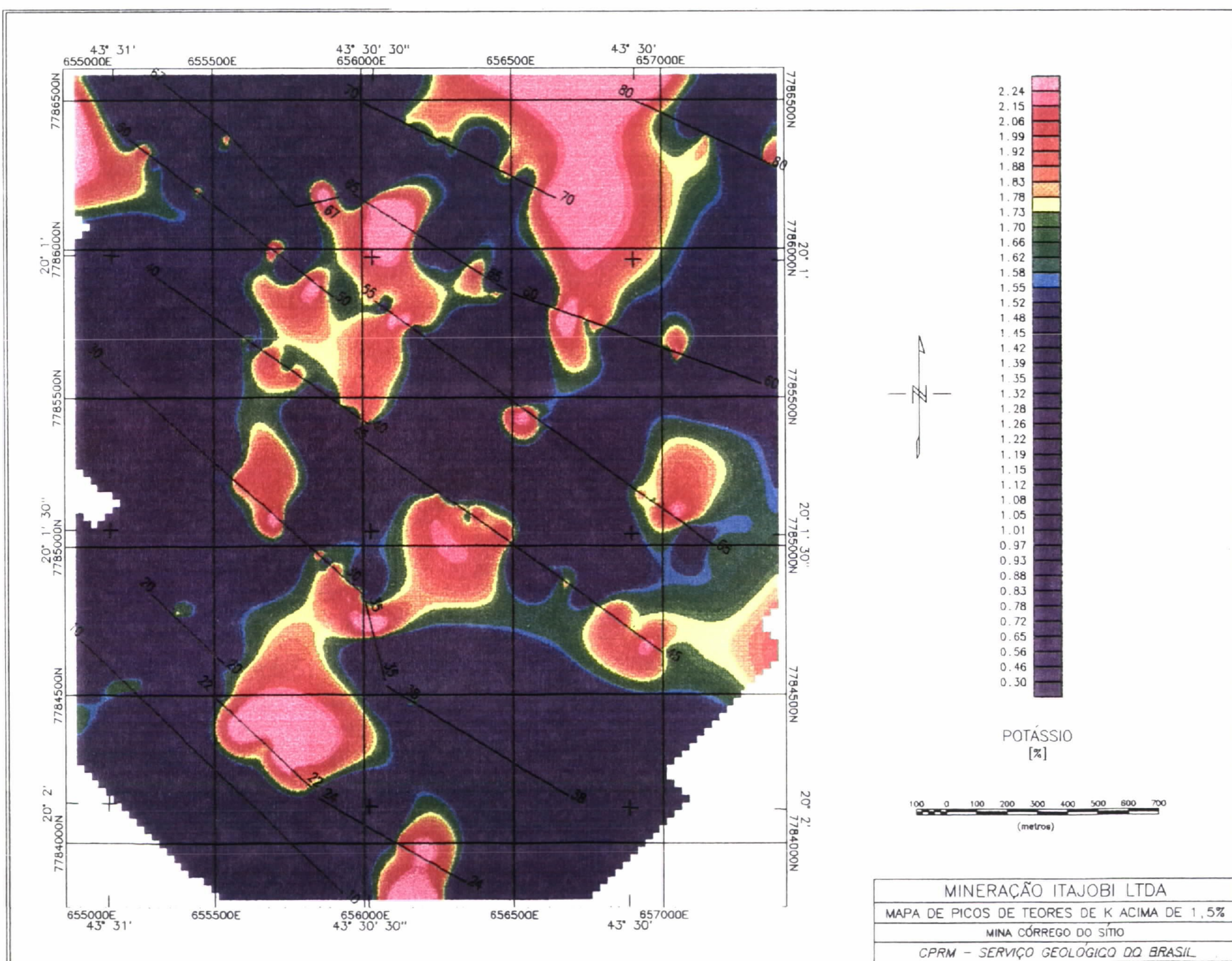
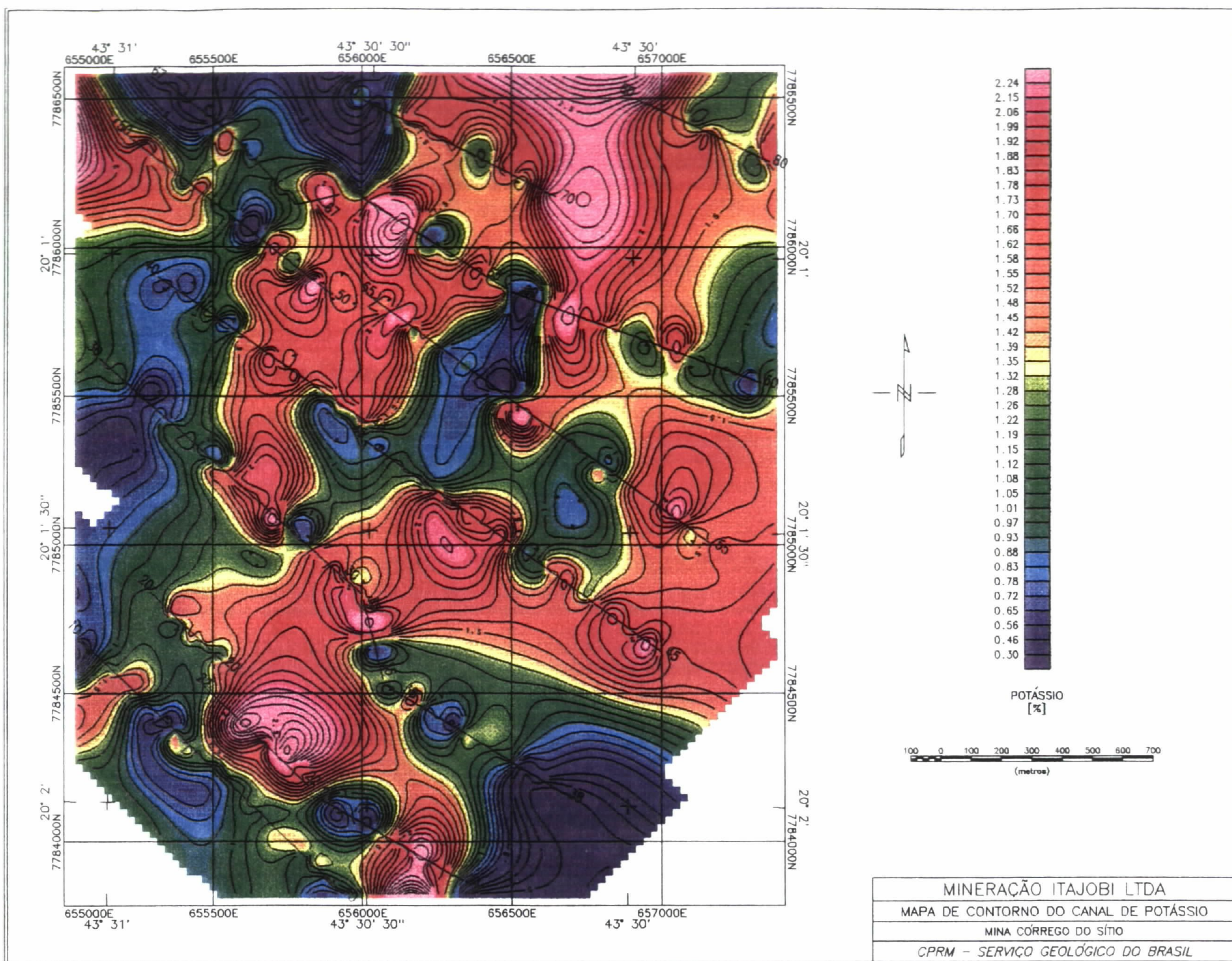


