

DISTRIBUIÇÃO DE ANOMALIAS RADIOATIVAS NO MORRO DO FERRO DO COMPLEXO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS, MG

Kenkichi Fujimori
INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEOFÍSICO - USP
Ivone de A. Sardela
BOLSISTA DA FAPESP
Roberto Callari
BOLSISTA DA FAPESP

ABSTRACT

Sistematic radiation intensity measurements were done at Morro do Ferro hill in the Poços de Caldas Alkaline Complex, using portable Scintrex spectrometer for U, Th, K and total counting (TC). Complementary geochemical analyses were done on selected 26 samples.

It was observed that there are many radiation foci in that place and they are oriented in the E-W direction.

The geochemical analyses show that Uranium has participated also in the initial mineralization of radioactive elements. The contribution of ^{238}U series daughter elements is relatively strong although Uranium was "washed" by leaching. (author).

1. INTRODUÇÃO

O morro do Ferro é conhecido como um local onde as radioatividades naturais são das mais intensas no Brasil. Devido esta anomalia radioativa, o local tem sido objetivo de pesquisa de vários pontos de vista.

Para avaliar a influência biológica, Penna Franca et al. (1965 e 1974), Cullen et al. (1966, 1967, 1968 e 1977) e Roser et al. (1958, 1962, 1964, 1965 e 1966) desenvolveram vários trabalhos neste morro. O levantamento mais detalhado das radioatividades foi efetuado por Cullen (1977) por meio de câmara de ionização em 40 pontos e completado pela medida de cintilômetro portátil. A área estudada foi cerca de 360.000 m² e nela foi encontrada as anomalias dadas na tabela 1.

Com objetivo de prospecção uranífera, a pesquisa foi desenvolvida por White et al. (1974), Frayha (1962) e Medow (1967). Frayha, além da leitura de anomalia por contador portátil em vários pontos do morro, fez levantamento ao longo de duas retas perpendiculares entre si na proximidade do topo e efetuou várias sondagens com o objetivo de estimar a reserva de minerais radioativos e de terras raras. Esclareceu que as radioatividades provinham da série ^{232}Th (4n), porém não conseguiu identificar os minerais radioativos primários.

Quanto à aerocintilometria, o levantamento foi efetuado pela LASA (serviço contratado pela DFFPM) e por Almeida Filho e Paradella (1977). Entretanto, pela técnica empregada a área do morro é considerada como um só ponto.

O objetivo desta pesquisa é detalhar o levantamento de distribuição das radioatividades superficiais no morro inteiro, isto é, na área delimitada pelos córregos e vales. Este levantamento proposto, quando completado pelas análises geoquímicas, obter-se-á a tendência de migração dos elementos radioativos "produzidos" e "estocados" neste local.

Este morro também é um modelo natural que daria informações e dados básicos para o problema da armazenagem dos resíduos da indústria nuclear.

2. TRABALHO DE CAMPO

A área de 50.000 m² deste morro foi coberta por malhas de 50 m e os pontos foram demarcados antecipadamente com estacas. Nesses pontos foram escavados furos de 20 cm de diâmetro com 30 cm de profundidade para amostragem de solo, e medida da radioatividade natural "in situ".

Para a contagem da radiação γ "in situ" foi usado o espectrômetro portátil Scintrex GAD-6 de quatro canais: contagem total (CT), potássio (K), urânio (U) e tório (Th) com sensor NaI(Tl) GSP-3. A medida foi efetuada para todos os canais em contagens por segundo (cps), durante 10 segundos para cada ponto, demarcada à altura do nível do solo. Esse tempo é considerado estatisticamente o mínimo necessário para o levantamento de radioatividade. A contagem com sonda de NaI(Tl) em cada furo era superior à do nível do solo em torno de 10%.

Os dados foram processados pelo computador empregando o programa preparado no IAG (figuras 1, 2, 3 e 4).

3. MEDIDAS DE LABORATÓRIO

A fim de caracterizar as radioatividades foram efetuadas análises dos elementos radioativos nas 27 amostras colhidas ao longo dos eixos que se cruzam no centro da área levantada. A determinação do equivalente de urânio (eU) foi efetuado pela radiação γ característica do ²¹⁴Bi da série ²³⁸U (4n + 2) de 1,764 MeV e o equivalente de tório (eTh) pela radiação γ do ²⁰⁸Tl de 2,614 MeV. Destas mesmas amostras extraiu-se urânio através de lixiviação com oxidante forte (HCl + HNO₃) e determinado pela fluorimetria (tabela 2).

Observa-se a grande discrepância entre eU e o teor de urânio atualmente presente. Isso mostra que houve urânio neste morro na mineralização, entretanto, pela sua alta mobilidade geoquímica foi lixiviado e transportado à distância e deixando, por onde se locomovem, seus elementos filhos de menor mobilidade.

4. CONCLUSÃO

Dos gráficos, obtidos por computador, observa-se que as anomalias radioativas no local estudado dão-se aproximadamente em faixa na direção E-W. Há vários focos de anomalias, além daquele do topo do morro, único conhecido até agora.

