

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

DNPM

Departamento Nacional de Produção Mineral

MINEROPAR

Minerais do Paraná S A

UFPR

Universidade Federal do Paraná

ESTUDOS GEOFÍSICOS NA
AVALIAÇÃO METALOGENÉTICA
DO DISTRITO MINEIRO DO TALCO
NO ESTADO DO PARANÁ

VOLUME 2

ALVOS DE DETALHE

CURITIBA

Maio de 1998

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

DNPM

Departamento Nacional de Produção Mineral

MINEROPAR

Minerais do Paraná SA

UFPR

Universidade Federal do Paraná

**ESTUDOS GEOFÍSICOS NA
AVALIAÇÃO METALOGENÉTICA
DO DISTRITO MINEIRO DO TALCO
NO ESTADO DO PARANÁ**

VOLUME 2

ALVOS DE DETALHE

**CURITIBA
Maio de 1998**

n)
549.623
.8
K 482a
V.2

Registro n. 1001



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA

reg. 1001 Data 10/99

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
MINERAIS DO PARANÁ S/A**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA / DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA
DNPM – MINEROPAR**

**ESTUDOS GEOFÍSICOS NA
AVALIAÇÃO METALOGENÉTICA
DO DISTRITO MINEIRO DO TALCO
NO ESTADO DO PARANÁ**

**CURITIBA
Maio de 1998**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Rodolpho Tourinho Neto – Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Otto Bittencourt Netto – Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM

Miguel Navarrete Fernandez Júnior
Diretor Geral

Diretoria de Exploração Mineral
Plínio Tomaz

Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral
Carlos Schobbenhaus

Divisão de Recursos Minerais e Hídricos Subterrâneos
Emanuel Teixeira de Queiroz

Serviço de Cartografia e Sensoriamento Remoto
Gilberto Ruy Derze

Serviços de Geologia de Depósitos Minerais
Leonor Peres R. de Queiroz

Serviço de Águas Subterrâneas
Adelino Gregório Alves

Serviço de Patrimônio Mineral
Cláudio Hecht

Diretor do 13º Distrito do DNPM
Francisco Nailor Coral

Seção de Geologia e Produção Mineral
Luiz Eraldo de Mattos

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
JAIME LERNER
Governador

**SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO
E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**
EDUARDO FRANCISCO SCIARRA
Secretário de Estado

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR

OMAR AKEL
Diretor Presidente

MARCOS VITOR FABRO DIAS
Diretor Técnico

HELOÍSA MONTE SERRAT DE A. BINDO
Diretora Administrativo-Financeira

EQUIPE EXECUTORA

José Manoel dos Reis Neto
Geólogo - Coordenador
Dep. Geologia - UFPR

Augustinho Rigoti
Geofísico - Consultor
Responsável Técnico pelo Projeto

PARTICIPARAM COMO COLABORADORES

Sérgio Maurus Ribas	Gerente do Projeto pela Mineropar
Carlos Adolfo Schott David	Geólogo - Mineropar
Wadir Brandão	Geólogo - Mineropar
Zuleika de Fátima Valaski	Geóloga - Mineropar
Clóvis Roberto da Fonseca	Técnico de Mineração - Mineropar
Paulo Augustynczyk	Prospector - Mineropar
Waumy Donizeth Souza	Prospector Geofísico - Rhama Geof. Paisag.
Elton Richard Adam	Estagiário do Dep. Geologia - UFPR
Sandra Boeira Guimarães	Estagiária do Dep. Geologia - UFPR

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	4
3. REDUÇÃO/TRATAMENTO DOS DADOS	5
4. BASE DE DADOS	6
4.1 Dados de espectrometria gama e de magnetometria	6
4.2 Dados de eletrorresistividade	8
5. ALVO MINA GRANDE	9
5.1 Resultados da espectrometria gama	9
5.2 Resultados da magnetometria	17
5.3 Resultados dos ensaios geoeletricos	23
5.4 Conclusões	27
6. ALVO GIRALDI	29
6.1 Resultados da gamaespectrometria	29
6.2 Resultados da magnetometria	36
6.3 Resultados dos ensaios geoeletricos	40
6.4 Conclusões	46
7. ALVO MAROQUI	49
7.1 Resultados da gamaespectrometria	49
7.2 Resultados da magnetometria	56
7.3 Resultados dos ensaios geoeletricos	61
7.4 Conclusões	64
8. CONCLUSÕES GERAIS	66
REFERÊNCIAS	66
ANEXO I - MINA GRANDE - SEÇÕES DE RESISTIVIDADE	
ANEXO II - ALVO MAROQUI - SEÇÕES DE RESISTIVIDADE	

ESTUDOS GEOFÍSICOS NA AVALIAÇÃO METALOGENÉTICA DO DISTRITO MINEIRO DO TALCO NO ESTADO DO PARANÁ

ALVOS DE DETALHE

RELATÓRIO TÉCNICO

1. INTRODUÇÃO

De acordo com contrato celebrado entre a Minerais do Paraná S/A – MINEROPAR e a Fundação da Universidade Federal do Paraná para o desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura – FUNPAR, o Departamento de Geologia do Setor de Tecnologia da UFPR desenvolveu estudos geofísicos voltados à determinação de metodologia de prospecção do talco no distrito mineiro do talco no estado do Paraná.

As localizações das áreas estudadas podem ser vistas na Figura 1.1 (Área I - Itaiacoca) e Figura 1.2 (Área II - Socavão). Os alvos de detalhe objeto do presente relatório são indicados nestas figuras como Mina Grande e Giraldi na Área I e Mina Maroqui na Área II.

O projeto de pesquisa foi viabilizado por um Convênio Técnico e Financeiro firmado entre o DNPM e a MINEROPAR.

Os estudos geofísicos objetivaram fornecer subsídios ao mapeamento geológico-estrutural (caracterização de unidades litoestratigráficas, detecção de estruturas que condicionam atividades hidrotermais e possíveis mineralizações de talco e definição do posicionamento e padrão intrusivo dos diques básicos) com vistas a uma metodologia de prospecção do talco. Os trabalhos consistiram de:

- a. levantamento regional com magnetometria e espectrometria gama ao longo de 57 km de estradas e outros acessos georreferenciáveis, com espaçamento de 25 metros entre estações de medida; integração com dados do Projeto Aerogeofísico Serra do Mar Sul (Geofoto-DNPM/CPRM, 1978);
- b. estudos de detalhe em três áreas com mineralizações conhecidas, perfazendo um total de 6 km lineares com ensaios de magnetometria, espectrometria gama e eletrorresistividade (caminhamento elétrico e sondagens elétricas verticais); objeto do presente relatório;
- c. processamento, interpretação e integração dos dados obtidos.

Os resultados relativos ao levantamento regional ao longo de estradas e integração aos dados aerogeofísicos disponíveis (Projeto Serra do Mar Sul) foram apresentados no relatório técnico intitulado “Estudos Geofísicos na Avaliação Metalogenética do Distrito Mineiro do Talco no Estado do Paraná - Levantamento Regional ao Longo de Estradas Integrado aos Dados Aerogeofísicos Disponíveis”, ao qual faremos referência como Relatório I.

No presente relatório são apresentados os resultados de estudo nos alvos de detalhe.

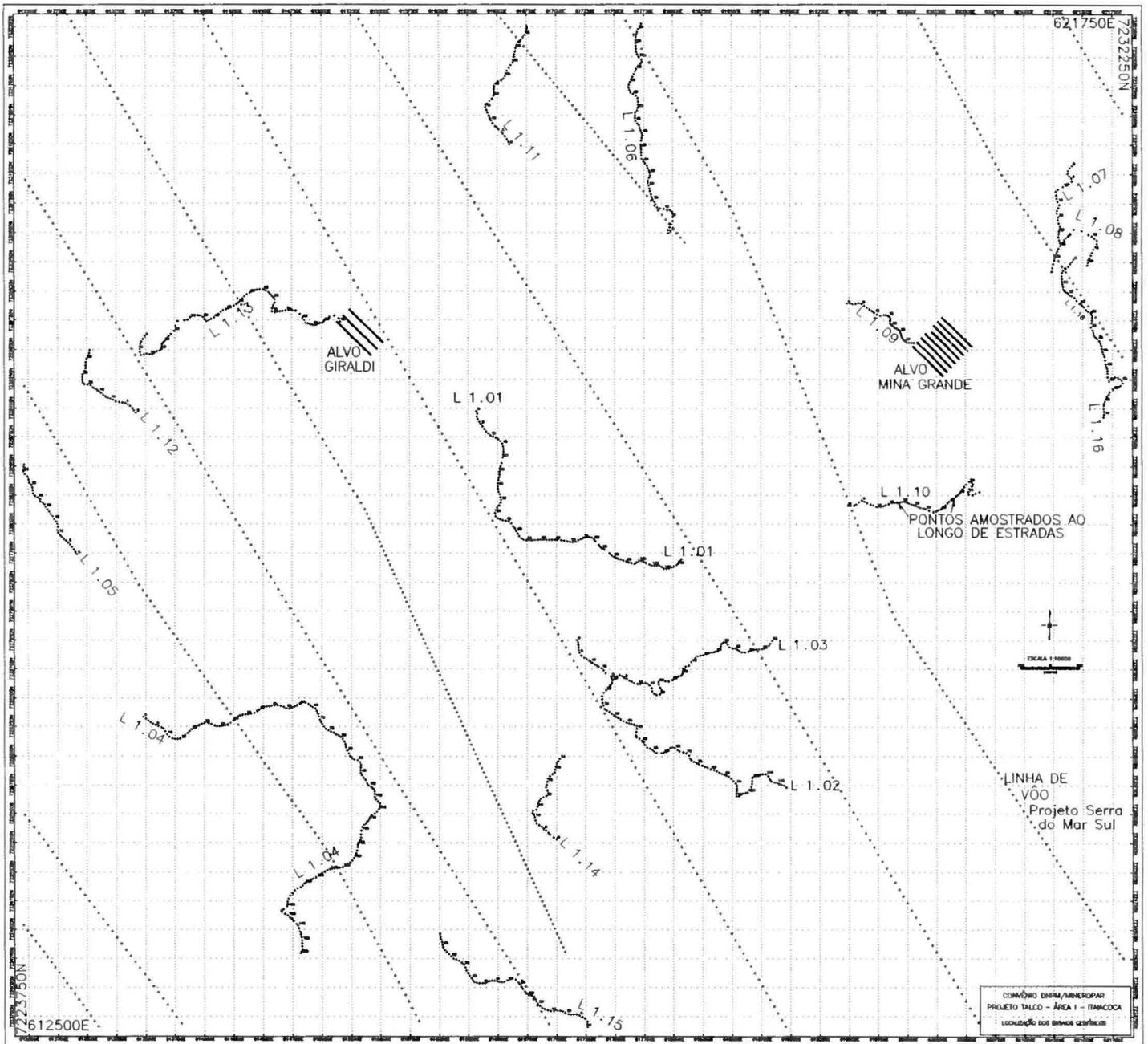


Figura 1.1: - Localização dos levantamentos geofísicos na Área I - Itaiacoca.

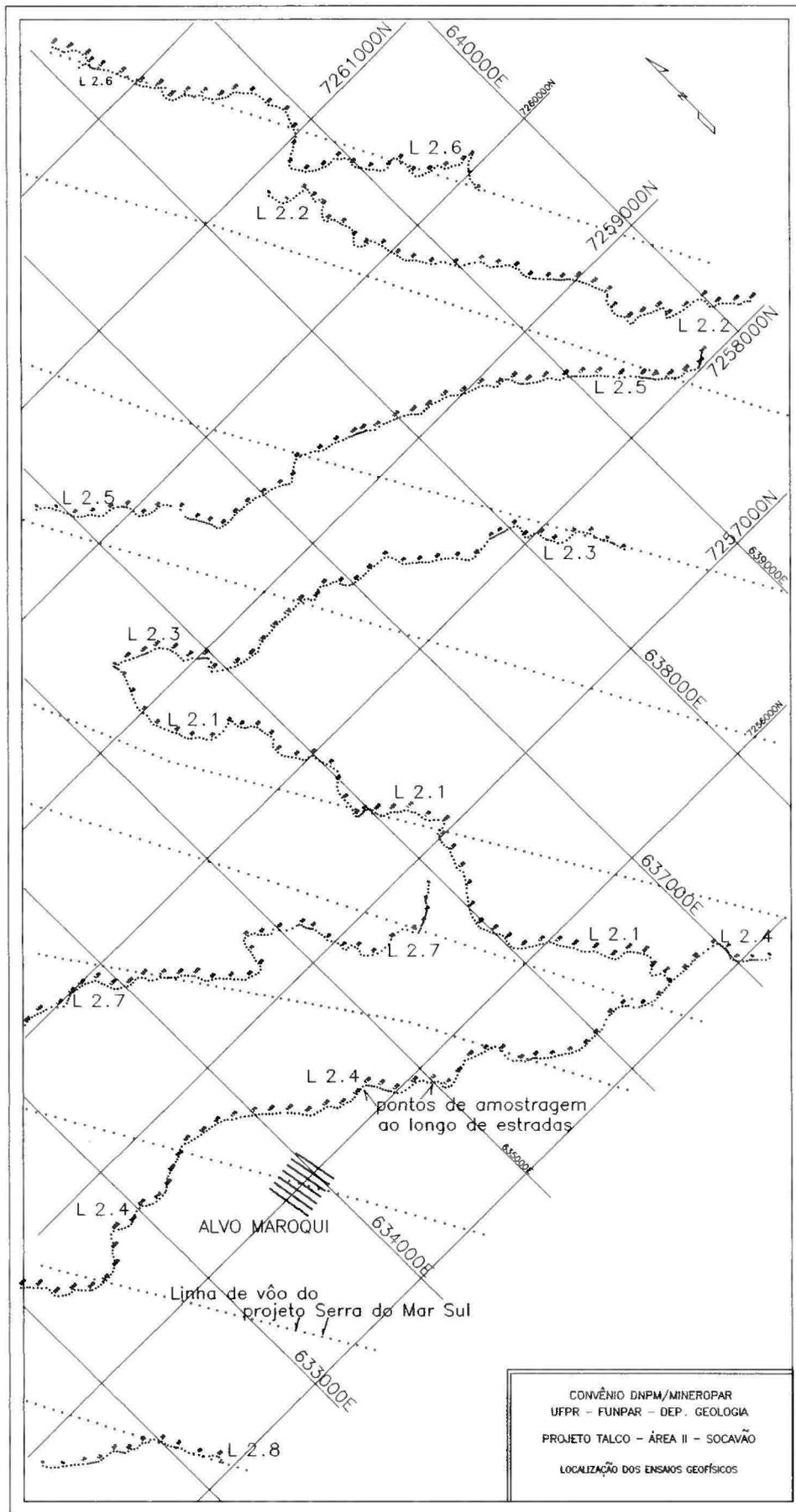


Figura 1.2: Localização dos levantamentos geofísicos na Área II- Socavão.

As bases teóricas e justificativas para a escolha dos métodos geofísicos foram apresentadas no Relatório I, item 2. Para poupar espaço este tópico não será repetido no presente relatório. Nos alvos de detalhe, espera-se da magnetometria uma contribuição para o mapeamento das rochas metavulcânicas e metabásicas e de eventuais diques básicos em meio aos metassedimentos e metacalcários/metadolomitos de menor susceptibilidade magnética. Seria possível mesmo identificar uma resposta diferenciada entre os metassedimentos e metacalcários/metadolomitos, com os primeiros apresentando magnetização pouco superior aos segundos. Espera-se ainda que o método evidencie os falhamentos NE que condicionam atividades hidrotermais e possíveis mineralizações de talco.

Da espectrometria gama também espera-se apoio ao mapeamento geológico-estrutural. Mais especificamente espera-se individualizar os tipos litológicos envolvidos nas seqüências filitos-metacalcários-metabásicas. Os metacalcários responderiam com baixa contagem gama em comparação aos metassedimentos e metabásicas/metavulcânicas, de forma que estas litologias poderiam ser distinguidas. As zonas de fraturamento onde ocorrem as mineralizações de talco poderiam ainda ser identificadas como zonas de enriquecimento do potássio e urânio com relação ao tório, indicando eventual associação a processos de alteração hidrotermal.

As técnicas geométricas que medem a eletroresistividade foram escolhidas para caracterizar zonas condutoras que poderiam refletir fraturamento, alteração e percolação, em associação a mineralizações de talco. O caminhamento elétrico foi escolhido como arranjo eletródico mais adequado para mapeamento de variações laterais de resistividade, enquanto as sondagens elétricas verticais (SEVs - arranjo Schlumberger) foram executadas para prover um melhor detalhamento vertical da seção geométrica.

2. METODOLOGIA

Malhas regulares, com espaçamento entre linhas que variou de 50 a 75 metros foram implantadas nos alvos de detalhe. O espaçamento entre pontos marcados com estacas ao longo das linhas foi de 25 metros. Nas próximas seções são exibidos mapas de localização dos alvos em maior detalhe do que os apresentados nas figuras 1.1 e 1.2. Para o levantamento magnetométrico simultâneo ao gamaespectrométrico, a equipe de campo foi constituída de um operador do magnetômetro, um operador do gamaespectrômetro e de um anotador das leituras gamaespectrométricas e outras anotações importantes como geometria da leitura radiométrica e eventuais fontes de ruído magnetométrico. Apesar de o estaqueamento ser de 25 metros, foram tomadas leituras com ambos os instrumentos a cada 12,5 metros, aproximando a meia distância entre estacas.

O controle da variação magnética diurna foi feito por um magnetômetro fixo numa estação base, com anotação da leitura a cada 10 minutos. Tanto na estação base como no levantamento, em cada medida, as leituras magnéticas foram repetidas até que apresentassem uma repetibilidade satisfatória. A escolha do local para estação base levou em consideração a facilidade de acesso e ausência de ruído geológico ou cultural. Cada alvo teve uma estação base diferente.

Sempre que possível, sem com isto prejudicar o rendimento dos trabalhos, repetiram-se leituras gamaespectrométricas na estação base para verificação do instrumento e das condições de medida, principalmente após algum período chuvoso.

O magnetômetro de prótons (campo total) utilizado para o levantamento foi o EnviMag de fabricação Scintrex. O tempo de amostragem foi de 2 segundos. A sensibilidade deste aparelho é de décimos de nanoteslas. As leituras magnéticas foram

registradas em memória do aparelho e posteriormente descarregadas num computador tipo PC. O magnetômetro utilizado na base, também de prótons, foi o Unimag II de fabricação Geometrics. As leituras deste aparelho foram anotadas em caderneta e posteriormente digitadas no computador.

O gamaespectrômetro utilizado foi o GAD6 de fabricação Scintrex. O tempo de integração escolhido foi de 30 segundos. Esta escolha foi feita com base na repetibilidade satisfatória observada e tendo em mente também não prejudicar demais o rendimento dos trabalhos como seria o caso se fosse utilizado o próximo tempo possível de integração de 100 segundos. Infelizmente o aparelho não teve uma calibração recente para que se pudesse converter as leituras em ppm de urânio e tório e % do potássio como permite o GAD6 quando calibrado.

No caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo, foram investigados 5 níveis (profundidades) e o espaçamento entre eletrodos foi de 25 metros. O equipamento utilizado, de fabricação Tectrol, possui 1000 Watts de potência, permitindo a transmissão de 1 Ampere de corrente DC com 1000 Volts. Esta potência esteve em geral bastante superior à necessária nas áreas ensaiadas. Devido ao peso das duas baterias que alimentam o transmissor, este ficou estacionado em locais estratégicos, a partir dos quais utilizaram-se carretéis de fio condutor para levar a corrente aos pontos de medida nas linhas da malha. Rádios foram utilizados para comunicação entre o transmissor e receptor. Os dados relativos à corrente elétrica transmitida e a diferença de potencial medida em cada disposição eletródica foram anotados em planilhas e posteriormente digitados no computador para cálculo da resistividade aparente.

Uma sondagem elétrica vertical (arranjo Schlumberger) foi executada em cada um dos alvos. A distância entre eletrodos de corrente foi expandida com incrementos logarítmicos para que não fosse necessária interpolação posterior para cálculo de curvas teóricas no processo de interpretação automática no computador.

3. REDUÇÃO/TRATAMENTO DOS DADOS

Está sendo diferenciada aqui uma primeira manipulação dos dados originais necessária para iniciar um processo de análise. Esta primeira fase chamamos de redução ou tratamento dos dados. A fase seguinte constituiria o que é denominado processamento dos dados, que visa facilitar a análise e interpretação. Os dados gamaespectrométricos em geral consistiram de um único conjunto de leituras em cada estação, com raras repetições. O único tratamento que estes dados receberam foi a digitação e posterior cheque para minimizar as chances de erro de digitação.

Já os dados magnéticos passaram por uma edição maior, porque sempre consistiram de várias leituras em cada estação. Os dados descarregados do magnetômetro para o computador foram inicialmente escrutinados para eliminar pontos nitidamente discrepantes numa seqüência de medidas de uma mesma estação. Após esta primeira edição dos dados, foram feitas as médias dos valores lidos em cada estação, através de um programa muito simples gerado para o presente projeto.

Os dados da variação magnética diurna anotados na estação base e digitados no computador tiveram tratamento semelhante ao descrito acima. A correção da variação diurna e ajustes ao valor de referência na base foram feitos de forma automática no computador. Para isto foi gerado outro programa simples que ajusta um polinômio à curva de variação e depois busca a correção devida em cada instante. Note-se contudo que o processo automático só foi utilizado depois de cuidadosa inspeção da curva de variação diurna para que não viessem a ser aplicadas correções impróprias.

A única redução sofrida pelos dados de eletrorresistividade, tanto para o caminhamento elétrico (arranjo dipolo-dipolo) como para as sondagens elétricas verticais (arranjo Schlumberger), foi o cálculo da resistividade aparente a partir das leituras da corrente e da diferença de potencial.

4. BASE DE DADOS

4.1 Dados de espectrometria gama e magnetometria

O Espectrômetro de raios gama GAD6 não era dotado de registro automático dos dados como o magnetômetro EnviMag. Por isto os dados foram digitados no computador, no formato mostrado na Tabela 4.1.1. Neste exemplo de arquivo nota-se uma coluna de observações (Obs.) onde procurou-se registrar características do relevo vizinho ao ponto de medida, que pudessem afetar os resultados das medidas, em função da geometria de leitura com conseqüente maior ou menor contagem decorrente apenas da maior ou menor exposição do sensor às fontes de radiação. Contudo, foram poucos os locais onde se detectou alguma influência da geometria de leitura sobre as medidas. A coluna da hora da medida foi adicionada porque era feito um cheque periódico do comportamento do espectrômetro e das condições de medida. As coordenadas UTM foram adicionadas posteriormente, com a digitalização dos caminhos.

Arquivos como este mostrado na Tabela 4.1.1 são apresentados em disquetes. A coluna “estação” representa a própria distância em metros ao longo dos perfis.

Na fase de processamento dos dados radiométricos, vários outros arquivos foram gerados e são também apresentados em disquetes.

Tabela 4.1.1 - Exemplo de arquivo de dados gamaespectrométricos

Data		Área		Perfil				
27/-1/98		M.Gde.		L-2				
Estação	Hora	C.T.	K	U	Th	Obs.	UTM-E	UTM-N
0	10:54	2154,0	0,8	0,9	0	plano	620550,37	7229528,74
12,5		2137,0	0,6	0,3	0,1	plano		
25		2389,0	0,3	0,6	0,7	plano	620532,46	7229546,46
27,5		2375,0	1,3	0,7	0,3	plano		
50	11:00	2376,0	1,3	0,8	0,6	plano	620515,21	7229563,52
62,5		2378,0	0,8	0,9	0,2	plano		
75		2399,0	1,2	0,4	0,6	plano	620497,10	7229581,39
87,5		2414,0	0,7	0,8	0,4	plano		
100	11:05	2443,0	1,1	0,5	0,5	plano	620479,95	7229598,50
112,5		2366,0	0,2	0,4	0,4	quebra (-)		
125		2387,0	0,9	0,4	0,4	plano	620462,85	7229615,10
137,5	11:10	2416,0	0,4	0,7	0,5	quebra (+)		

Os dados magnetométricos quando descarregados do magnetômetro têm o formato mostrado na Tabela 4.1.2. No cabeçalho nota-se “/T” quando a leitura se refere a controle de base, lida com “tie” de amarração. Leitura como esta era feita periodicamente na estação base onde havia um outro magnetômetro fixo registrando a curva de variação diurna. Trata-se apenas de um controle a mais para garantir a qualidade dos dados, comprovando a operação correta dos instrumentos. Os outros campos do cabeçalho padrão

do magnetômetro só foram preenchidos quanto à linha e data.

Tabela 4.1.2 - Exemplo de arquivo de dados como descarregados do magnetômetro

/T	0	0	23160.0	4.16	10.485000	0

!/ Revision:	4.0F					
!/ Line___:	2.00000 +					
!/ Date___:	98/01/27					
!/ Job___:	0					
!/ Operator:						
!/ Serial__:	0					
!/ Basefld_:	0					
!/ Duration:	2.0					
!/ Mag_Data:	X/Y/TotFld/Noise/Hours/0=Uncor					

2	12.5	23118.4	2.48	10.843611	0	
2	0	23120.2	2.27	10.940278	0	
2	0	23117.6	2.55	10.954167	0	
2	0	23118.6	2.78	10.956667	0	
2	25	23115.8	3.06	10.988056	0	
2	25	23120.0	2.66	10.990278	0	
2	25	23113.1	2.68	10.992222	0	
2	25	23120.9	2.78	10.993889	0	
2	25	23113.2	2.44	10.995556	0	

Anotações feitas na caderneta de campo onde eram anotados os dados radiométricos são importantes também para a magnetometria, de forma que além das anotações feitas automaticamente pelo magnetômetro, conta-se com anotações das cadernetas de campo, muitas das quais constam dos arquivos gerados para a radiometria.

As colunas 1 a 6 do arquivo original de dados magnetométricos referem-se respectivamente a: linha, estação de leitura, intensidade magnética total, índice do nível de ruído, hora decimal, e uma coluna de zeros para indicar que os dados ainda não foram corrigidos da variação diurna. Nota-se neste exemplo de arquivo que na estação 25 foram feitas várias leituras, onde os valores repetem-se dentro de uma variação de 7 nT; repetibilidade considerada razoável no presente estudo.

Após a correção da variação diurna, cálculo da média de valores repetidos, ordenamento da seqüência de estações e adição das coordenadas UTM dos pontos de leitura, o arquivo gerado tem uma forma mais simples para facilitar o processamento dos dados. Este novo arquivo é exemplificado na Tabela 4.1.3.

Tabela 4.1.3 - Exemplo de arquivo de dados magnetométricos corrigidos

Line	UTM-E	UTM-N	Est.	nT
	616319.31	7228973.48	0	22527.6
	616325.22	7228952.40	*	22553.2
	616324.15	7228924.26	*	22610.9
	616330.32	7228902.79	*	22611.3
	616345.47	7228878.16	*	22830.2
	616358.61	7228859.85	5	22583.1
	616373.14	7228838.75	*	22641.0

4.2 Dados de eletrorresistividade

Os dados do caminhamento elétrico com o arranjo eletródico dipolo-dipolo consistem dos valores de corrente, diferença de potencial e posições dos eletrodos, como pode ser visto no exemplo da Tabela 4.2.1. Arquivos como este são apresentados em disquete, com a extensão “.DAT”. A partir destes arquivos, os dados de corrente, diferença de potencial e geometria do arranjo em cada medida foram utilizados para, através do sistema Geosoft (Geosoft, 1994), calcular automaticamente os valores de resistividade como mostrado na Tabela 4.2.2. Estes arquivos são encontrados em disquete com a extensão “.RES”. A partir deles são plotadas as seções de resistividade aparente.

Na Tabela 4.2.1, as colunas F1X e F2X referem-se às posições dos eletrodos de corrente e as colunas M1X e M2X às posições dos eletrodos de potencial. Vp é a medida da diferença de potencial em milivolts e I é a corrente em Amperes.

Tabela 4.2.1 - Exemplo de arquivo de dados de campo do arranjo dipolo-dipolo

MINA GRANDE						
LINE:2N ARRAY:DPDP DIPOLE:25 UNITS:M						
F1X	F2X	M1X	M2X	Vp(mV)	I(A)	
0	-25.00	-50.00	-75.00	1440.8	0.637	
0	-25.00	-75.00	100.00	75.500	0.635	
0	-25.00	-100.00	-125.00	22.300	0.635	
0	-25.00	-125.00	-150.00	26.200	0.634	
0	-25.00	-150.00	-175.00	13.500	0.636	
-25.00	-50.00	-75.00	-100.00	363.1	0.498	
-25.00	-50.00	-100.00	-125.00	61.500	0.496	
-25.00	-50.00	-125.00	-150.00	34.000	0.495	
-25.00	-50.00	-150.00	-175.00	17.100	0.496	
-25.00	-50.00	-175.00	-200.00	5.000	0.496	
-50.00	-75.00	-100.00	-125.00	447.7	0.564	
-50.00	-75.00	-125.00	-150.00	106.8	0.563	
-50.00	-75.00	-150.00	-175.00	43.800	0.563	
-50.00	-75.00	-175.00	-200.00	6.600	0.562	
-50.00	-75.00	-200.00	-225.00	2.000	0.563	

Tabela 4.2.2 - Exemplo de arquivo de dados de resistividade aparente do dipolo-dipolo

MINA GRANDE						
LINE:100S ARRAY:DPDP DIPOLE:25 UNITS:M RES_UNIT:OHM_M FILTER:1						
stn	filt	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5
-37.50	*	1066.	*	*	*	*
-50.00	410.	*	224.	*	*	*
-62.50	*	344.	*	165.	*	*
-75.00	262.	*	234.	*	389.	*
-87.50	*	374.	*	324.	*	350.
-100.00	501.	*	358.	*	325.	*
-112.50	*	858.	*	367.	*	166.
-125.00	545.	*	1206.	*	111.	*
-137.50	*	2111.	*	478.	*	58.6
-150.00	653.	*	427.	*	306.	*
-162.50	*	1245.	*	170.	*	384.
-175.00	363.	*	308.	*	192.	*
-187.50	*	170.	*	330.	*	73.7
-200.00	335.	*	180.	*	155.	*

Na Tabela 4.2.2, as colunas de 1 a 7 têm os seguintes significados: (stn) é a estação abaixo da qual são plotados os valores de resistividade; (filt) é o valor tratado como média de resistividade ao longo da seção, resultante de uma filtragem dos dados exibida nos desenhos das seções; (n=1 a n=5) são as resistividades em Ohm.m de cada nível de investigação.

Os arquivos de dados de resistividade aparente das sondagens elétricas verticais, apresentados em disquete, consistem apenas de duas colunas, uma com as distâncias AB/2 (meia distância entre eletrodos de corrente) em metros e outra com os valores de resistividade aparente em Ohm.m.

5. ALVO MINA GRANDE

As principais mineralizações conhecidas no alvo Mina Grande estão em estruturas NE, em lineamentos que ocupam a parte central da malha. Os paredões da cava central deixada pela mineração do talco dificultaram a execução dos ensaios geofísicos. Tanto os acidentes de relevo como os depósitos de rejeito interferiram nas leituras radiométricas, fato identificado claramente em alguns pontos. A eletrorresistividade também foi afetada pelas quebras de relevo, mas fica difícil de separar o efeito do relevo das sucessões de eixos resistentes e condutores da própria seqüência litológica.

A malha regular (Fig. 5.1) teve um espaçamento entre linhas de 50 metros e espaçamento entre estações ao longo das linhas de 25 metros. Para magnetometria e radiometria, estações intermediárias foram aproximadas para leituras espaçadas de 12,5 m, enquanto para o caminhamento elétrico com espaçamento entre eletrodos de 25 m, as posições de eletrodos coincidem com as estacas.

