MINEROPAR
BIBLIOTECA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE
Relatório Parcial IV

LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM GEOFÍSICA APLICADA
LPGA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA - UFPR

GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

550.8
U58

Curitiba
Agosto/2005

Introdução

O presente relatório apresenta os resultados parciais obtidos no período compreendido entre os meses de maio/2005 e julho/2005, no contexto do **Projeto Mapas Gamaespectrométricos do Escudo Paranaense**, fruto de convênio de cooperação técnica entre a Universidade Federal do Paraná-UFPR/Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura-FUNPAR e a Minerais do Paraná S.A.-Mineropar, através do Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada-LPGA/UFPR e a KL Geologia e Meio Ambiente Ltda.

Base de Dados

1) Gamaespectrometria - os dados gamaespectrométricos utilizados são provenientes dos projetos aerogeofísicos São Paulo/Rio de Janeiro-PASPRJ (subárea 4) e Serra do Mar Sul-PASMS, disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM – Serviço Geológico do Brasil e integrantes do *Brazil Airborne Radiometric Mapping Project* (BARMP 1997). Tais dados envolvem as seguintes variáveis: contagem total (CT-μR/h), potássio (K-%), equivalente de tório (eTh-ppm), equivalente de urânio (eU-ppm), distribuídas segundo linhas de vôo separadas aproximadamente de 1 km e dispostas nas direções NS (PASPRJ) e N30W (PASMS).
2) Geologia – os dados geológicos digitais foram fornecidos pela Minerais do Paraná-Mineropar, no contexto do Mapa Geológico do Estado do Paraná (Zoneamento Ecológico-Econômico-ZEE, em execução).
3) Cartografia – os dados cartográficos digitais também foram cedidos pela Mineropar, em escala 1:250.000.

Métodos

Inicialmente foram selecionadas as amostras (CT, K, Th, U) correspondentes as formações Capiru, Votuverava e Itaiacoca, do Projeto aerogeofísico Serra do Mar Sul, as quais foram tratadas separadamente, em termos de médias e desvios padrão, (Tabelas 4, 5, 6 e 7), assim como foram geradas novas variáveis (Th/K, U/K, U/Th, Kd, Ud e F) com tal metodologia. Também estas variáveis foram confrontadas, por pares (UxK, UdxKd, UxTh, Th/KxF), através de gráficos de correlação para cada formação (Anexo 2). Finalmente, as amostras de cada formação, separadamente, foram transformadas em malhas regulares de 500x500 metros, com o objetivo de visualizar os contrastes aerogamaespectrométricos em cada formação, anteriormente observados, através de gráficos.

Registro n. 5310
Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
Reg. 5310 Data 07/02/06

Resultados Obtidos

Os resultados obtidos nesta fase são listados a seguir:

Figura 1 – Mapa geológico simplificado das formações Capiru, Votuverava e Itaiacoca.

Figura 2 – Mapa de linhas de vôo das formações Capiru, Votuverava e Itaiacoca.

Figura 3 – Mapa geológico simplificado da formação Capiru no Escudo Paranaense.

Figura 4 – Mapa do potássio da formação Capiru no Escudo Paranaense.

Figura 5 – Mapa do Tório da formação Capiru no Escudo Paranaense

Figura 6 – Mapa do Urânio da formação Capiru no escudo Paranaense.

Figura 7 –. Mapa do potássio anômalo da formação Capiru no Escudo Paranaense.

Figura 8 –. Mapa do urânio anômalo da formação Capiru no Escudo Paranaense.

Figura 9 – Mapa do parâmetro F da formação Capiru no Escudo Paranaense.

.

Figura 10 – Mapa da razão Th/K da formação Capiru no Escudo Paranaense.

Figura 11 – Mapa da razão U/K da formação Capiru no Escudo Paranaense.

Figura 12 – Mapa da Razão U/Th da formação Capiru no Escudo Paranaense.

Figura 13 – Mapa geológico simplificado da formação Votuverava no Escudo Paranaense

Figura 14 – Mapa do potássio da formação Votuverava no Escudo Paranaense.

Figura 15 – Mapa do Tório da formação Votuverava no Escudo Paranaense

Figura 16 – Mapa do Urânio da formação Votuverava no escudo Paranaense.

Figura 17 –. Mapa do potássio anômalo da formação Votuverava no Escudo Paranaense.

Figura 18 –. Mapa do urânio anômalo da formação Votuverava no Escudo Paranaense.

Figura 19 – Mapa do parâmetro F da formação Votuverava no Escudo Paranaense.

.

Figura 20 – Mapa da razão Th/K da formação Votuverava no Escudo Paranaense.

Figura 21 – Mapa da razão U/K da formação Votuverava no Escudo Paranaense.

Figura 22 – Mapa da Razão U/Th da formação Votuverava no Escudo Paranaense.

Figura 23 – Mapa geológico simplificado da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense

Figura 24 – Mapa do potássio da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Figura 25 – Mapa do Tório da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Figura 26 – Mapa do Urânio da formação Itaiacoca no escudo Paranaense.

Figura 27 –. Mapa do potássio anômalo da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Figura 28 –. Mapa do urânio anômalo da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Figura 29 – Mapa do parâmetro F da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Figura 30 – Mapa da razão Th/K da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Figura 31 – Mapa da razão U/K da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Figura 32 – Mapa da Razão U/Th da formação Itaiacoca no Escudo Paranaense.

Tabela 1 – Unidades litológicas da formação .indicando o número de amostras aerogamaespectrométricas.

Tabela 2 – Unidades litológicas da formação Votuverava indicando o número de amostras aerogamaespectrométricas.

Tabela 3 – Unidades litológicas da formação Itaiacoca indicando o número de amostras aerogamaespectrométricas.

Tabela 4 – Média das variáveis gamaespectrométricas calculadas para cada formação.

Tabela 5 – Estatística das variáveis gamaespectrométricas calculadas para a formação Capiru.

Tabela 6 – Estatística das variáveis gamaespectrométricas calculadas para a formação Votuverava.

Tabela 7 – Estatística das variáveis gamaespectrométricas calculadas para a formação Itaiacoca.

ANEXO 1 – Gráficos de correlação de variáveis gamaespectrométricas das formações Capiru, Votuverava e Itaiacoca.

ANEXO 2 – Trabalho submetido ao X Congresso Brasileiro de Geoquímica (inédito).

CODGEO	Amostras	Descrição
PSacd	3604	Mármores dolomiticos e metadolomitos com finas intercalaтj es de quartzitos e metacherts.
PSacm	6851	Metasedimentos siltico-argilosos, incluindo metasiltitos, filitos, filitos graafitosos, metarritimitos, ardosias, sericita xistos, quartzo-sericita xistos.
PSacq	792	Quartzitos, metarenitos e metarc≤sios.

Tabela 1 – Unidades litológicas da formação Capiru indicando o número de amostras aerogamaespectrométricas.

CODGEO	Amostras	Descrição
PSavc	231	Mármores impuros, metacalcários calciticos, filitos e metasedimentos clßsticos nтто diferenciados.
PSavc1	8	Rochas calciossilicßticas, xistosas, cor verde escura, com bandas mais claras, granulaтто fina a média.
PSavc2	3	Metacalcários calciticos, metadolomitos e rochas calciossilicßticas
PSavc3	1620	Metacalcários calciticos cinza claro a escuros, intercalados com material impuro.
PSavc4	1102	Metacalcários calciticos ritimicos, acinzentados com intercalações de metapelitos.
PSavc5	250	Metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações freqüentes de epicalcários e calcio xistos.
PSavf	948	Filitos e xistos.
PSavg	21	Metaconglomerados.
PSavgv	1	Metagrauvacas com seixos elipsoidais alinhados segundo a xistosidade, quartzo azulado, imersos em matriz cloritica de granulação fina a média.
PSavq	753	Quartzitos, as vezes micáceos, metaarenitos e metarcósios, com freqüentes intercalações de metassiltitos e metarritmitos.
PSavq1	29	Quartzitos maciços, brancos, puros, friaváis, de granulação fina aspecto sacaroidal e por vezes ferruginosos.
PSavs	20451	Metasedimentos siltico-argilosos, incluindo metasiltitos, micaxistos, filitos grafitosos, metarritimitos, ardosias, serecita xistos, quartzo xistos, com intercalações de lavas e tufos básicos metamorfisados.
PSavx	477	Intercalações de estaurolita-muscovita-biotita xistos e micaxistos.

Tabela 2 – Unidades litológicas da formação Votuverava indicando o número de amostras aerogamaespectrométricas

CODGEO	Amostras	Descrição
PSaian	7	Anfibolitos para e/ou orto derivados.
PSaic	704	Metacalcírios.
PSaid	6357	Mármores dolomíticos e metadolomitos, com intercalações de metacherts e metacalcários calciticos cinzas.
PSaim	3505	Metasedimentos siltico-argilosos, incluindo metarritimicos, ardosias, e quartzo-sericita xistos.
PSaima	110	Metarcósio e metasubarcósios.
PSaimb	79	Metabásicas.
PSaiq	2319	Quartzitos.
PSaiv	2060	Filitos de origem vulcânica.
PSaix	357	Migmatitos estromáticos de paleossoma de mica xisto predominantes.
PSaiz	2346	Rochas metamórficas diversas (xistos, metassiltitos, raros metadolomitos, etc.).

Tabela 3 – Unidades litológicas da formação Itaiacoca indicando o número de amostras aerogamaespectrométricas

	Grupo Açungui		
	Fm Capiru	**Fm Votuverava**	**Fm Itaiacoca**
K	1.33	1.50	1.10
Th	11.07	12.99	10.49
U	2.46	2.95	2.41
Parâmetro F	0.3072	0.3731	0.2697
Kd	0.0178	0.1068	0.0504
Ud	0.0353	0.0847	0.0380
Th/K	9.8180	9.6296	14.3523
U/Th	0.2305	0.2420	0.2385
U/K	2.1789	2.1533	3.1024

Tabela 4 – Média das variáveis gamaespectrométricas calculadas para cada formação.

	Formação Capiru								
	K	**Th**	**U**	**Kd**	**Ud**	**F**	**Th/K**	**U/Th**	**U/K**
Amostras	11151	11233	11081	11233	11233	10976	11137	11067	10986
Media	1.33	11.07	2.46	0.0178	0.0353	0.3072	9.8180	0.2305	2.1789
Maximo	4.36	23.85	5.62	2.6552	4.7447	1.7893	733.00	1.2598	149.00
Mínimo	0.00	1.83	0.44	-1.0000	-1.0000	0.0000	2.2913	0.0289	0.2974
Range	4.36	22.02	5.18	3.6552	5.7447	1.7893	730.7087	1.2309	148.7026
Variança	0.26	8.11	0.45	0.1404	0.1131	0.0231	128.7603	0.0047	5.1754
Desvio Padrão	0.51	2.85	0.67	0.3747	0.3363	0.1519	11.3473	0.0688	2.2750

Tabela 5 – Estatística das variáveis gamaespectrométricas calculadas para a formação Capiru.