FIG. 8

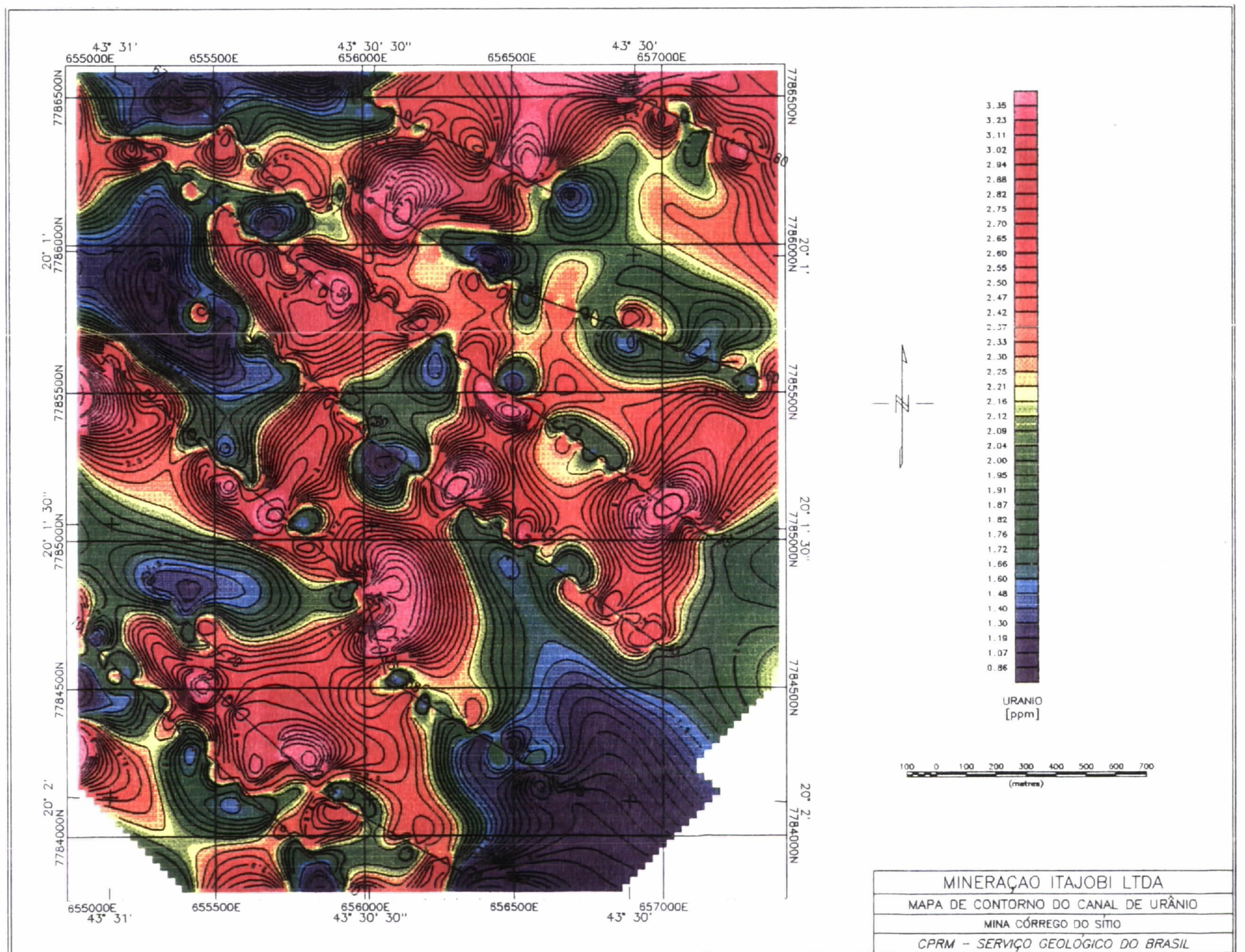
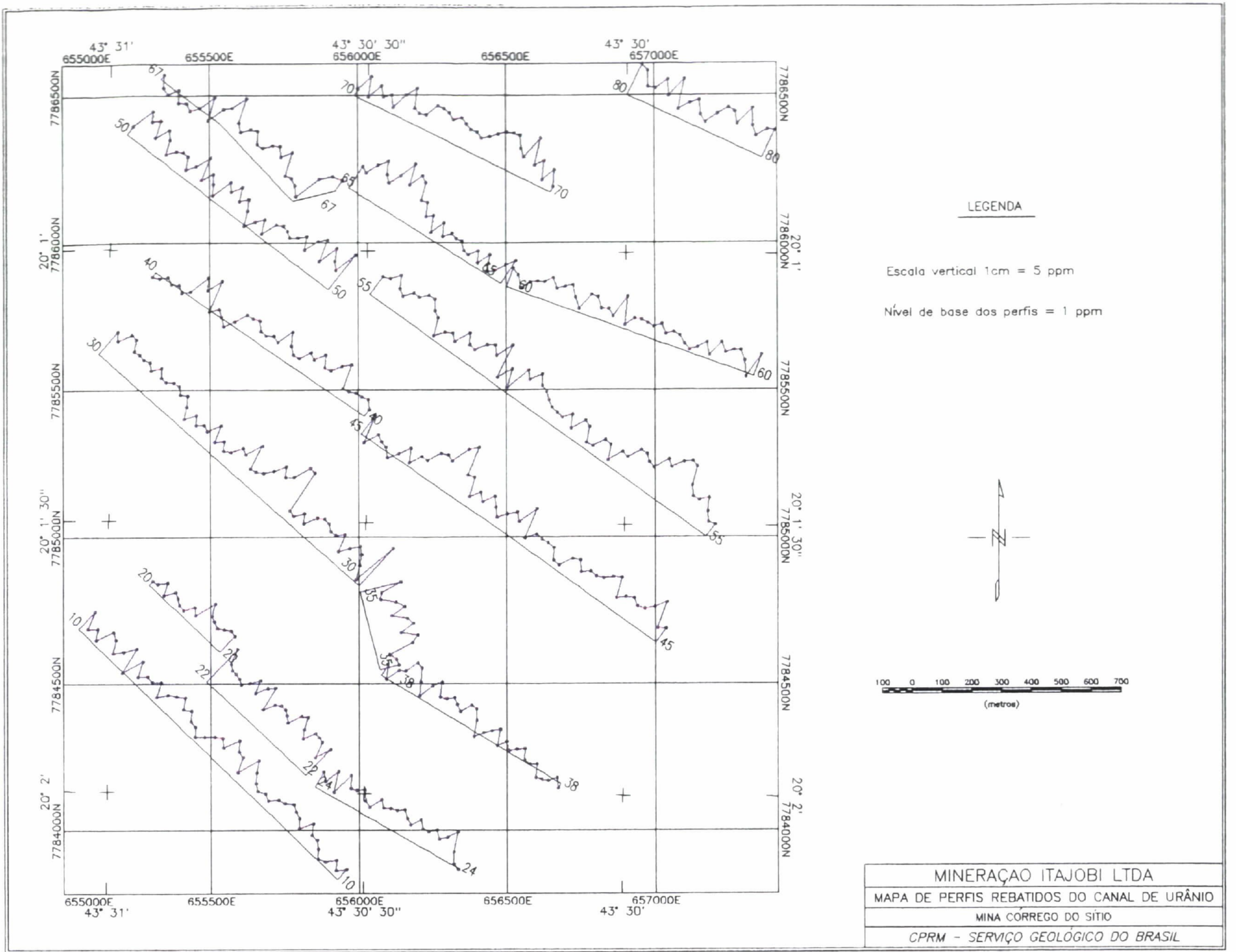