5.1 Resultados da gamaespectrometria

Os perfis dos radioelementos potássio, urânio e tório (Fig. 5.1.1) evidenciam *trends* anômalos com alinhamento NE como esperado. As zonas de maior contagem radiométrica devem refletir principalmente os filitos e subordinadamente as metabásicas/metavulcânicas. Respostas radiométricas do *background* para baixo devem associar-se aos metacalcários e quartzitos. Em geral, a contagem dos três radioelementos sobem simultaneamente, não havendo indicações de possíveis enriquecimento do potássio e/ou urânio com relação ao tório. Apenas na linha L9, estacas 200W-250W ocorre um alto de urânio quando o potássio e o tório permanecem no *background*. Na faixa central da área onde se tem as maiores ocorrências de talco, não são observadas feições radiométricas anômalas.

Outras formas alternativas de visualização dos dados foram ensaiadas em vários mapas (Figuras 5.1.2 a 5.1.6). Todos estes mapas evidenciam muito bem duas faixas principais de alto radiométrico. Uma que cruza a área com uma interrupção entre as linhas L5 e L4, com mudança de intensidade na continuidade para NE nas linhas L4 a L2. Outra de menor extensão, ocorre no extremo SE entre as linhas L9 e L8. O mapa do potássio (Fig. 5.1.2) individualiza melhor as duas faixas anômalas. Em todos estes mapas utilizou-se a técnica *random gridding* do Geosoft e uma suavização que evita a extrapolação excessiva para os vazios entre perfis. Uma interpretação qualitativa do que pode ser a posição das unidades responsáveis pelos altos radiométricos é apresentada no mapa da interpretação geofísica integrada, a ser discutido no item (5.4-Conclusões). Outras zonas pouco acima do *background*, com menor definição também foram marcadas e serão discutidas em (5.4).

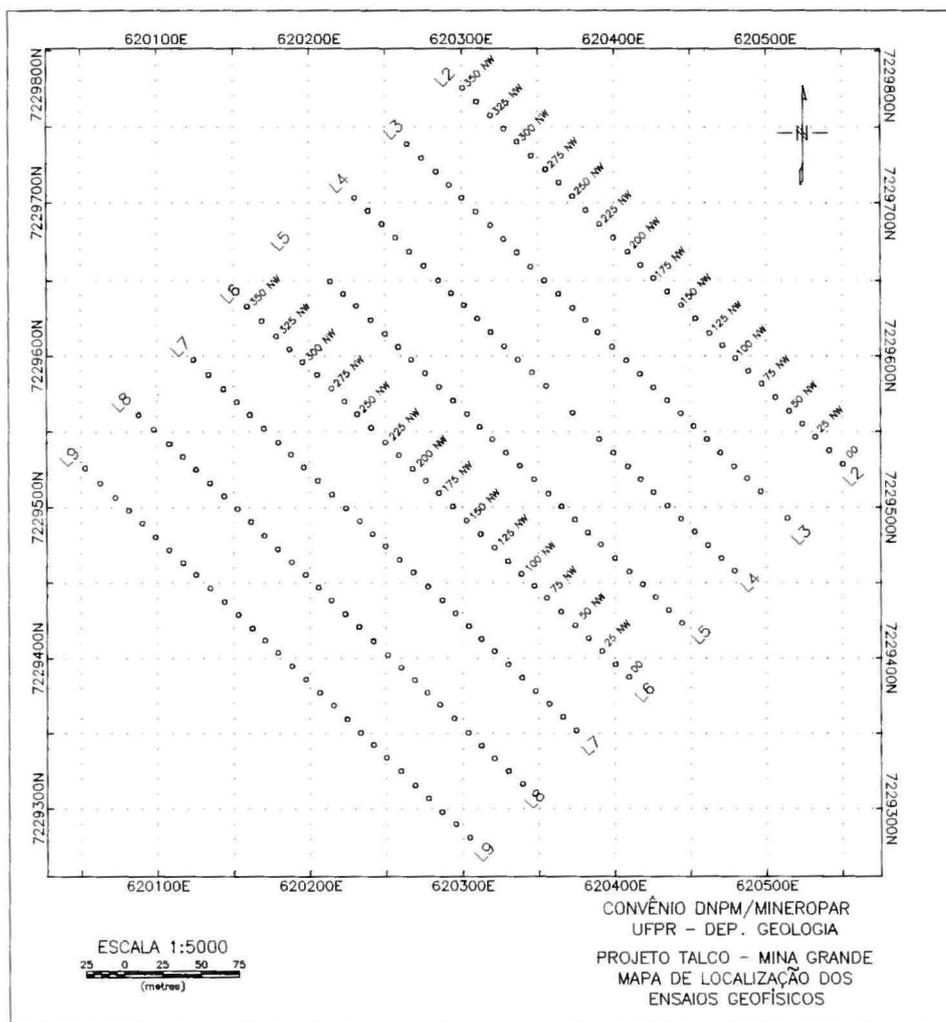


Figura 5.1: Malha de levantamento no Alvo Mina Grande

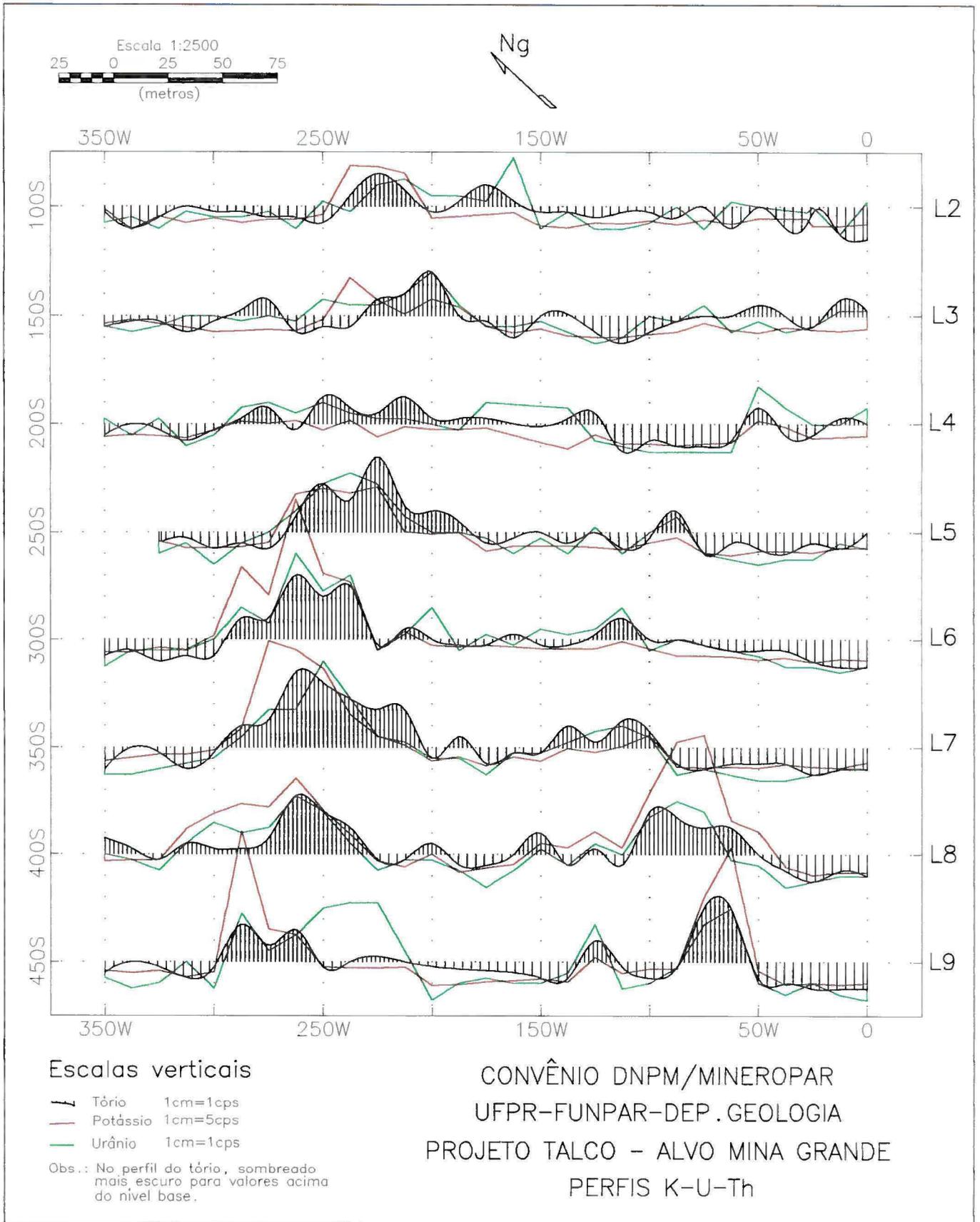


Figura 5.1.1: Mina Grande - Perfis radiométricos

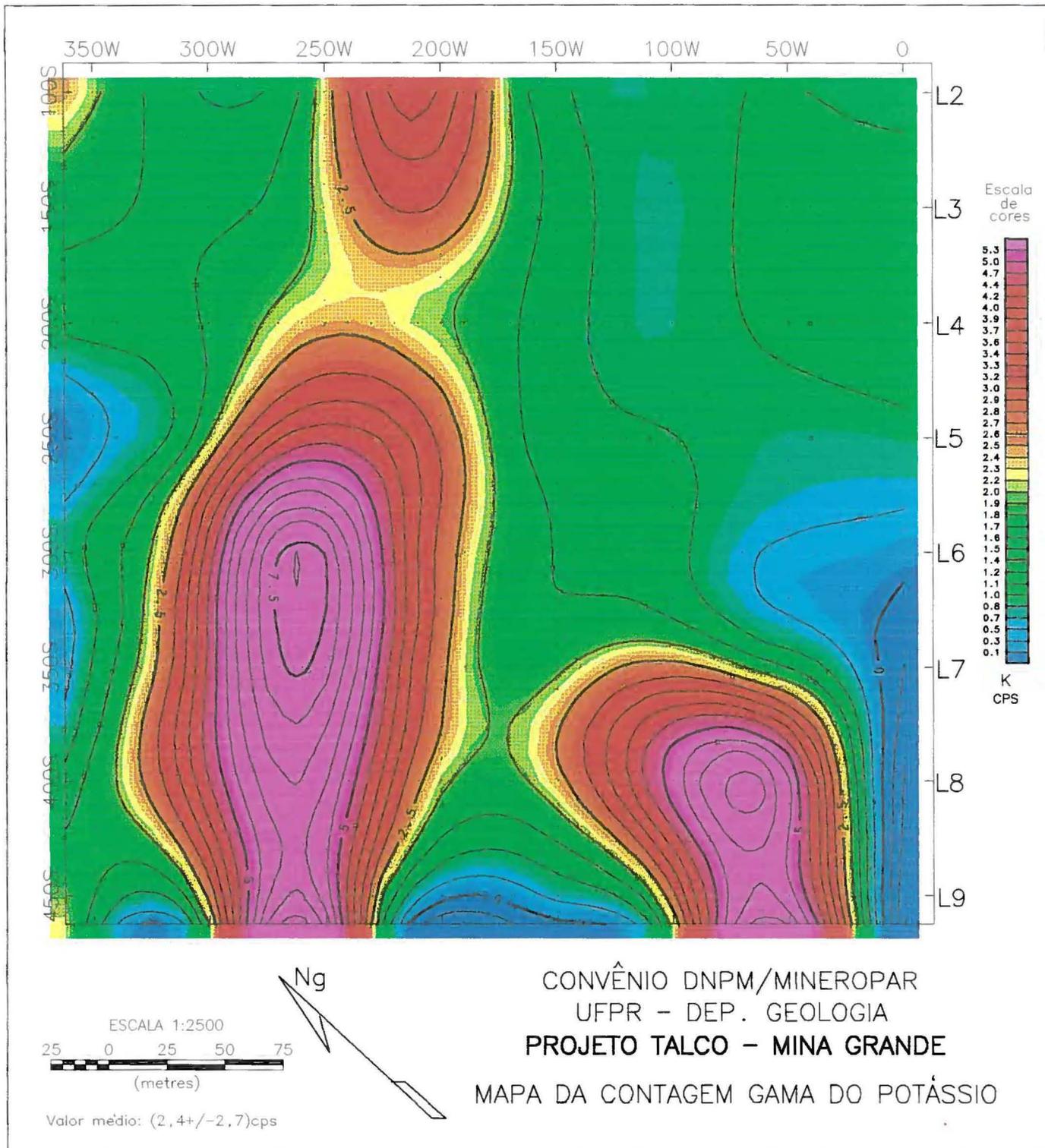


Figura 5.1.2: Mina Grande - Mapa da contagem gama do potássio

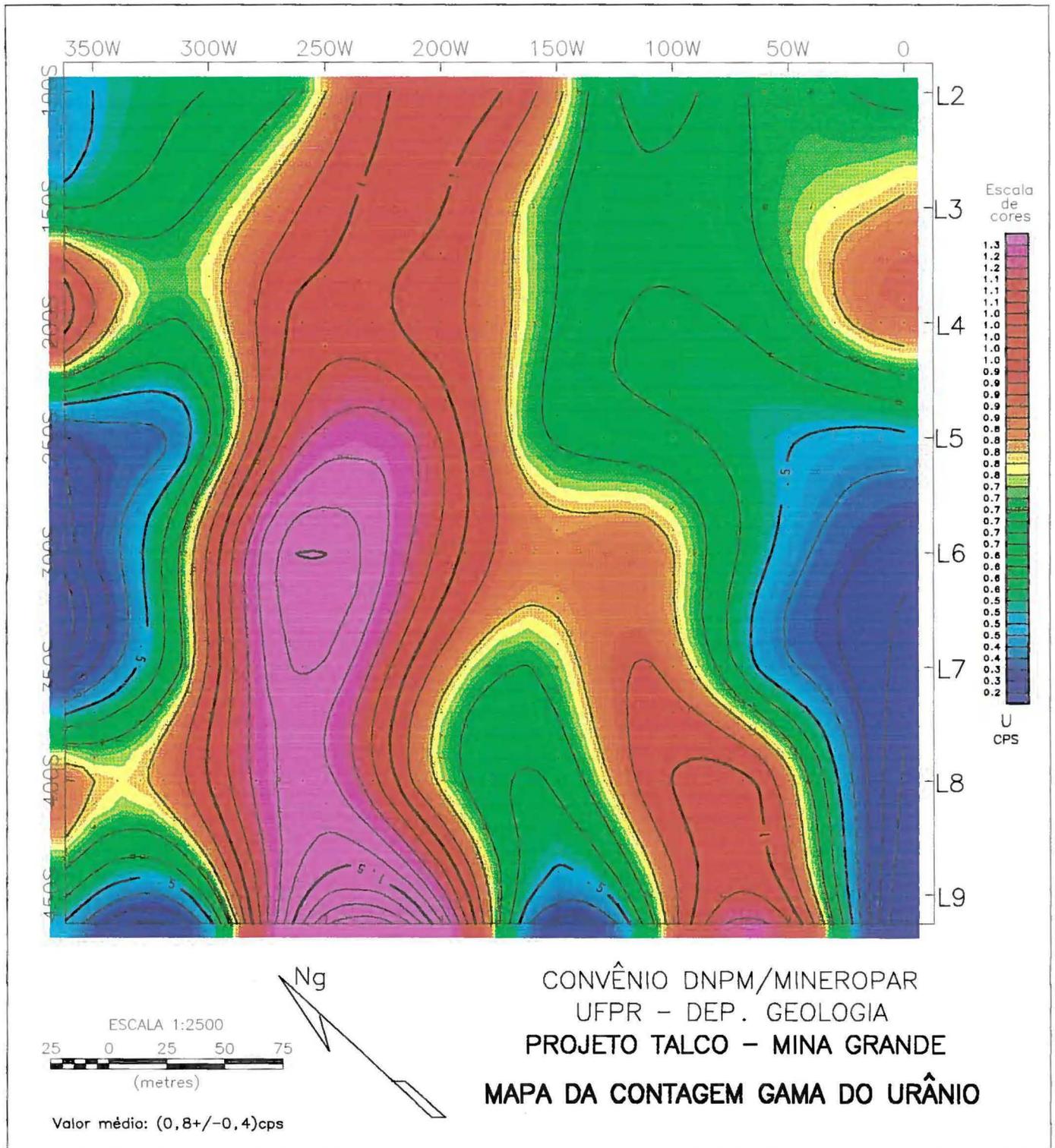


Figura 5.1.3: Mina Grande - Mapa da contagem gama do urânio

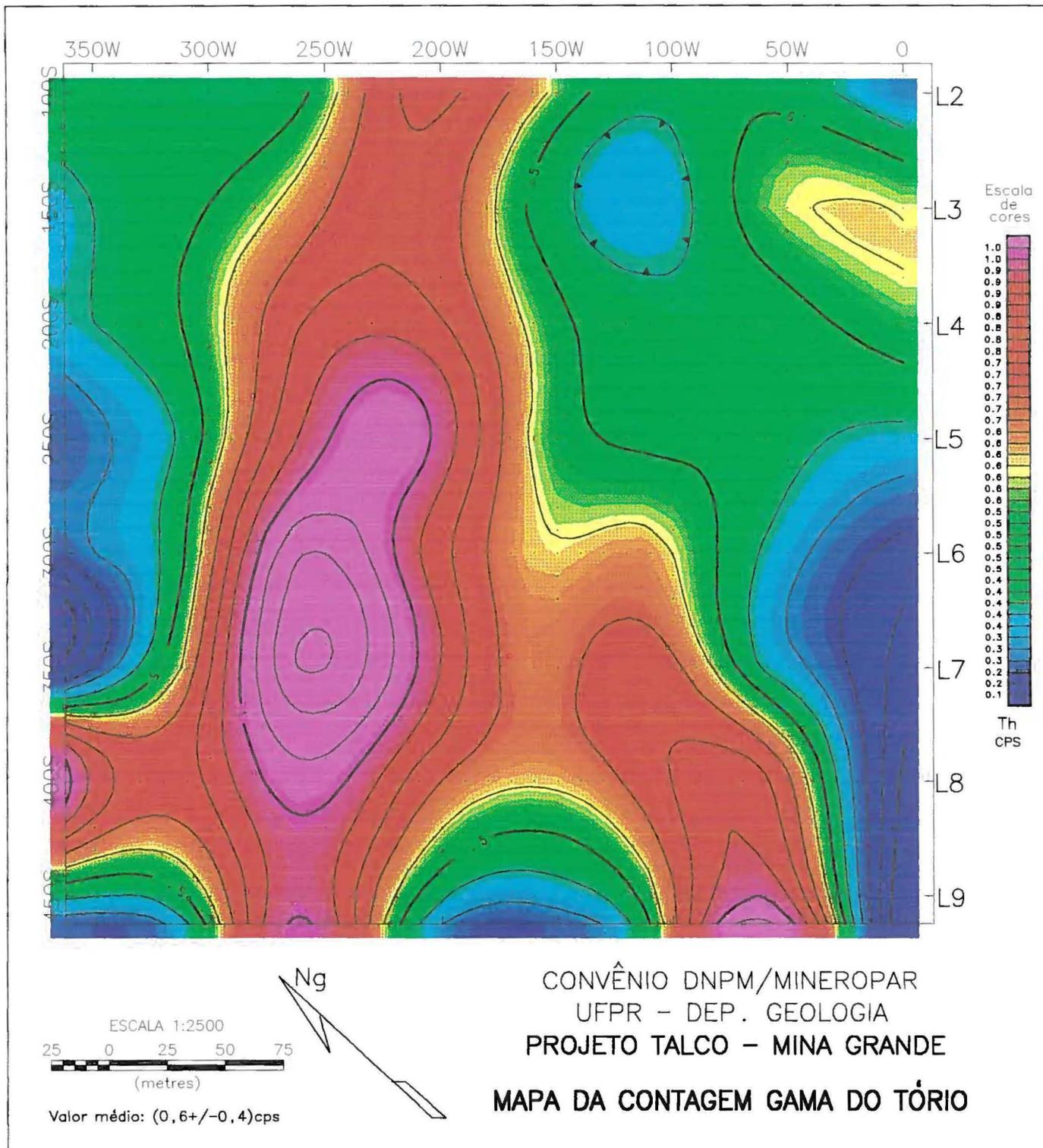


Figura 5.1.4: Mina Grande - Mapa da contagem gama do tório

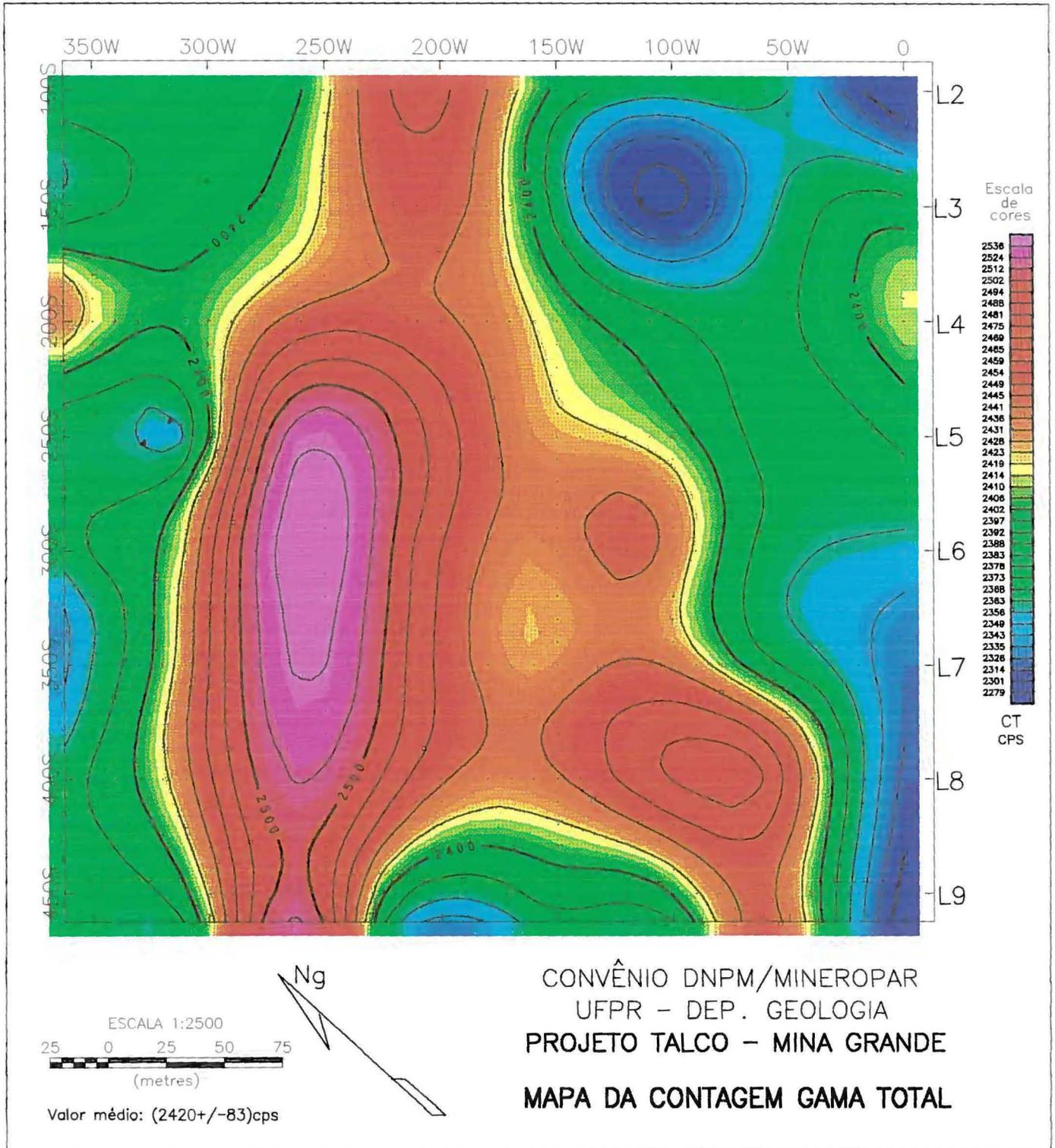


Figura 5.1.5: Mina Grande - Mapa da contagem gama total

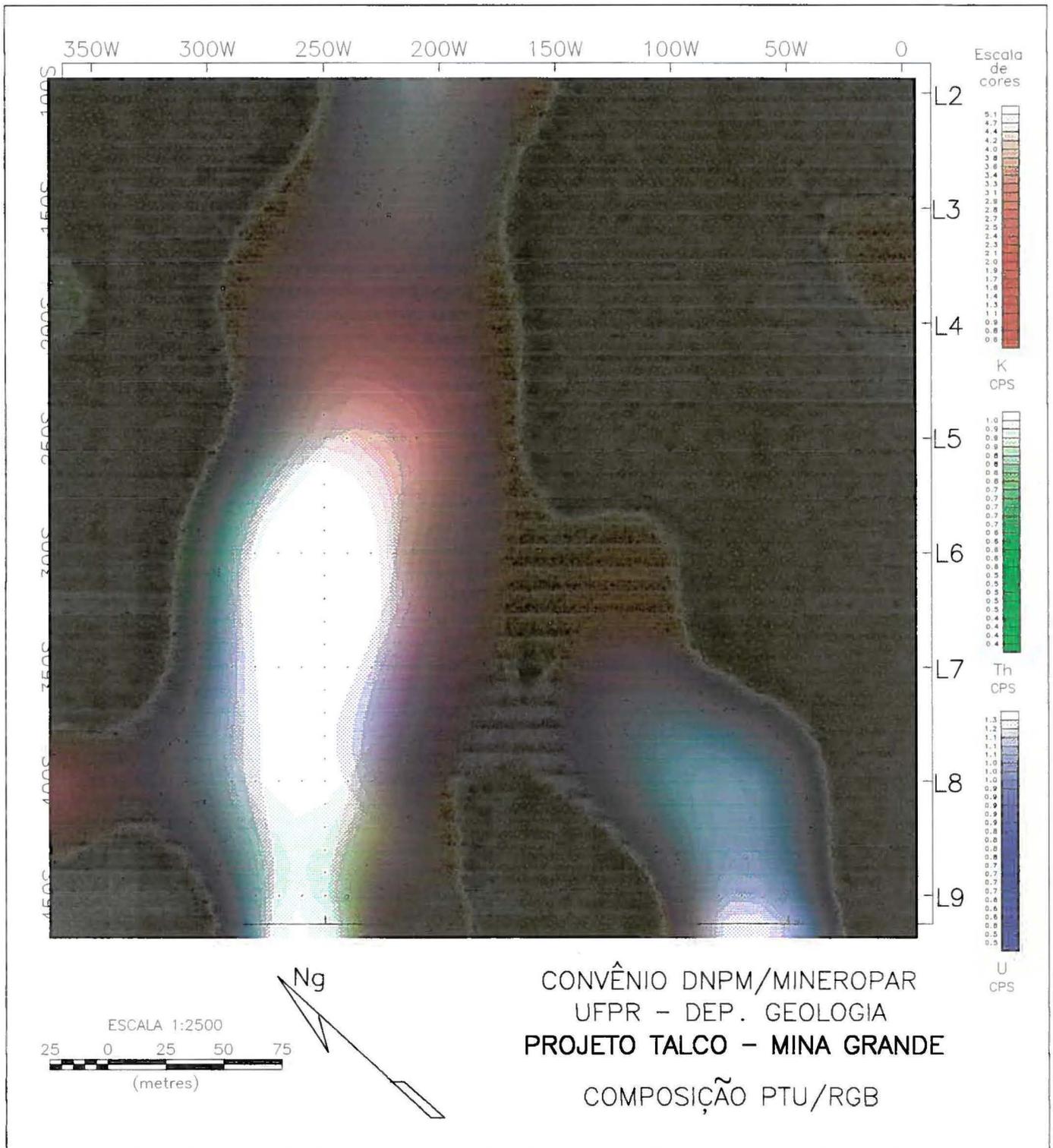


Figura 5.1.6: Mina Grande - Composição RGB dos radioelementos K,U e Th. Zonas claras indicam alta contagem dos três radioelementos; tom vermelho, predomínio do potássio, verde do tório e azul do urânio; cinza escuro para valores baixos dos três.

5.2 Resultados da magnetometria

Os perfis magnetométricos empilhados (Fig. 5.2.1) evidenciam as seguintes feições principais: a) anomalias relativamente intensas no canto NW da malha; b) variação suave de valores acima do background para valores mais baixos a partir do canto SE em direção a uma linha diagonal que passa pelo centro da área; pode ser considerada uma variação regional com relação às anomalias de interesse na malha; c) outras oscilações de menor comprimento de onda e com amplitudes muito pequenas.

Principalmente para salientar as oscilações sutis e eliminar o efeito da variação magnética regional, foi calculada a segunda derivada vertical do campo magnético (Fig. 5.2.2). Notam-se nestes perfis vários alinhamentos de anomalias que apesar de pouco intensas, mostram consistência mantendo alinhamentos através de vários perfis. Este quadro de perfis auxiliou muito na interpretação que é apresentada na Figura 5.4.1.

A variação regional descrita acima pode ser muito bem visualizada também no mapa de contorno da intensidade magnética total (Fig. 5.2.3). As oscilações de menor amplitude são também salientadas no mapa da Figura 5.2.4, que mostra o contorno da intensidade magnética submetida a uma filtragem que deixou passar oscilações de comprimento de onda menor que 250 metros. Outros mapas de derivadas direcionais, redução ao pólo e ao equador foram utilizados na interpretação para chegar às feições apresentadas na Figura 5.4.1, mas não estão sendo apresentados.

Para confirmar a hipótese de corpo magnético, sua posição e checar a concordância com o mergulho observado pela geologia de superfície, apresenta-se na Figura 5.2.5 um exemplo de modelamento efetuado na anomalia da linha L3, altura da estaca 180W.

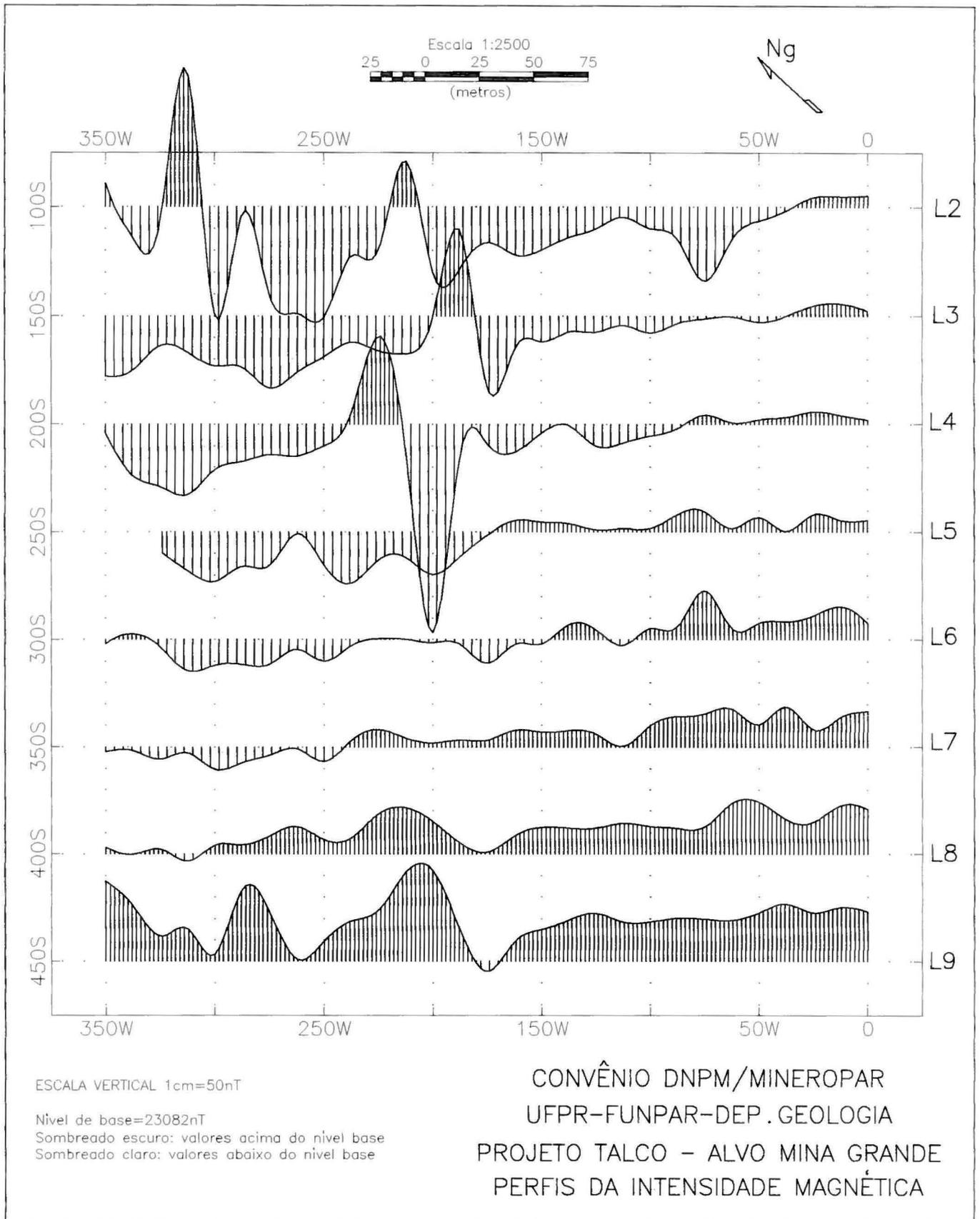


Figura 5.2.1: Mina Grande - Perfis da intensidade magnética total.