	Formação Votuverava								
	K	**Th**	**U**	**Kd**	**Ud**	**F**	**Th/K**	**U/Th**	**U/K**
Amostras	25900	25900	25561	25813	25813	25330	25900	25900	25900
Media	1.50	12.99	2.95	0.1068	0.0847	0.3731	9.6296	0.2420	2.1533
Maximo	5.62	442.84	32.95	33.7830	60.0392	9.7034	1257.00	13.6667	221.00
Mínimo	0.00	0.00	0.05	-1.0000	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Range	5.62	442.84	32.90	34.7830	61.0392	9.7034	1257.00	13.6667	221.00
Variança	0.32	140.52	1.52	0.3435	0.4042	0.0480	208.4804	0.0204	6.9484
Desvio Padrão	0.56	11.85	1.23	0.5861	0.6358	0.2191	14.4389	0.1428	2.6360

Tabela 6 – Estatística das variáveis gamaespectrométricas calculadas para a formação Votuverava.

	Formação Itaiacoca								
	K	**Th**	**U**	**Kd**	**Ud**	**F**	**Th/K**	**U/Th**	**U/K**
Amostras	17844	17844	17844	17823	17823	17844	17844	17844	17844
Media	1.10	10.49	2.41	0.0504	0.0380	0.2697	14.3523	0.2385	3.1024
Maximo	3.54	29.29	9.91	6.1839	3.1667	2.2030	1481.00	0.9583	307.00
Mínimo	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Range	3.54	29.29	9.91	7.1839	4.1667	2.2030	1481.00	0.9583	307.00
Variança	0.32	9.08	0.56	0.3280	0.1130	0.0331	1321.5131	0.0060	50.5466
Desvio Padrão	0.57	3.01	0.75	0.5727	0.3361	0.1820	36.3526	0.0777	7.1096

Tabela 7 – Estatística das variáveis gamaespectrométricas calculadas para a formação Itaiacoca.

Breve Discussão

Os produtos obtidos através dos métodos aplicados mostraram, contrastes gamaespectrométricos nas formações Capiru, Votuverava e Itaiacoca refletindo a diversidade litológica presente em cada unidade representada por calcários, filitos e quartzitos.

Atividades Programadas

As atividades programadas, cujos produtos serão apresentados no próximo relatório parcial, são as seguintes:

1) Caracterização gamaespectrométrica dos domínios pertrográficos do Complexo Granítico Cunhaporanga de Guimarães (2000) e do Complexo Graníticos Três Córregos (Ferreira et.al.2005, inédito);

2) Caracterização gamaespectrométrica da formação Antinha do Grupo Açungui e das formações do Grupo Setuva;

3) Preparação do layout em escala 1:250.000 dos mapas gamaespectrométricos (da contagem total, potássio, urânio e tório) do escudo paranaense;

4) Consolidação dos resultados obtidos nos relatórios anteriores.

Curitiba, 10 de agosto de 2005.

Prof. Dr. Francisco José Fonseca Ferreira
LPGA/UFPR

Geól. MSc. Luiz Fornazzari Neto
KL Geologia e Meio Ambiente Ltda.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 650000 700000 750000

7300000 7250000 7200000 7150000 7100000

Piraí do Sul
Doutor Ulysses
Adrianópolis
Castro
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Guaraqueçaba
Campo Magro
Antonina
Curitiba
Campo Largo
Morretes
Paranaguá
Guaratuba

20 0 20 40 60 Km

UNIDADES GEOLÓGICAS

- Grupo Açungui - Formação Itaiacoca
- Grupo Açungui - Formação Capiru
- Grupo Açungui - Formação Votuverava

Cidades

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 01 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DAS FORMAÇÕES CAPIRU, VOTUVERAVA E ITAIACOCA.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 650000 700000 750000

7300000 7250000 7200000 7150000 7100000

N W E S

20 0 20 40 60 Km

● Cidades

Linhas de Vôo do Projeto Aerogeofisico Serra do Mar Sul

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

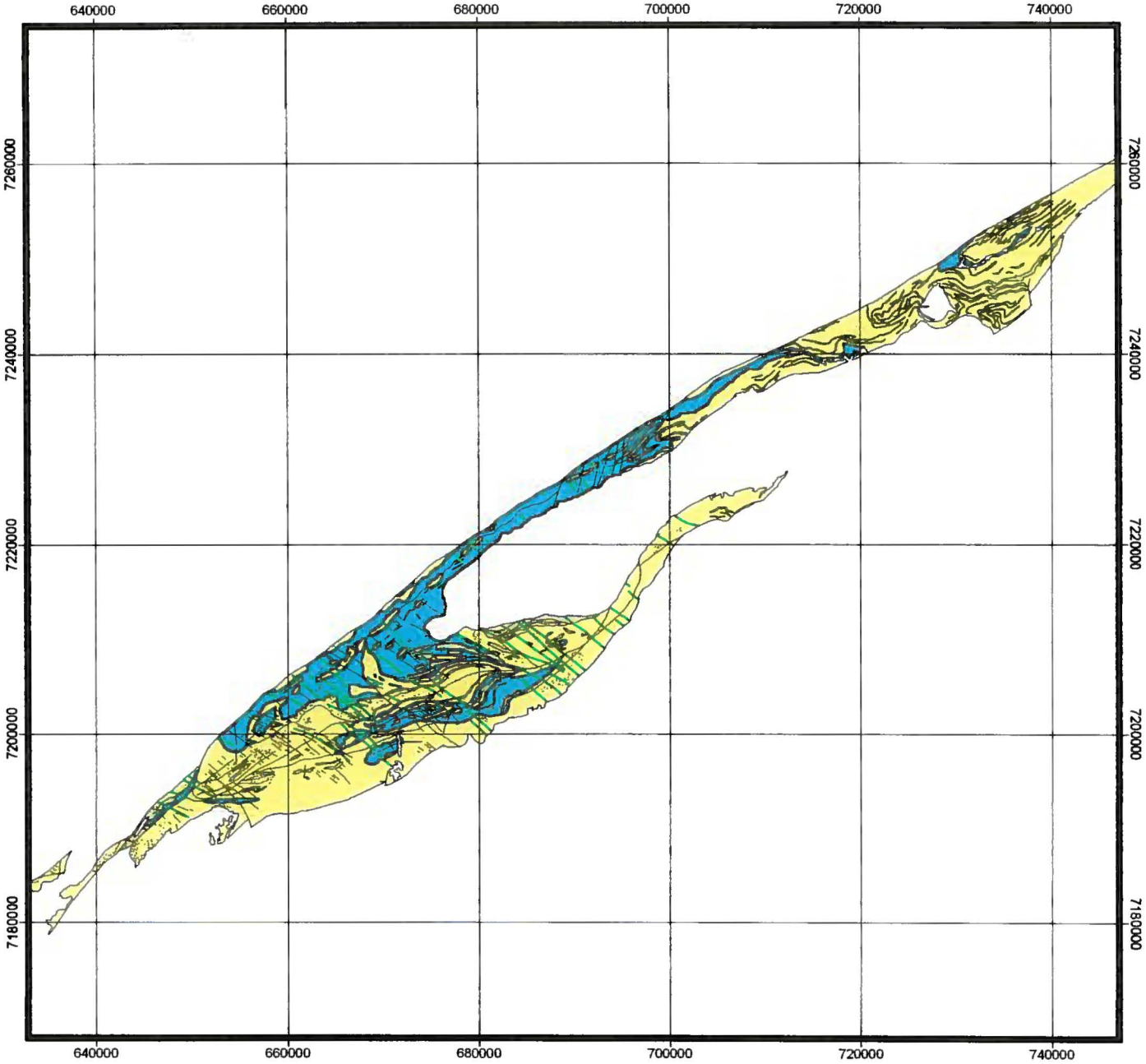
LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital integrado.

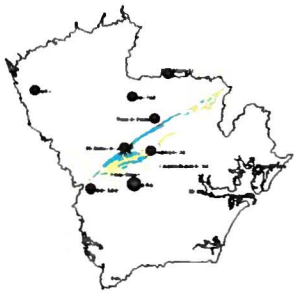
FIGURA 02 - MAPA DE LINHAS DE VÔO DAS FORMAÇÕES CAPIRU, VOTUVERAVA E ITAIACOCA.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE



5 0 5 10 15 20 25 Km

N
W E
S



LITOLOGIAS DA FORMAÇÃO CAPIRU

- PSacd - Mármores dolomíticos e metadolomitos com finas intercalações de quartzitos e metacherts.
- PSacm - Metasedimentos siltico-argilosos, incluindo metasiltitos, filitos, filitos grafitosos, metarritimitos, ardosias, sericita xistos, quartzo-sericita xistos.
- PSacq - Quartzitos, metarenitos e metarcósios.

FEIÇOES ESTRUTURAIS

- Diques
- Dobra
- Falha Aproximada
- Falha Cavalgamento
- Falha Cavalgamento Provável
- Falha Definida
- Falha Encoberta
- Falha Inferida
- Falha Inversa

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 03 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA FORMACÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianopolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiuva do Sul
Colombo
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

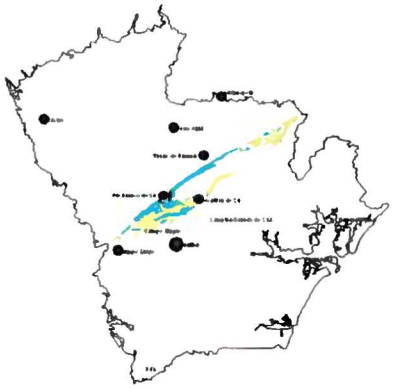
2.36
2.07
1.92
1.82
1.75
1.69
1.64
1.59
1.55
1.51
1.48
1.44
1.41
1.39
1.36
1.33
1.30
1.26
1.23
1.20
1.17
1.13
1.10
1.07
1.04
1.02
0.99
0.97
0.93
0.90
0.86
0.82
0.78
0.73
0.68
0.61
0.52
0.37

K (%)

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 04 - MAPA DO POTÁSSIO DA FORMACÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Rincanto Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