FIG. 9

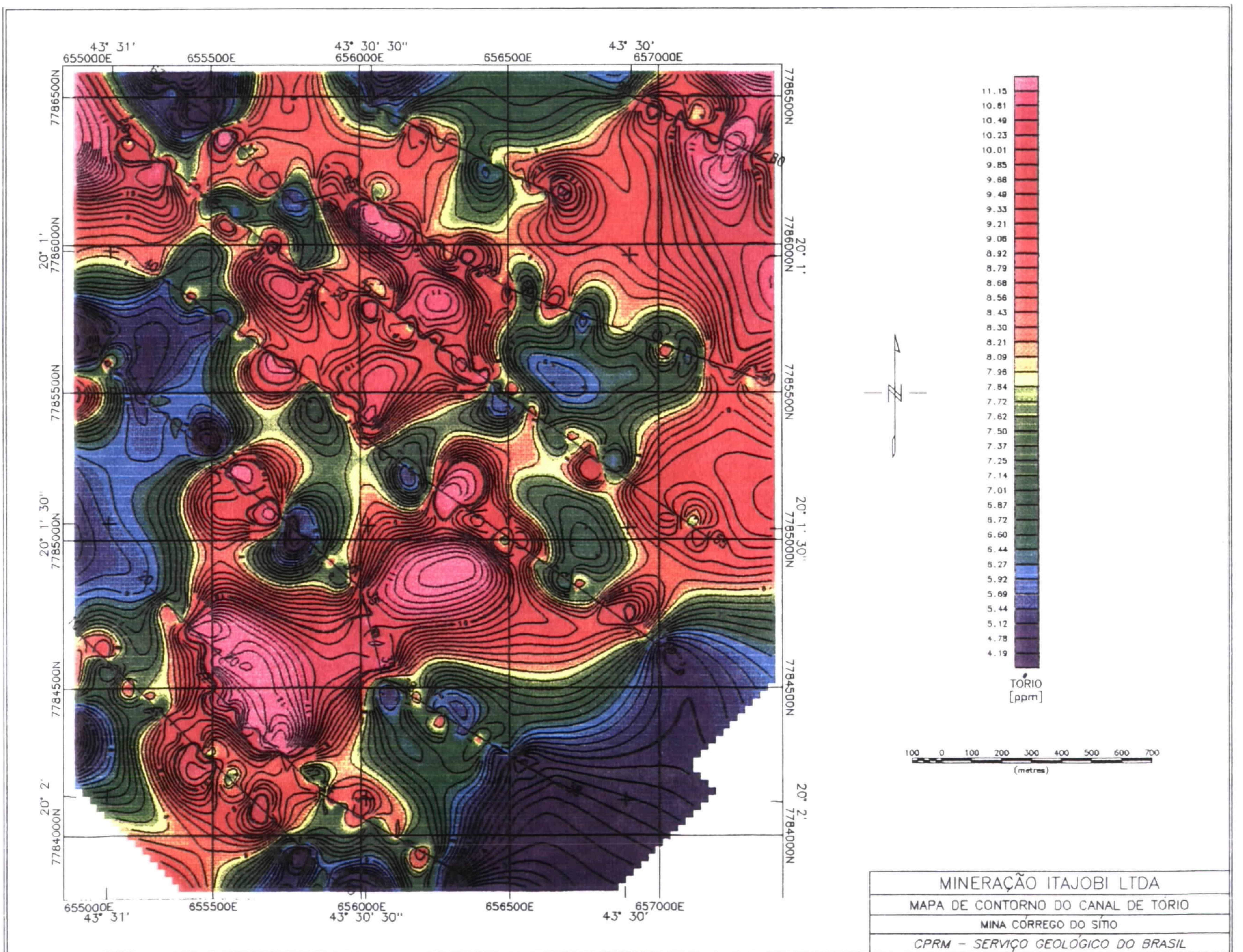
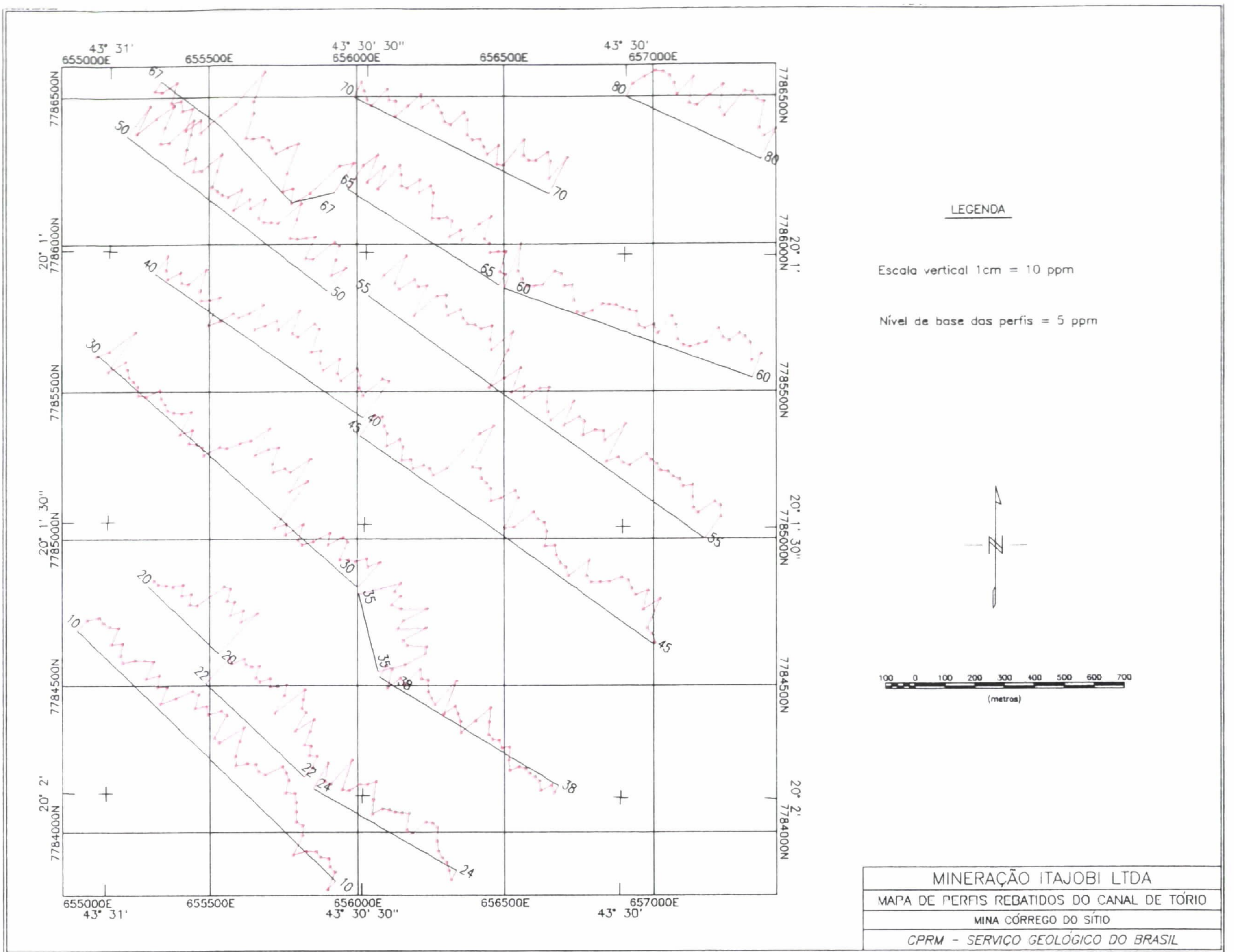