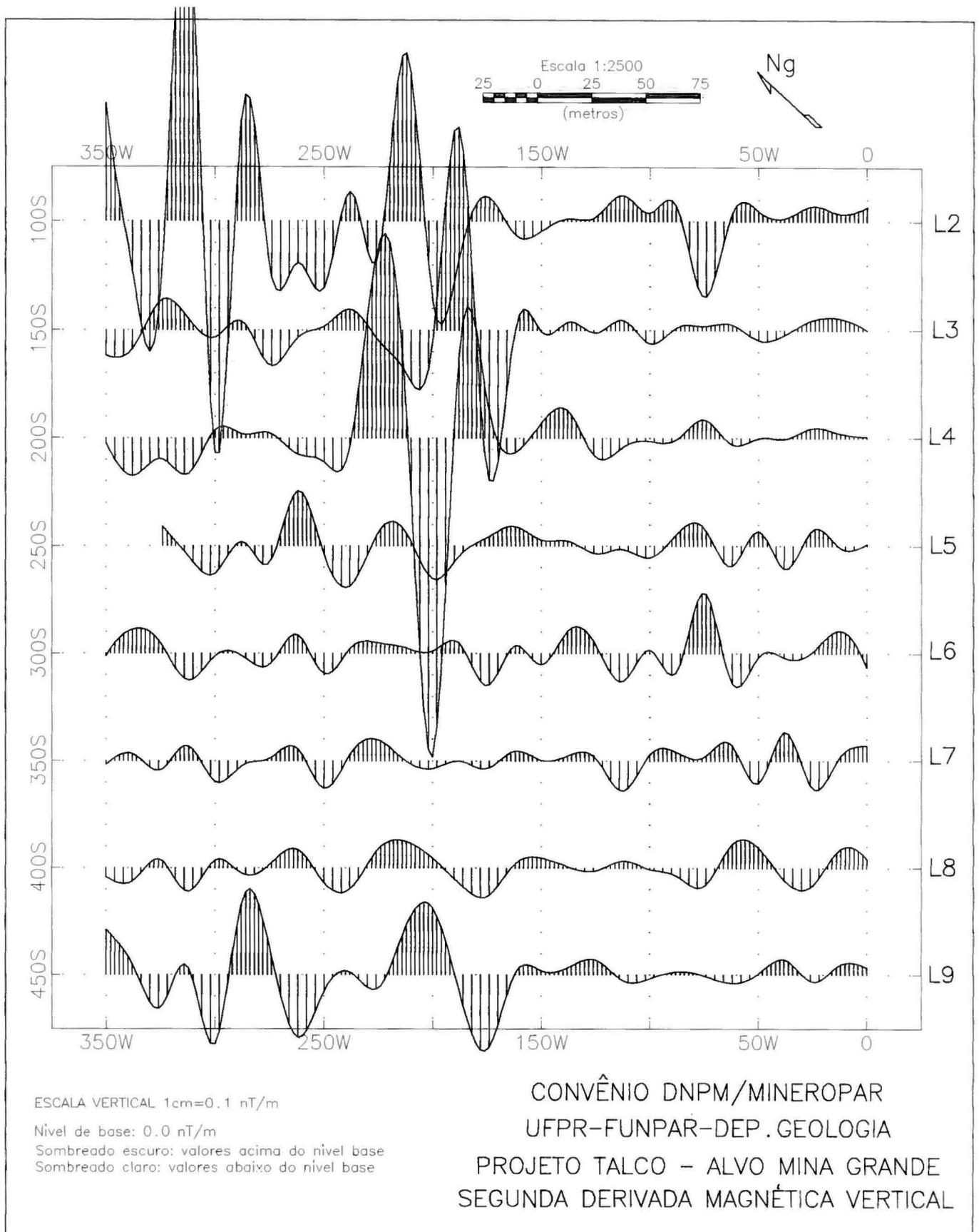


Figura 5.2.2: Mina Grande - Perfis da segunda derivada magnética vertical.

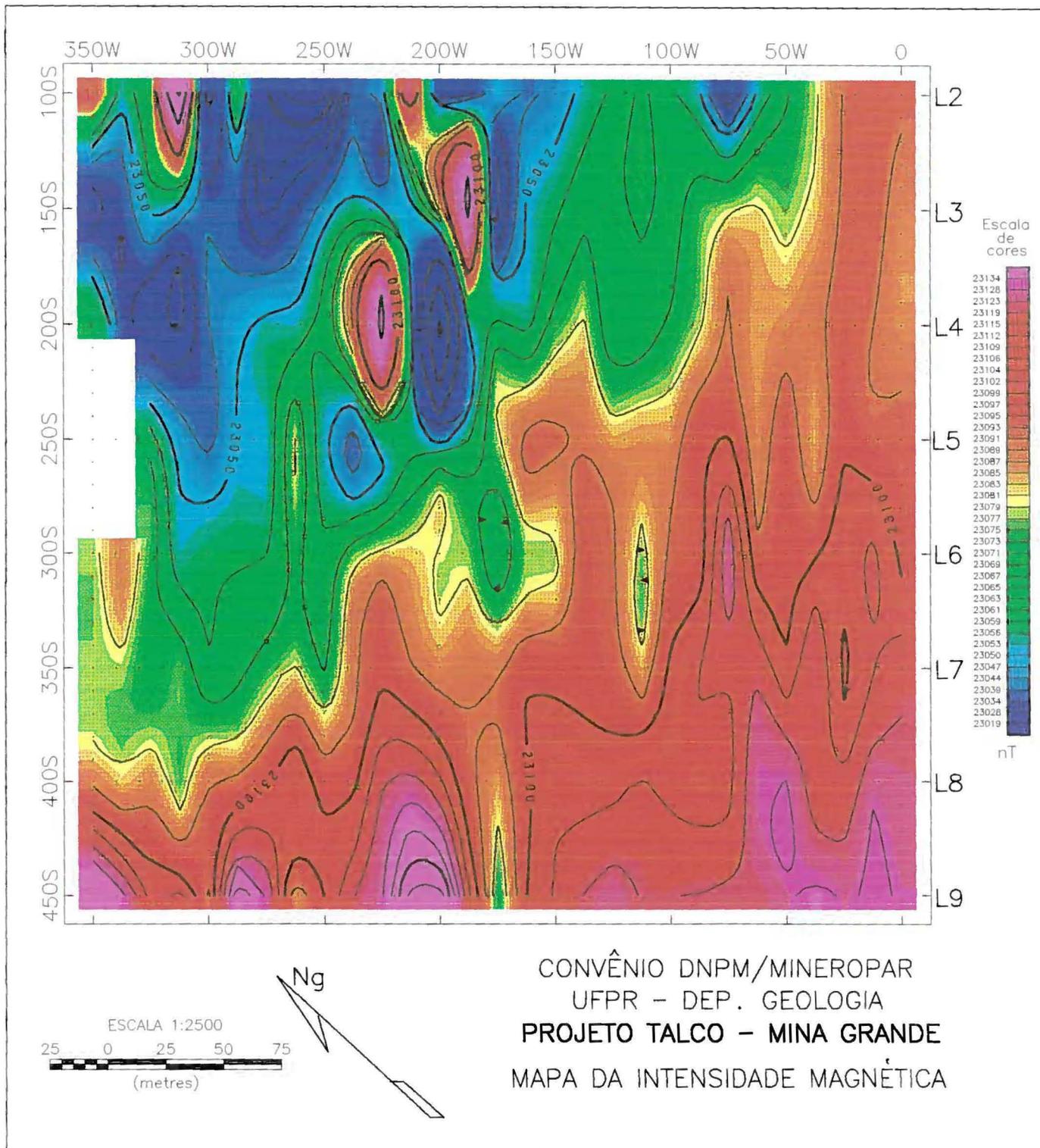


Figura 5.2.3: Mina Grande - Mapa de contorno da intensidade magnética.

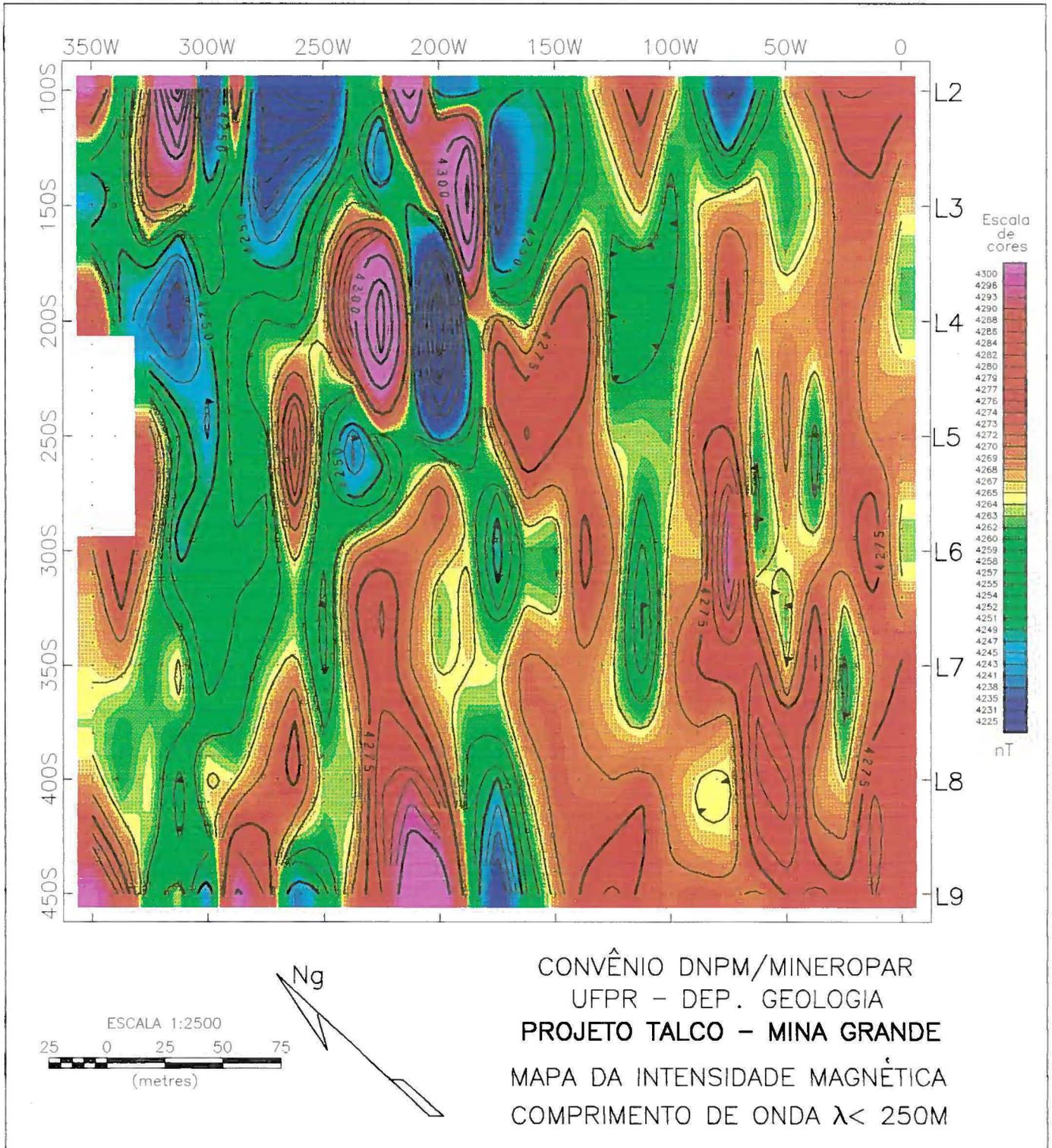
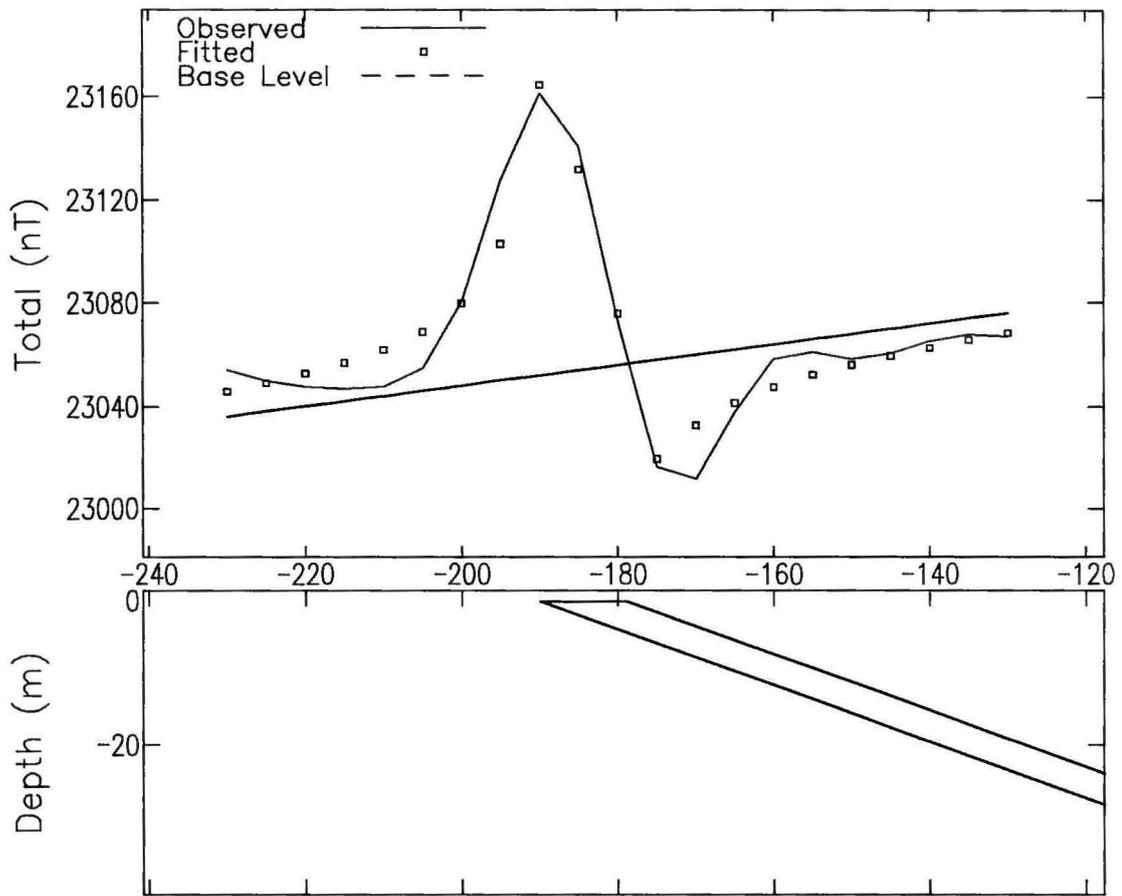


Figura 5.2.4: Mina Grande - Intensidade magnética filtrada para passar comprimentos de onda menores do que 250 metros.

Mina Grande – Modelamento Magnetico

Anomalia mag. na L3



MODEL PARAMETERS:

Model Type	F	Tabular
Depth	F	1.44 m
Half Width	F	5.55 m
Dip	X	160 deg
Susceptibility	F	0.00269 emu
Remnance Ratio	X	0
Remnance Incl	X	0 deg
Remnance Decl	X	0 deg
Main Position	F	-184.4205 m
Cross Position	X	-150 m
Base Level	X	23054.31 nT
Base Slope	X	.4 nT/m
Base Curvature	X	0 nT/m ²

(F-fitted, X-fixed, L-limit)

GEOMAGNETIC FIELD:

Field Strength	23080 nT
Inclination	-30 deg
Declination	-17 deg

COORDINATES:

Sensor Height	0 m
Strike Perp	-12 deg
Line Direction	135 deg
Main Direction	135 deg
Main Offset	
Cross Direction	45 deg
Cross Offset	

Geosoft MAGMOD-3 Modeling Result

98/06/05

Figura 5.2.5: Mina Grande - Resultado do modelamento da anomalia magnética observada na linha L3, altura da estaca 180W.

5.3 Resultados dos ensaios geoeletricos

Uma sondagem elétrica vertical foi executada na linha L7, altura de 200W. A linha de transmissão de corrente foi estendida na direção NE, numa tentativa de permanecer sobre um mesmo tipo litológico e evitar efeito de variações laterais. Neste ensaio estamos interessados apenas na variação vertical da eletroresistividade. Um programa de inversão (Rigoti & Crossley, 1987) foi utilizado para interpretação dos dados de forma automática no computador. O modelo apresentado na parte inferior da Figura 5.3.1 é apenas uma das soluções numericamente possíveis, mas foi julgado o mais provável tendo em mente a geologia da área. O modelo geoeletrico interpretado pode ser descrito como segue:

Camada	Resistividade (Ohm.m)	Espessura (m)	Possível correlação com a geologia
1	109	4	Camada de solo com certa umidade
2	1853	3	Solo aerado
3	93	10	Rocha alterada saturada
4	infinita	infinita	Rocha sã muito resistente

Neste modelo, a resistividade do último estrato (camada 4, com topo a 17 m de profundidade) é dita infinita com relação ao pacote sobreposto e sua espessura é também considerada infinita, porque assume-se que esta última camada seja um semi-espaço infinito. A inclinação de 45° do último ramo ascendente indica que o substrato tem resistividade infinita em relação ao pacote que está acima dele. Com base neste modelo pode-se dizer que o espaçamento de 25 metros escolhido para o caminhamento elétrico, permitindo investigar com 5 níveis até a profundidade teórica de 75 metros, é bastante adequado.

As seções de resistividade aparente resultantes do caminhamento com arranjo dipolo-dipolo são apresentadas no Anexo I. Estas são na verdade pseudo-seções que necessitam de interpretação quanto ao posicionamento das fontes de diferentes respostas geoeletricas. Observando o sistema de plotagem apresentado nos desenhos das seções, notamos que o ponto ao qual se atribui a resistividade aparente medida, está no encontro das retas que partem (com 45°) dos centros dos dipolos transmissor e receptor. Assim, uma variação de resistividade pode se manifestar em todos os níveis quando um dos pares de eletrodos está sobre esta variação. Formam-se então eixos anômalos inclinados de 45°, mas que não representam mergulho das unidades geoeletricas, a fonte de tais respostas pode muito bem ser sub-vertical. A análise das seções revela imediatamente unidades de resistividades muito contrastantes. O imageamento auxilia muito esta visão. As unidades e estruturas condutoras aparecem no extremo vermelho/rosa enquanto as resistentes aparecem no extremo azul/branco. A seção da linha L8 (Fig. 5.3.2) exemplifica bem esta questão. Os eixos mais resistentes devem indicar rochas do tipo metacalcário/metadolomito ou quartzito, enquanto os condutores devem indicar filitos ou zonas de alteração nas rochas calcárias.

Furos de sondagem nesta área foram indicados preferencialmente nesta linha L8 e na L5 para cortar estas zonas de intercalação resistente-condutor onde a probabilidade de fraturamento e ocorrência do talco é maior. As sugestões foram:

Linha L8	150W	Inclinação de 50° para NW
Linha L5	165W	Inclinação de 50° para NW.

Será visto adiante que as feições mais importantes de magnetometria e radiometria não coincidem muito bem com as zonas de baixa resistividade.

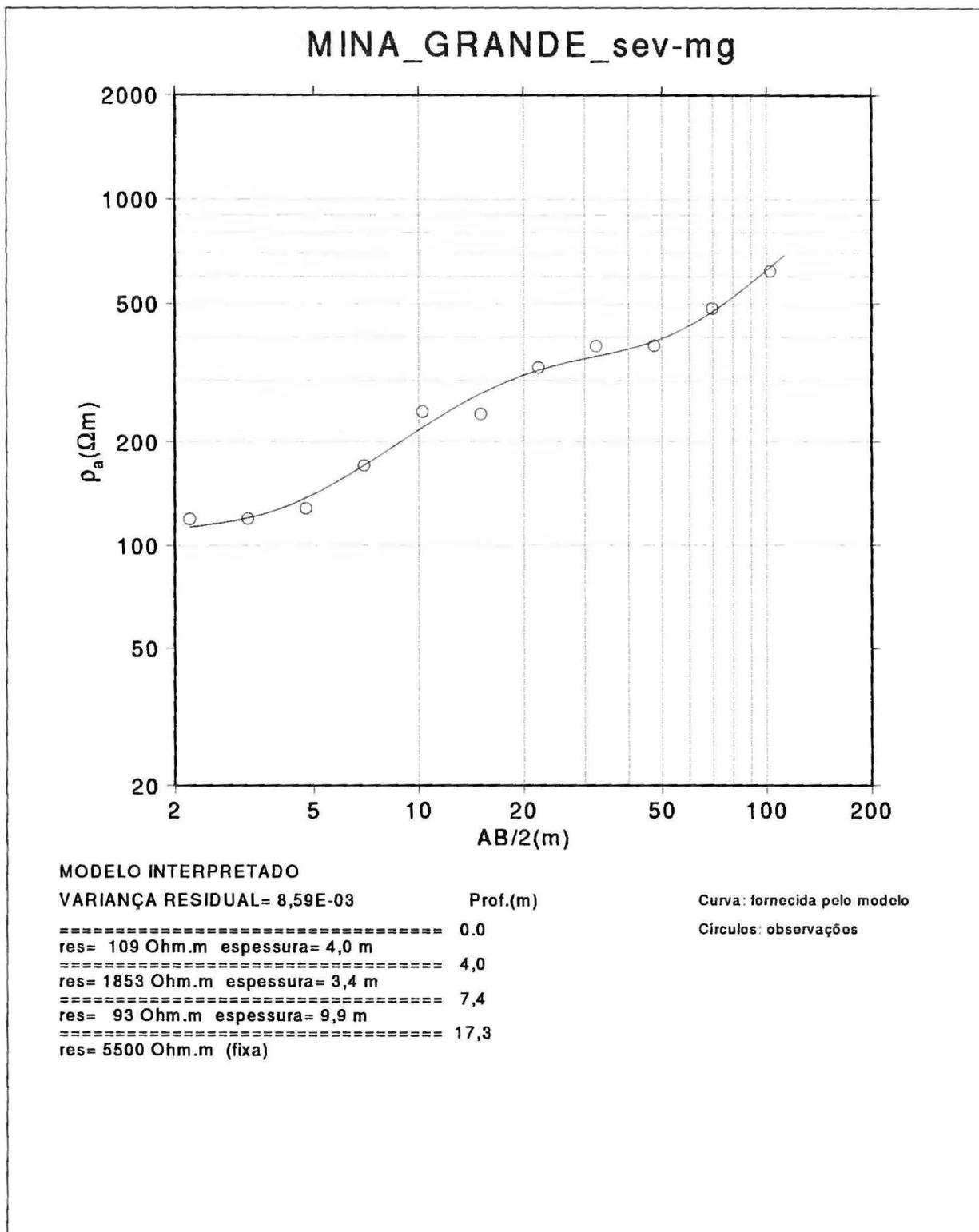


Figura 5.3.1: Mina Grande - SEV na linha L7 - estaca 200W

Com os efeitos de eletrodos mencionados acima, fica difícil representar a variação da resistividade a partir das seções. Uma maneira que na Mina Grande aproxima bastante bem as posições em planta das unidades geológicas, é a filtragem com uma janela triangular mostrada com asteriscos na Figura 5.3.2 e em todas as seções do Anexo I. Os valores calculados com a passagem deste filtro através da seção são também mostrados logo abaixo das estações de medida nas seções ou pseudo-seções de eletrorresistividade. Na parte superior dos desenhos das seções, é mostrado o perfil resultante desta filtragem. Estes dados de cada linha foram utilizados para o mapa de contorno da resistividade aparente (Fig. 5.3.3). Comparando a posição das curvas que limitam as maiores condutividades ou menores resistividades com as posições interpretadas nas seções, conclui-se que este mapa representa bastante bem as variações de resistividade observadas na área. Ele contribuiu muito para a delimitação das zonas de baixa resistividade indicadas no mapa de interpretação integrada, Figura 5.4.1. Os dados de resistividade são retomados no item 5.4 para conclusões com base nos vários ensaios.

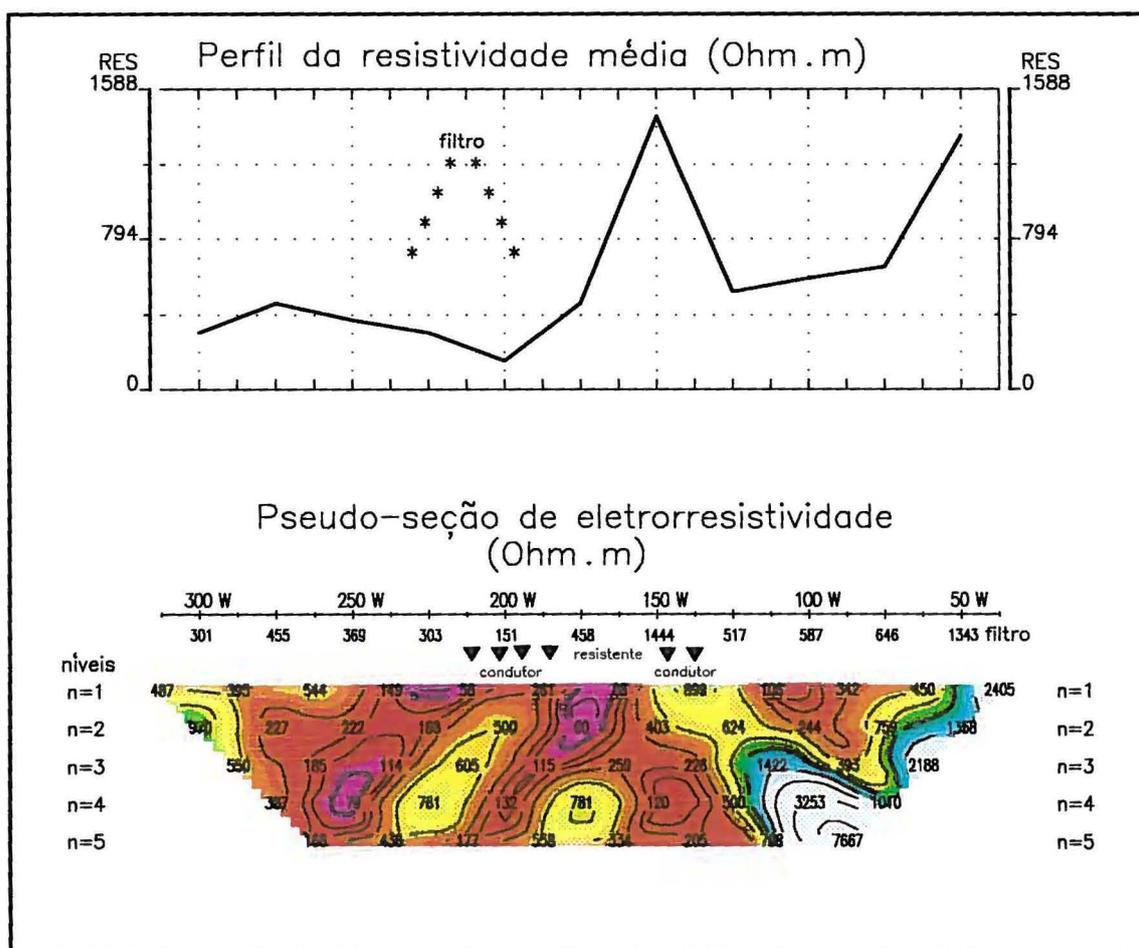


Figura 5.3.2: Pseudo-seção de eletrorresistividade na linha L8.

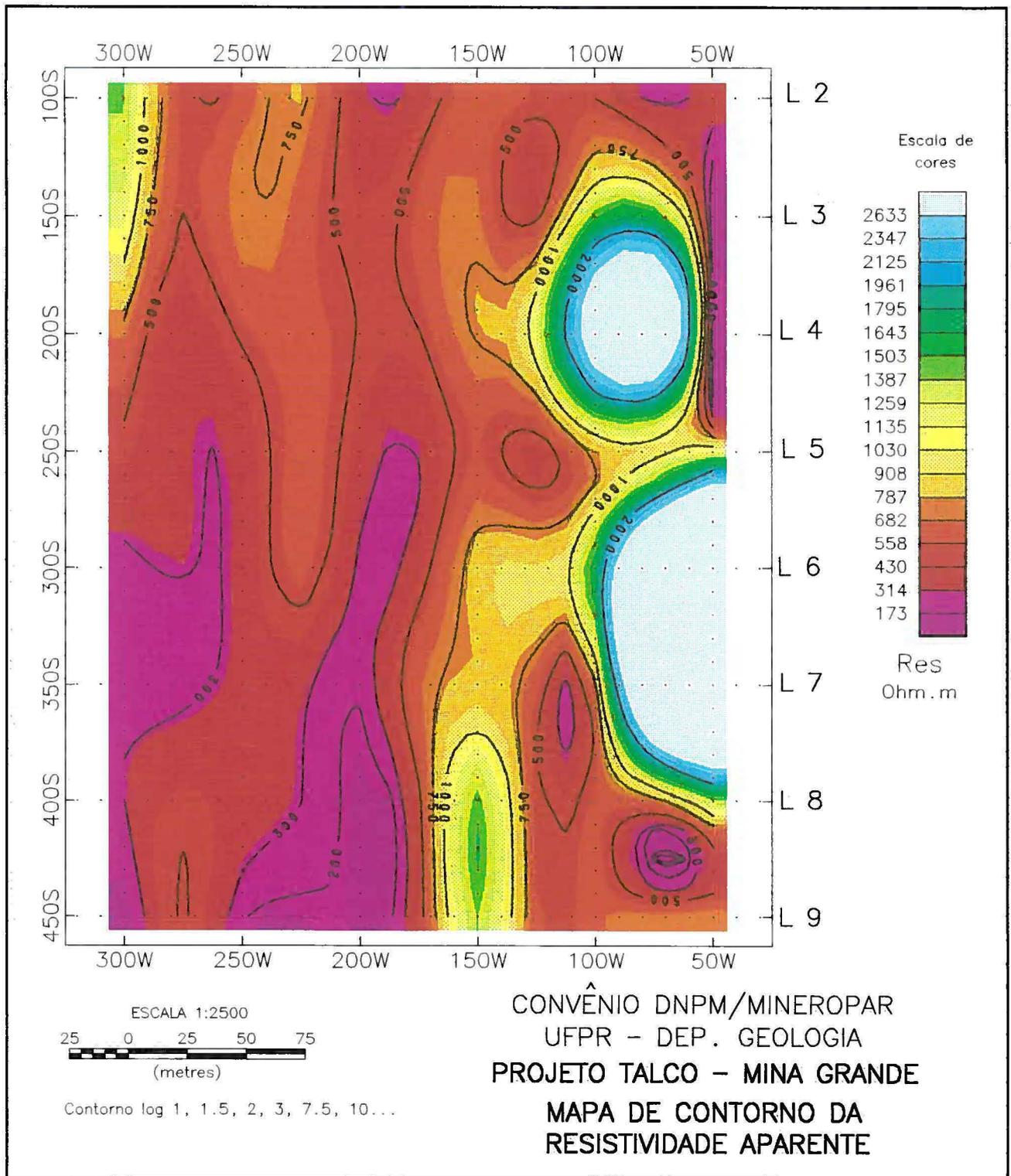


Figura 5.3.3: Mina Grande - Mapa de contorno da resistividade aparente

5.4 Conclusões

Exaustivos testes de processamento e transformação foram aplicados sobre os dados dos vários métodos geofísicos com o intuito de salientar e individualizar as feições que interessam ao projeto, no sentido de, ainda que indiretamente, indicar a presença das mineralizações de talco. O resultado de tal esforço é expresso na Figura 5.4.1.