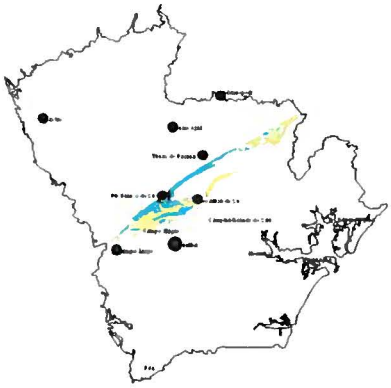
16.17
15.43
14.92
14.48
14.14
13.83
13.57
13.34
13.12
12.90
12.69
12.47
12.29
12.14
11.96
11.77
11.60
11.40
11.22
11.02
10.79
10.57
10.34
10.10
9.85
9.62
9.37
9.15
8.94
8.74
8.53
8.32
8.11
7.85
7.52
7.16
6.65
5.81

Th (ppm)

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 05 - MAPA DO TÓRIO DA FORMAÇÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

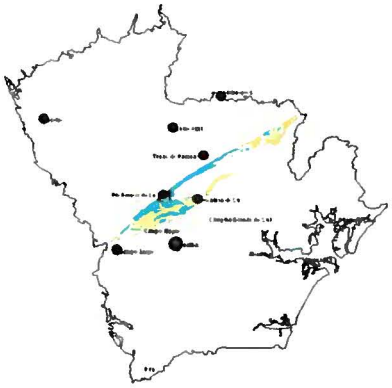
3.80
3.52
3.34
3.21
3.11
3.03
2.97
2.90
2.84
2.78
2.73
2.67
2.63
2.58
2.53
2.49
2.45
2.40
2.36
2.32
2.27
2.23
2.19
2.15
2.10
2.06
2.02
1.98
1.94
1.90
1.85
1.80
1.74
1.68
1.62
1.55
1.45
1.26

U (ppm)

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 06 - MAPA DO URÂNIO DA FORMACÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bombinha do Sul
Curitiba

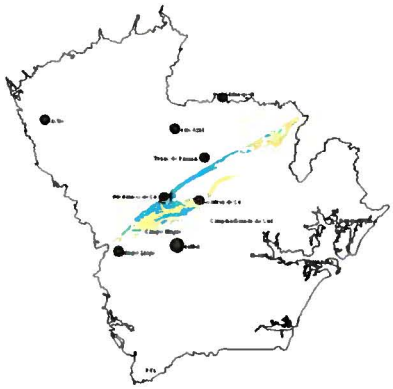
0.570
0.478
0.409
0.353
0.311
0.270
0.237
0.201
0.173
0.149
0.124
0.103
0.082
0.063
0.047
0.029
0.012
-0.006
-0.023
-0.041
-0.062
-0.081
-0.102
-0.121
-0.140
-0.157
-0.177
-0.197
-0.216
-0.241
-0.269
-0.296
-0.326
-0.365
-0.433
-0.502
-0.590
-0.699

Kd

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 07 - MAPA DO Kd DA FORMAÇÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiuva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Largo
Curitiba

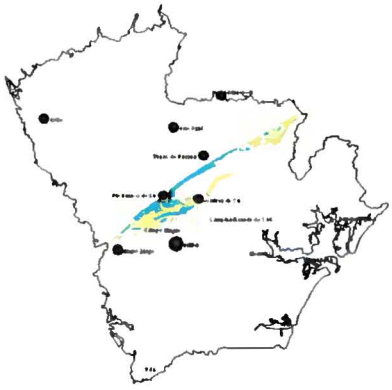
0.659
0.482
0.388
0.330
0.282
0.240
0.207
0.180
0.156
0.135
0.115
0.096
0.081
0.068
0.053
0.038
0.024
0.010
-0.003
-0.015
-0.026
-0.039
-0.051
-0.064
-0.076
-0.088
-0.101
-0.115
-0.130
-0.147
-0.165
-0.184
-0.205
-0.227
-0.251
-0.279
-0.319
-0.380

Ud

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 08 - MAPA DO Ud DA FORMACÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

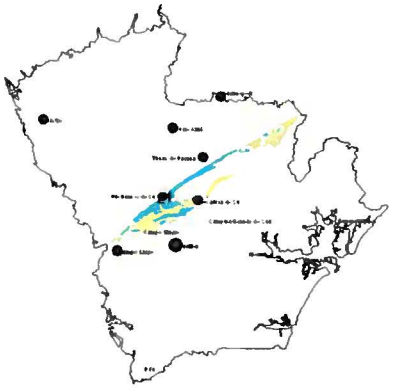
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itapeluçu
Bocaiuva do Sul
Curitiba
Campo Largo

0.602
0.532
0.481
0.450
0.425
0.407
0.391
0.375
0.362
0.350
0.339
0.330
0.320
0.312
0.301
0.293
0.286
0.277
0.269
0.261
0.253
0.246
0.238
0.230
0.223
0.216
0.209
0.201
0.194
0.186
0.179
0.170
0.160
0.147
0.134
0.115
0.092
0.055
F

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 09 - MAPA DO PARÂMETRO F DA FORMACÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiuva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

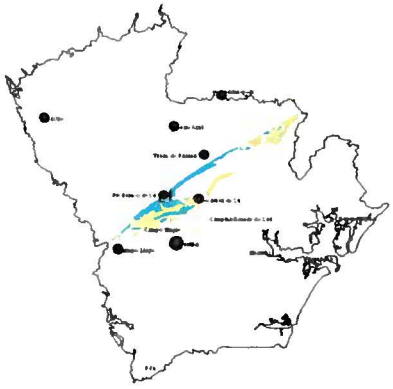
33.31
20.55
17.02
14.91
13.60
12.71
12.10
11.61
11.24
10.92
10.56
10.28
10.04
9.84
9.63
9.45
9.29
9.15
8.98
8.81
8.64
8.50
8.33
8.18
8.03
7.88
7.75
7.62
7.49
7.34
7.19
7.01
6.80
6.59
6.36
6.05
5.71
5.23

Th/K

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 10 - MAPA DA RAZÃO Th/K DA FORMAÇÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

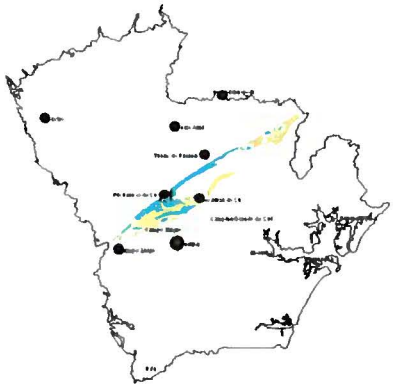
7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itapetuçu
Bocaiuva do Sul
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

7.39
4.45
3.61
3.18
2.95
2.79
2.65
2.53
2.45
2.37
2.31
2.24
2.19
2.12
2.07
2.03
1.98
1.94
1.91
1.88
1.84
1.81
1.78
1.75
1.72
1.69
1.66
1.63
1.60
1.56
1.53
1.49
1.45
1.41
1.36
1.31
1.23
1.11
U/K

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 11 - MAPA DA RAZÃO U/K DA FORMAÇÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Rebouças do Sul
Colombo
Campo Largo
Curitiba

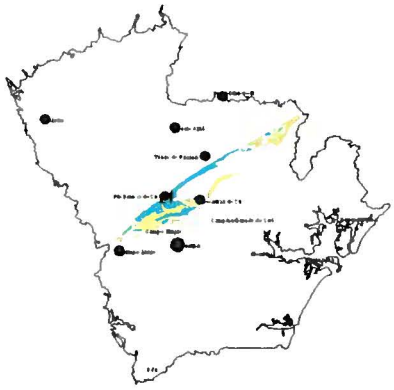
0.36
0.32
0.30
0.29
0.28
0.27
0.26
0.26
0.25
0.25
0.24
0.24
0.24
0.23
0.23
0.23
0.22
0.22
0.22
0.22
0.21
0.21
0.21
0.21
0.20
0.20
0.20
0.19
0.19
0.19
0.18
0.18
0.17
0.17
0.16
0.16
0.15
0.14

U/Th

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

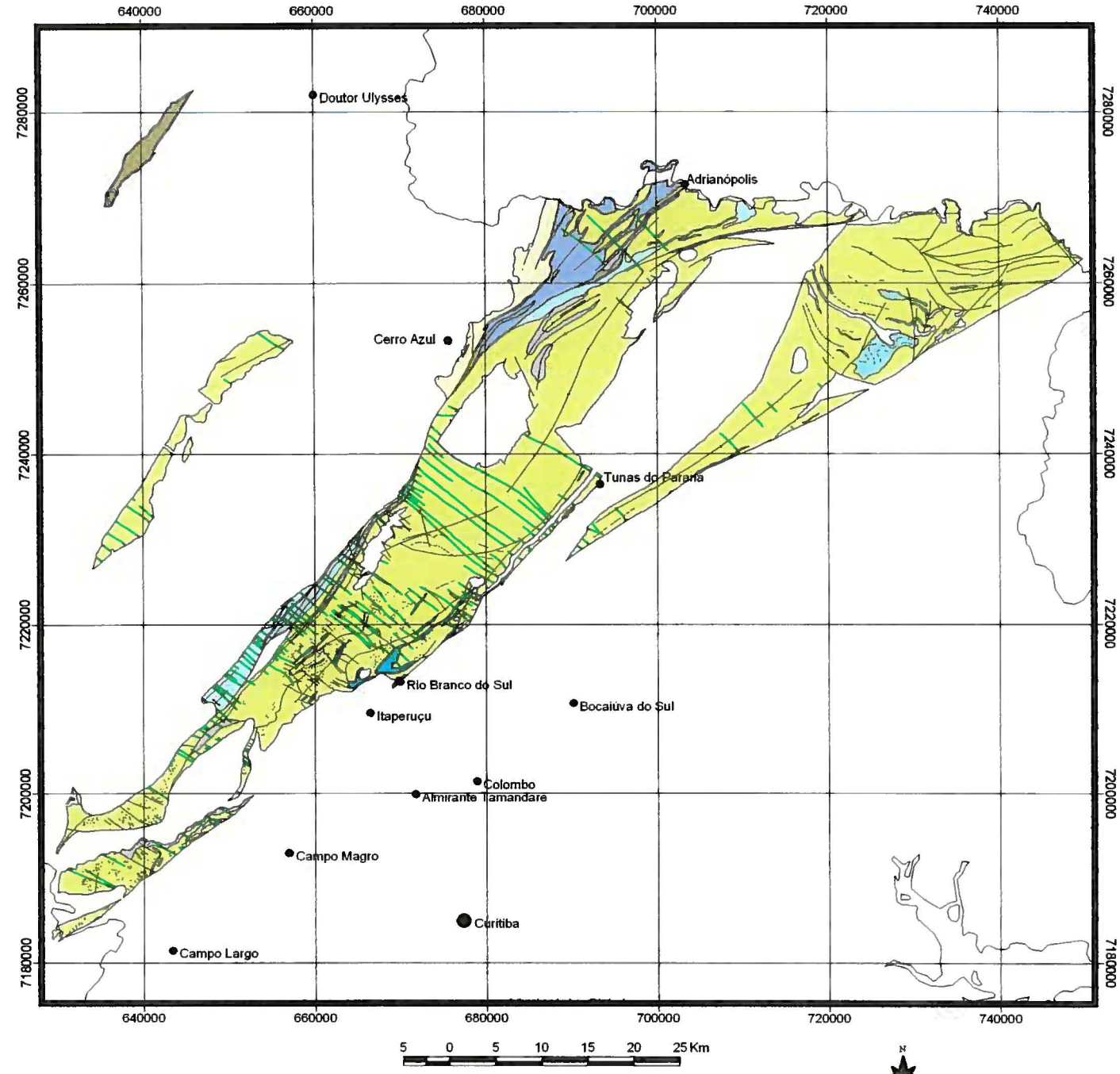
LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 12 - MAPA DA RAZÃO U/Th DA FORMACÃO CAPIRU NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