FIG. 10

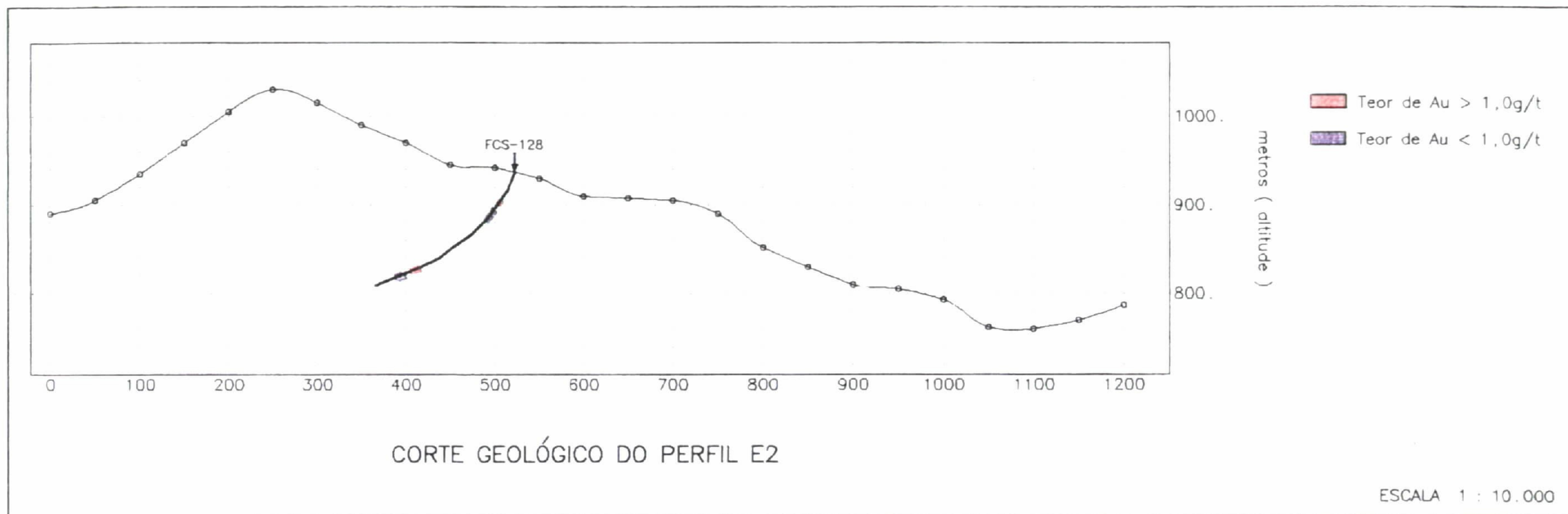
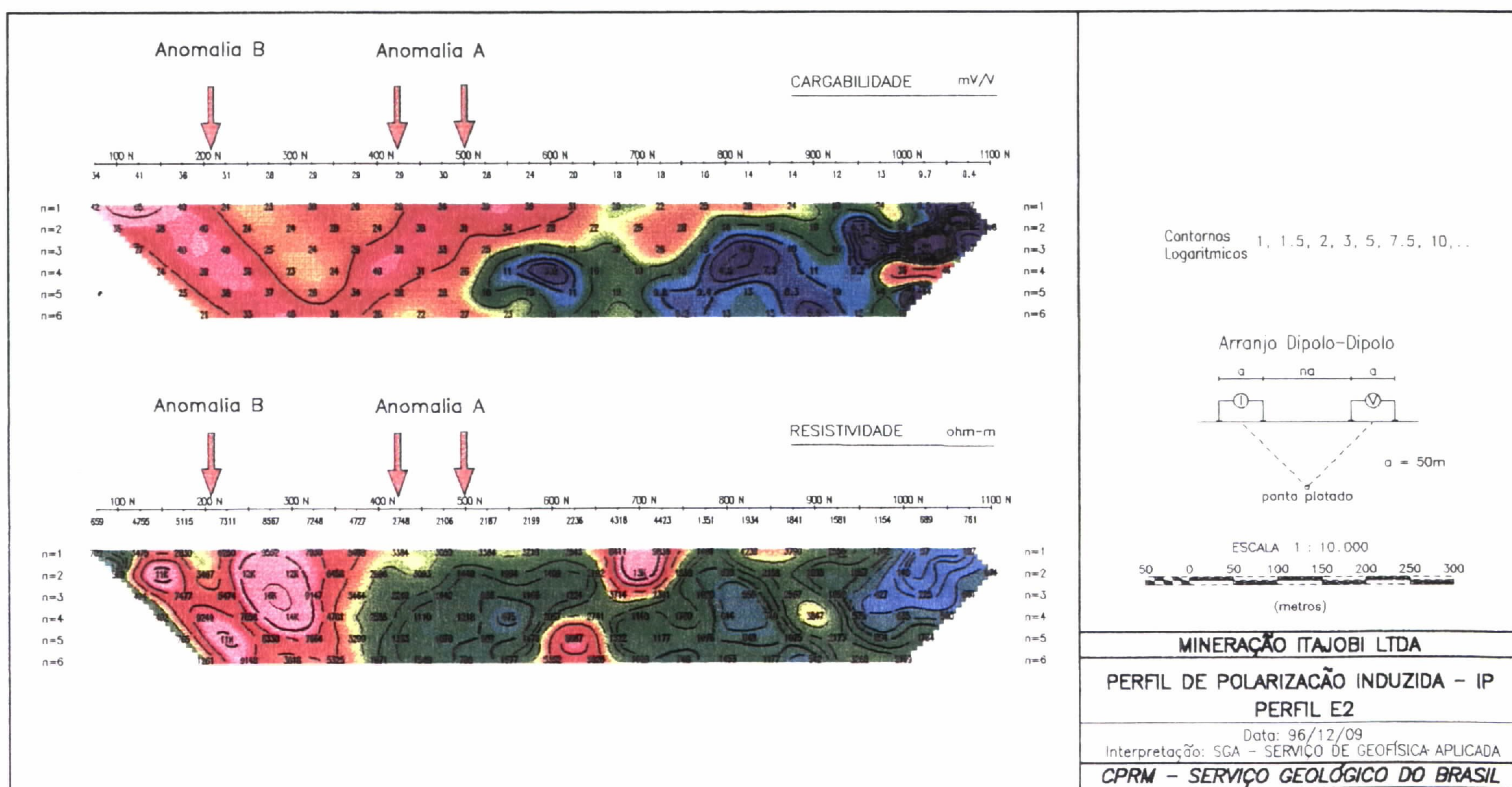
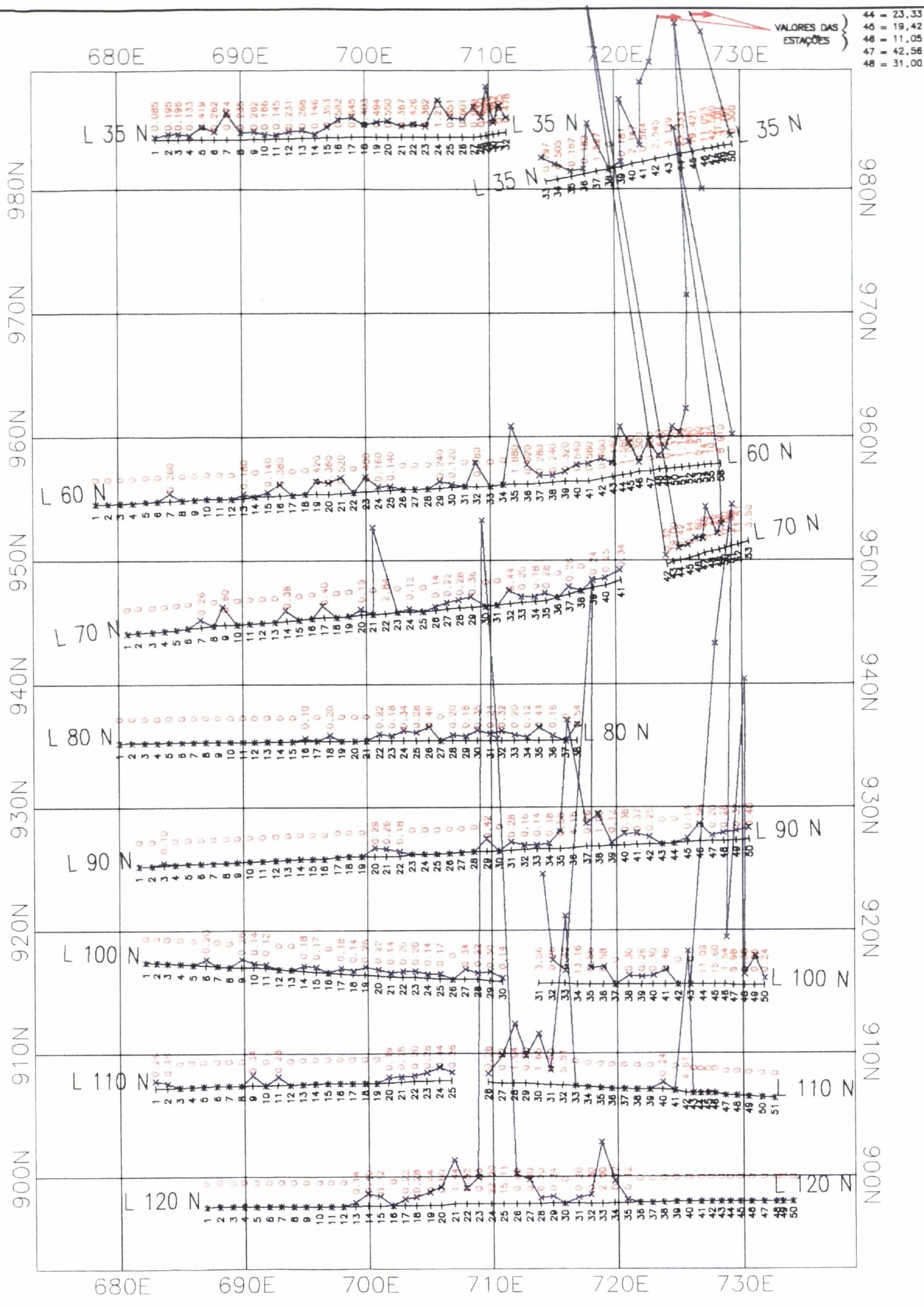