Os altos radiométricos indicados nesta figura, apenas parcialmente concordam com os corpos mais magnéticos. Provavelmente estes altos estão associados apenas aos filitos e não às rochas básicas como se esperava fosse ocorrer. É necessário uma verificação em termos de geologia de superfície principalmente ao longo da faixa principal que cruza a área na altura das estacas 250W na parte SW e curva-se em direção às estacas 200W na parte NE. Na parte SW tem-se respostas radiométricas mais intensas e quase nenhuma expressão magnetométrica desta faixa. Já na parte NE, tem-se relativamente fortes respostas magnetométricas e mais fracas respostas radiométricas que além disto não estão claramente associadas. Na faixa de alto radiométrico no extremo SE, nota-se a coincidência apenas com lineamento magnético, possível fraturamento. Os demais lineamentos radiométricos que são caracterizados por muito fracas anomalias, são muito divergentes da estruturação magnética interpretada.

O extenso lineamento magnético que corta a área na direção N-S foi interpretado com base nas interrupções de contorno. Em torno das linhas L4 e L5, esta interrupção é observada não só nos dados magnetométricos mas também nos radiométricos e de resistividade.

O conjunto de lineamentos e direções de corpos magnéticos, mostra uma compartimentação com mudanças de *trend*. Parece que se tem uma tectônica muito complexa, razão pela qual fica difícil explicar tais mudanças no estágio atual do conhecimento sobre a área. Contudo, os corpos magnéticos, principalmente os do extremo NW, como evidenciou o modelamento numérico (Fig. 5.2.5) são aflorantes ou sub-aflorantes e por isto de fácil verificação geológica.

A única resposta claramente associada à zona principal de fraturamento e ocorrência de talco e que pode guiar com razoável segurança furos de sondagem para investigar as possíveis mineralizações é a eletrorresistividade. Observa-se na faixa central, altura de 200-250W, uma zona de baixa resistividade que cruza desde a linha L9 até a L4. Tem continuidade para as L3 e L2 mas os baixos de resistividade são menos pronunciados nesta parte NE.

Conclui-se então que a radiometria e a magnetometria são muito importantes como instrumentos de mapeamento e seleção de alvos onde ocorrem as seqüências de rochas calcárias, filitos e rochas mais básicas, com possibilidade de individualização das unidades, mas a eletrorresistividade é capaz de indicar mais claramente a zona de maior fraturamento onde é maior a probabilidade de ocorrência de mineralizações do talco. Os lineamentos magnéticos associáveis a fraturamentos ocorrem próximos às zonas de mineralizações conhecidas mas carecem de verificação de campo para comprovar a correlação com as mesmas.

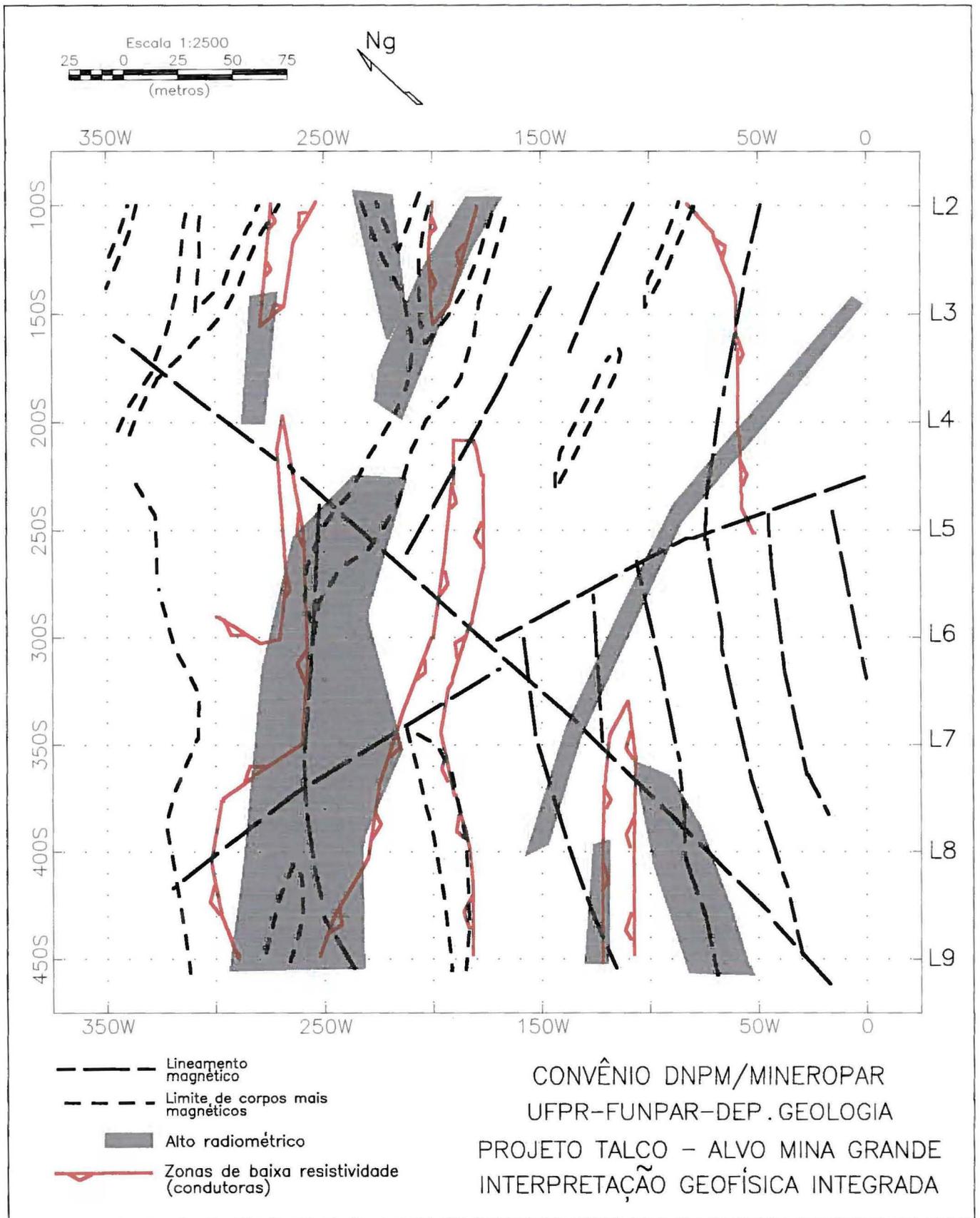


Figura 5.4.1: Mina Grande - Interpretação geofísica integrada

6. ALVO GIRALDI

O alvo Mina Giraldi teve apenas três linhas de ensaios, o que dificulta o traçado de lineamentos uma vez que a amostragem é muito localizada. Além disto os dados magnéticos são fortemente influenciados por um dique de diabásio possante que a geologia indica logo a NE da malha. Felizmente a transformação dos dados com derivadas verticais permitiu minimizar este efeito e visualizar as estruturas NE, mas estas ainda parecem dominadas por apófises de diabásio.

A malha regular (Fig. 6.1) teve um espaçamento entre linhas de 75 metros e espaçamento entre estações ao longo das linhas de 25 metros. Para magnetometria e radiometria, estações intermediárias foram aproximadas para leituras espaçadas de 12,5 m, enquanto que para o caminhamento elétrico com espaçamento entre eletrodos de 25 m as posições de eletrodos coincidem com as estacas.

6.1 Resultados da gamaespectrometria

Nota-se nos perfis das contagens gama dos três radioelementos (Fig.6.1.1) que no extremo E-SE da área a atividade radiométrica é mais intensa. Principalmente nas linhas L2 e L3 nota-se que o potássio se sobressai aos outros dois elementos. Como será visto adiante, observa-se também lineamento magnético nesta região e por isto esta zona deve ser checada quanto à possibilidade de fraturamento e alteração hidrotermal. Dada a cobertura de solo muito espessa e escassez de afloramentos é difícil fazer correlações com a geologia, mas é importante ter em mente que medidas de susceptibilidade magnética indicam solo de diabásio cobrindo a maior parte da malha.

Os mapas de contorno da contagem gama dos radioelementos e da contagem gama total (Figs. 6.1.2 a 6.1.5) indicam de forma mais simples com a cor vermelha a região de alto radiométrico no extremo E-SE. Como existe um zoneamento diferente para o potássio em relação aos outros dois radioelementos, a Figura 6.4.1 que sintetiza a interpretação mostra em traços diferentes os possíveis limites de unidades radiométricas. Tracejado vermelho para o potássio e tracejado verde para U e Th. O *trend* N-S que parte do canto superior esquerdo (extremo Norte) em direção ao centro da área, sugerido pelos mapas de contorno, não foi levado muito em consideração. Pode ser apenas uma possibilidade numérica de interpolação. Optou-se por um *trend* NE como sugerido pela tendência do alto radiométrico do extremo E-SE e pelos lineamentos magnéticos que serão discutidos adiante.

No item 6.4 volta-se à discussão dos dados radiométricos em conjunto com os dados de magnetometria e de eletrorresistividade.

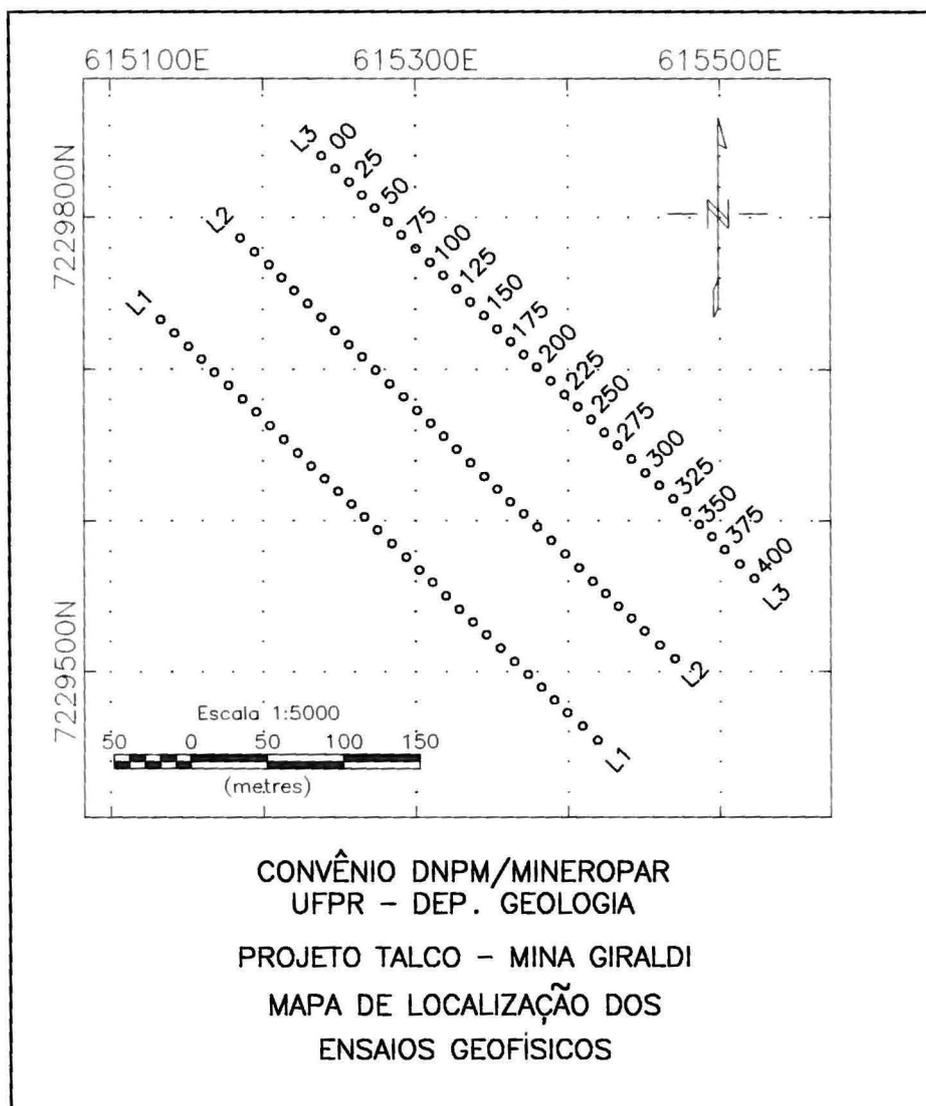


Figura 6.1: Malha de levantamento no Alvo Mina Giraldi

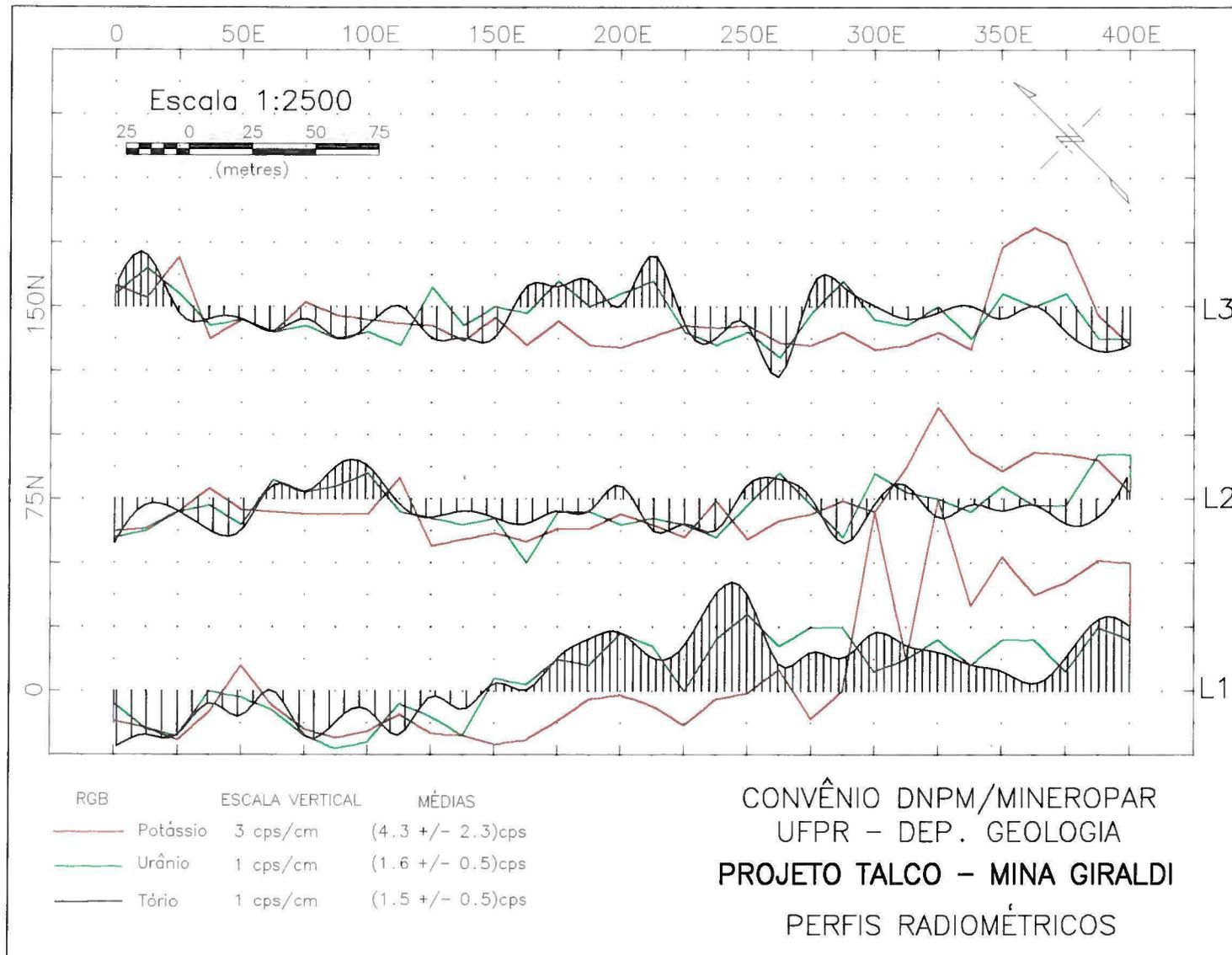


Figura 6.1.1: Mina Girdali - Perfis radiométricos

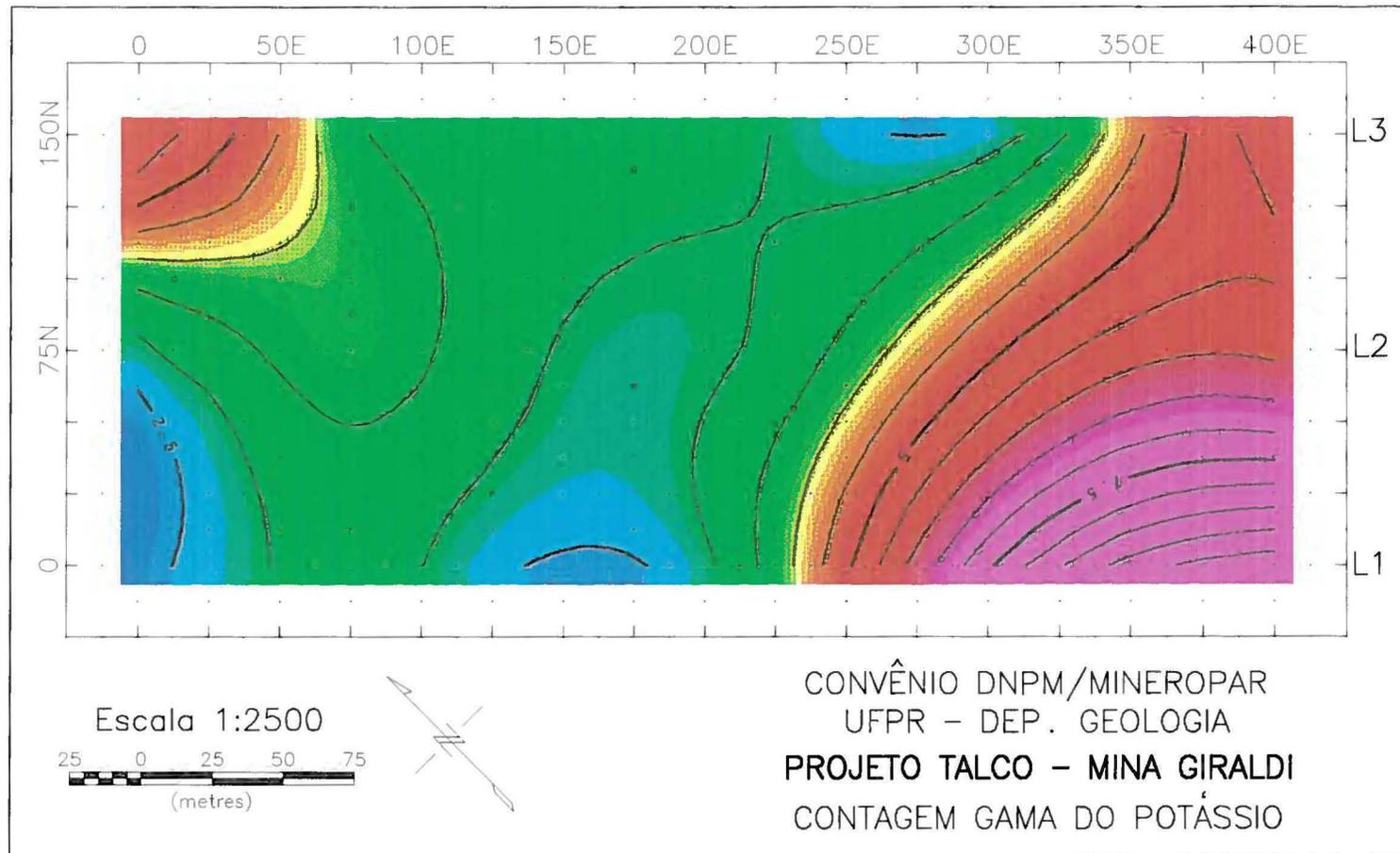


Figura 6.1.2: Mina Giraldi - Mapa da contagem gama do potássio

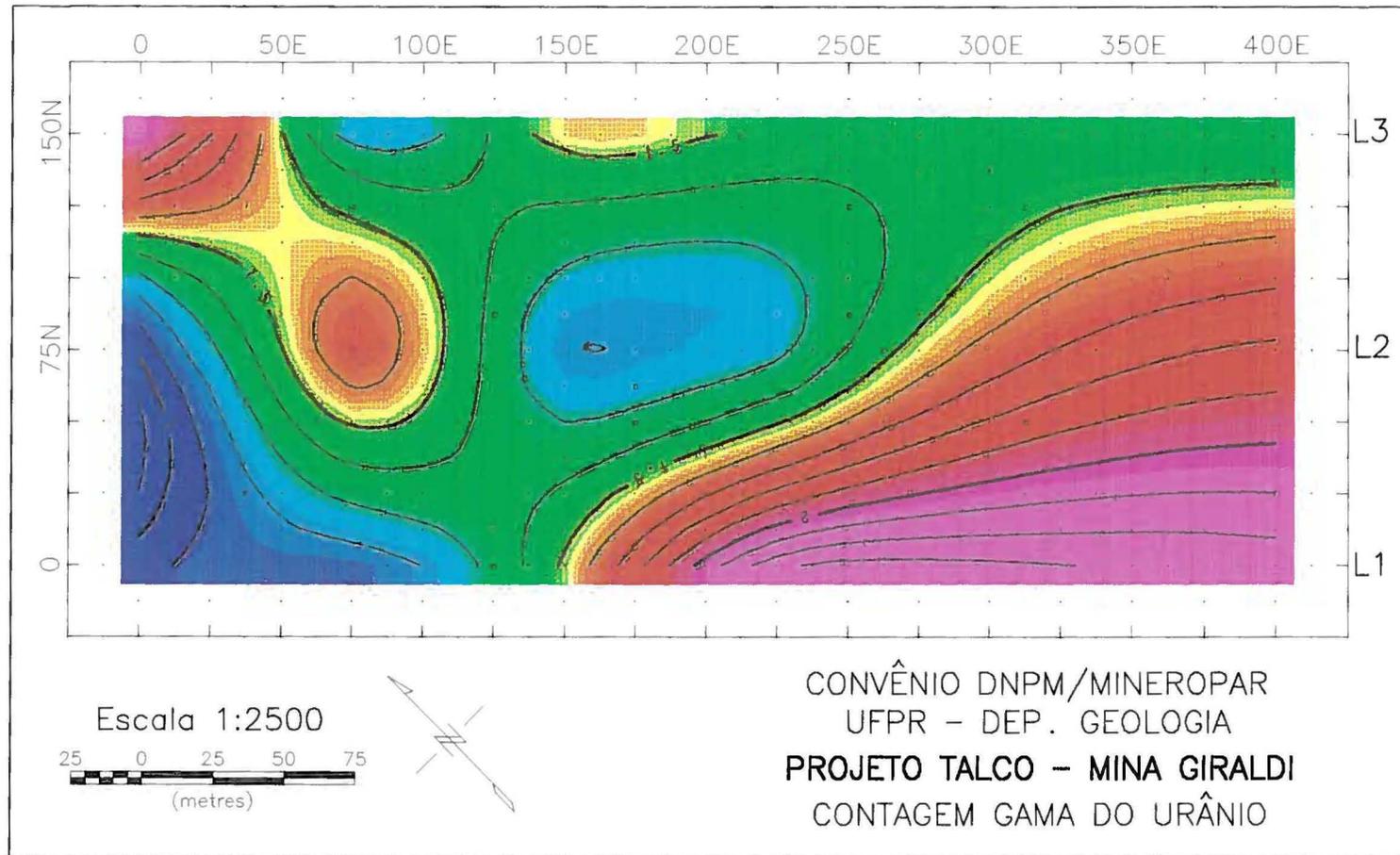


Figura 6.1.3: Mina Girdali - Mapa da contagem gama do urânio

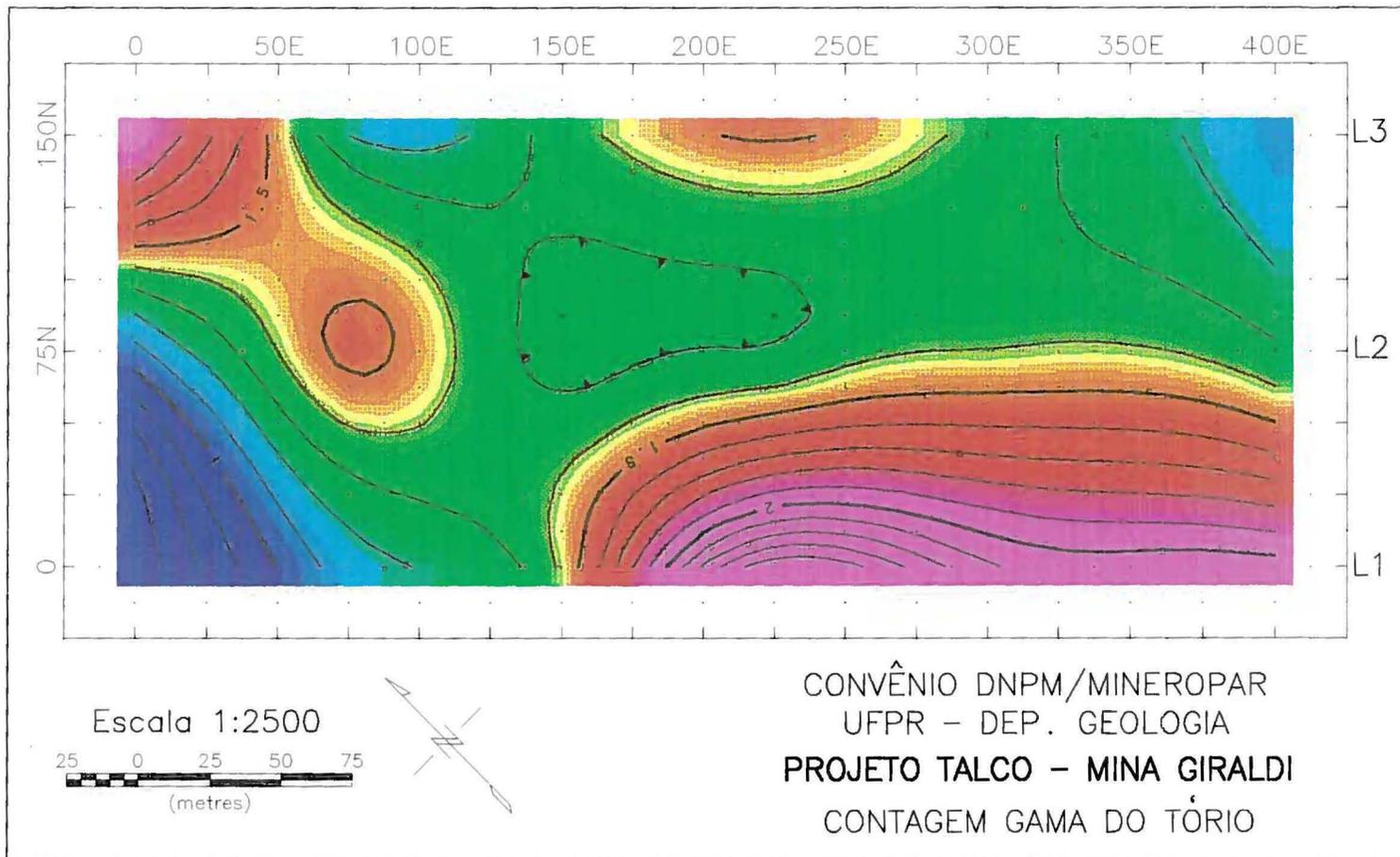


Figura 6.1.4: Mina Giraldi - Mapa da contagem gama do tório.

6.2 Resultados da magnetometria

A intensidade magnética total plotada em perfis empilhados (Fig. 6.2.1) e em mapa de contorno (Fig. 6.2.2) mostra um forte gradiente passando de valores altos no lado sul da malha para valores baixos no lado norte. Este gradiente foi interpretado, sem modelamento numérico, como efeito de um dique de diabásio que é mapeado logo a NE da malha. O baixo magnético que se estende pela linha L3 é o baixo que comumente se verifica no lado sul dos diques nesta latitude. Algumas anomalias localizadas são observadas principalmente na linha L3, sobrepondo-se ao *trend* causado pelo dique externo à malha.

Para evitar o forte gradiente magnético e melhor salientar possíveis feições NE, os dados magnetométricos foram transformados com o cálculo da segunda derivada vertical (Fig. 6.2.3). Neste quadro de perfis empilhados podem ser traçados vários lineamentos com direção NE. O fato de medidas de susceptibilidade magnética exibirem valores altos condizentes a solo de diabásio na maior parte da malha, leva-nos a assumir a hipótese de que ocorram na área apófises do dique que passa a NE. Tentativamente foram traçados alguns lineamentos e delineadas zonas mais magnéticas, que são apresentadas junto das feições gamaespectrométricas na Figura 6.4.1.

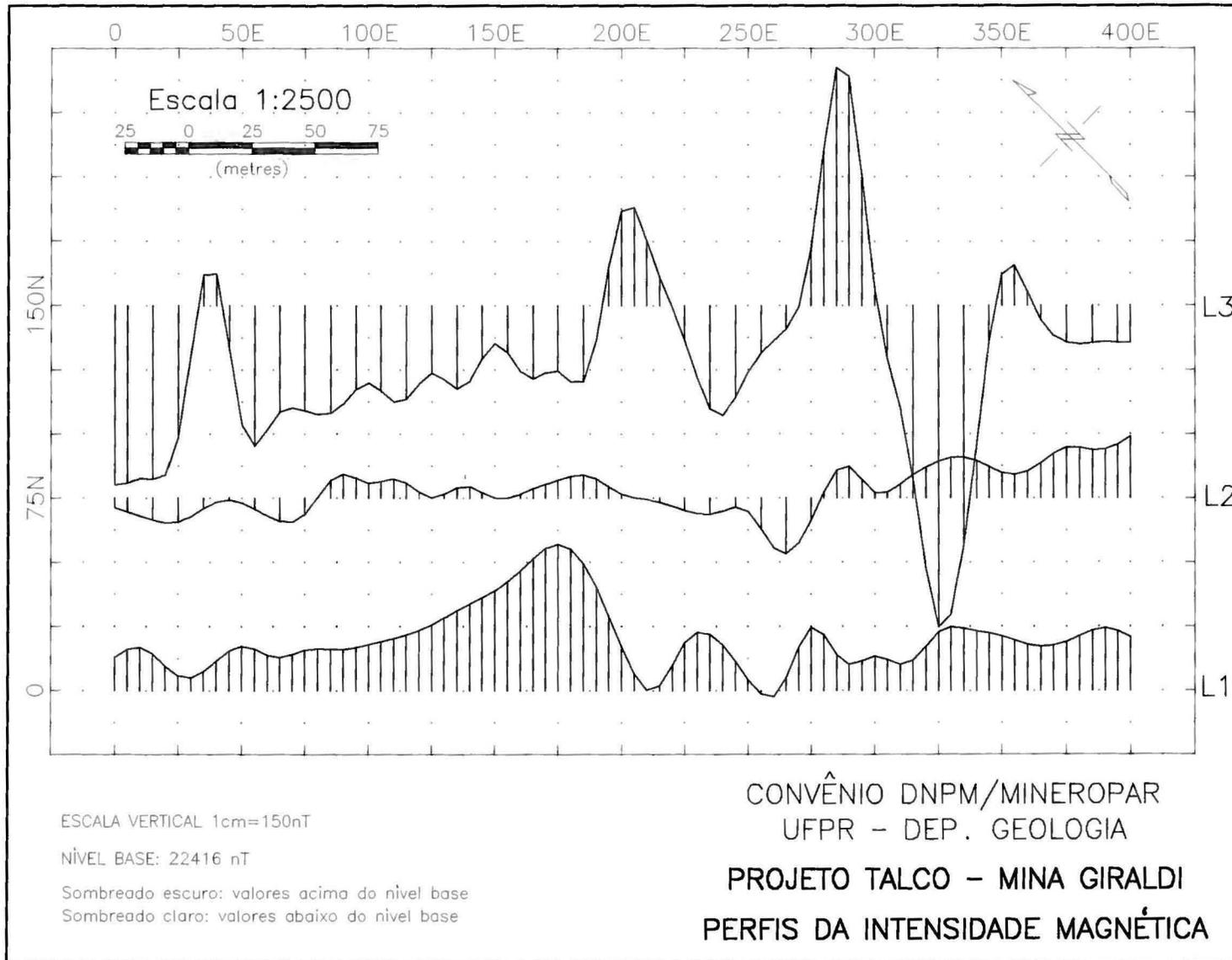


Figura 6.2.1: Mina Girdali - Perfis da intensidade magnética total.