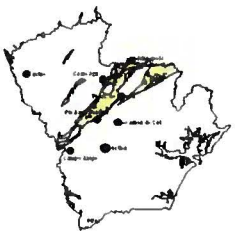


LITOLOGIAS DA FORMAÇÃO VOTUVERAVA

- PSavc - Mármores impuros, metacalcários calcíticos, filitos e metasedimentos clásticos não diferenciados.
- PSavc1 - Rochas calciossilicáticas, xistosas, cor verde escura, com bandas mais claras, granulação fina a média.
- PSavc2 - Metacalcários calcíticos, metadolomitos e rochas calciossilicásticas
- PSavc3 - Metacalcários calcíticos cinza claro a escuros, intercalados com material impuro.
- PSavc4 - Metacalcários calcíticos rítimicos, acinzentados com intercalação de metapelitos
- PSavc5 - Metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações frequentes de epicalcários e calcio xistos.
- PSavf - Filitos e xistos.
- PSavg - Metaconglomerados.
- PSavgv - Metagrauvacas com seixos elipsoidais alinhados segundo a xistosidade, quartzo azulado, imersos em matriz cloritica de granulação fina a média.
- PSavq - Quartzitos, as vezes micáceos, metaarenitos e metarcósios, com frequentes intercalações de metassiltitos e metarritmitos.
- PSavq1 - Quartzitos maciços, brancos, puros, friaveis, de granulação fina aspecto sacaroidal e por vezes ferruginosos
- PSavs - Metasedimentos siltico-argilosos, incluindo metasiltitos, micaxistos, filitos grafitosos, metarritimitos, ardosias, serecita xistos, quartzo xistos, com intercalações de lavas e tufos básicos metamorfisados
- PSavx - Intercalações de estaurolita-muscovita-biotita xistos e micaxistos.

FEIÇOES ESTRUTURAIS

- Diques
- Dobra
- Falha Aproximada
- Falha Cavalgamento
- Falha Cavalgamento Provável
- Falha Definida
- Falha Encoberta
- Falha Inferida
- Falha Inversa



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 13 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA FORMACÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

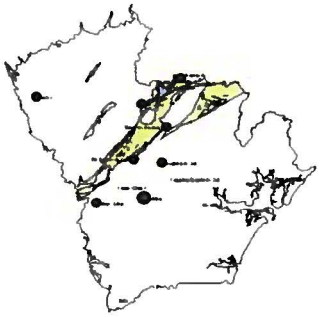
Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

K (%)
2.72
2.41
2.23
2.13
2.05
1.97
1.91
1.86
1.81
1.77
1.72
1.69
1.65
1.62
1.58
1.55
1.51
1.48
1.45
1.42
1.38
1.35
1.32
1.29
1.25
1.22
1.19
1.15
1.12
1.08
1.04
1.00
0.96
0.91
0.84
0.77
0.68
0.55

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 14 - MAPA DO POTÁSSIO DA FORMACÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

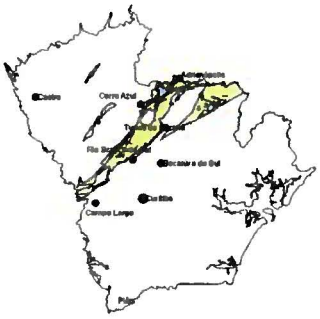
Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

20.40
17.92
16.97
16.28
15.72
15.28
14.86
14.52
14.21
13.92
13.67
13.44
13.22
13.00
12.77
12.56
12.34
12.11
11.88
11.69
11.46
11.22
11.01
10.80
10.57
10.36
10.14
9.94
9.72
9.49
9.25
9.01
8.78
8.50
8.21
7.89
7.44
6.79
Th (ppm)

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 15 - MAPA DO TÓRIO DA FORMACÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

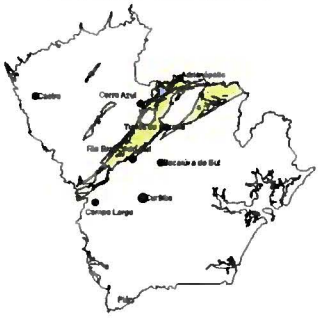
4.58
4.23
4.00
3.84
3.71
3.61
3.51
3.43
3.37
3.30
3.23
3.17
3.12
3.07
3.02
2.97
2.92
2.88
2.83
2.78
2.74
2.70
2.65
2.60
2.56
2.52
2.47
2.42
2.37
2.32
2.27
2.21
2.14
2.07
1.99
1.89
1.78
1.60

U (ppm)

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 16 - MAPA DO URÂNIO DA FORMAÇÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

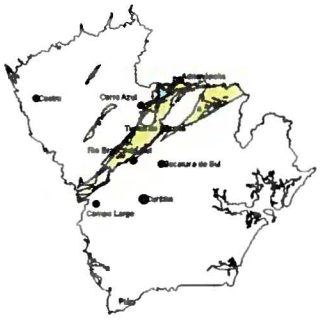
Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

1.161
0.775
0.647
0.578
0.515
0.468
0.429
0.390
0.352
0.319
0.287
0.259
0.227
0.199
0.173
0.147
0.120
0.096
0.073
0.051
0.027
0.001
-0.024
-0.046
-0.069
-0.093
-0.118
-0.147
-0.172
-0.201
-0.230
-0.260
-0.292
-0.329
-0.370
-0.419
-0.485
-0.569
Kd

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 17 - MAPA DO Kd DA FORMAÇÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

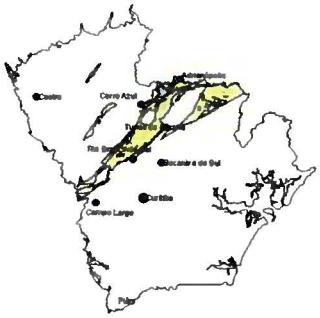
0.625
0.645
0.520
0.446
0.385
0.339
0.306
0.278
0.248
0.223
0.199
0.176
0.157
0.140
0.123
0.107
0.092
0.077
0.064
0.050
0.037
0.024
0.013
-0.001
-0.014
-0.027
-0.040
-0.053
-0.067
-0.084
-0.100
-0.119
-0.138
-0.161
-0.186
-0.217
-0.256
-0.317

Ud

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 18 - MAPA DO Ud DA FORMACÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

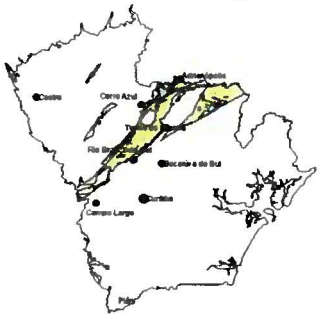
Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

0.827
0.662
0.585
0.547
0.523
0.501
0.483
0.466
0.451
0.436
0.423
0.411
0.401
0.390
0.381
0.373
0.364
0.355
0.345
0.337
0.329
0.320
0.311
0.303
0.293
0.285
0.276
0.267
0.258
0.248
0.237
0.226
0.215
0.202
0.187
0.169
0.147
0.122
F

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 19 - MAPA DO PARÂMETRO F DA FORMACÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

MINEROPAR
BIBLIOTECA

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

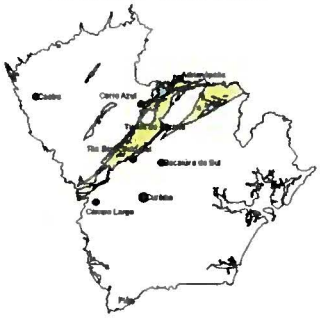
Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

5.24
4.23
3.76
3.45
3.21
3.03
2.88
2.76
2.65
2.57
2.48
2.41
2.34
2.27
2.22
2.17
2.11
2.07
2.02
1.97
1.93
1.88
1.84
1.80
1.76
1.71
1.67
1.63
1.60
1.56
1.52
1.47
1.42
1.37
1.32
1.25
1.17
1.03
U/K

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 20 - MAPA DA RAZÃO UK DA FORMAÇÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

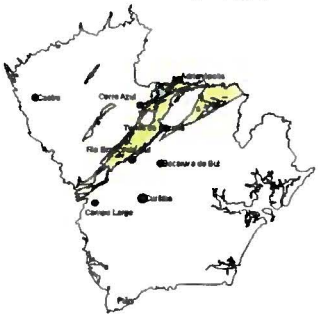
26.04
19.53
16.79
15.16
14.07
13.23
12.55
11.98
11.53
11.08
10.69
10.33
9.98
9.68
9.40
9.14
8.91
8.66
8.46
8.26
8.06
7.85
7.66
7.46
7.28
7.10
6.94
6.77
6.59
6.42
6.24
6.07
5.90
5.70
5.46
5.14
4.52
2.96

Th/K

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 21 - MAPA DA RAZÃO Th/K DA FORMACÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

640000 660000 680000 700000 720000 740000

7280000 7260000 7240000 7220000 7200000 7180000

Doutor Ulysses
Adrianópolis
Cerro Azul
Tunas do Paraná
Rio Branco do Sul
Itaperuçu
Bocaiúva do Sul
Colombo
Almirante Tamandaré
Campo Magro
Curitiba
Campo Largo

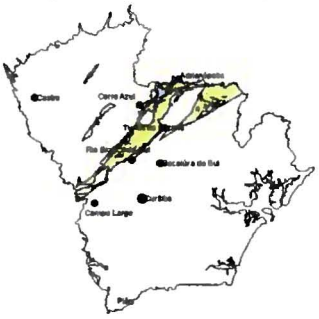
0.408
0.365
0.339
0.322
0.308
0.298
0.291
0.284
0.278
0.272
0.267
0.262
0.258
0.254
0.250
0.246
0.243
0.240
0.237
0.234
0.231
0.228
0.225
0.222
0.220
0.217
0.214
0.211
0.208
0.204
0.201
0.196
0.192
0.187
0.182
0.175
0.166
0.152

U/Th

5 0 5 10 15 20 25 Km

N W E S

Escudo Paranaense



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 22 - MAPA DA RAZÃO U/Th DA FORMACÃO VOTUVERAVA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Piraí do Sul

Doutor Ulysses

Castro

Cerro Azul

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

LITOLOGIAS DA FORMAÇÃO ITAIACOCA

- PSaian - Anfibolitos para e/ou orto derivados
- PSaic - Metacalcarios
- PSaid - Mármores dolomiticos e metadolomitos, com intercalações de metacherts e metacalcarios
- PSaim - Metassedimentos siltic-argilosos, incluindo metarritimitos, ardósias, e quartzo-sericita xistos
- PSaima - Metarcosio e metasubarcósios
- PSaimb - Metabasicas
- PSaiq - Quartzitos
- PSaiv - Filitos de origem vulcânica
- PSabx - Migmatitos estromaticos de paelossoma de mica xisto predominantes
- PSaiz - Rochas metamorficas diversas (xistos, metassiltitos, raros metadolomitos, etc.)