FIG. 11



Geosoft Software for the Earth Sciences



Escala vertical 1cm = 2,0 g/t

Nível de base dos perfis rebatidos = 0,0 g/t

MINERAÇÃO ITAJOBÍ LTDA
MAPA DE PERFIS REBATIDOS DE TEOR DE Au
MINA DO ROSALINO

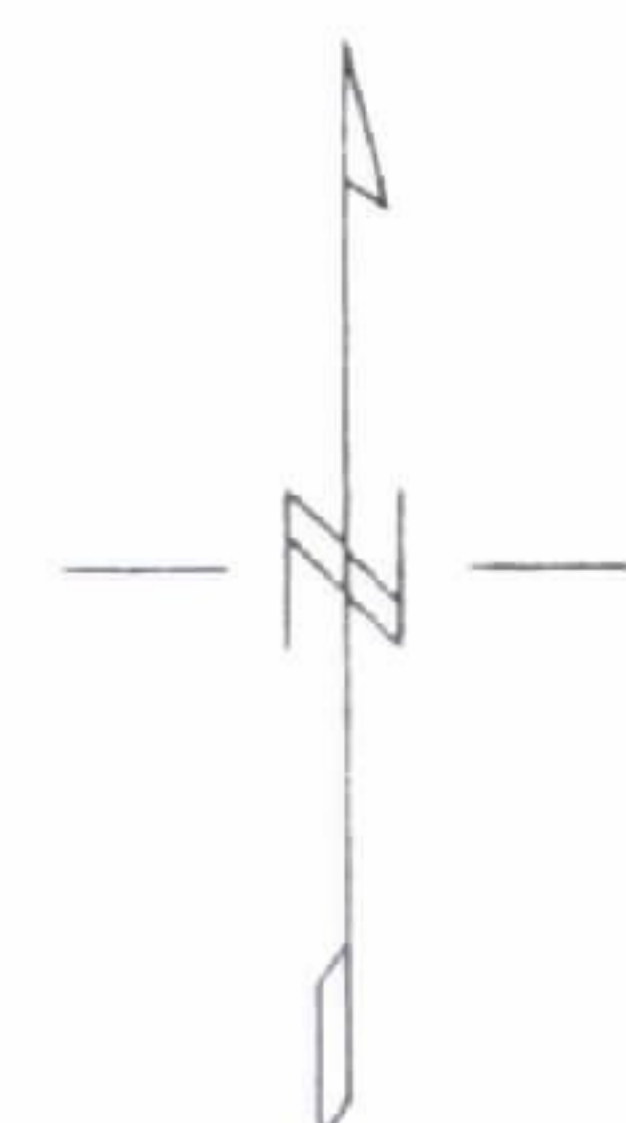