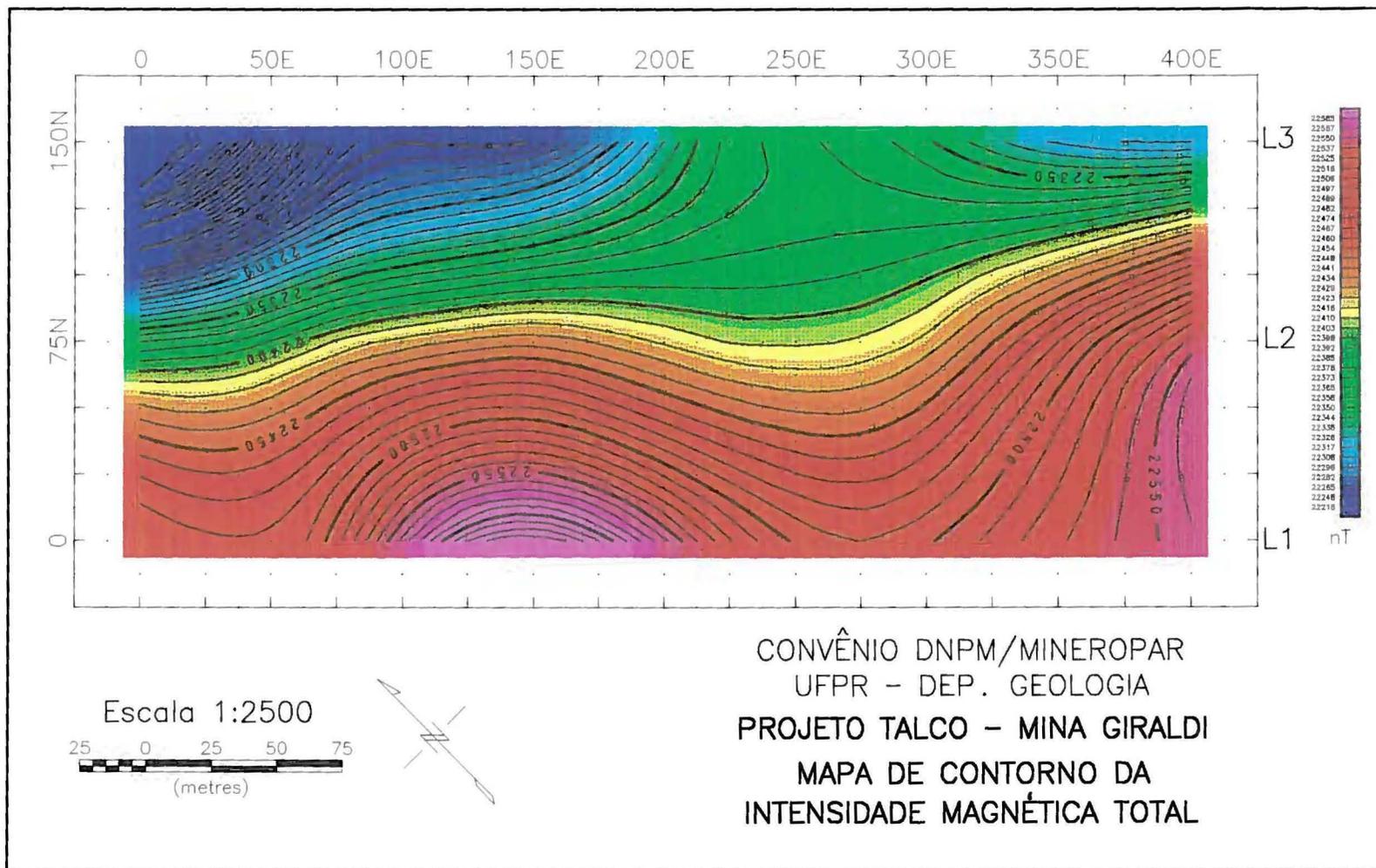


Figura 6.2.2: Mina Giraldi - Mapa de contorno da intensidade magnética.

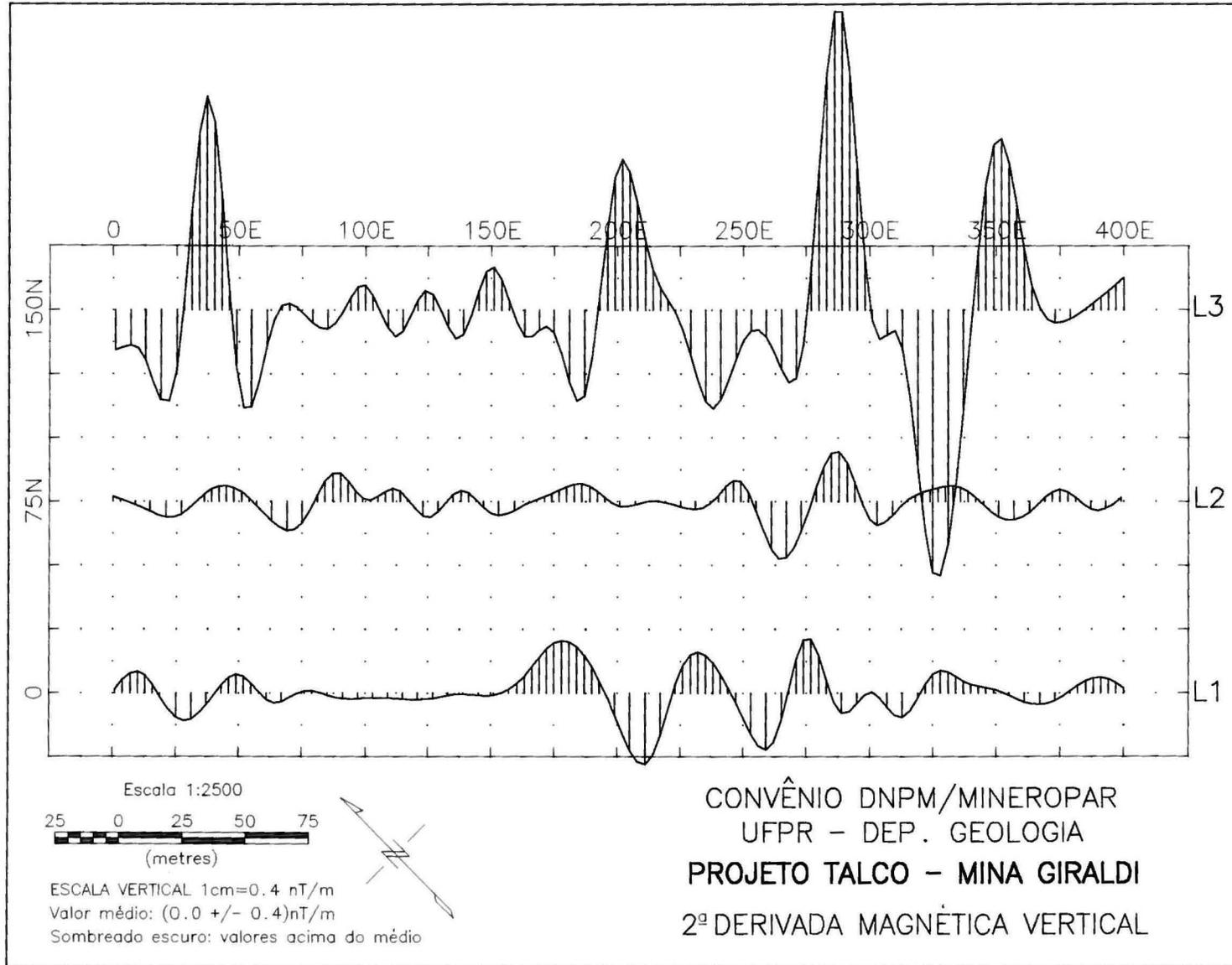


Figura 6.2.3: Mina Girdi - Perfis da segunda derivada magnética vertical.

6.3 Resultados dos ensaios geoeletricos

A sondagem elétrica vertical executada no centro da linha L1 (Fig. 6.3.1) fornece o seguinte modelo geoeletrico:

Camada	Resistividade (Ohm.m)	Espessura (m)	Possível correlação com a geologia
1	728	7,4	Camada de solo com certa umidade
2	2202	5,0	Cobertura aerada
3	109	9,5	Rocha alterada saturada
4	infinita	infinita	Rocha sã muito resistente

Pelas razões expostas no item 5.3, esta última camada é assumida como um semi-espaço infinito. Trata-se da última camada representada na curva de resistividade aparente da sondagem elétrica. A profundidade ao topo da rocha sã é de 22 metros, o que nos garante investigação muito adequada com espaçamento de 25 metros entre eletrodos no arranjo dipolo-dipolo utilizado para cobrir as linhas com caminhamento elétrico. O primeiro nível amostra a cobertura enquanto os demais níveis refletem uma situação em que a maior parte da corrente concentra-se na rocha.

As seções de resistividade aparente resultantes do caminhamento com arranjo dipolo-dipolo são apresentadas nas Figuras 6.3.2 (L1), 6.3.3 (L2) e 6.3.4 (L3). Na linha L1 notam-se nitidamente duas unidades geoeletricas, com contato na altura da estaca 250SE. Nas linhas L2 e L3, verifica-se seqüência alternada de condutor-resistente como observada na Mina Grande. No intervalo de 100 a 200SE, estas faixas nas linhas L2 e L3 coincidem com zonas marcadas como mais magnéticas e de alto radiométrico em termos de urânio e tório. Talvez a posição mais adequada de um furo de sondagem exploratório seja na estaca 200SE da linha L3, com mergulho de 50° para NW.

O mapa de resistividade aparente (Fig. 6.3.5) gerado a partir dos dados filtrados com a janela triangular exibida nas figuras das seções, não acrescenta muito ao que se observa nas seções. O *trend* aproximadamente N-S que o contorno assume, coincide com tendência de contorno da contagem gama dos radioelementos U e Th conforme item 6.1, mas aqui também é questionável, porque subjetivamente é possível dar direções NE aos eixos resistentes e condutores verificados entre as linhas L2 e L3. Também o contorno que separa a zona mais resistente no canto inferior esquerdo da Figura 6.3.5 encontra correspondência no mapa do urânio e do tório, principalmente do urânio. Não se tem ainda informação suficiente para uma correlação com a geologia, mas as feições geofísicas devem auxiliar a buscar evidências mais orientadas no campo.

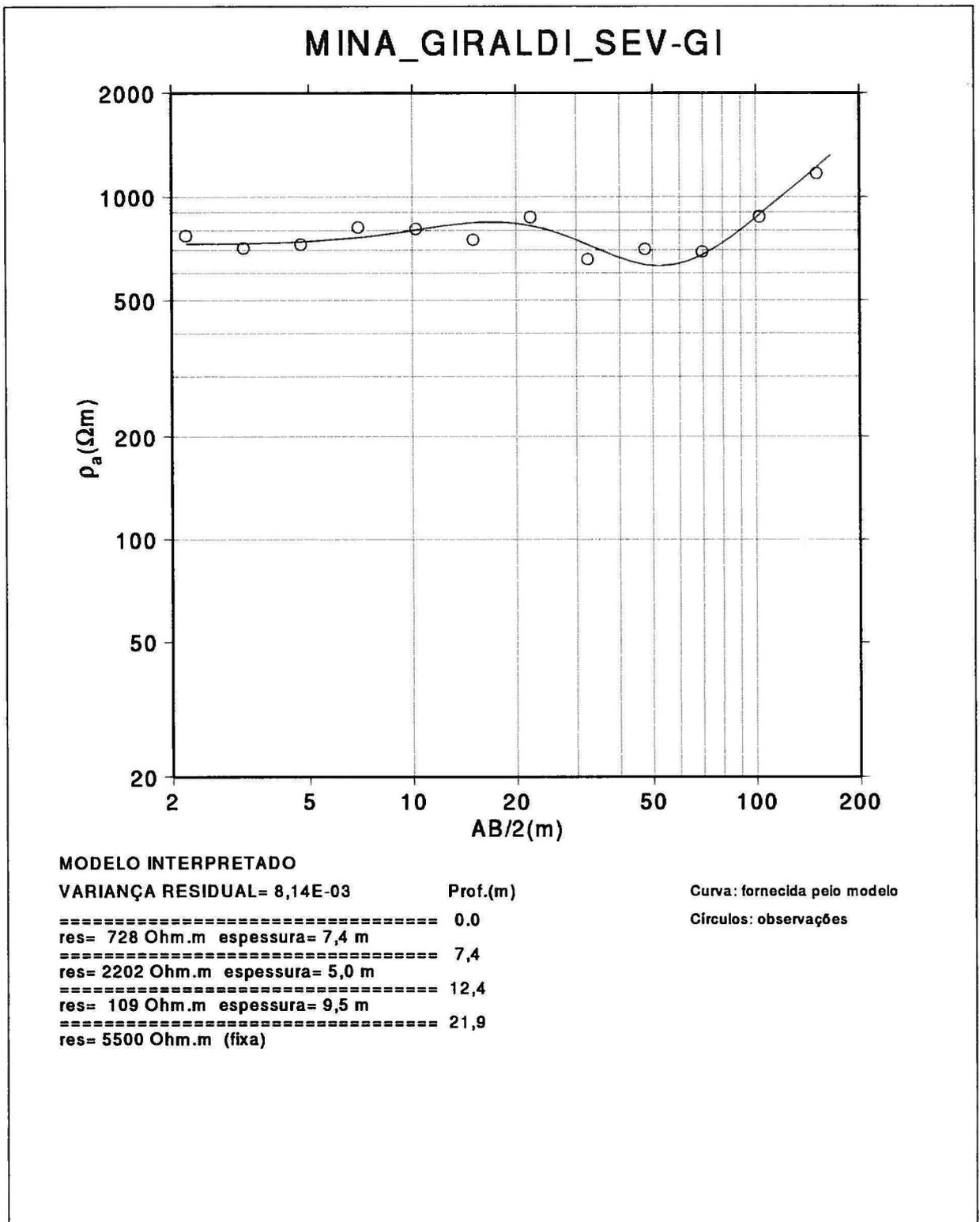


Figura 6.3.1: Mina Giraldi - SEV na linha L1 - estaca 200 SE.

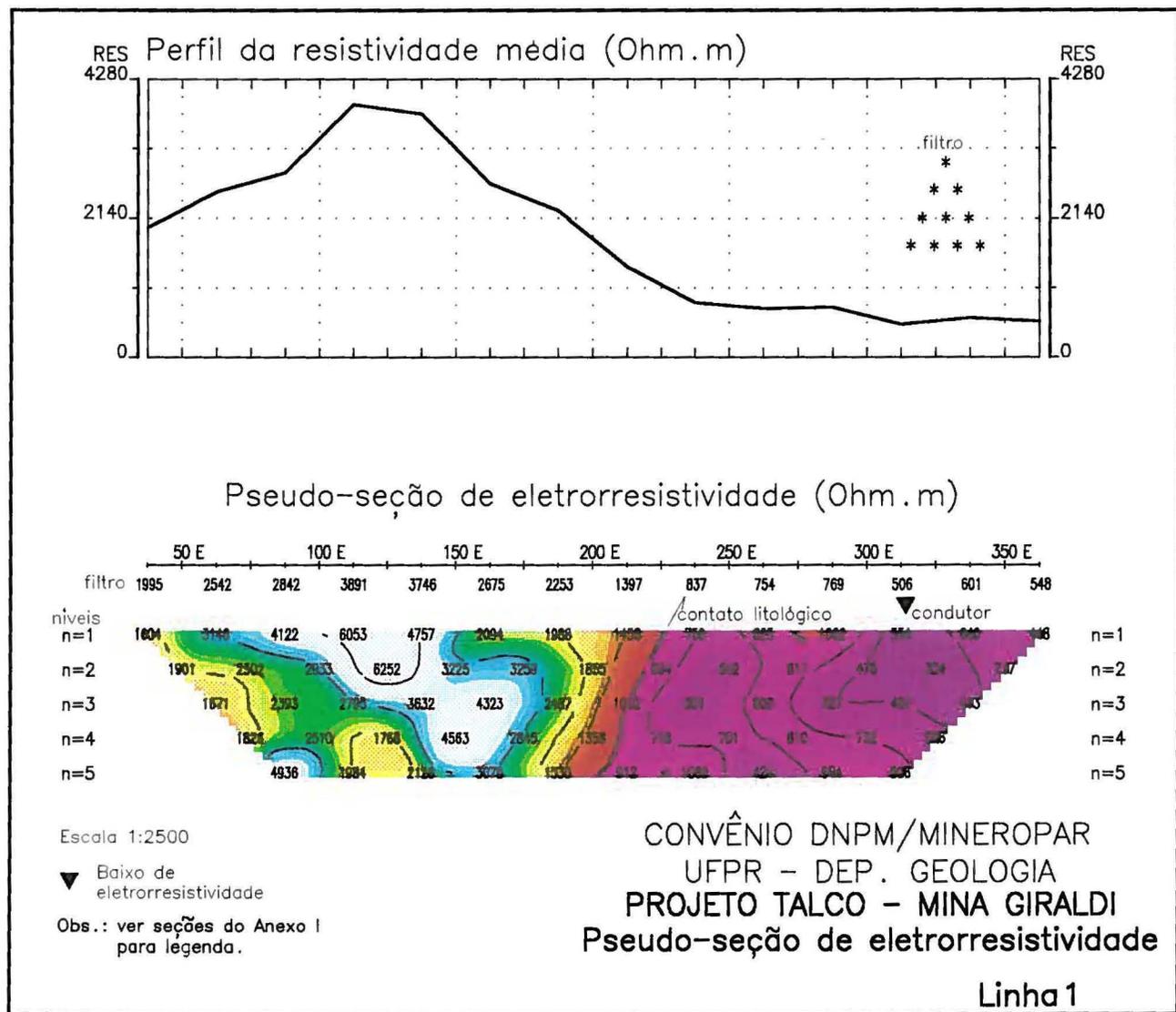


Figura 6.3.2: Mina Giraldi - Pseudo-seção de eletrorresistividade - Linha L1

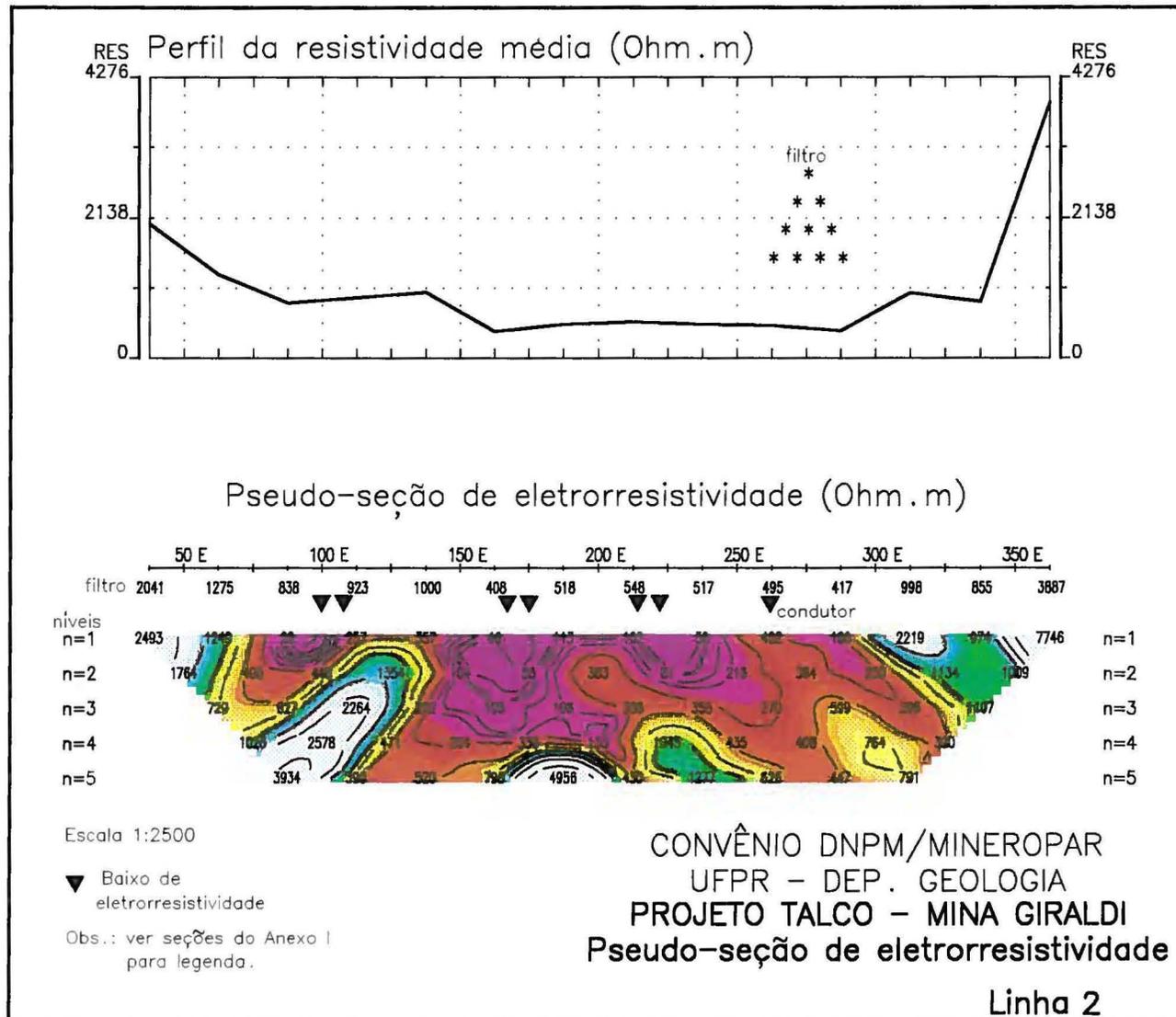


Figura 6.3.3: Mina Giraldi - Pseudo-seção de eltrorresistividade - Linha L2

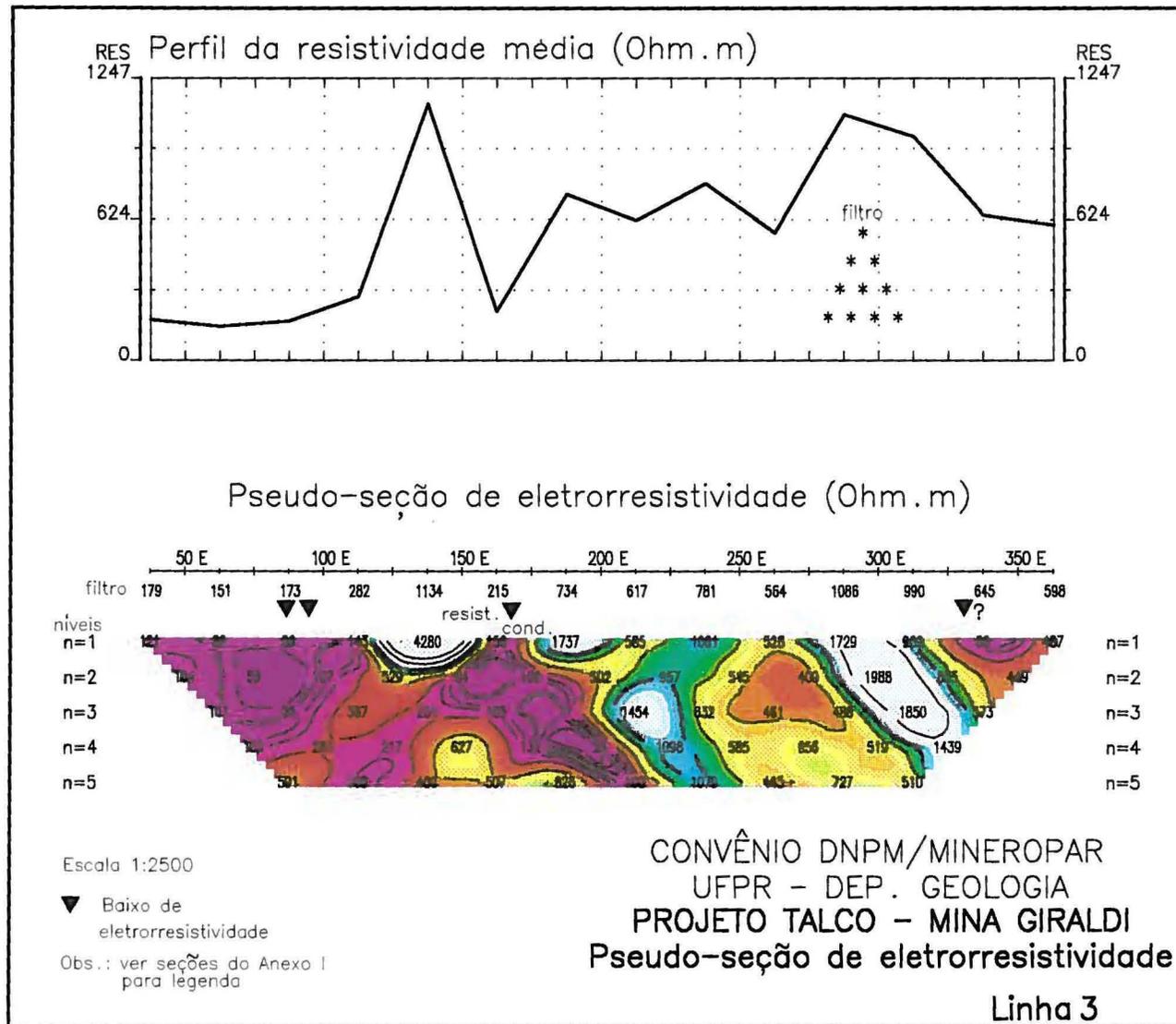


Figura 6.3.4: Mina Giraldi - Pseudo-seção de eletrorresistividade - Linha L3.

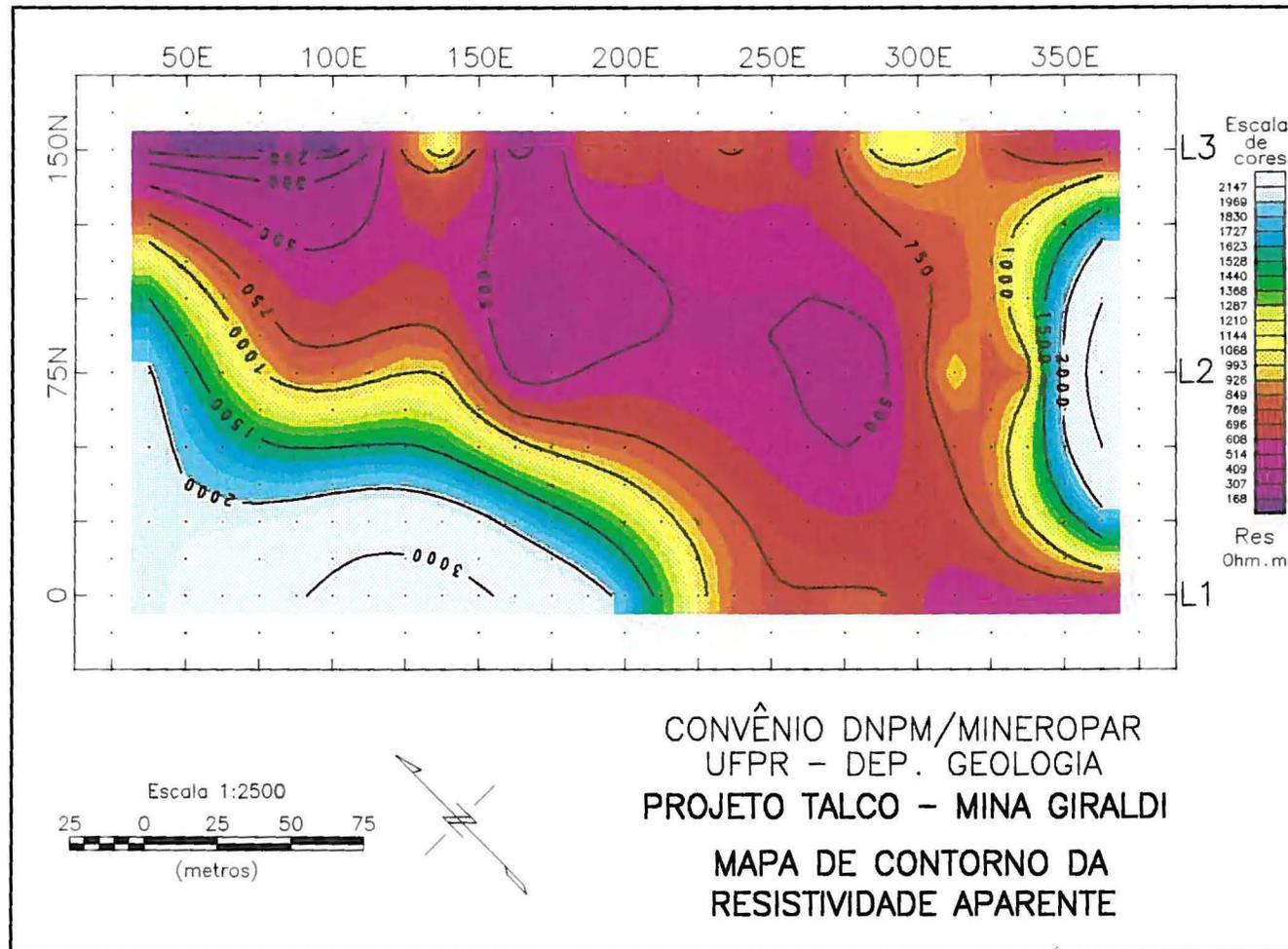


Figura 6.3.5: Mina Giraldi - Mapa de contorno da resistividade aparente.

6.4 Conclusões

Os resultados da interpretação magnética e gamaespectrométrica são apresentados na Figura 6.4.1. O significado geológico desta interpretação está dependente de verificação de campo. Em princípio, as zonas de mais baixa contagem gama devem estar associadas a rochas calcárias, mas as que apresentam maior contagem gama e mostram-se também mais magnéticas podem ser tanto rochas básicas como metassedimentos. Provavelmente as zonas salientadas no lado Leste da área são básicas (apófises do dique de diabásio que passa a NE) dadas as respostas magnéticas mais fortes e contagem gama proveniente principalmente do potássio. Já no lado Oeste notam-se anomalias magnéticas de menor intensidade e contagem gama mais proveniente do urânio e do tório, o que pode ser correlacionado a metapelitos.