FEIÇOES ESTRUTURAIS

- Diques
- Dobra
- Falha Aproximada
- Falha Cavalgamento
- Falha Cavalgamento Provavel
- Falha Definida
- Falha Encoberta
- Falha Inferida
- Falha Inversa

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 23 - MAPA GEOLOGICO SIMPLIFICADO DA FORMAÇÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Pirai do Sul

Castro

Doutor Ulysses

o Azul

2.21
2.01
1.86
1.74
1.66
1.59
1.52
1.45
1.39
1.34
1.29
1.25
1.21
1.17
1.14
1.10
1.06
1.03
0.99
0.96
0.93
0.89
0.86
0.82
0.79
0.75
0.72
0.68
0.65
0.62
0.58
0.54
0.50
0.46
0.40
0.35
0.29
0.20

K (%)

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 24 - MAPA DO POTÁSSIO DA FORMACÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Pirai do Sul

Doutor Ulysses

Castro

17.63
16.39
15.55
14.79
14.20
13.72
13.32
13.04
12.76
12.54
12.32
12.10
11.91
11.72
11.56
11.38
11.20
11.02
10.82
10.66
10.49
10.34
10.16
9.99
9.81
9.63
9.45
9.26
9.06
8.87
8.67
8.44
8.20
7.89
7.53
7.12
6.59
6.05

Azul

Th (ppm)

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 25 - MAPA DO TÓRIO DA FORMACÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Piraí do Sul

Doutor Ulysses

Castro

3.73
3.49
3.34
3.23
3.14
3.05
2.98
2.92
2.86
2.81
2.77
2.72
2.68
2.64
2.60
2.55
2.51
2.48
2.44
2.41
2.37
2.34
2.30
2.26
2.22
2.17
2.13
2.09
2.04
1.99
1.95
1.89
1.83
1.77
1.69
1.60
1.46
1.27

Azul

U (ppm)

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 26 - MAPA DO URÂNIO DA FORMACÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Pirai do Sul

Doutor Ulysses

Castro

1.042
0.815
0.661
0.565
0.500
0.432
0.378
0.321
0.274
0.231
0.187
0.147
0.113
0.080
0.046
0.015
-0.012
-0.043
-0.076
-0.104
-0.135
-0.163
-0.192
-0.220
-0.251
-0.282
-0.317
-0.347
-0.384
-0.419
-0.464
-0.503
-0.552
-0.604
-0.665
-0.709
-0.755
-0.852

Azul

Kd

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 27 - MAPA DO Kd DA FORMACÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Pirai do Sul

Doutor Ulysses

Castro

0.548
0.441
0.366
0.310
0.268
0.236
0.208
0.183
0.163
0.144
0.125
0.107
0.091
0.074
0.058
0.042
0.027
0.012 Azul
-0.003
-0.019
-0.033
-0.048
-0.062
-0.077
-0.092
-0.108
-0.123
-0.140
-0.158
-0.177
-0.196
-0.217
-0.238
-0.260
-0.291
-0.324
-0.362
-0.418
Kd

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 28 - MAPA DO Ud DA FORMAÇÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Pirai do Sul

Castro

Doutor Ulysses

0.614
0.520
0.469
0.429
0.400
0.377
0.360
0.343
0.330
0.319
0.308
0.297
0.288
0.278
0.269
0.261
0.250
0.240 Azul
0.231
0.222
0.213
0.204
0.196
0.186
0.177
0.167
0.156
0.146
0.136
0.127
0.117
0.108
0.099
0.088
0.079
0.065
0.051
0.036
F

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 29 - MAPA DO PARÂMETRO F DA FORMACÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Pirai do Sul

Doutor Ulysses

Castro

10.32
7.16
5.65
4.95
4.53
4.23
3.98
3.79
3.61
3.46
3.31
3.18
3.08
2.98
2.89
2.79
2.71
2.62 Azul
2.55
2.47
2.40
2.33
2.27
2.20
2.13
2.06
2.02
1.95
1.88
1.82
1.75
1.69
1.61
1.52
1.43
1.33
1.21
1.09

U/K

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

FIGURA 31 - MAPA DA RAZÃO U/K DA FORMAÇÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

PROJETO MAPAS GAMAESPECTROMÉTRICOS DO ESCUDO PARANAENSE

600000 620000 640000 660000 680000

7300000 7280000 7260000 7240000 7220000

Pirai do Sul

Doutor Ulysses

Castro

0.356
0.331
0.314
0.301
0.291
0.284
0.278
0.272
0.267
0.263
0.259
0.255
0.251
0.247
0.243
0.239
0.236
0.233 Azul
0.229
0.226
0.222
0.219
0.216
0.212
0.209
0.205
0.201
0.197
0.193
0.189
0.185
0.180
0.175
0.170
0.163
0.155
0.147
0.134
U/Th

5 0 5 10 15 20 Kilometers

N W E S

Escudo Paranaense

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

UFPR

funpar

LPGA

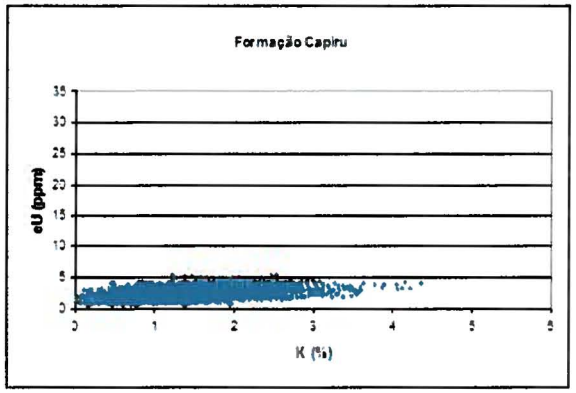
KL GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
Geologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento

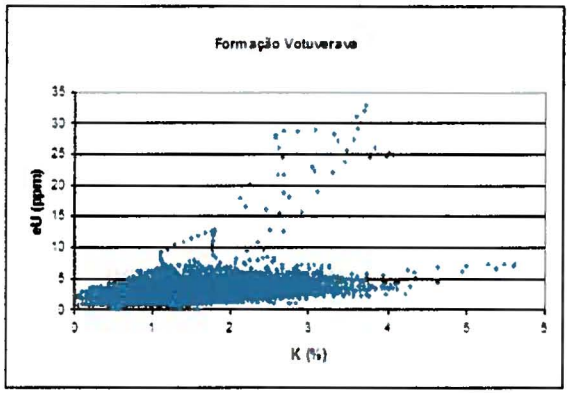
Fonte: MINEROPAR (2005) - Mapa Geológico Digital Integrado.

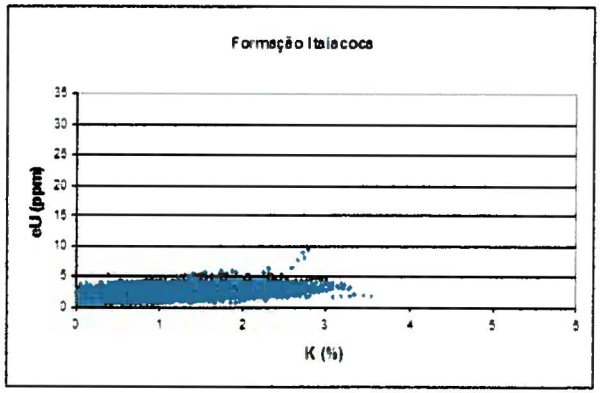
FIGURA 32 - MAPA DA RAZÃO U/Th DA FORMAÇÃO ITAIACOCA NO ESCUDO PARANAENSE.

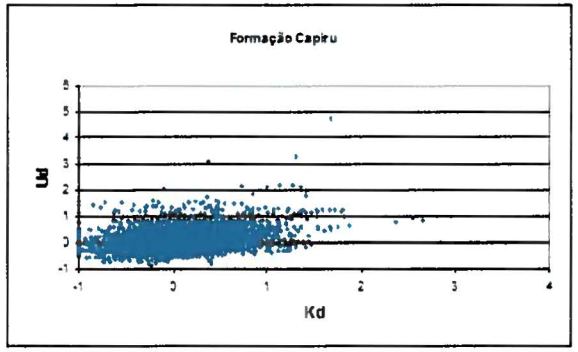
ANEXO 1

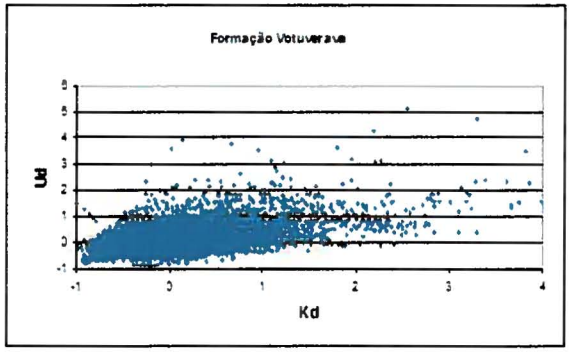
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geologia
Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada