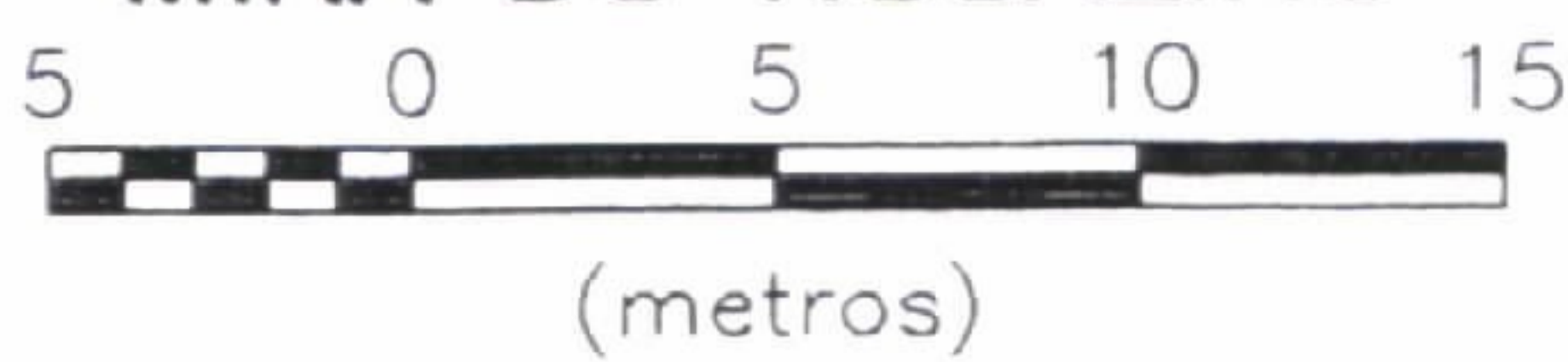
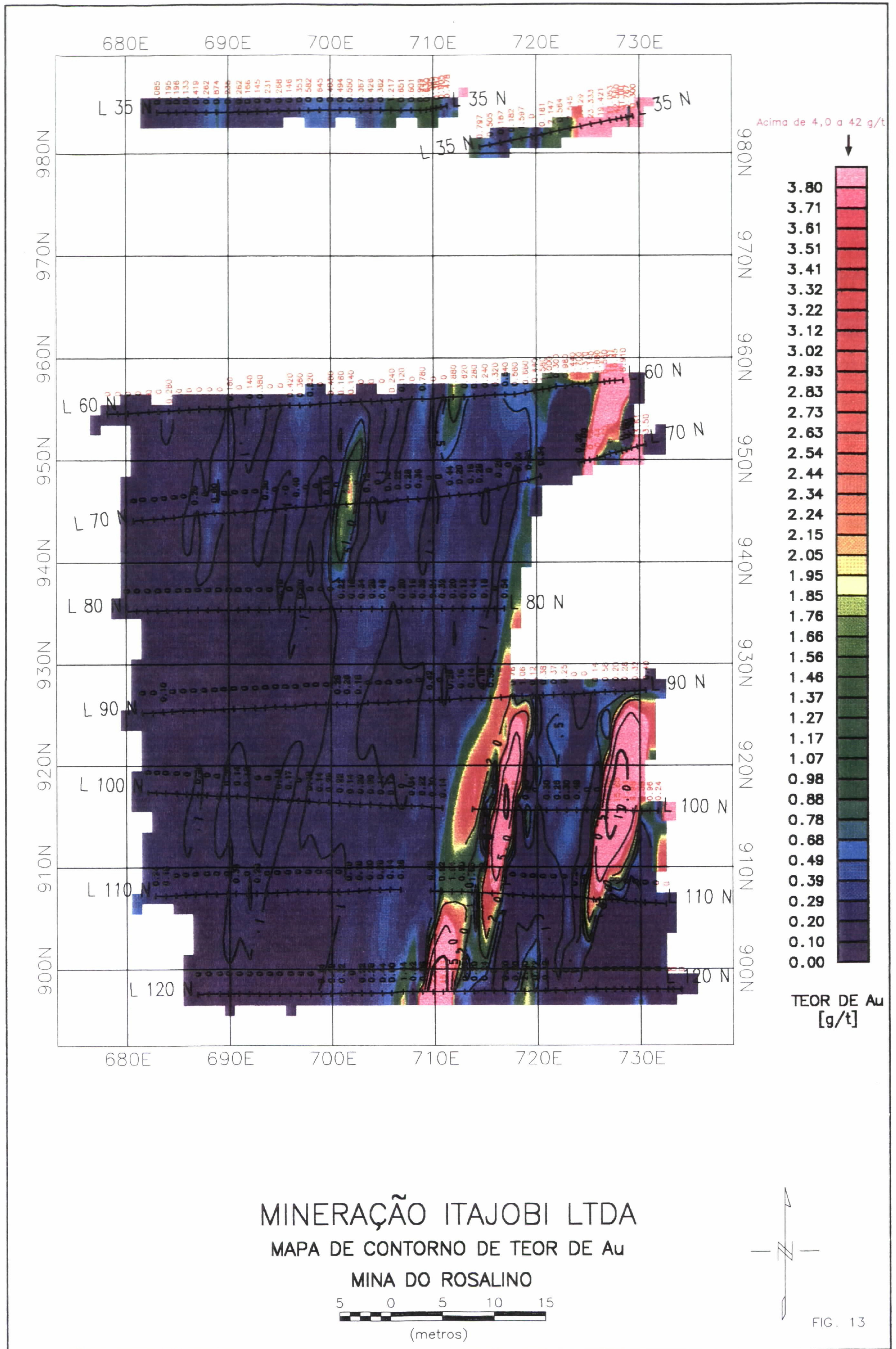
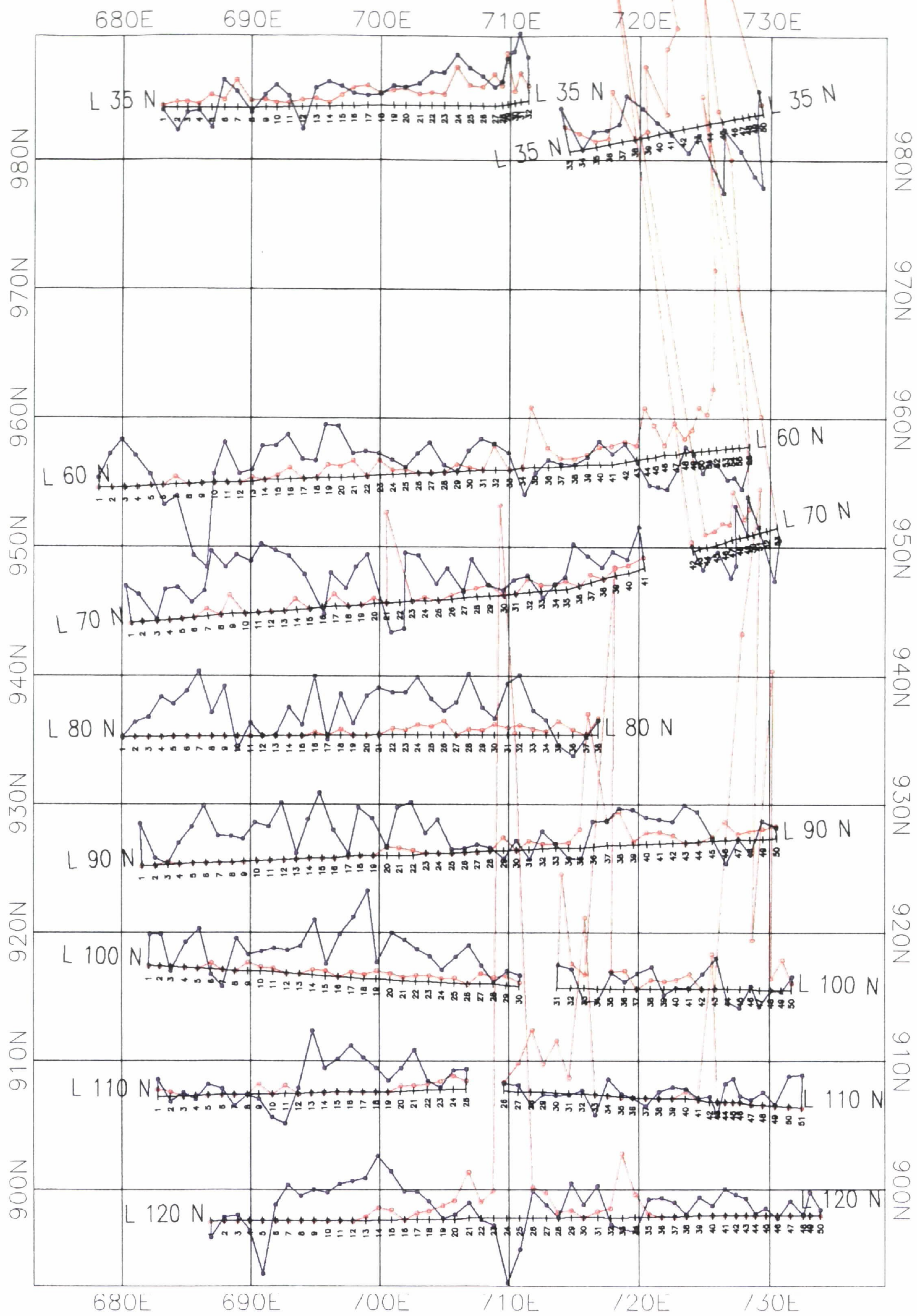


FIG. 12





K { Escala vertical 1cm = 300 cp2m (cp2m = contagens por 2 minutos)
 { Nivel de base dos perfis rebatidos = 500 cp2m