A distribuição da eletrorresistividade em planta, como aproximada na Figura 6.3.5, correlaciona-se apenas parcialmente com o mapa da interpretação integrada de magnetometria e gamaespectrometria. Contudo, quando as seções de resistividade são analisadas, pode-se inferir alinhamentos de eixos condutores e resistentes, que concordam em direção e mesmo em posição com lineamentos e limites de unidades magnéticas e gamaespectrométricas. Observam-se seqüências do tipo condutor-resistente que devem associar-se a alternância de calcário com rochas básicas e/ou metassedimentos (filitos?) ou ainda zonas condutoras podem estar associadas aos calcários fraturados.

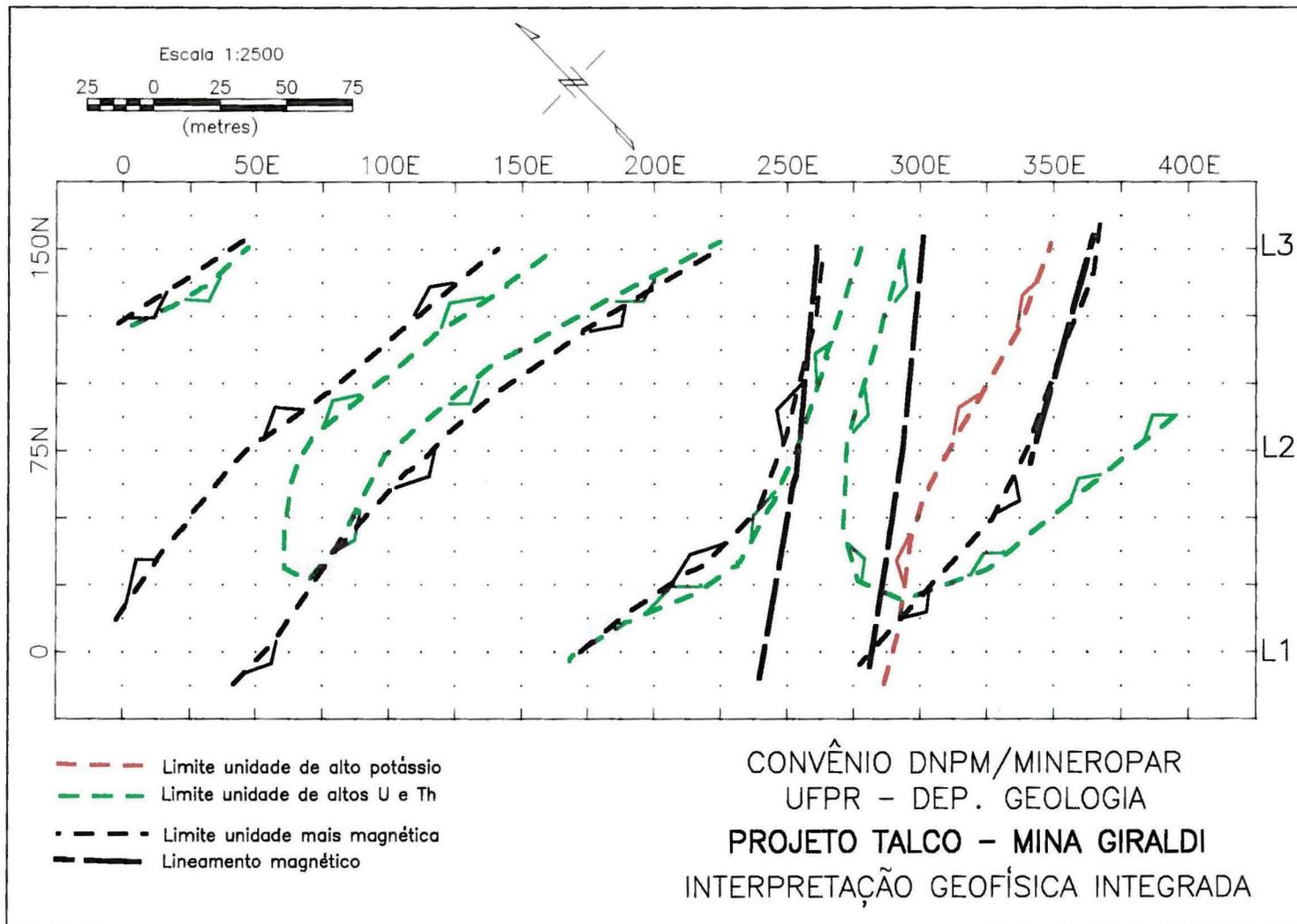


Figura 6.4.1: Interpretação magnética e gamaespectrométrica integrada.

7. ALVO MINA MAROQUI

A Mina Maroqui encontra-se na Área II descrita no Relatório I. Muitos diques de diabásio possantes foram detectados na magnetometria regional nesta área. O Alvo Maroqui também é cortado por diques de diabásio, eles se encontram na borda Norte da malha e com processamento adequado consegue-se identificar estruturação magnética de interesse e que se correlaciona muito bem com as feições observadas na espectrometria gama e na eletrorresistividade.

A malha regular (Fig. 7.1) é constituída de 7 linhas espaçadas de 50 metros e com estaqueamento de 25 metros. Da mesma forma que nos outros alvos de detalhe, a magnetometria e a radiometria foram feitas com leituras a cada 12,5 metros.

7.1 Resultados da gamaespectrometria

Os dados radiométricos permitem distinguir faixas de contagem gama diferenciada, embora seja pequeno o contraste observado. Os perfis empilhados dos três radioelementos (Fig. 7.1.1) permitem visualizar melhor os altos radiométricos, uma vez que apresentam maior resolução lateral em comparação aos mapas de contorno. Estes (Figs. 7.1.2 a 7.1.5), por efeito da suavização causada na geração da malha uniforme, apresentam os altos radiométricos em faixas mais largas e suaves, inclusive ligando diferentes faixas que na análise dos perfis podem ser melhor individualizadas. Os altos radiométricos sombreados na Figura 7.4, baseiam-se principalmente na análise dos perfis.

Observando-se os perfis radiométricos (Fig. 7.1.1), nota-se que as subidas do potássio e do urânio são em geral acompanhadas de subida também do tório. Os únicos possíveis locais onde o potássio e urânio se sobressaem com relação ao tório são os extremos Sul das linhas L4 e L5, mas mesmo ali ocorre alto de tório e não existem evidências de mineralizações de talco nestes locais.

As faixas de alto radiométrico observadas no lado Sul da malha, que são as mais intensas, acompanhadas de fracas anomalias magnéticas devem estar relacionadas a metassedimentos em meio aos metacalcários/metadolomitos menos radioativos e menos magnéticos. Já a faixa de alto pouco pronunciado observada no extremo Norte da malha, ver perfis na Figura 7.1.1 e interpretação integrada na Figura 7.4, pode estar associada aos diques de diabásio, embora não haja correspondência exata entre as anomalias magnéticas intensas ali verificadas e o alto radiométrico.

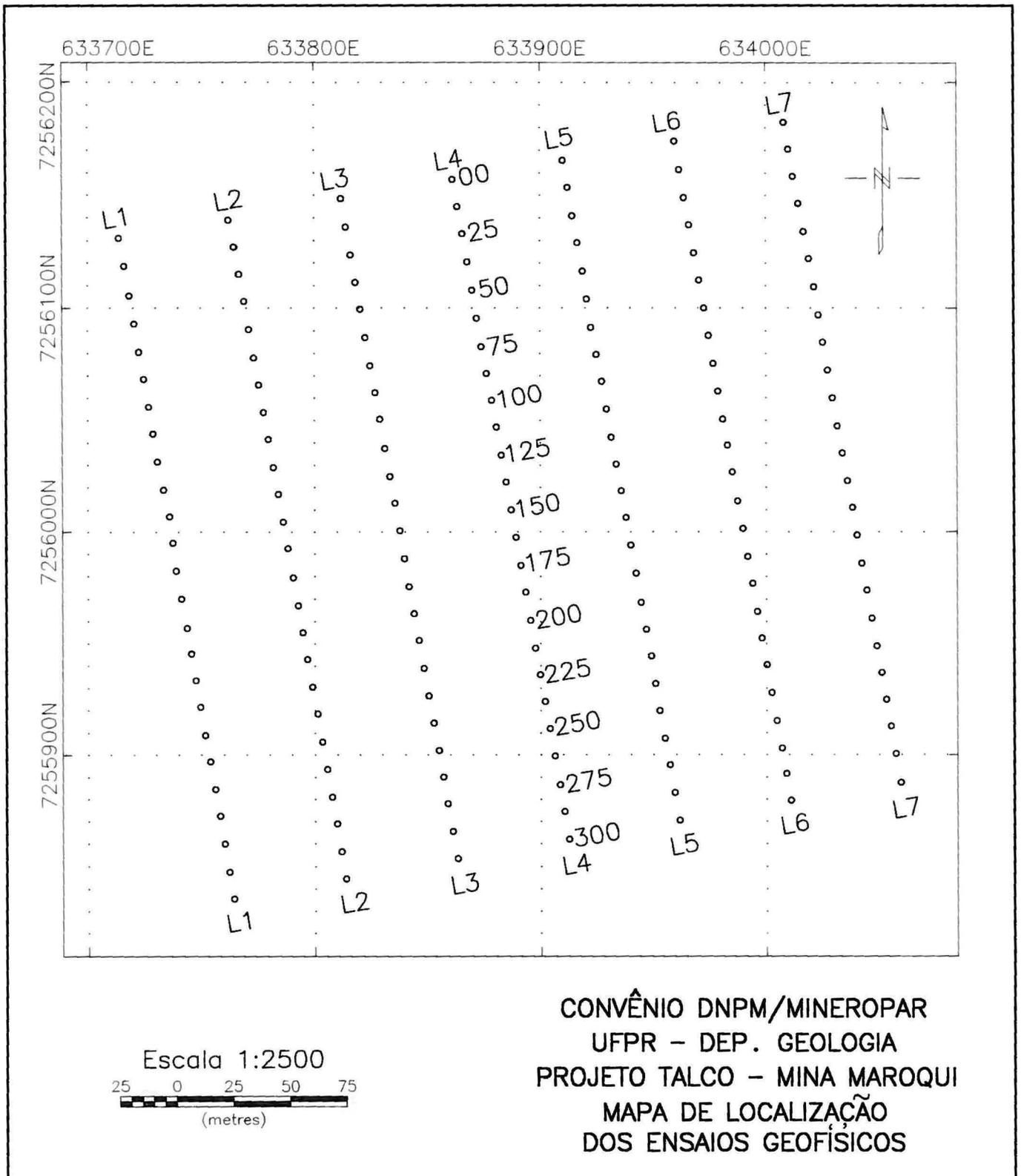


Figura 7.1: Malha de levantamento no alvo Mina Maroqui

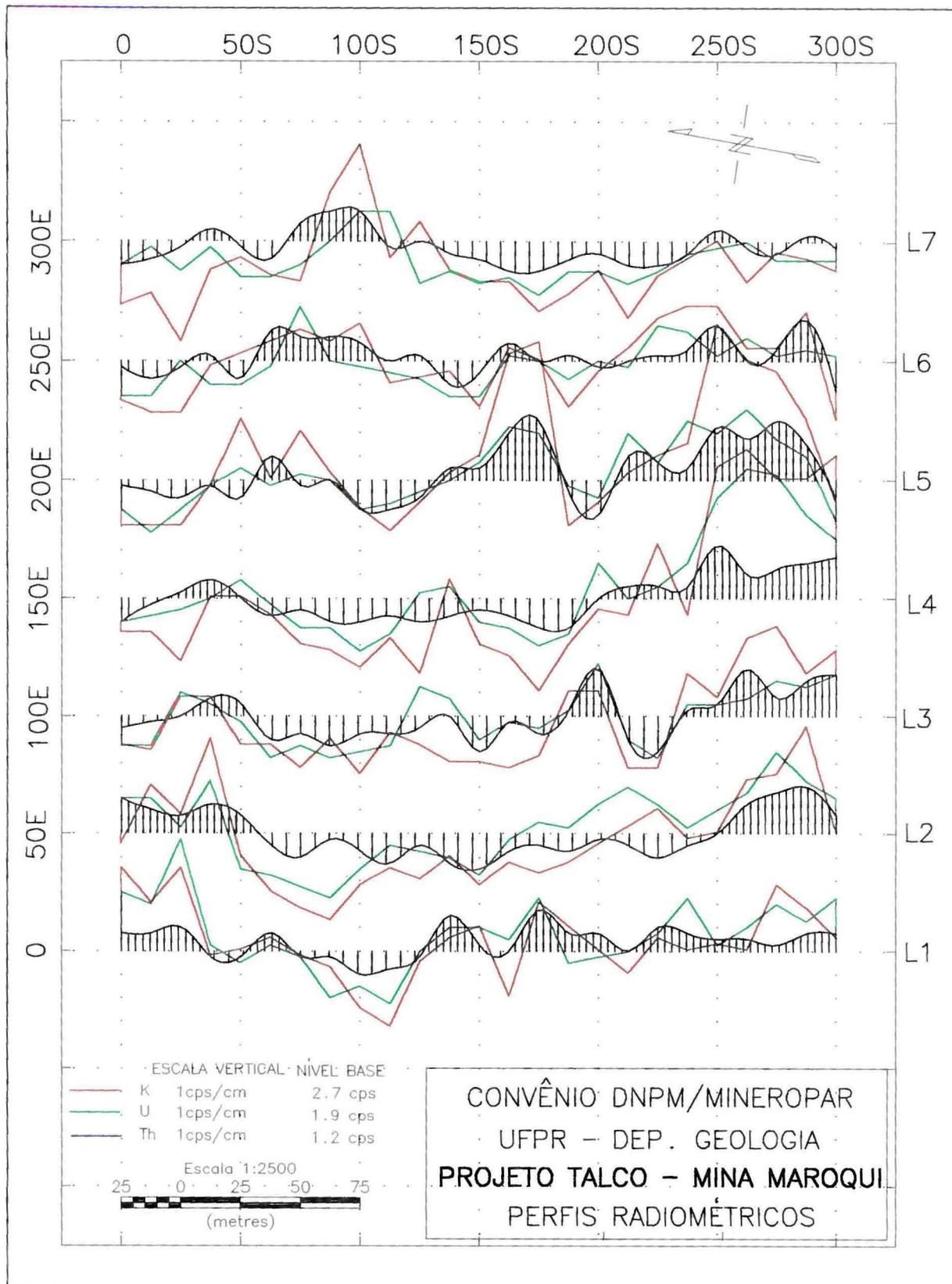


Figura 7.1.1: Mina Maroqui - Perfis radiométricos

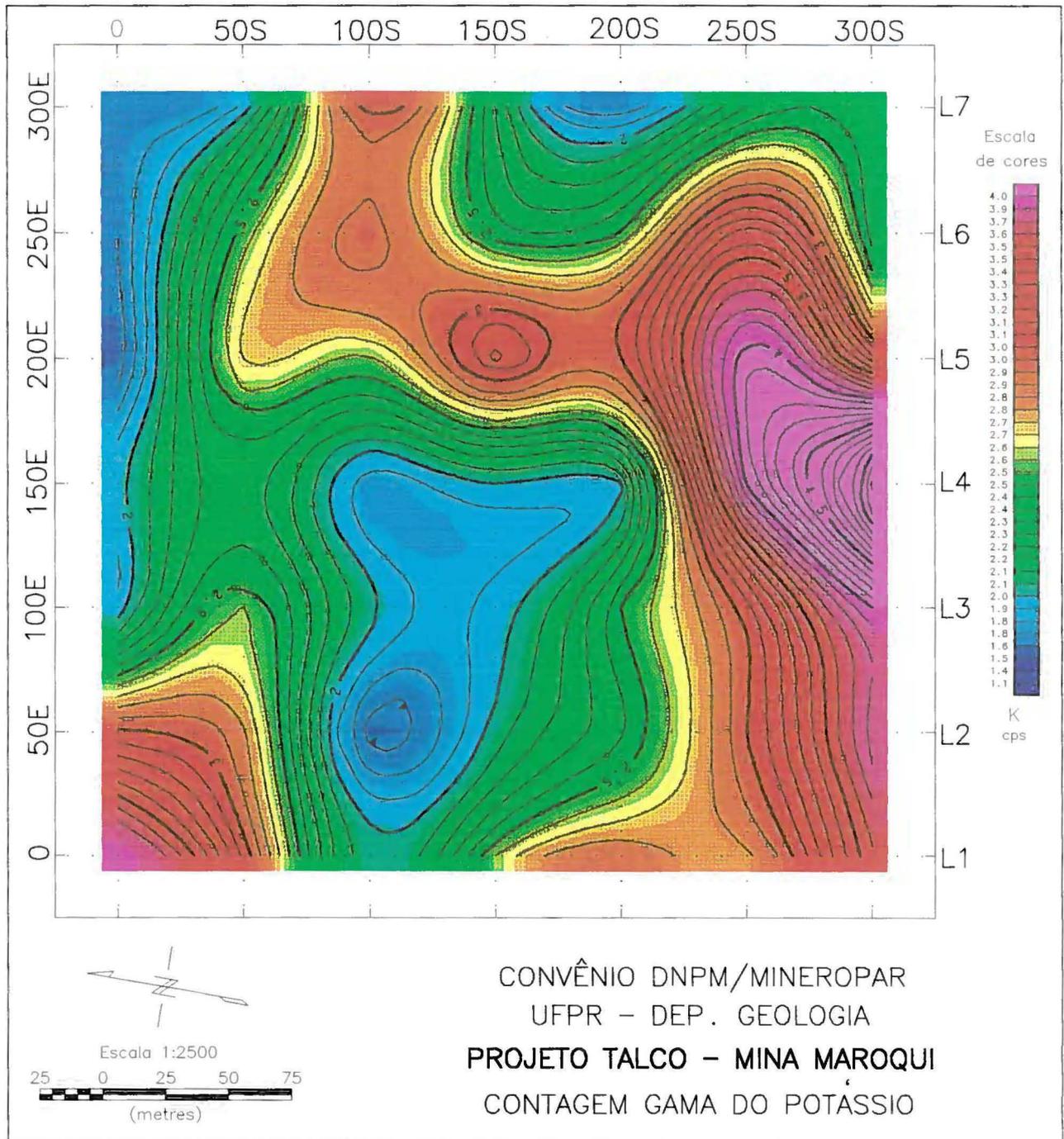


Figura 7.1.2: Mina Maroqui - Mapa da contagem gama do potássio.

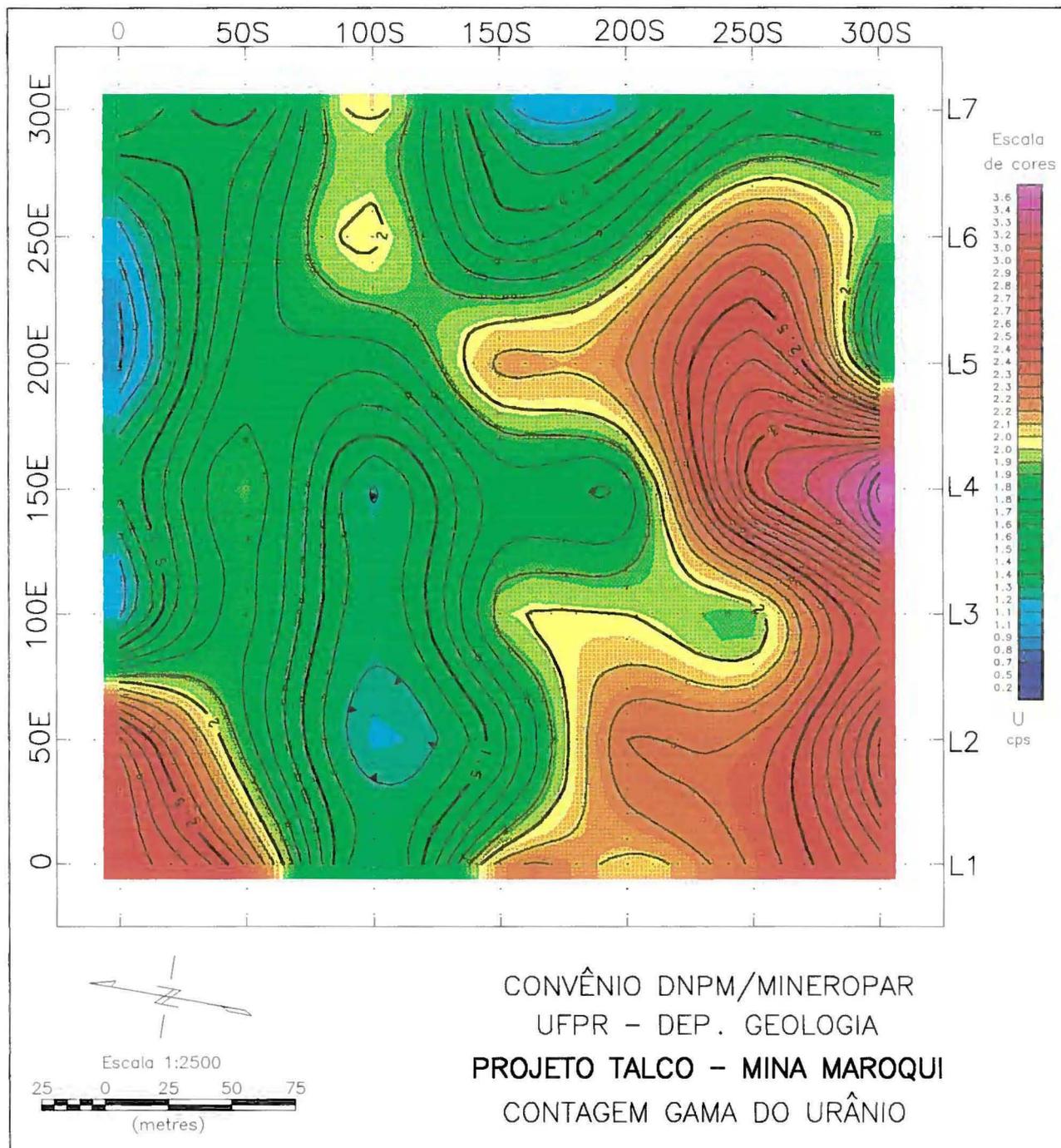


Figura 7.1.3: Mina Maroqui - Mapa da contagem gama do urânio.

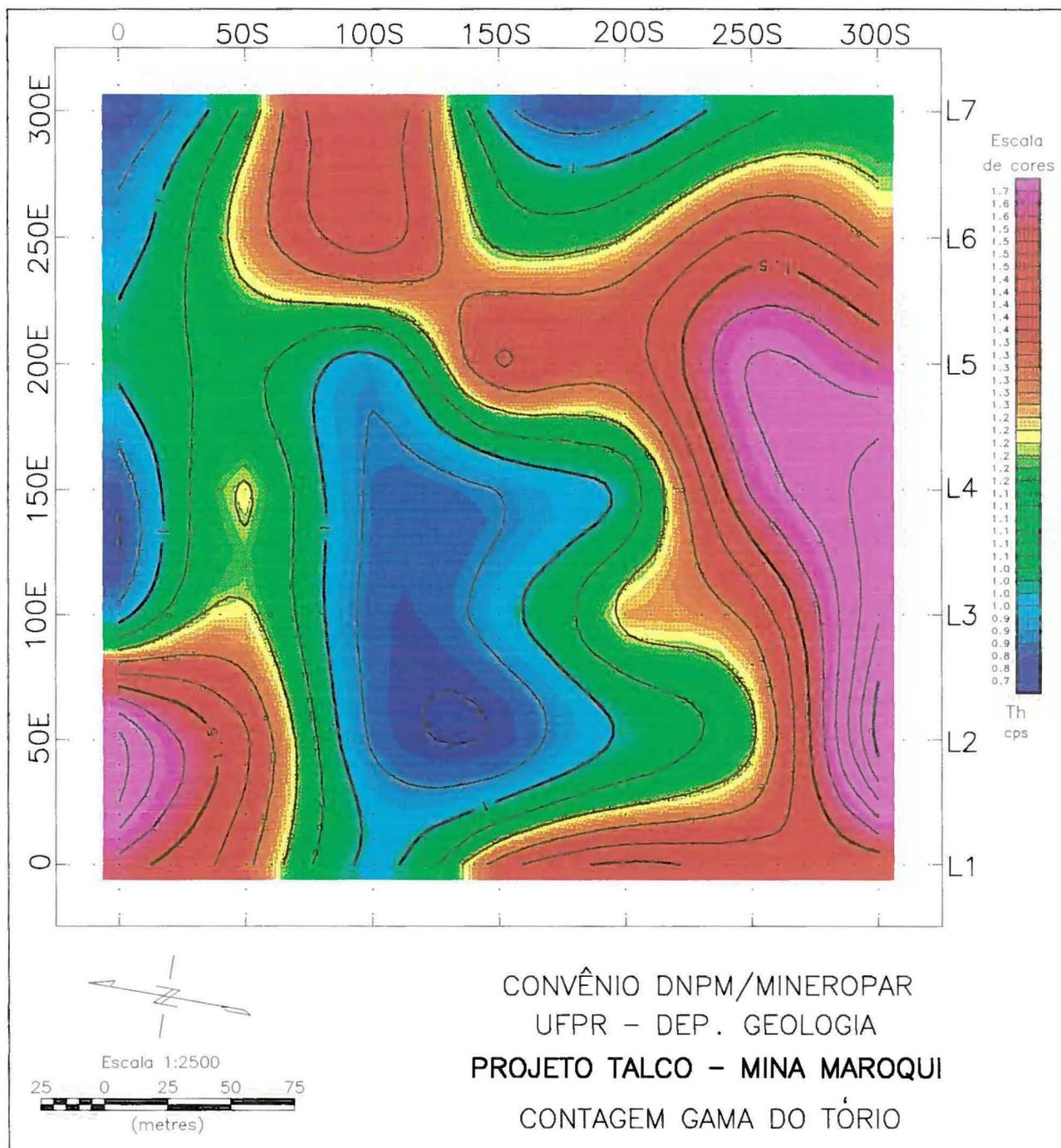


Figura 7.1.4: Mina Maroqui - Mapa da contagem gama do tório.

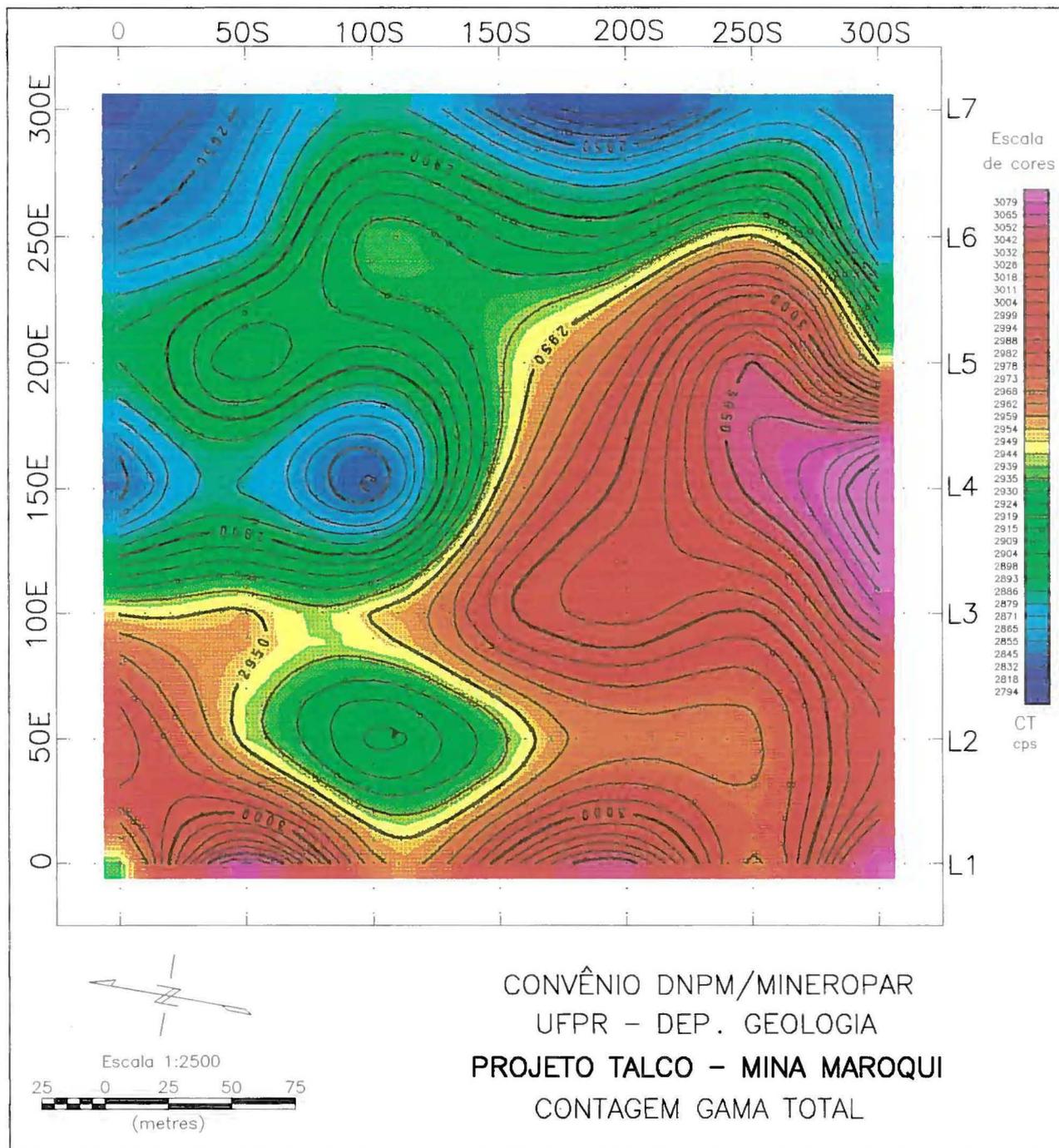


Figura 7.1.5: Mina Maroqui - Mapa da contagem gama total.

7.2 Resultados da magnetometria

Tanto os perfis (Fig. 7.2.1) como o mapa da intensidade magnética total (Fig. 7.2.2) mostram um forte trend magnético anômalo no lado Norte da malha cortando todas as linhas. Um dique de diabásio é mapeado nesta região e o *trend* anômalo é sua resposta. Além deste lineamento de fortes anomalias apenas algumas poucas oscilações suaves do campo magnético ocorrem na área. Nos perfis da segunda derivada magnética vertical (Fig. 7.2.3) as oscilações de menor amplitude são bem visíveis e formam também alinhamentos NE, quase E-W. A anomalia do extremo Norte é vista desmembrada claramente em duas, quando nos perfis da intensidade magnética total notava-se apenas fraca evidência disto.

Os lineamentos magnéticos possíveis, interpretados principalmente dos perfis da segunda derivada vertical, são apresentados no mapa de interpretação integrada (Fig. 7.4.1). A hipótese aventada de dois corpos magnéticos no extremo Norte parece sustentável não só pela forma das anomalias na Figura 7.2.3 mas também pelo modelamento exibido na Figura 7.2.4. O modelamento de vários corpos magnéticos simultaneamente, embora simples em sua concepção de adição dos efeitos, pode ser muito trabalhoso, e como não foi grande a experimentação conduzida neste modelamento, deve-se entender o modelo apresentado na Figura 7.2.4 apenas como uma aproximação. Como se discute no item 7.4, os altos radiométrico e de resistividade que ocorrem no meio dos dois diques propostos, vão contra a hipótese de dois diques, mas o segundo mais para Norte pode ser apenas uma apófise não aflorante. Pelas respostas radiométrica e de eletrorresistividade é mais fácil assumir um único dique.

Os demais lineamentos magnéticos, não foram caracterizados quanto ao significado geológico, se limitam unidades magnéticas ou se refletem estruturas apenas. Como as anomalias que lhes dão origem são muito fracas, é difícil de distinguir entre estas possíveis causas. Como existe boa correspondência com altos radiométricos, é provável que estes lineamentos magnéticos do lado Sul da malha estejam marcando contato de metassedimentos com os metacalcários/metadolomitos.