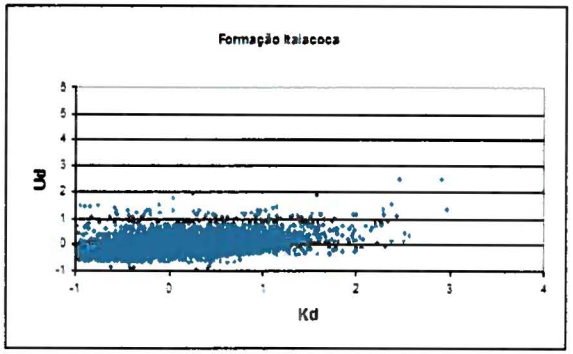






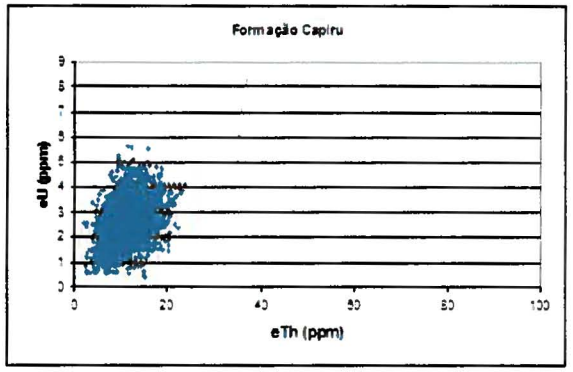


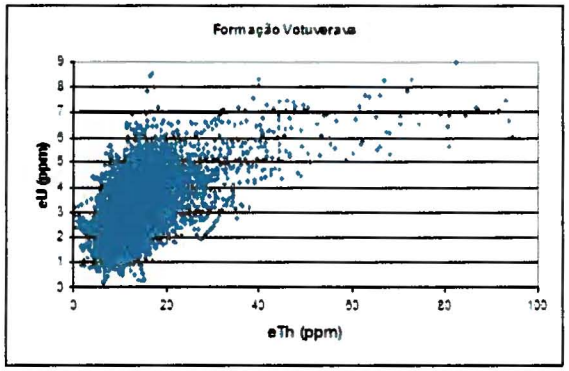


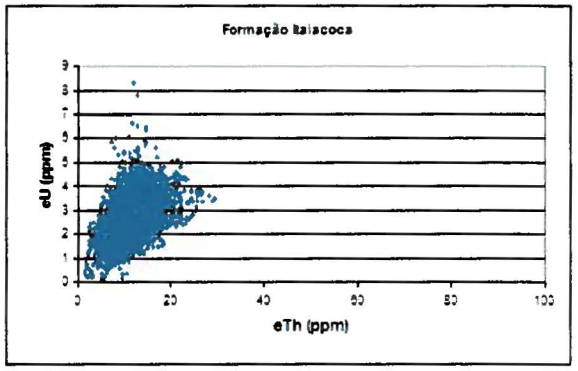


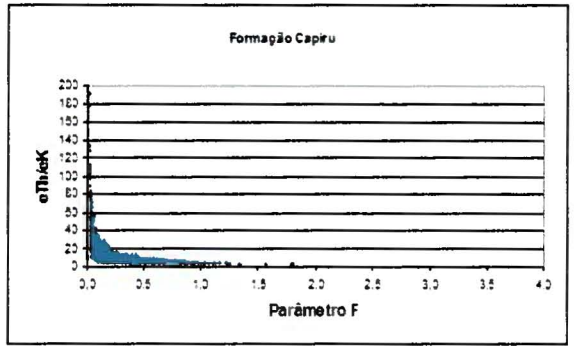
CENTRO POLITÉCNICO - CAIXA POSTAL 19.001 - CEP 81531-990 - CURITIBA - PARANÁ - BRASIL
Fone/Fax: (041) 361-3132 – Fax (041)266.2393 - http://www.geologia.ufpr.br/geofisica - e-mail: lpga@ufpr.br

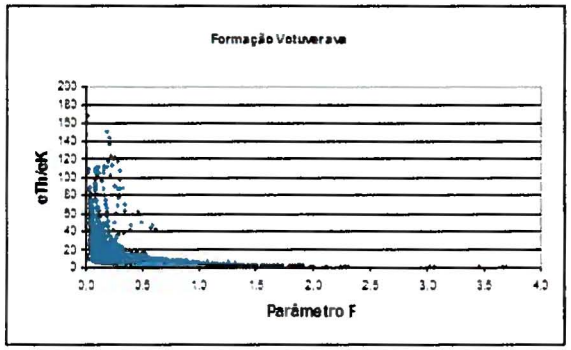
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geologia
Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada

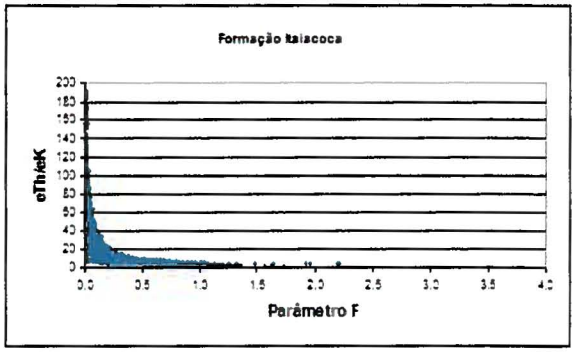












CENTRO POLITÉCNICO - CAIXA POSTAL 19.001 - CEP 81531-990 - CURITIBA - PARANÁ - BRASIL
Fone/Fax: (041) 361-3132 – Fax (041)266.2393 - http://www.geologia.ufpr.br/geofisica - e-mail: lpga@ufpr.br

ANEXO 2

CONTRASTES GAMAESPECTROMÉTRICOS (K, eTh, eU) DOS COMPLEXOS GRANÍTICOS CUNHAPORANGA E TRÊS CÓRREGOS-PR: ANÁLISE DOS DADOS DO BARMP (*BRAZIL AIRBORNE RADIOMETRIC MAPPING PROJECT*)

Ferreira, F.J.F.[1], Fornazzari Neto, L.[2], Guimarães, G.B.[3], Ulbrich, H.H.G.J.[4]

[1]Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada-LPGA, Departamento de Geologia-UFPR, Centro Politécnico, Jardim das Américas, Caixa Postal 19045, Curitba-PR, CEP: 81531-980, e-mail: francisco.ferreira@ufpr.br
[2]KL Geologia e Meio Ambiente Ltda, Rua Cecílio Toniolo, 50/sala 32, Curitiba-PR, CEP: 80320-160, e-mail: fornazzari@uol.com.br
[3]Departamento de Geociências-UEPG, Av. Gen. Carlos Cavalcanti, 4748 – Uvaranas, Ponta Grossa – PR, CEP: 84030-900 e-mail: gburigo@ig.com.br
[4]Departamento de Mineralogia e Petrologia-DMP, Instituto de Geociências, IGc-USP, Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, São Paulo-SP, CEP: 05508-080, e-mail: hulbrich@usp.br

Palavras-chave: aerogamaespectrometria, complexos graníticos, Cunhaporanga, Três Córregos, BARMP

INTRODUÇÃO

Este trabalho envolveu o processamento e análise de dados aerogamaespectrométricos do *Brazil Airborne Radiometric Mapping Project* (BARMP), cedidos pela CPRM a UFPR, para a região centro-leste do estado do Paraná, visando avaliar as respostas dos Complexos Graníticos Cunhaporanga (CGC) e Três Córregos (CGTC; Fig. 1), no contexto do Projeto Mapas Gamaespectrométricos do Escudo Paranaense (Ferreira & Fornazzari, 2005) apoiado pela Mineropar. Os dados radiométricos provêm do reprocessamento dos valores originalmente obtidos em contagens por segundo (cps) pelo Projeto Aerogeofísico Serra do Mar Sul (CPRM, 1978), sendo que este novo conjunto de dados surgiu como um dos resultados do acordo de cooperação técnica entre a CPRM e instituições canadenses (Misener et al., 1997). Os dados originais foram micronivelados, corrigidos cartograficamente e convertidos para concentrações (% de K, ppm de eU e eTh), com base em procedimentos de retrocalibração (BARMP, 1997). Os parâmetros de conversão, em cps/ppm, foram os seguintes: K = 25,88; eTh = 1,78; eU = 10,07. A extremidade norte do CGC não pôde ser avaliada, pois este trecho não foi contemplado durante a fase de aquisição dos dados aerogeofísicos (Fig. 2).

O contexto geológico regional é dado por um conjunto de litotipos neoproterozóicos gerados ao final do Ciclo Brasiliano e dispostos como domínios alongados na direção N40-50E (Fig. 1): Grupo Itaiacoca (tratado por alguns autores como Faixa Itaiacoca) no centro, ladeado a oeste pelo Complexo Cunhaporanga, em contato intrusivo, e separado tectonicamente a leste pelo Complexo Três Córregos, através de zona de cisalhamento. O Grupo Itaiacoca representa um conjunto de rochas dobradas em condições de baixo grau de metamorfismo, com predomínio de metassedimentitos clásticos e químicos (metarenitos, metadolomitos, metapelitos) sobre rochas metavulcânicas e meta-subvulcânicas (Szabó et al., inédito).

O CGC é constituído por unidades ígneas dominantemente graníticas, assim como importantes septos de rochas metamórficas provavelmente correlacionáveis ao Grupo Itaiacoca (*e.g.* "Quartzito

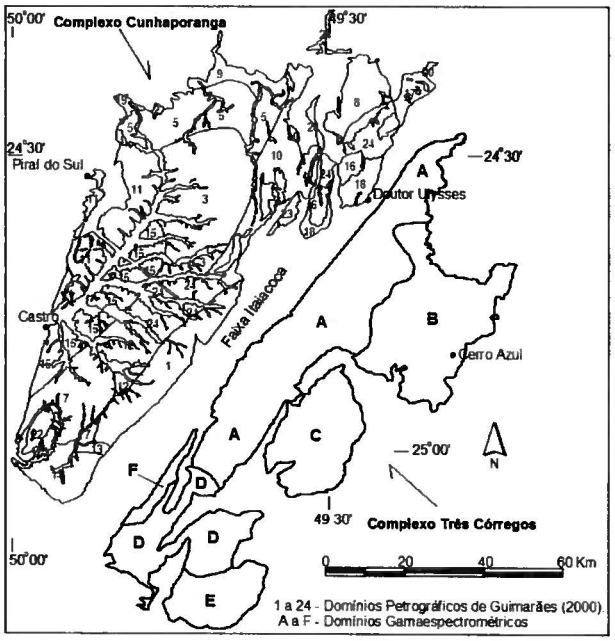


Figura 1 – Mapa geológico simplificado dos complexos.

Serra das Pedras"). Os setores ocupados pelas rochas ígneas foram separados por Guimarães (2000) em unidades formais, destacando-se os álcali-feldspato granitos do tipo-A Joaquim Murtinho (no extremo NW do complexo; 19 na Fig. 1) e Serra do Carambeí (SW do complexo; 22 na Fig. 1), além de várias unidades informais nomeadas de "Domínios Petrográficos" (Fig. 1). Os granitóides destes domínios pertencem a linhagens álcali-cálcicas de alto potássio e petrograficamente são principalmente (hornblenda) biotita monzogranitos a granodioritos tanto equigranulares como porfiríticos.