Au { Escala vertical 1cm = 2g/t
 { Nivel de base dos perfis = 0 g/t

MINERAÇÃO ITAJOBÍ LTDA
MAPA DE PERFIS REBATIDOS DOS CANAIS DE K E Au

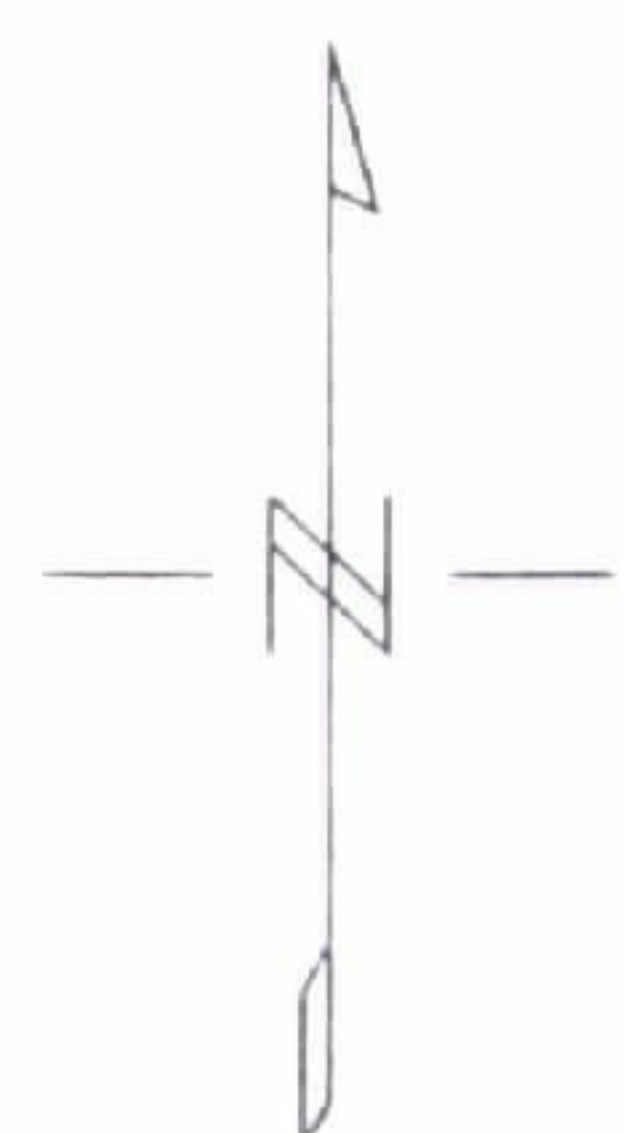
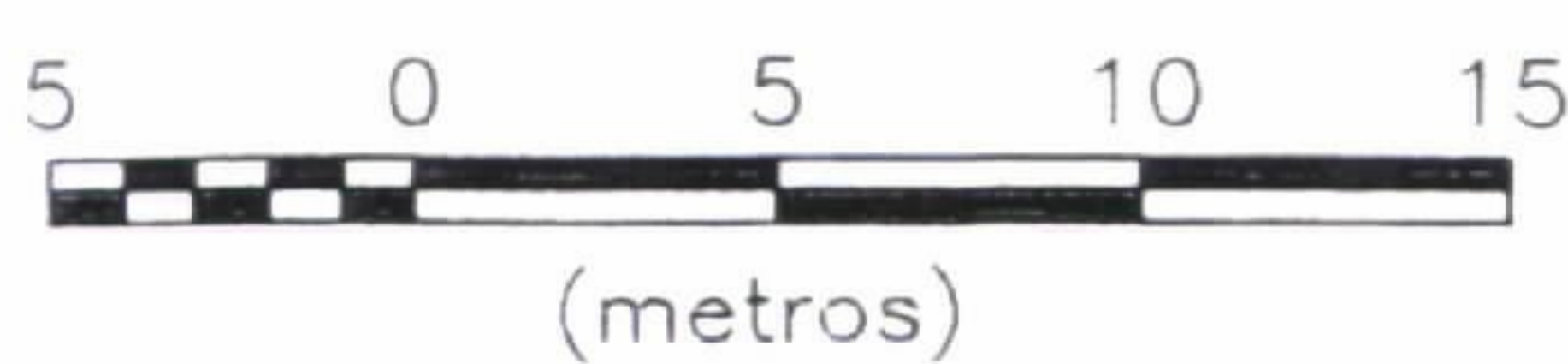
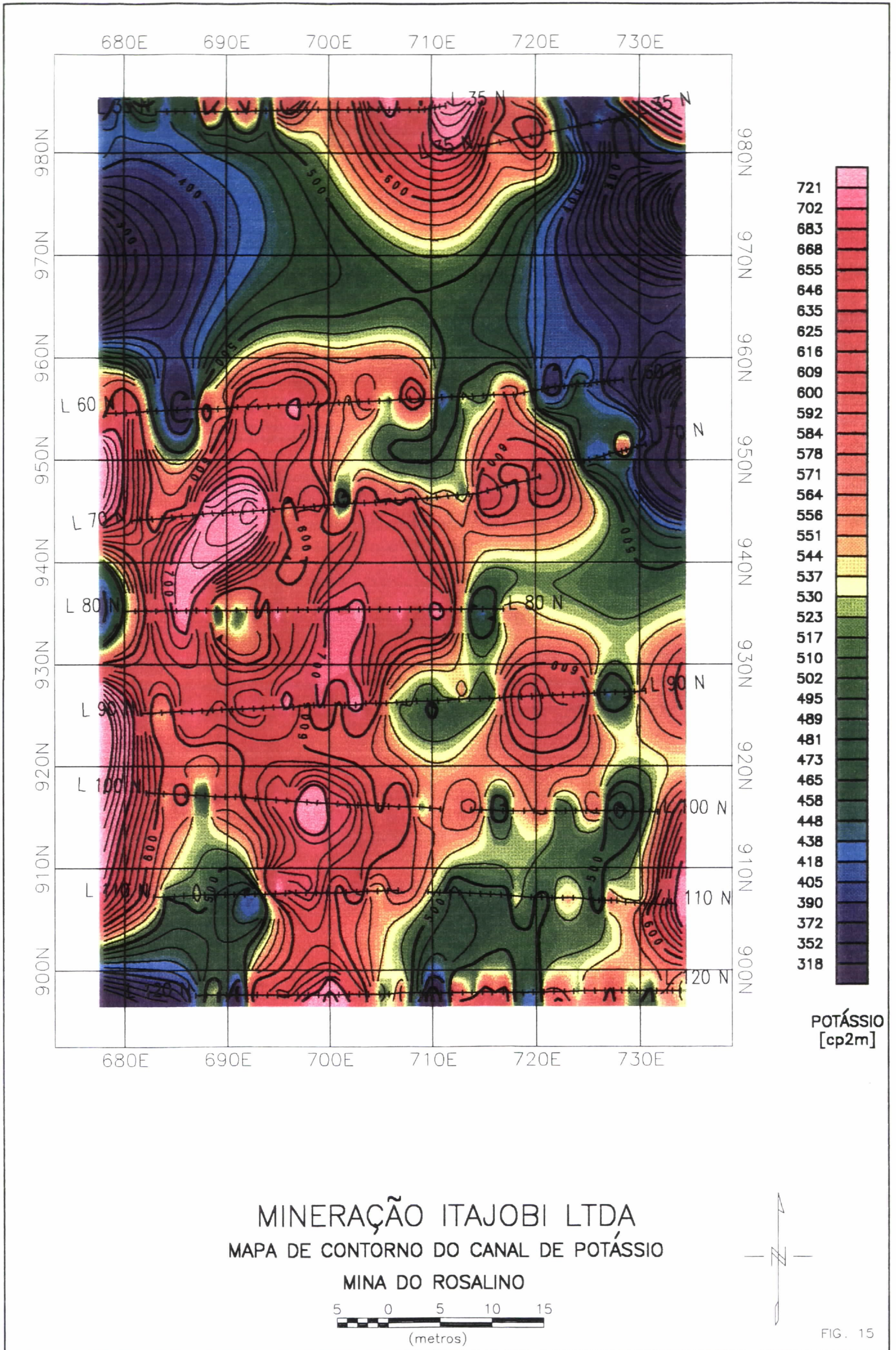