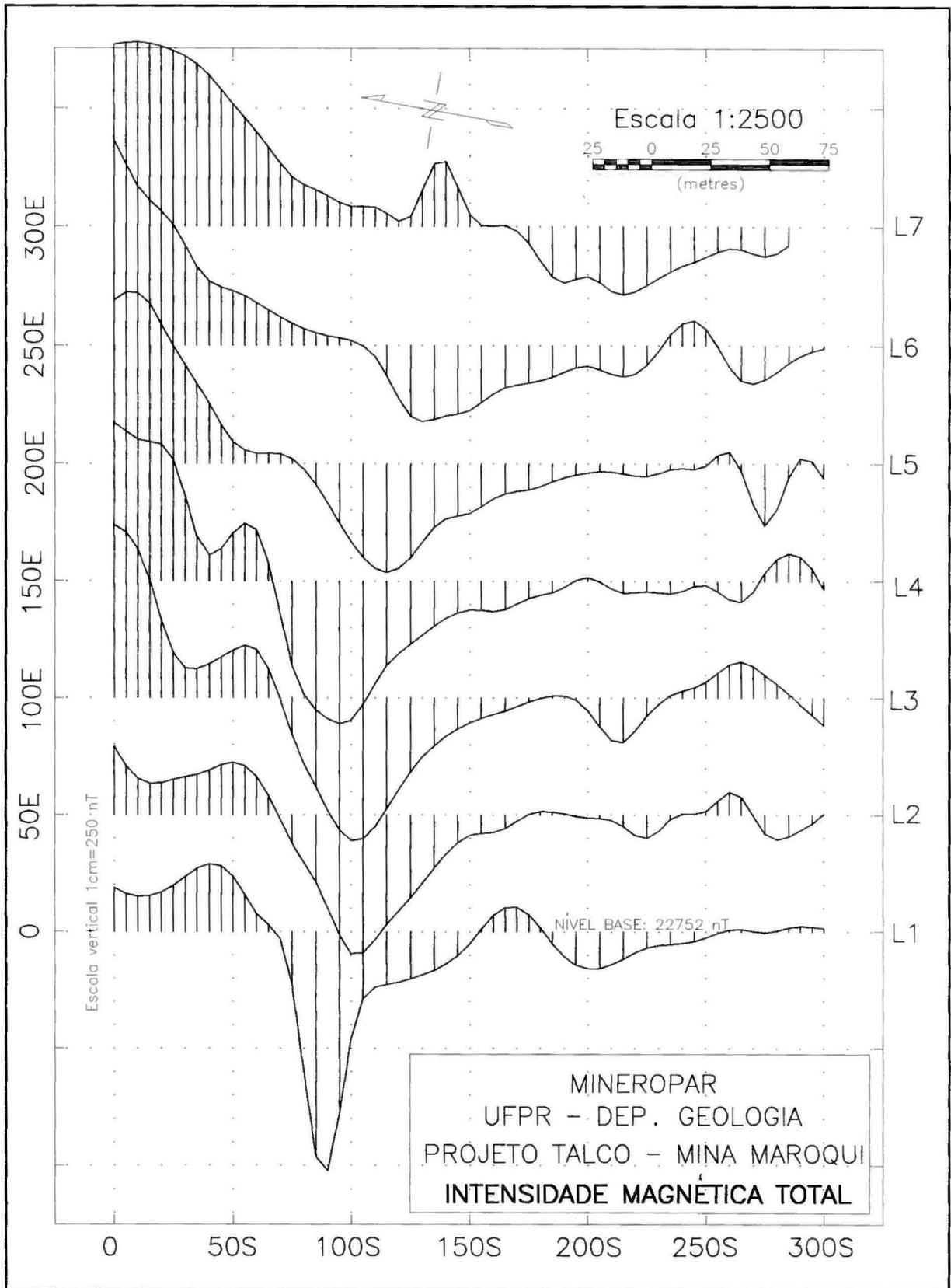


Figura 7.2.1: Mina Maroqui - Perfis da intensidade magnética total.

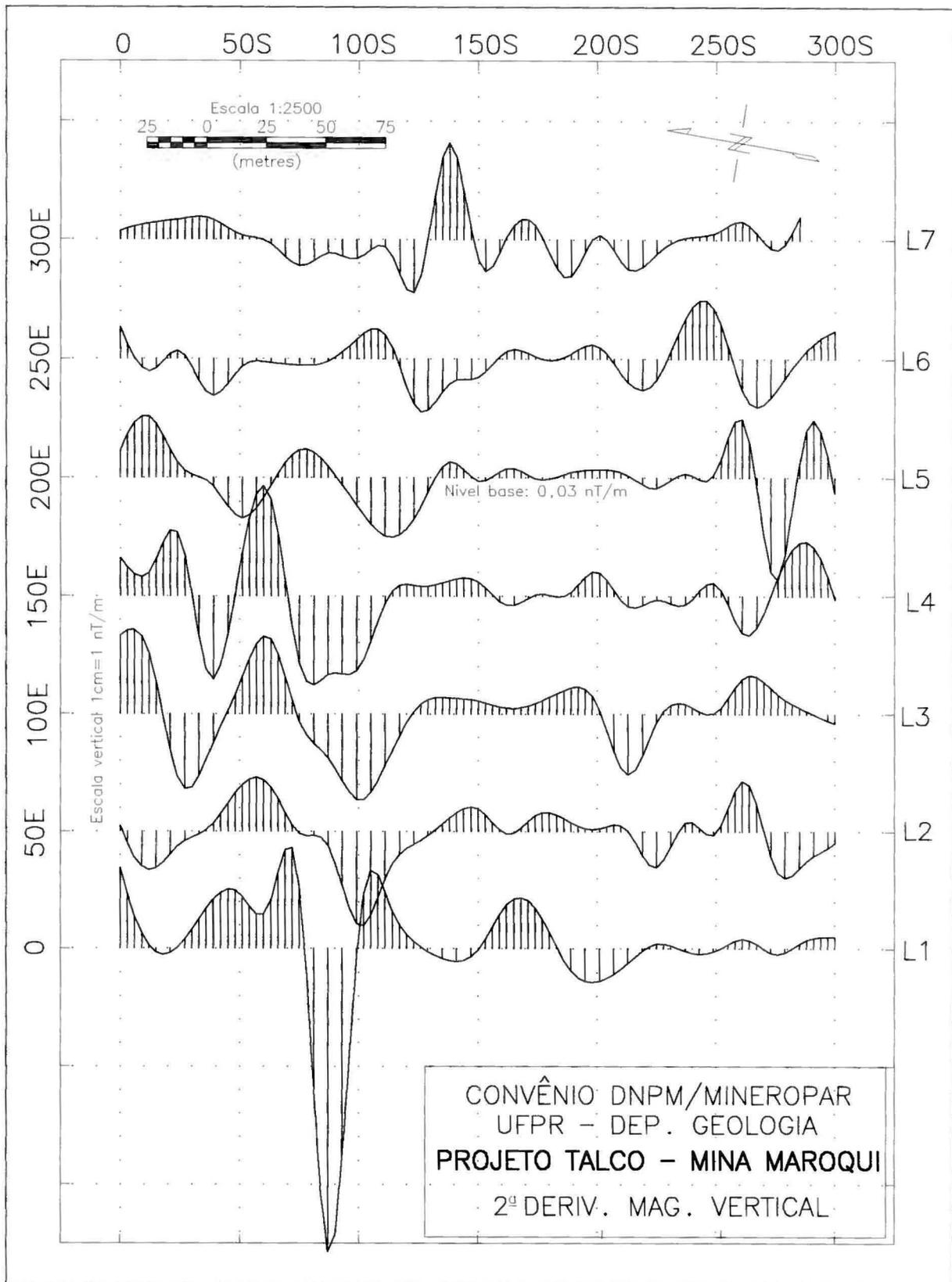


Figura 7.2.3: Mina Maroqui - Perfis da segunda derivada magnética vertical.

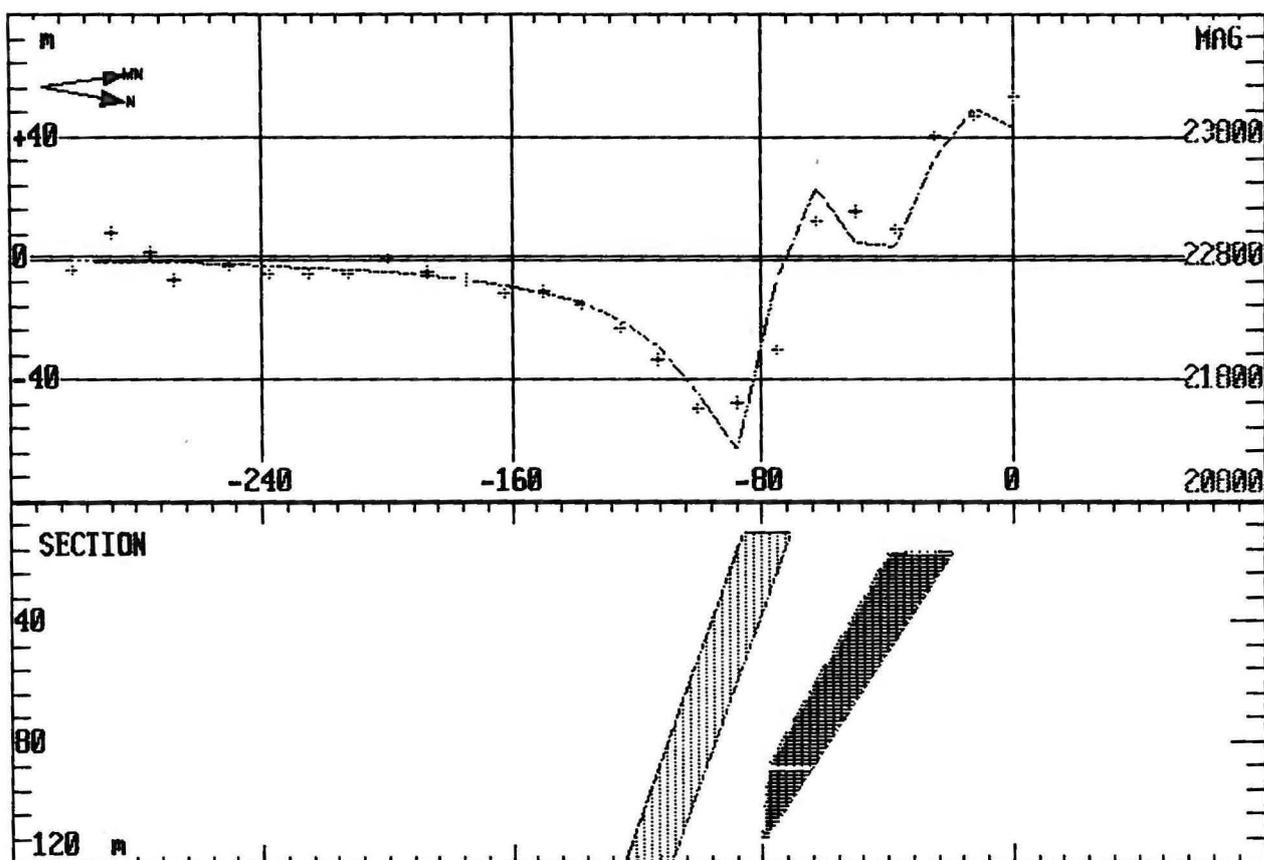


Figura 7.2.4: Mina Maroqui - Resultados do modelamento magnético na linha L4. Notar que o perfil está invertido (S-N) com relação ao das Figuras 7.2.1 e 7.2.3. O polígono com textura mais clara representa a seção transversal de um dique infinito em profundidade e extensão longitudinal. O polígono mais escuro representa uma possível apófise.

7.3 Resultados dos ensaios geoeletricos

Semelhante às sondagens elétricas discutidas para os outros alvos, a curva de resistividade aparente da sondagem elétrica vertical na Mina Maroqui, executada no centro da malha, foi interpretada como um modelo geoeletrico de 4 camadas assim descrito:

Camada	Resistividade (Ohm.m)	Espessura (m)	Possível correlação com a geologia
1	99	1,5	Camada de solo com certa umidade
2	1043	2	Solo aerado
3	109	8	Rocha alterada saturada
4	infinita	infinita	Rocha sã muito resistente

O topo da rocha sã está a cerca de 11 metros de profundidade, ou dito de outra forma, existe no local uma cobertura de cerca de 11 metros de espessura.

Observando-se as pseudo-seções de eletrorresistividade (Anexo II), nota-se um condutor principal (anomalia de baixa resistividade) em todas as linhas na altura de 100 SE. O mapa de contorno da resistividade aparente, decorrente da filtragem dos dados das seções (filtro mostrado nas figuras das seções), posiciona muito bem este condutor que aparece em tom vermelho/roxo. Na linha L7 a faixa condutora se alarga, curvando-se para Sul, como faz também a anomalia magnética e o alto radiométrico neste local. A causa mais provável deste condutor é uma zona de fraturamento/alteração dos calcários na interface ou vizinhança do dique de diabásio. É um contexto propício à mineralização de talco, e foi indicado um furo de sondagem em uma das linhas centrais, L3 a L5, altura da estaca 165 inclinado de 50° para NW para investigar a seqüência que passaria o condutor e então encontraria o dique resistente a NW. A mineralização, se existente estaria no condutor vizinho ao dique, hospedada em rochas calcárias fraturadas.

Uma última feição interessante que precisaria ser checada pela geologia de superfície diz respeito ao condutor acamadado visto na pseudo-seção de eletrorresistividade da linha L7 (Anexo II). No mapa de contorno da resistividade aparente (Fig. 7.3.2) esta região aparece como um alargamento da faixa condutora vizinha ao dique de diabásio.

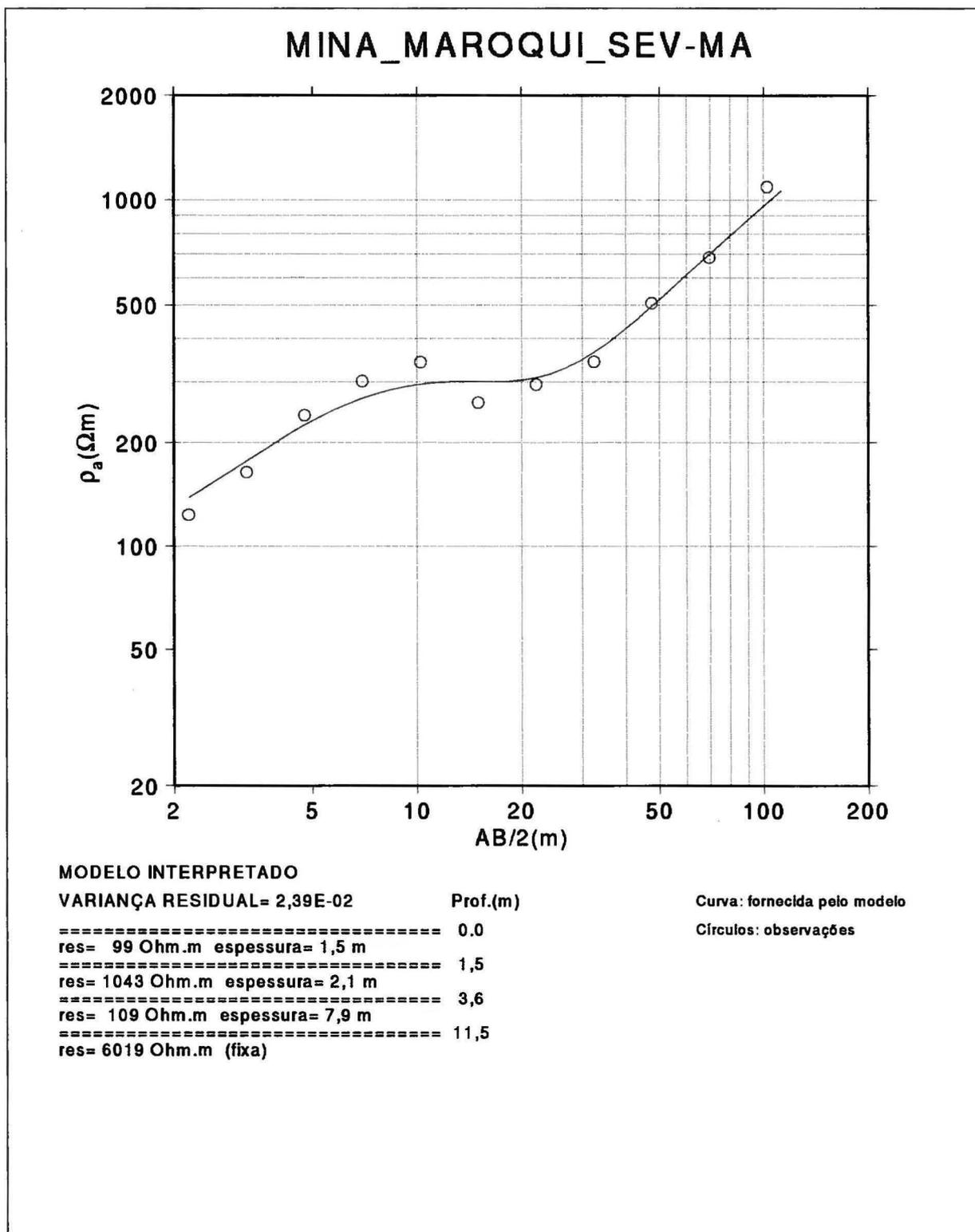


Figura 7.3.1: SEV executada no centro da malha Mina Maroqui.

7.4 Conclusões

O alvo Mina Maroqui apresenta respostas geofísicas de relativamente fácil interpretação, uma vez que é verificada uma concordância muito boa com o que a geologia de superfície tem mapeado.

Como observado na Figura 7.4.1, os alvos que podem interessar ao projeto estão limitados por um tracejado vermelho. Principalmente a faixa condutora alongada que se estende paralela e vizinha ao dique de diabásio, no lado Norte da malha.

Seria interessante se os altos radiométricos e lineamentos magnéticos menos expressivos, mais sutis, do lado Sul da malha também encontrassem correspondência com outras litologias (metassedimentos) em meio aos calcários. Isto viria mais uma vez no projeto contribuir para a conclusão de que a gamaespectrometria e magnetometria de detalhe individualizam as unidades litológicas da região, mesmo quando são esperados pequenos contrastes.

No extremo Leste, linhas L6 e L7, seria também interessante checar o significado do alargamento da faixa condutora e do aspecto acamadado do condutor que aparece na linha L7 (seção de eletrorresistividade no Anexo II).

Um furo de sondagem em uma das linhas preferencialmente centrais, L3 a L5, altura da estaca 165, com inclinação de 50° para NW, deve confirmar a seqüência de calcários fraturados, eventualmente com mineralizações de talco e então interceptar o diabásio em profundidade.

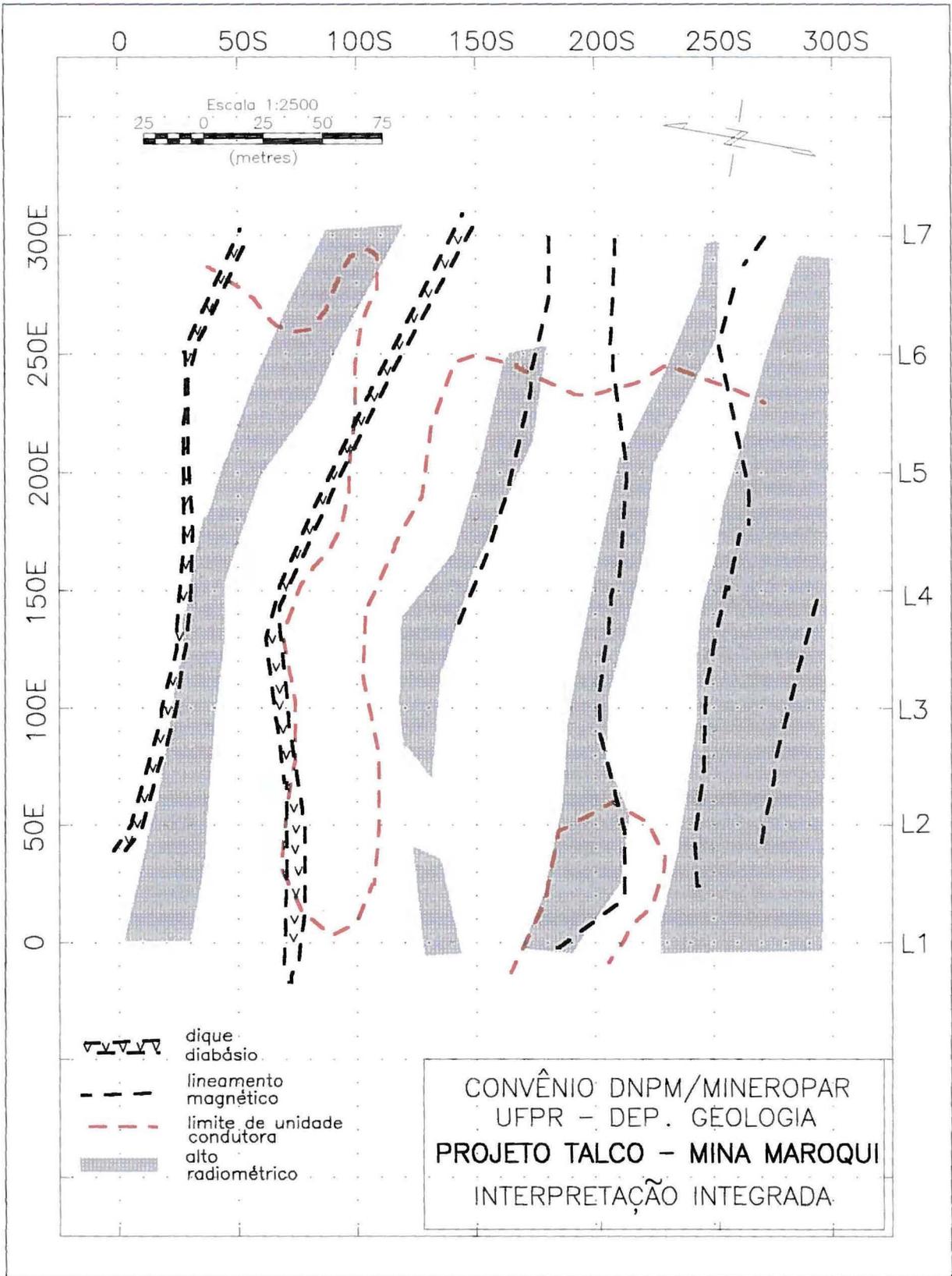


Figura 7.4.1: Mina Maroqui - Interpretação geofísica integrada.

8. CONCLUSÕES GERAIS

Confirmaram-se nos estudos de detalhe várias conclusões do Relatório I. A magnetometria de superfície, quando livre de ruídos, e com processamento adequado fornece importantes informações sobre as estruturas NE que interessam sobremaneira ao projeto. Caracteriza rochas metabásicas/metavulcânicas e naturalmente os diques de diabásio, que como na Mina Maroqui, coincidentemente, podem servir de guia para a mineralização do talco ou do fraturamento no calcário onde ela se aloja. Individualiza até mesmo unidades pouco contrastantes como é o caso de metassedimentos com relação aos metacalcários/metadolomitos.

Confirma-se também e de forma clara, que a espectrometria gama diferencia os tipos litológicos principais nas áreas estudadas e constitui ferramenta indispensável para a individualização de unidades em seqüências de interesse especial ao projeto. Contudo, o enriquecimento do potássio e urânio como indicadores de processos hidrotermais e da mineralização do talco não se confirmou nos alvos de detalhe. Apenas fracas indicações desta associação foram encontradas e carecem ainda de verificações de campo.

Ficou claro também que a eletrorresistividade é muito importante para caracterização das zonas de fraturamento onde se aloja a mineralização do talco. Feições de baixa resistividade decorrem também de outras causas. Os metapelitos respondem com muito baixa resistividade e podem ser confundidos com zonas de fraturamento de interesse. Felizmente neste caso observa-se também um alto radiométrico, de forma que os métodos se complementam e resolvem bastante bem o problema prospectivo.

Os resultados dos estudos de detalhe demonstram que a metodologia selecionada foi acertada. O desdobramento natural do projeto seria a investigação de alvos selecionados a partir do levantamento regional, objeto do Relatório I. Enfatiza-se finalmente que os alvos selecionados deveriam ser levantados com a mesma metodologia utilizada nos três alvos cujos resultados foram descritos no presente relatório.

Curitiba, 16 de junho de 1998.


José Manoel dos Reis Neto
Geólogo - Coordenador do Projeto
Departamento de Geologia - UFPR


Augustinho Rigoti
Geofísico - Responsável Técnico
CREA 45817/D
Consultor da FUNPAR

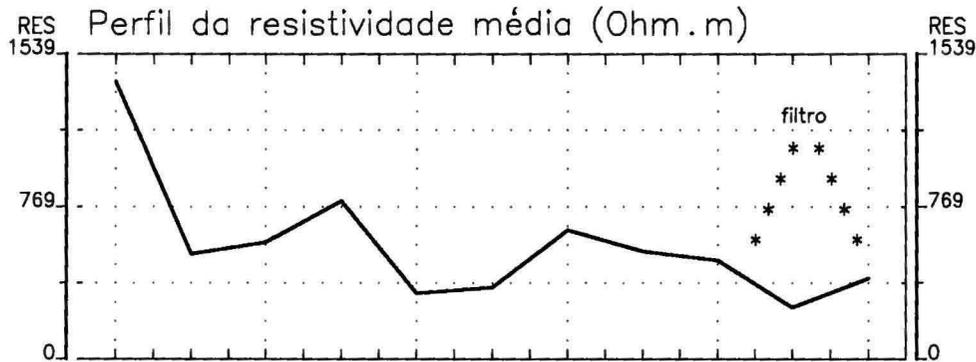
REFERÊNCIAS

Geosoft Inc., 1994. GEOSOFT Mapping and Processing System. Toronto, Canada.

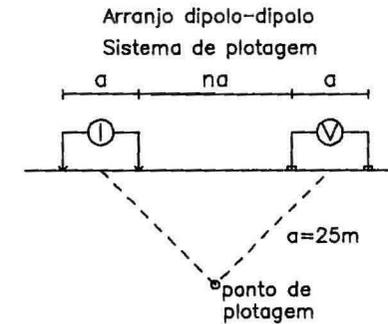
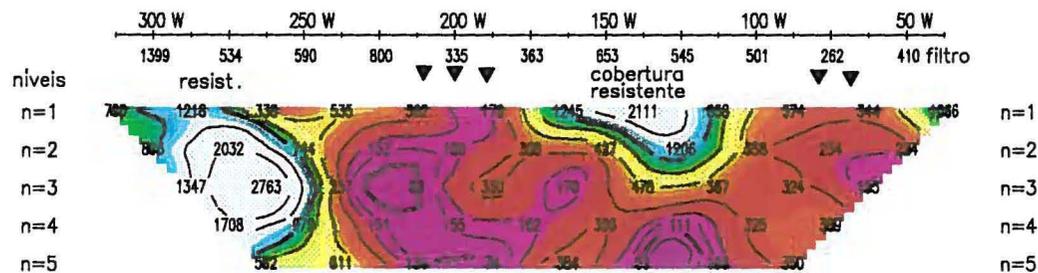
Rigoti, A. and Crossley, D. J., 1987. Reduction of ambiguity in geoelectric models using multiple data sets, *Revista Brasileira de Geofísica*, 5, 29-41.

ANEXO I

MINA GRANDE - SEÇÕES DE RESISTIVIDADE



Pseudo-seção de eletrorresistividade
(Ohm.m)



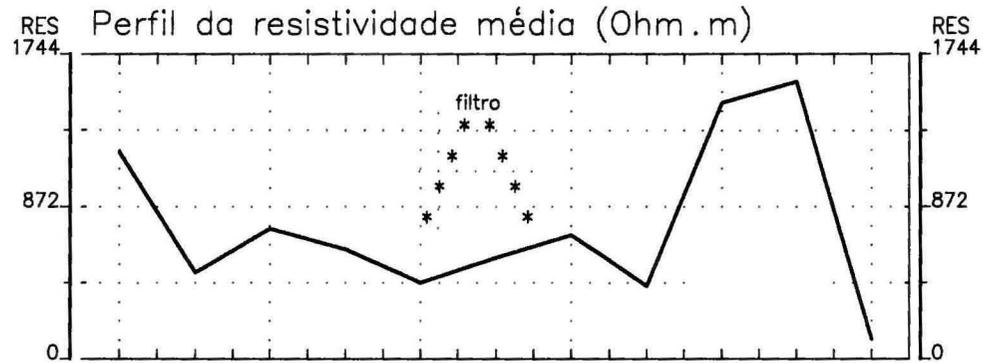
ESCALA 1:2500

Contorno 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..
logarítmico

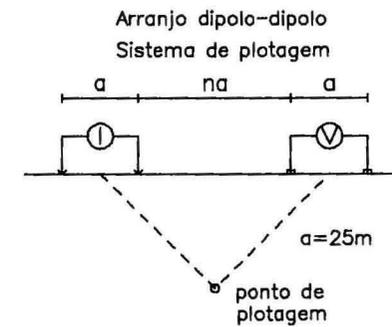
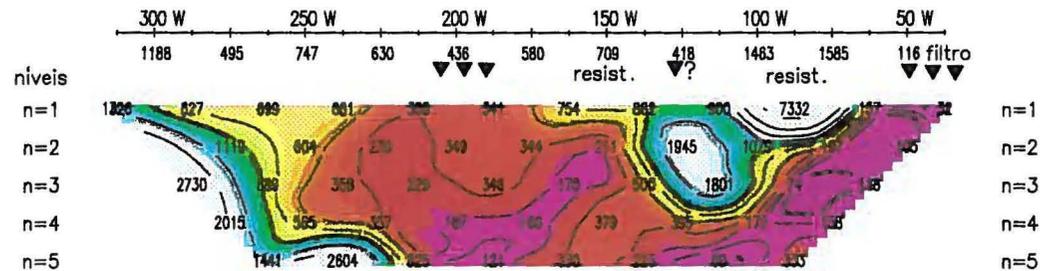
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 2



Pseudo-seção de eletrorresistividade (Ohm.m)



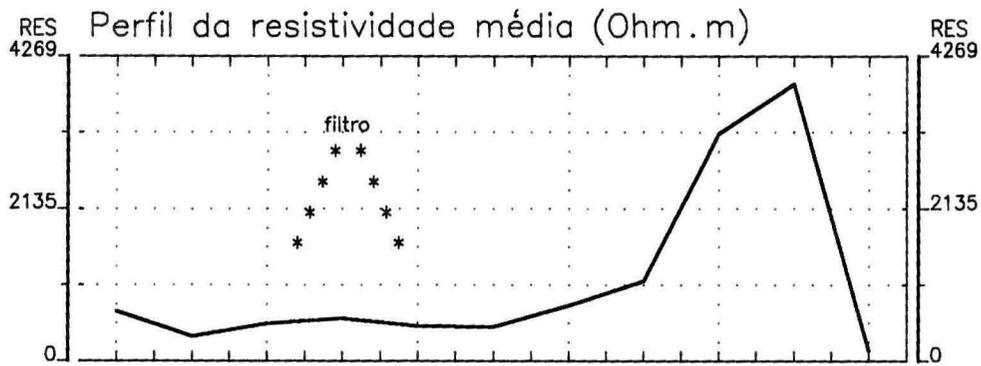
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10,...