O CGTC é de certa forma similar ao CGC, porém composicionalmente parecem ser mais expressivos granitóides menos evoluídos, assumindo um caráter mais tipicamente cálci-alcalino (Prazeres Filho, 2000). Mega-enclaves de xistos, anfibolitos e rochas calcissilicáticas de médio grau de metamorfismo, pertencentes à Formação Água Clara são comuns (Fuck et al., 1967), encontrando-se também intrusões pós-tectônicas do tipo-A (Vlach et al., 1990).

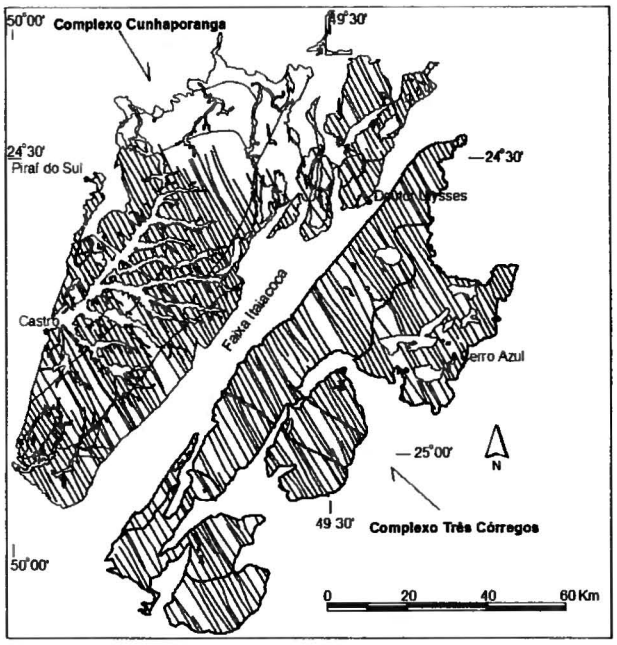


Figura 2 – Mapa de amostragem (linhas de vôo).

MÉTODOS

Inicialmente foram tomados, em arquivos separados, os dados correspondentes ao CGC (23.155 amostras) e CGTC (27.833 amostras). Conforme a figura 2, foram contempladas apenas as amostras representativas das áreas graníticas dos complexos, desprezando-se aquelas sobre os aluviões do CGC e demais litologias (*e.g.*, quartzitos, xistos, etc.), através do pacote *ArcView*, do que decorreram as estatísticas básicas (Tab. 1) das variáveis principais (K, eTh, eU), de suas razões (eU/eTh, eTh/K, eU/K) e dos parâmetros Kd e Ud (Pires, 1995) e F=K*eU/eTh (Gnojek & Prichystal, 1985). Em seguida tais dados foram organizados em malhas regulares de 500x500 metros, através do método da curvatura mínima, por meio do aplicativo *Geosoft*, e exportadas para o *ArcView* onde foram sobrepostas as molduras geológicas cedidas pela Mineropar e editadas as figuras, no sentido de visualizar os contrastes gamaespectrométricos dos complexos.

Variável	Mínimo		Média		Máximo	
	CGC	CGTC	*CGC*	CGTC	*CGC*	CGTC
K	*0,00*	0,01	***0,68***	**1,91**	*3,96*	6,28
eTh	*0,00*	0,04	***15,14***	**12,10**	*78,40*	82,17
eU	*0,00*	0,13	***2,80***	**3,20**	*12,45*	11,10
eU/eTh	*0,00*	0,04	***0,19***	**0,29**	*2,48*	69,75
eTh/K	*0,00*	0,01	***44,64***	**11,39**	*3312*	1555
eU/K	*0,24*	0,22	***8,13***	**2,61**	*618*	308,0
Kd	*-1,00*	-0,99	***-0,87***	**0,25**	*0,95*	456,1
Ud	*-0,87*	-0,82	***0,06***	**0,12**	*12,42*	262,2
F	*0,00*	0,00	***0,14***	**0,65**	*1,34*	200,9

Tabela 1 - Valores mínimos, médios e máximos de variáveis gamaespectrométricas do *CGC* e do CGTC. K e parâmetro F em porcentagem, eTh e eU em ppm. As demais variáveis são adimensionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os padrões aqui identificados (principalmente nas Figs. 3, 4 e 5) correlacionam-se de forma consistente aos reconhecidos nos trabalhos deste mesmo grupo, efetuados a partir da discussão de dados em contagens por segundo (Guimarães et al., 2001), em especial no que diz respeito às respostas do CGC, já que o enfoque então esteve voltado para o estudo desta unidade.

Os valores predominantemente baixos de K para o Complexo Cunhaporanga (Tab. 1), especialmente em sua porção central (Fig. 3), estão relacionados ao elevado grau de intemperismo característico desta unidade (Guimarães, 2000). Assim como nos mapas em cps, a região do Granito Serra do Carambeí (22 na Fig. 1), apesar de aflorar em área expressiva na forma de lajes, também não se destaca com valores significativos de K.

O CGTC diferencia-se do CGC na figura 3 por apresentar setores mais extensos com teores elevados de K (Granito São Sebastião, aqui definido como domínio gamaespectrométrico C, além do domínio B), sendo que a divisão sugerida na figura 1 pode ser facilmente reconhecida. Tal divisão, refletida nos valores de K da tabela 1, não se relaciona necessariamente a importantes contrastes geoquímicos, podendo antes indicar um padrão distinto da intensidade de alteração intempérica e/ou de exposição de rochas. No caso dos domínios A e F, alongados paralelamente ao contato tectônico com o Grupo Itaiacoca, é possível pensar em importante modificação da paragênese primária (*e.g.* conversão de biotita em clorita), vinculada à mobilização de fluidos que se percebe em diversas áreas próximas àquele contato tectônico (Szabó et al., inédito).

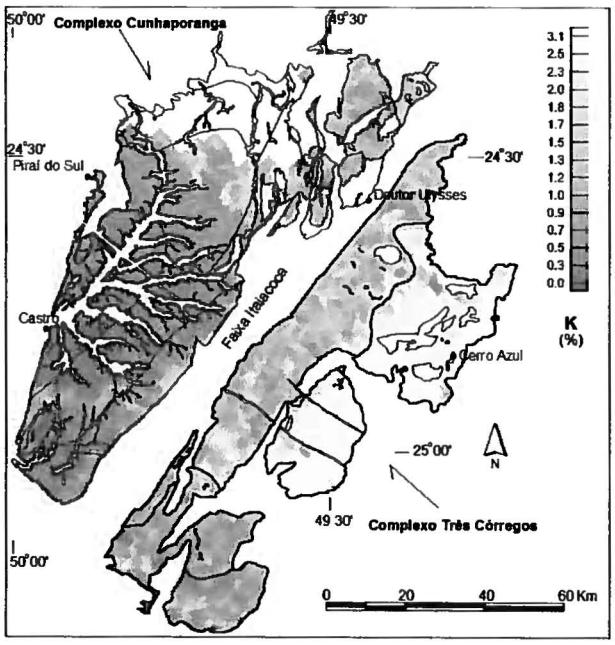


Figura 3 – Mapa gamaespectrométrico do potássio (K).

Os teores de equivalente em tório (eTh, Fig. 4), relativamente altos na porção central do CGC (região fortemente intemperizada), correspondem a um padrão reconhecido também em levantamentos de campo.

Os baixos valores de K e altos de eTh para o setor são consistentes com o que descrevem Wilford et al. (1997) para regiões da Austrália com história intempérica similar. O destaque é novamente o Granito Serra do Carambeí, facilmente identificável por seus teores elevados de eTh (Fig. 4). Os domínios 1 e 11 concentram algumas das principais áreas em que são encontradas rochas menos evoluídas do CGC, tais como granodioritos, quartzomonzodioritos e dioritos (Guimarães, 2000), podendo ser a causa dos valores um pouco menores de eTh, já que o tório sabidamente concentra-se nas etapas finais do processo de diferenciação das séries magmáticas. No CGTC são os setores C, B, E e F que se salientam por maiores valores para o eTh (Fig. 4). Vale observar nesta figura as diferenças entre os domínios D e E, o que pode refletir contrastes geoquímicos e/ou de alteração intempérica.

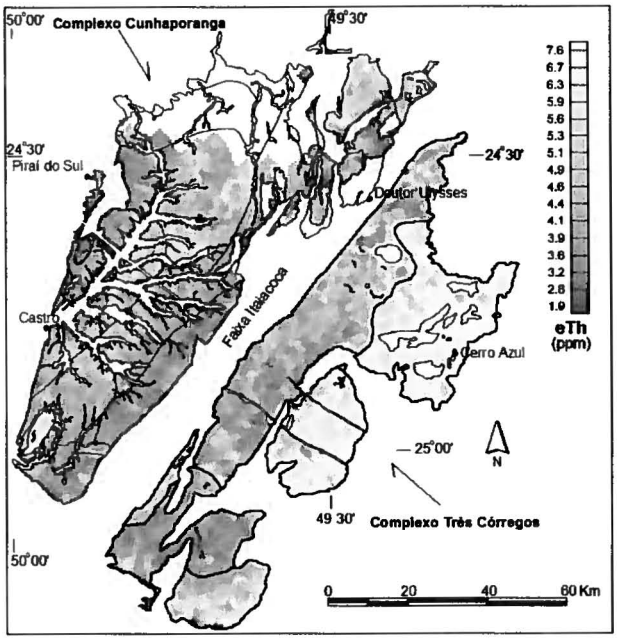


Figura 4 – Mapa gamaespectrométrico do tório (eTh).

Os padrões de distribuição de valores baixos/altos de eU (Fig. 5) para ambos os complexos são, *grosso modo*, similares ao que se vê para o eTh. Uma importante diferença está no domínio C do CGTC (Granito São Sebastião), praticamente homogêneo para o eTh e repleto de contrastes para o eU (padrão similar existe no domínio 8 do CGC, o "Granito Ouro Verde" de Guimarães, 2000). O Granito São Sebastião (domínio C), assim como trato significativo do domínio B (Fig. 2), são bem ressaltados no mapa da razão eTh/K (Fig. 6), decorrentes de maiores teores de potássio destes últimos. Finalmente as figuras 7 e 8, representativas respectivamente dos parâmetros F e Kd, destacam com clareza os contrastes entre o CGC e o CGTC, em correspondência a diferenças geoquímicas e/ou de alteração intempérica dos complexos, assim como as similaridades dos domínios C e B. Já no mapa do urânio anômalo (Ud, Fig. 9) se evidenciam valores baixos deste parâmetro nos domínios F, D e E, sobretudo neste último.