FIG. 14



ANEXO 2 - FOTOS



FOTO 1 : VISTA GERAL DA MINA DO CÓRREGO DO SÍTIO



FOTO 2 : VISTA DA USINA DE TRATAMENTO E PILHAS DE LIXIVIAÇÃO



FOTO 3 : TANQUE DE SOLUÇÃO AURÍFERA



FOTO 4 : VISTA DA MINA ROSALINO E FRENTES DE LAVRA

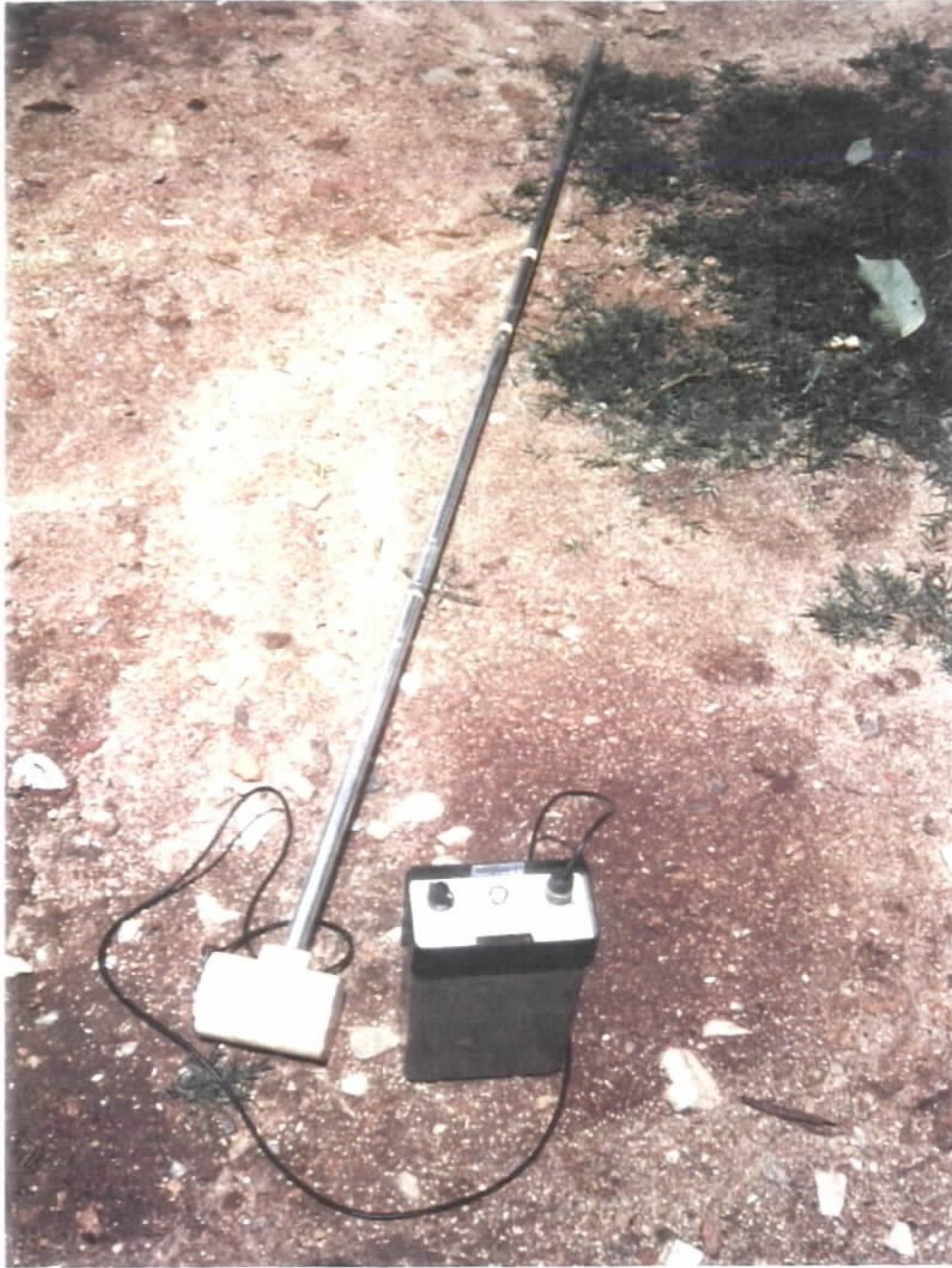


FOTO 5 : MAGNETOMETRO
G-826 - GEOMETRICS



FOTO 6 : GAMAESPECTROMETRO GR-410A-EXPLORANIUM E BLINDAGEM DE CHUMBO

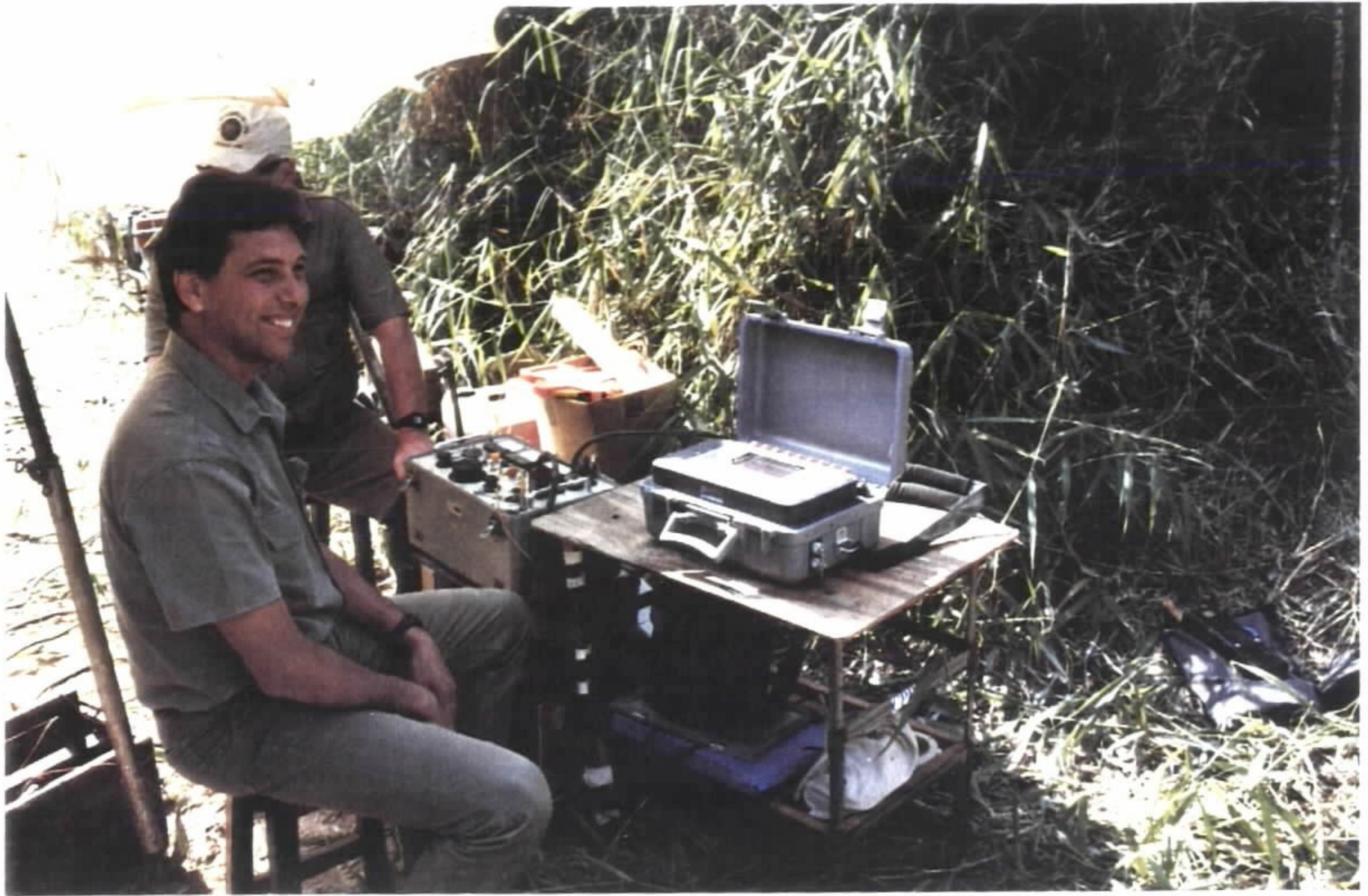


FOTO 7 : TRANSMISSOR IPC-7 E RECEPTOR IPR-12 DA SCINTREX



FOTO 8 : RECEPTOR IPR-12 EM
OPERAÇÃO DE CAMPO



FOTO 9 : CANAL DE AMOSTRAGEM DA MINA ROSALINO



FOTO 10 : MEDIDAS DE GAMAESPECTROMETRIA DENTRO DO CANAL DE AMOSTRAGEM