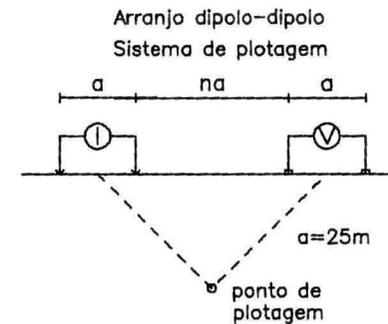
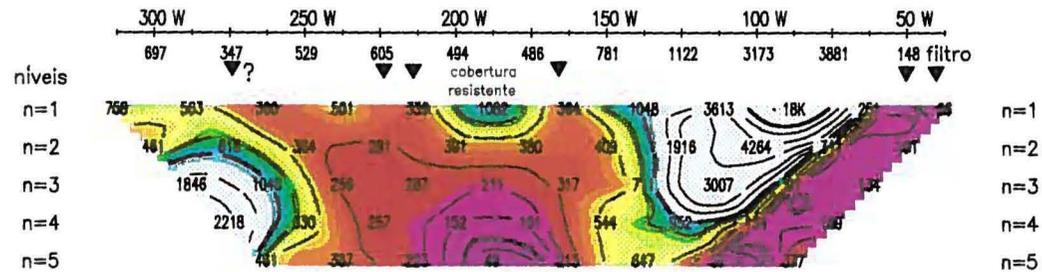
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 3



Pseudo-seção de eletrorresistividade
(Ohm.m)



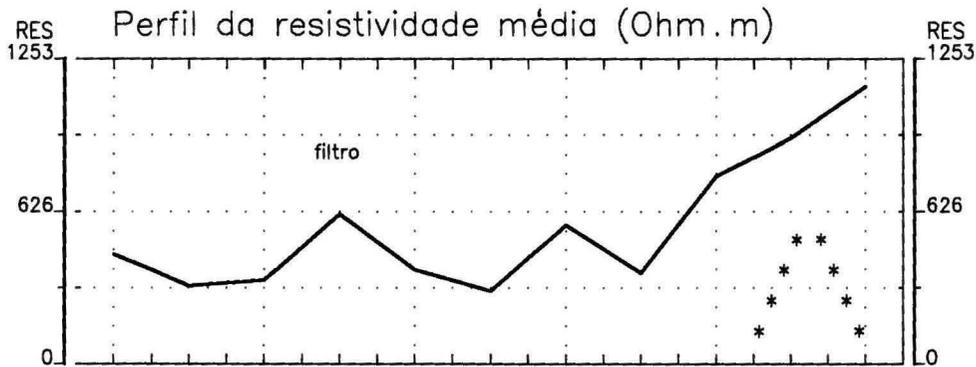
ESCALA 1:2500

Contorno
logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..

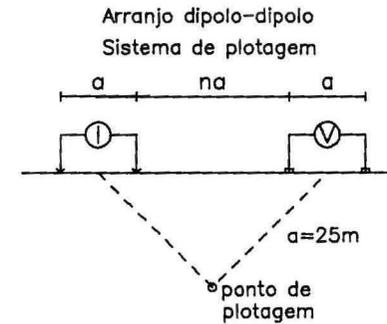
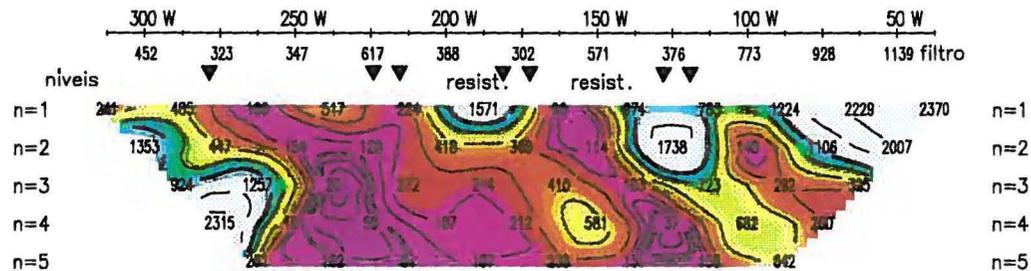
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 4



Pseudo-seção de eletrorresistividade (Ohm.m)



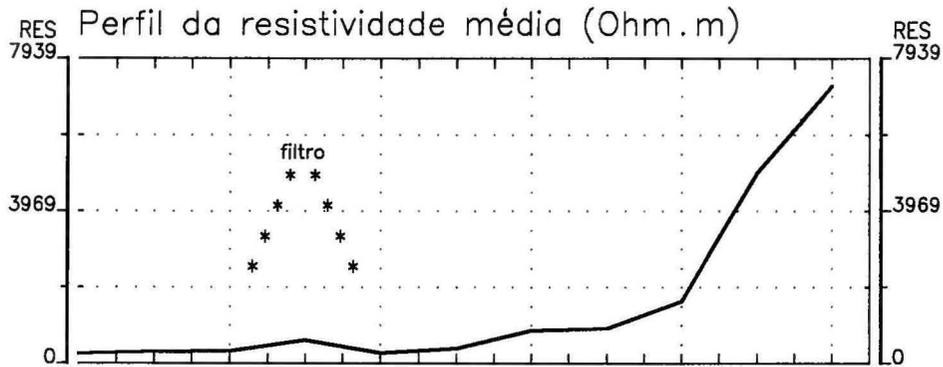
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..

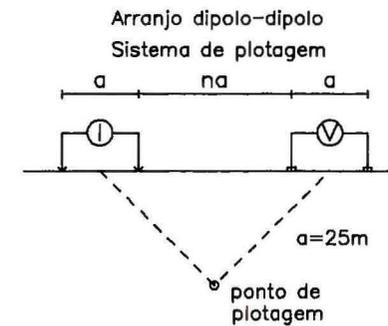
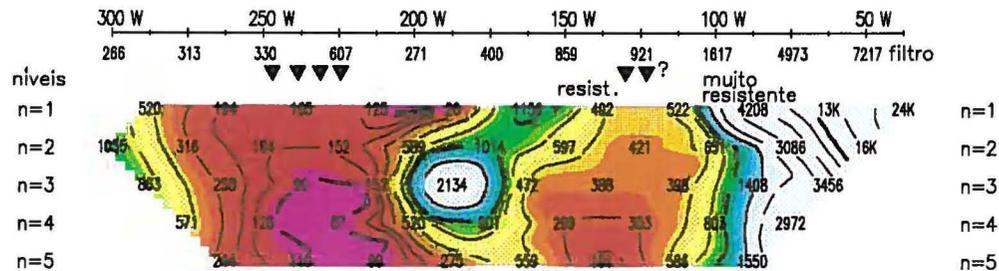
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 5



Pseudo-seção de eletrorresistividade (Ohm.m)



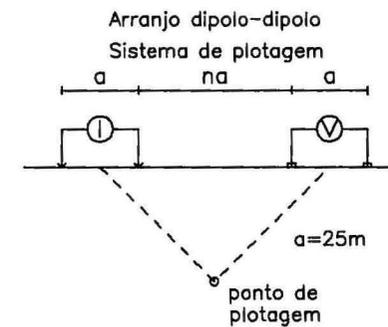
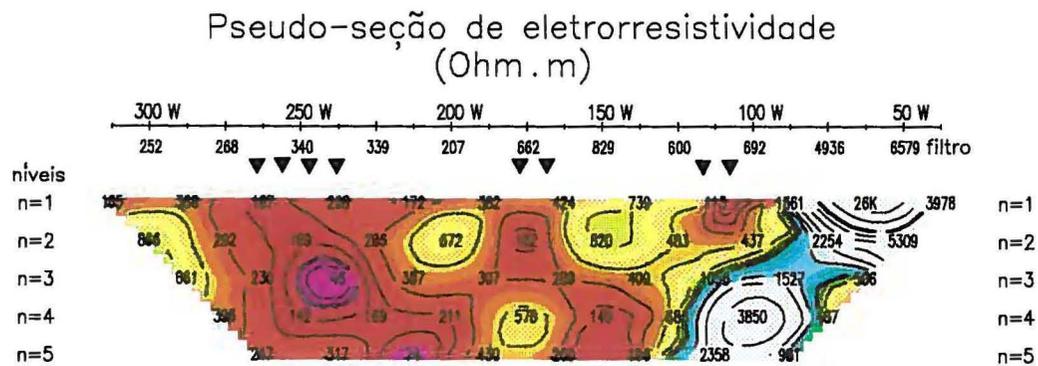
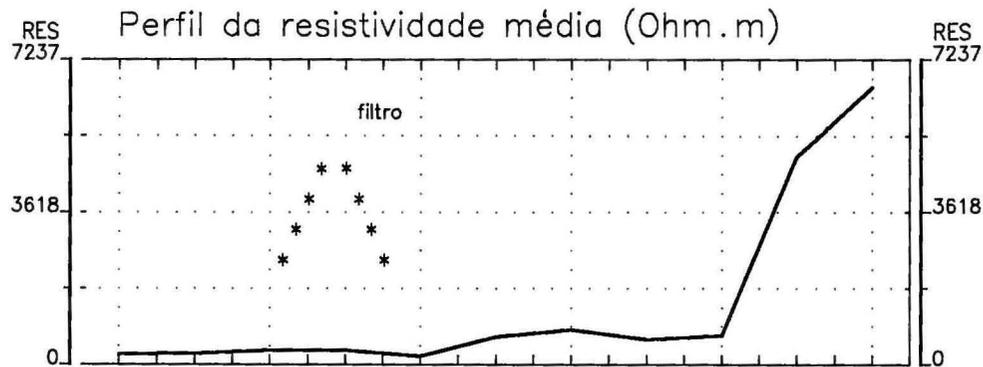
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ...

▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 6



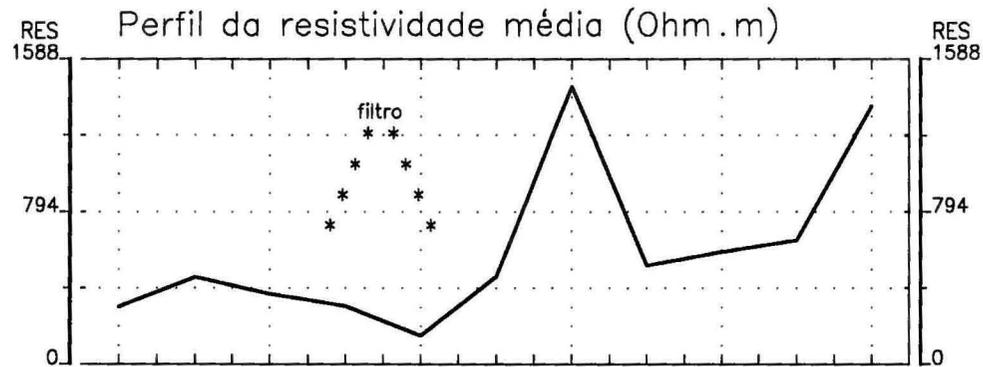
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..

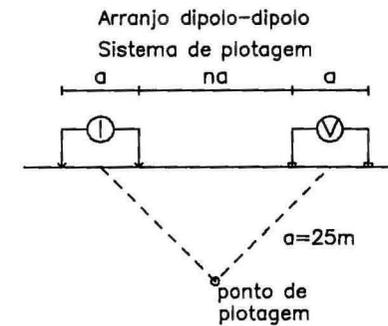
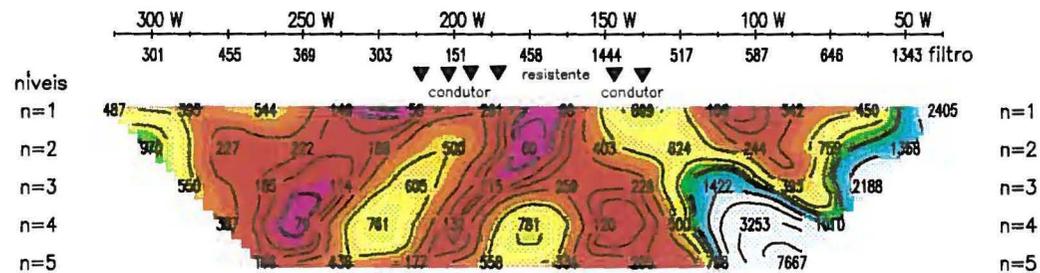
▼ Baixo de eletroresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletroresistividade

Linha 7



Pseudo-seção de eletrorresistividade (Ohm.m)



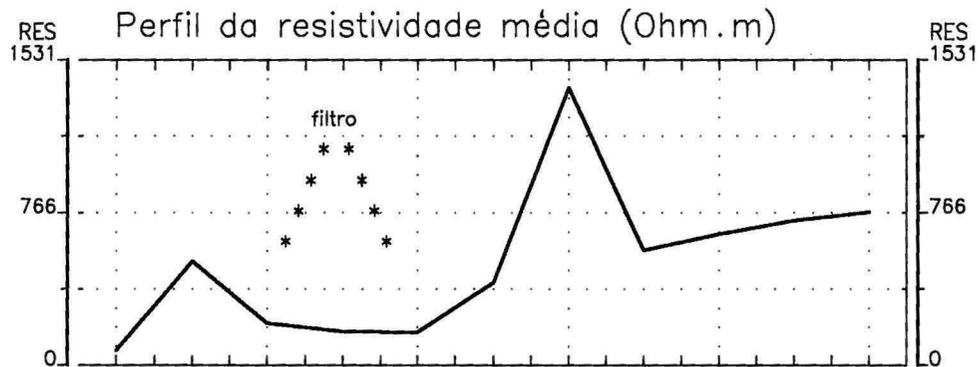
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ...

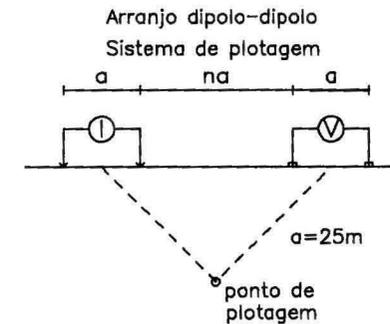
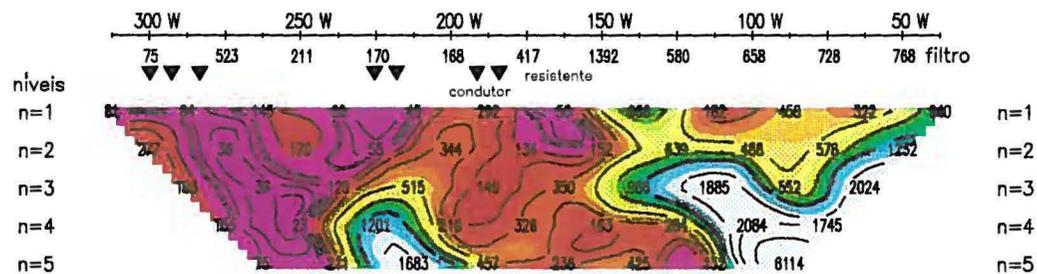
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 8



Pseudo-seção de eletrorresistividade
(Ohm.m)



ESCALA 1:2500

Contorno 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ...
logarítmico

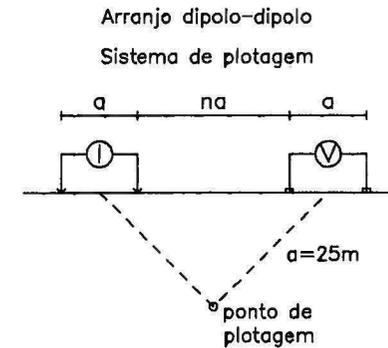
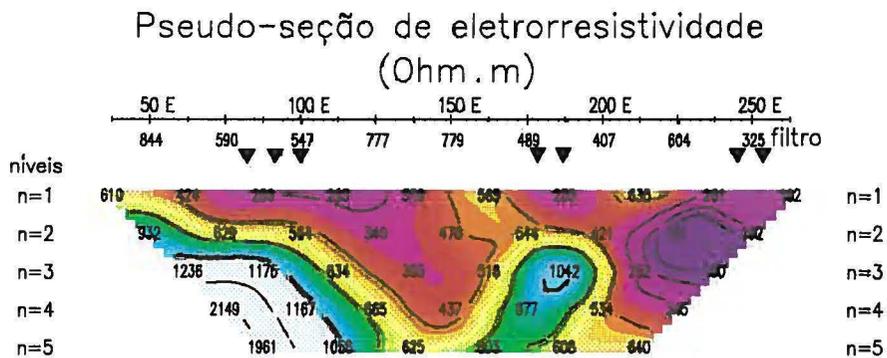
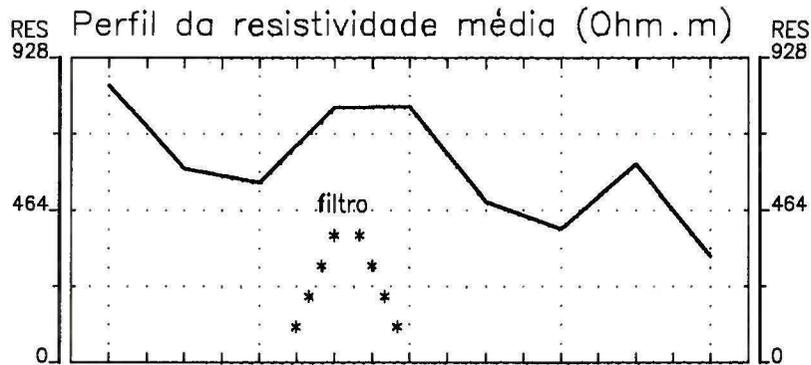
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA GRANDE
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 9

ANEXO II

MINA MAROQUI - SEÇÕES DE RESISTIVIDADE



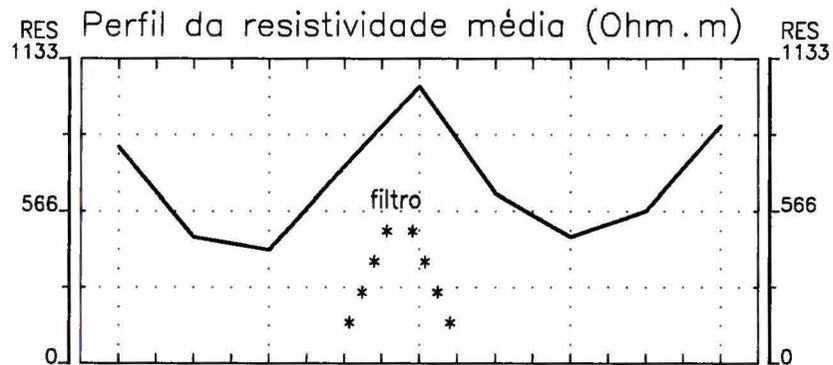
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ...

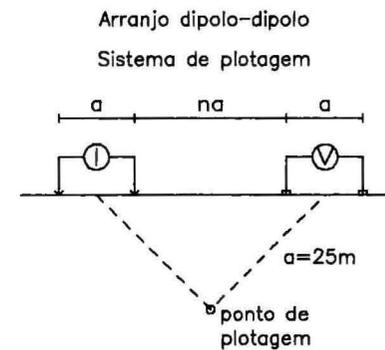
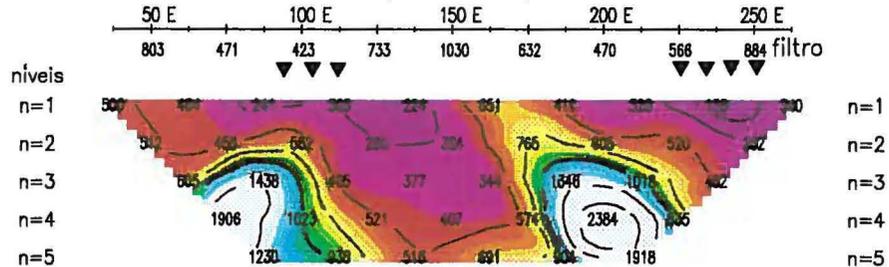
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA MAROQUI
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 1



Pseudo-seção de eletrorresistividade (Ohm.m)



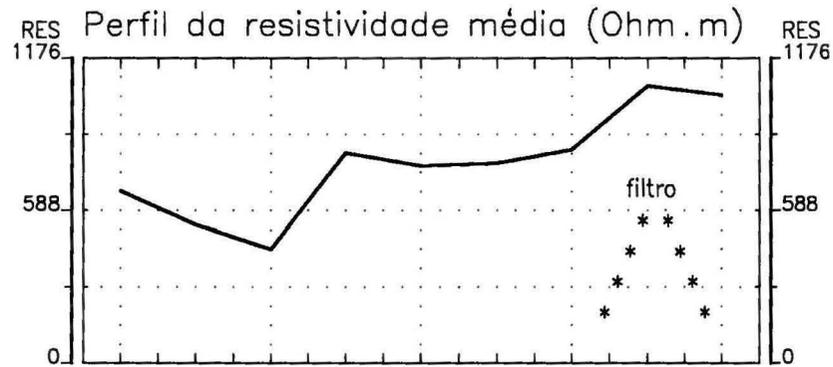
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..

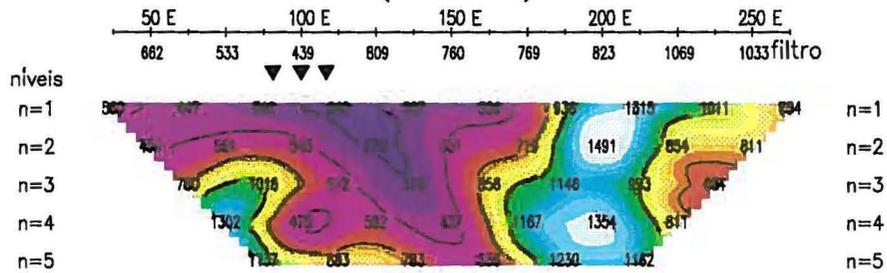
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA MAROQUI
Pseudo-seção de eletrorresistividade

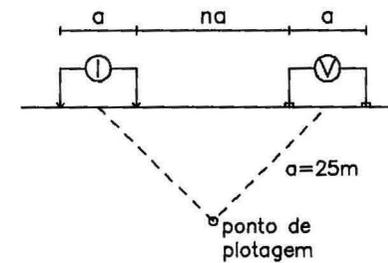
Linha 2



Pseudo-seção de eletrorresistividade
(Ohm.m)



Arranjo dipolo-dipolo
Sistema de plotagem



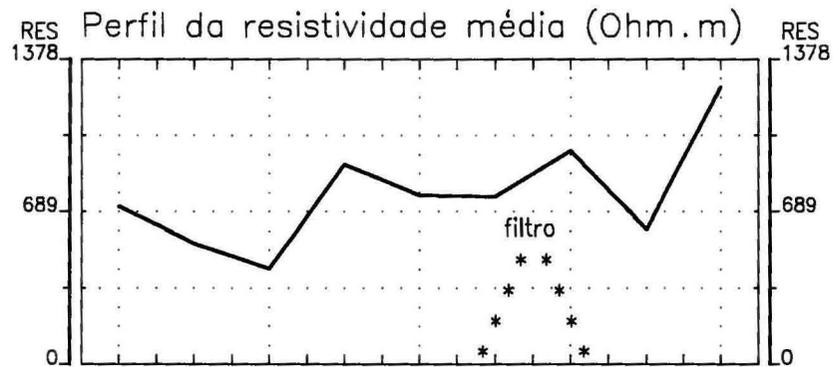
ESCALA 1:2500

Contorno logaritmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..

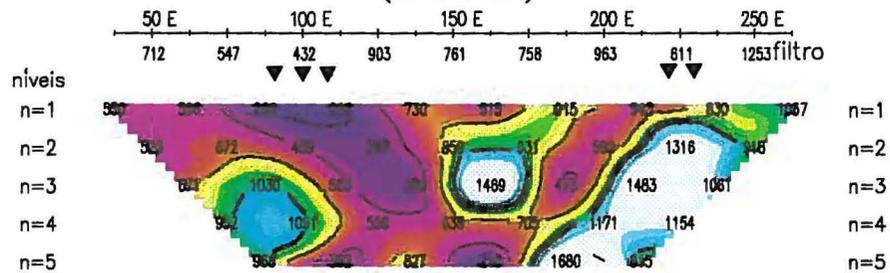
▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA MAROQUI
Pseudo-seção de eletrorresistividade

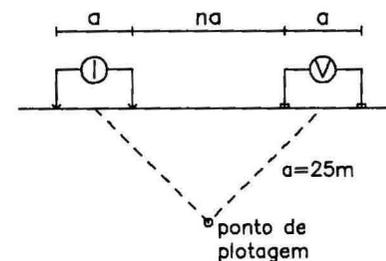
Linha 3



Pseudo-seção de eletrorresistividade (Ohm.m)



Arranjo dipolo-dipolo
Sistema de plotagem



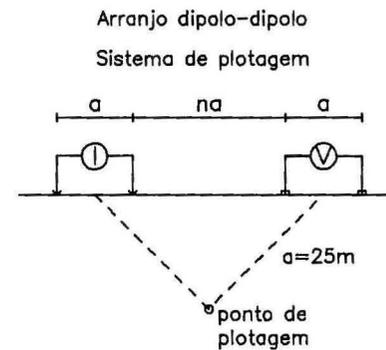
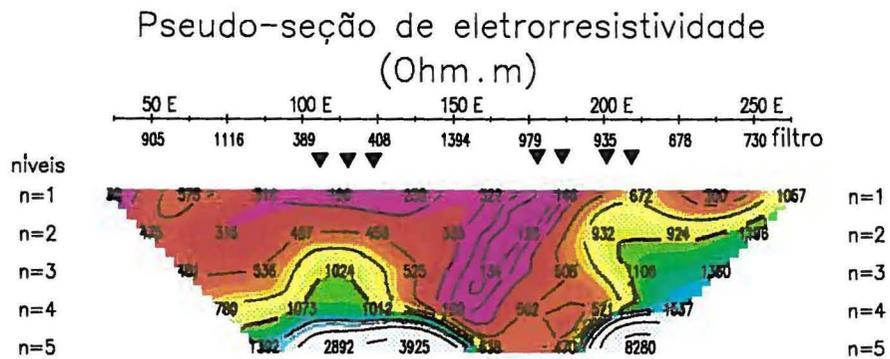
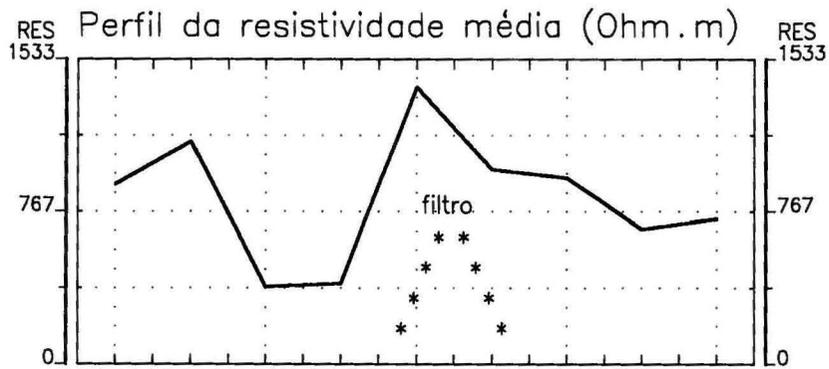
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..

▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR – DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO – MINA MAROQUI
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 4



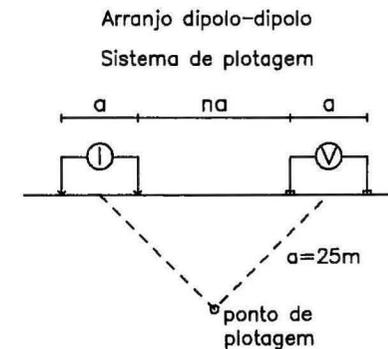
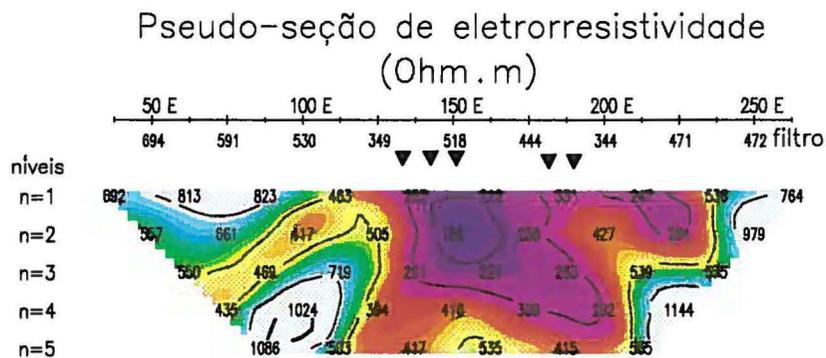
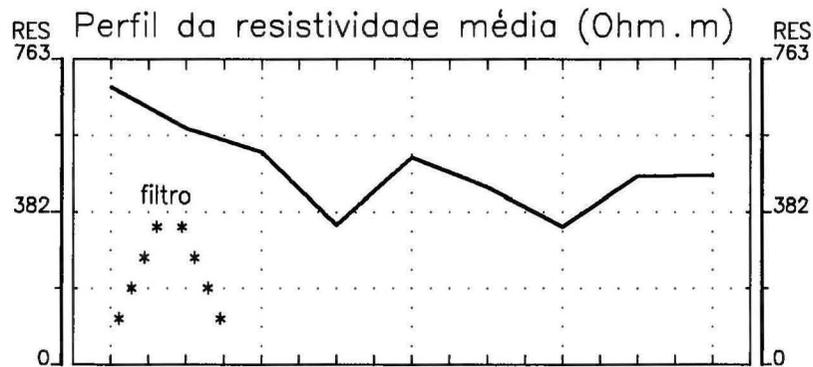
ESCALA 1:2500

Contorno
logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ..

▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR – DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO – MINA MAROQUI
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 5



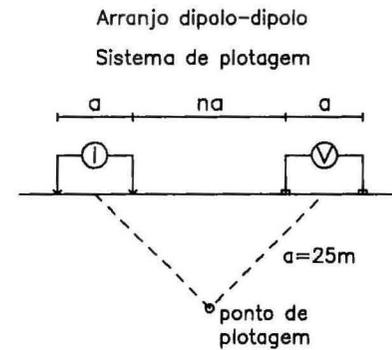
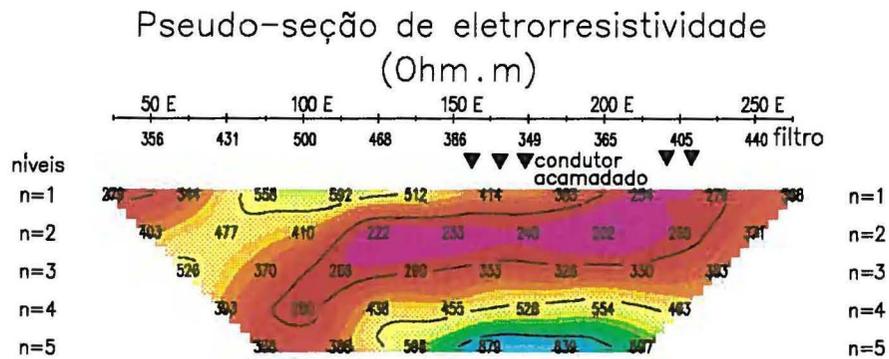
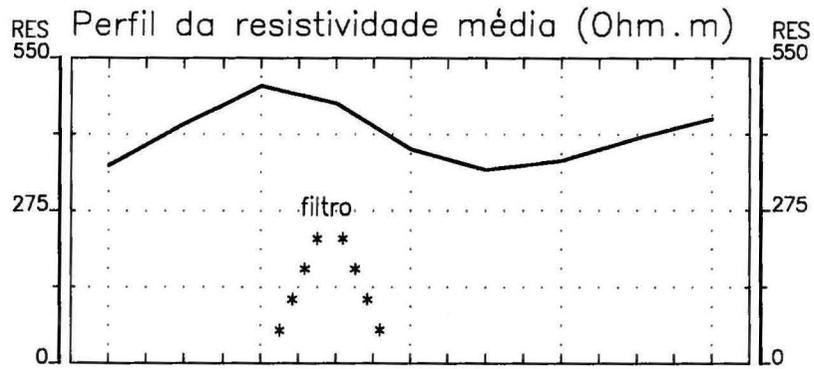
ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10,...

▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR - DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO - MINA MAROQUI
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 6



ESCALA 1:2500

Contorno logarítmico 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, ...

▼ Baixo de eletrorresistividade

CONVÊNIO DNPM/MINEROPAR
UFPR – DEP. GEOLOGIA
PROJETO TALCO – MINA MAROQUI
Pseudo-seção de eletrorresistividade

Linha 7