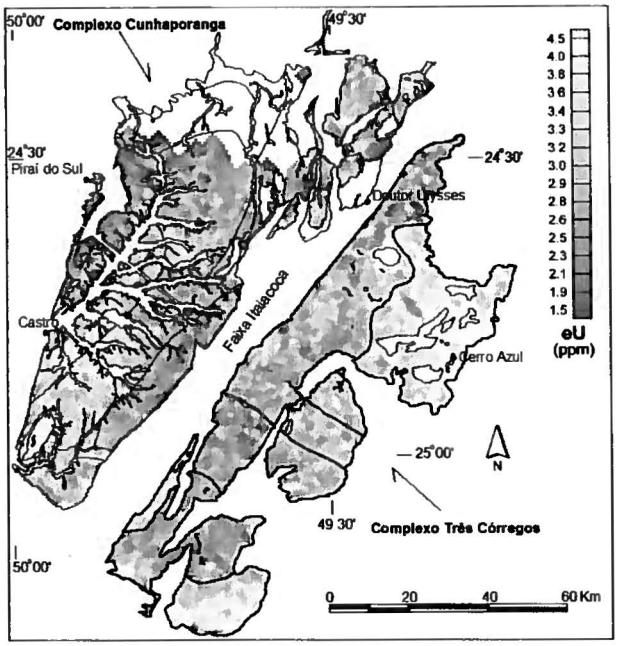


Figura 5 – Mapa gamaespectrométrico do urânio (eU).

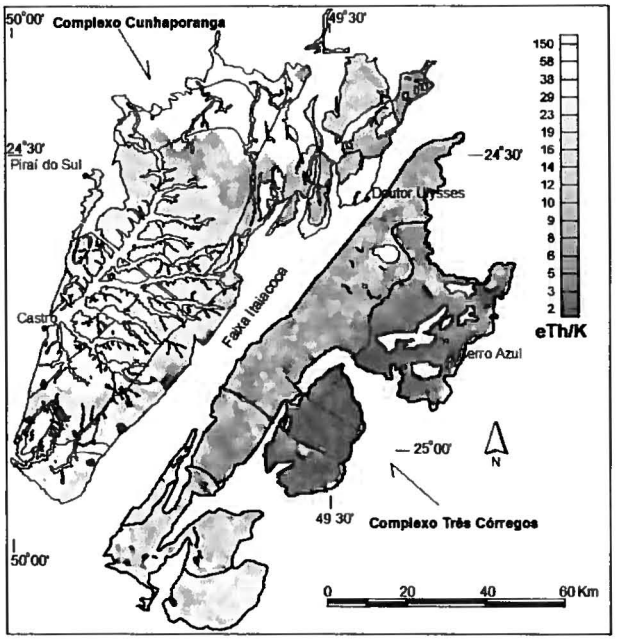


Figura 6 – Mapa gamaespectrométrico da razão eTh/K.

CONCLUSÕES

A análise dos dados gamaespectrométricos absolutos confirmou praticamente todas as considerações elaboradas para o CGC, com base nos dados em cps (Guimarães et al., 2001). Os resultados mostraram também o elevado potencial do método em discriminar tratos geofísicos internos do CGTC, o que, no entanto, ainda carece de estudos integrados de maior detalhe, envolvendo investigações de atributos geológicos, geofísicos e geoquímicos, para que se possa averiguar a consistência do zoneamento proposto.

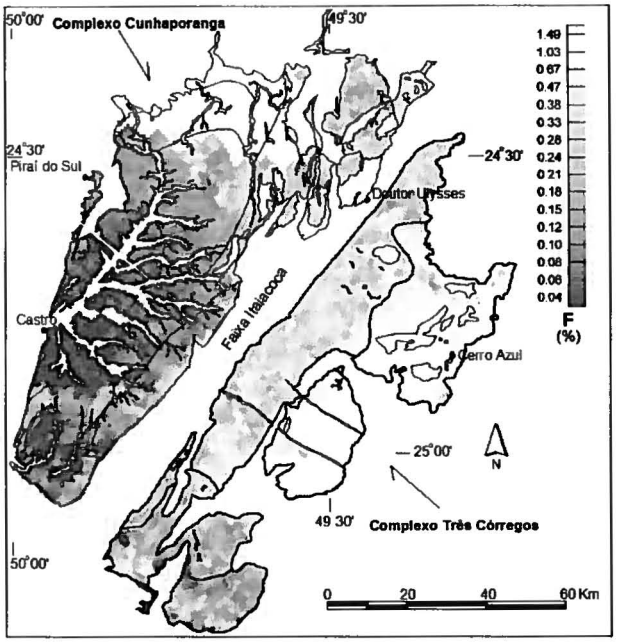


Figura 7 – Mapa gamaespectrométrico de F=K*eU/eTh.

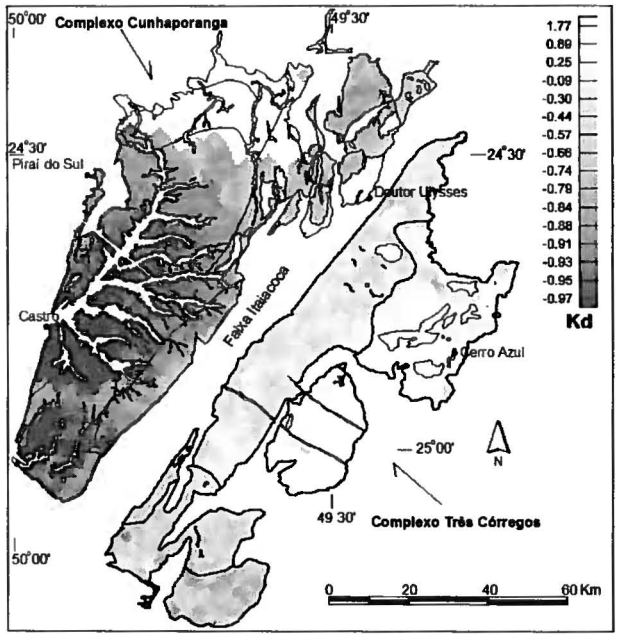


Figura 8 – Mapa gamaespectrométrico do parâmetro Kd.

AGRADECIMENTOS Os autores agradecem à CPRM pela cessão dos dados aerogeofísicos e à Mineropar pela bolsa de pesquisa (LFN). H.H.G.J. Ulbrich agradece à FAPESP pelo apoio financeiro para trabalhos no Complexo Cunhaporanga.

REFERÊNCIAS

BARMP – 1997 - Brazil Airbone Radiometric Mapping Project. Paterson, Grant & Watson Limited (PGW), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) and Geological Survey of Canadá (GSC), Rio de Janeiro (arquivo digital).

CPRM – 1978 - Projeto Aerogeofísico Serra do Mar Sul, Rio de Janeiro (arquivo digital).

Ferreira, F.J.F. & Fornazzari Neto, L. – 2005 – Mapas Gamaespectrométricos do Escudo Paranaense, Convênio Mineropar/Funpar/UFPR (inédito).

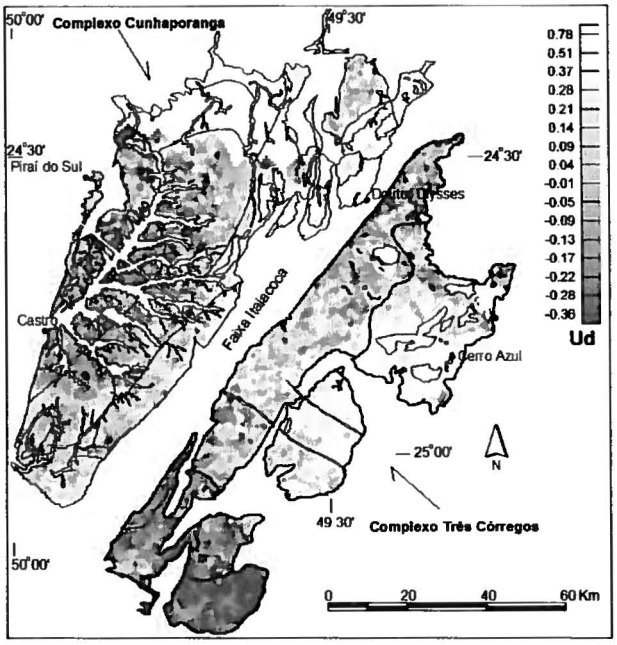


Figura 9 – Mapa gamaespectrométrico do parâmetro Ud.

Fuck, R.A.; Marini, O.J.; Trein, E. – 1967 – Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Paraná. In: Bigarella, J.J.; Salamuni, R.; Pinto, V.M. (eds.) – 1967 – Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc.*, 23/25: 183-219.

Gnojek, I., & Prichystal, A. – 1985 – A new zinc mineralization detected by airborne gamma-ray spectrometry in northern Moravia (Czechoslovakia). *Geoexploration*, 23:491-502.

Guimarães, G.B. – 2000 – As rochas granitóides do Complexo Granítico Cunhaporanga, Paraná: aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos. Tese de Doutoramento, inédita, São Paulo, IG-USP, 230 p.

Guimarães, G.B.; Ferreira, F.J.F.; Ulbrich, H.H.G.J.; Forlin, M. – 2001 – The Aerogeophysical Project Serra do Mar Sul in the region of the Cunhaporanga Granitic Complex, Paraná, Southern Brazil: analysis of the gamma-ray spectrometric survey. *Rev. Bras. Geofísica*, 19(1): 1-17.

Misener, D.J.; Sinclair, R.; Mourão, L.M.F. – 1997 – A new Brazil radiometric database generation and application. In: Congr. Intern. Soc. Bras. Geofísica, 5, São Paulo, 1997. *Expanded Abstracts*... São Paulo, SBGf, vol. 1: 564.

Pires, A C.B. – 1995 – Identificação geofísica de áreas de alteração hidrotermal, Crixás-Guarinos, Goiás. *Rev. Bras. Geociências*, 25:61-68.

Prazeres Filho, H.J. – 2000 – Litogeoquímica, geocronologia (U-Pb) e geologia isotópica dos Complexos Graníticos Cunhaporanga e Três Córregos, estado do Paraná. Dissertação de Mestrado, inédita, São Paulo, IG-USP, 189 p.

Szabó, G.A.J.; Andrade, F.R.D.; Guimarães, G.B.; Carvalho, F.M.S.; Moya, F.A. As jazidas de talco no contexto da história metamórfica dos metadolomitos do Grupo Itaiacoca, PR. *Rev. Bras. Geociências*. submetido.

Vlach, S.R.F.; Janasi, V.A.; Vasconcellos, A.C.B.C. – 1990 – The Itu belt: associated calc-alkaline and aluminous A-type late Brasiliano granitoids in the states of São Paulo and Paraná, southern Brazil.. In: Congr. Bras. Geologia, 36, Natal, 1990. *Anais*... Natal, SBG, vol. 4: 1700-1711.

Wilford, J.R.; Bierwirth, P.N.; Craig, M.A. – 1997 – Application of airborne gamma-ray spectrometry in soil/regolith mapping and applied geomorphology. *Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2): 201-216.

Registro n. 5310
Biblioteca/Mineropar