Comparando os resultados processados de eU e eTh, nota-se que apesar do baixo teor de urânio neste morro, o seu espalhamento é mais intenso. Há focos onde o teor de urânio é superior ao de tório. A origem desses focos ainda é desconhecida, não se sabe se provém da mineralização nestes pontos ou se é o local onde houve acumulação dos elementos radioativos em migração. Observou-se na calibração do aparelho que o espectro de K de 1,461 MeV é fortemente influenciado pelo do urânio e com isso o gráfico da figura 4 caracteriza também a distribuição do eU. Pela ausência de K observa-se a área de magnetita e de argila.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA FQ, R. e PARADELLA, W.R. - 1977 - Estudo do maciço alcalino de Poços de Caldas através de imagens LANDSAT com ênfase em Mineralizações radioativas. São José dos Campos, INPE (11/2 - TPT/065).
- CULLEN, T.L. - 1966 - Dosimetric measurements in Brazilian regions of high natural radiation leading to cytogenetic studies. Proceedings of the International Radiation Protection Association, IRPA, 369, Rome.
- CULLEN, T.L. - 1967 - A study of natural radioactivity in Brazil. Report to USAEC, NYO-2577-8 - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- CULLEN, T.L. - 1977 - Review of Brazilian investigations in areas of high natural radioactivity. Part I: Radiometric and Dosimetrics studies. International Symposium on areas of high natural radioactivity, Poços de Caldas, Brazil.

- FRAYHA, R. - 1962 - Urânio e tório no Planalto de Poços de Caldas. Rio de Janeiro, DNPM-DFPM, p. 75 (Boletim 116).
- PENNA FRANCA, E., ALMEIDA, J.C.C., BECKER, J., EMMERICH, M., ROSER, F. X., KEGEL, G., HAINBERGER, L., CULLEN, T.L., PETROW, H., DREW, R.T. and EISENBUD, M. - 1965 - Status of investigation in the Brazilian areas of high natural radioactivity. Health Phys., 11, 699.
- PENNA FRANCA, E., COSTA RIBEIRO, C., GONZALES, D.E., CULLEN, T.L. and BARSINSKI, M. - 1974 - Natural radioactivity in Brazil, a comprehensive review: A model for dose-effect studies. Proceedings of Symposium on Natural Radiation Environment II, Houston, Texas.
- ROSER, F.X. and CULLEN, T.L. - 1958 - On the intensity levels of natural radioactivity in certain selected areas of Brazil. Report DTC-1, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 5, Rio de Janeiro.
- ROSER, F.X. and CULLEN, T.L. - 1962 - Environmental radioactivity in high background areas of Brazil. Institute of Physics, Pontifical Catholic University, Rio de Janeiro.
- ROSER, F.X., G. KEGEL and CULLEN, T.L. - 1964 - Radiogeology of some high - background areas of Brazil. The Natural Radiation Environment, Rice University Semicentennial Series. The University of Chicago Press, 855.
- ROSER, F.X., GOMES, H., LEAL da COSTA, N., HAINBERGER, L. and CULLEN, T.L. - 1965 - A study of natural and artificial radioactivity contamination in Brazil. Report on USAEC, contract AT(30-1) 2577.
- ROSER, F.X., CULLEN, T.L., et al. - 1966 - A study of natural radioactivity in Brazil. Report to USAEC, N.Y.O. 2577-3, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- WEDDOW JR., H. - 1967 - The Morro do Ferro, Thorium and Rare-Earth ore deposits, Poços de Caldas District, Brazil. Geological Survey Bull., 1185-D, 34 p.
- WHITE, M.G. e PIERSON, C.T. - 1974 - Sumário da prospecção para minerais radioativos no Brasil no período de 1952 a 1960. Rio de Janeiro, CNEN, p. 24 (Boletim 1).

TABELA 1. Intensidades de radiação γ obtidos por Cullen

Intensidades de radiação (mR/h)	Área (m ²)
3,0	5
1,5 - 3,0	10.200
1,0 - 1,5	31.600
0,8 - 1,0	47.000
0,6 - 0,8	71.100
0,4 - 0,6	127.300
0,2 - 0,4	196.000
0,1 - 0,2	273.000

Média da intensidade obtida por câmara de ionização:

1,58 mR/h (média de 4 medidas).

TABELA 2. Teores de urânio e tório nas amostras de solo do Morro do Ferro

Pontos	eTh (ppm)	eU (ppm)	U (ppm)	U/eU
1	3479	988	52,1	0,053
2	5128	543	15,4	0,028
3	5454	799	43,3	0,054
4	6370	798	22,9	0,029
5	8463	968	27,3	0,028
6	3223	433	22,9	0,053
7	7271	654	55,0	0,084
8	4486	1282	35,6	0,028
9	5656	1565	16,9	0,011
10	785	233	15,8	0,068
11	111	76	20,2	0,268
12	102	97	19,0	0,197
13	88	80	19,1	0,239
14	184	46	10,3	0,224
15	185	52	32,3	0,621
16	5524	537	21,3	0,040
17	796	116	16,3	0,141
18	178	114	34,5	0,303
19	117	67	22,4	0,334
20	229	65	16,9	0,256
21	159	36	47,7	1,325
22	156	42	25,7	0,612
23	158	46	21,3	0,463
24	620	167	25,7	0,154
25	194	59	3,7	0,063
26	215	74	1,5	0,020
27	334	97	5,9	0,061

Obs.: Os eU e eTh foram determinados por espectrometria γ com intensidades dos picos ^{214}Bi e ^{208}Tl , respectivamente. Os teores de urânio (U) foram extraídos com HCl e HNO_3 e determinados por fluorimetria.

ell

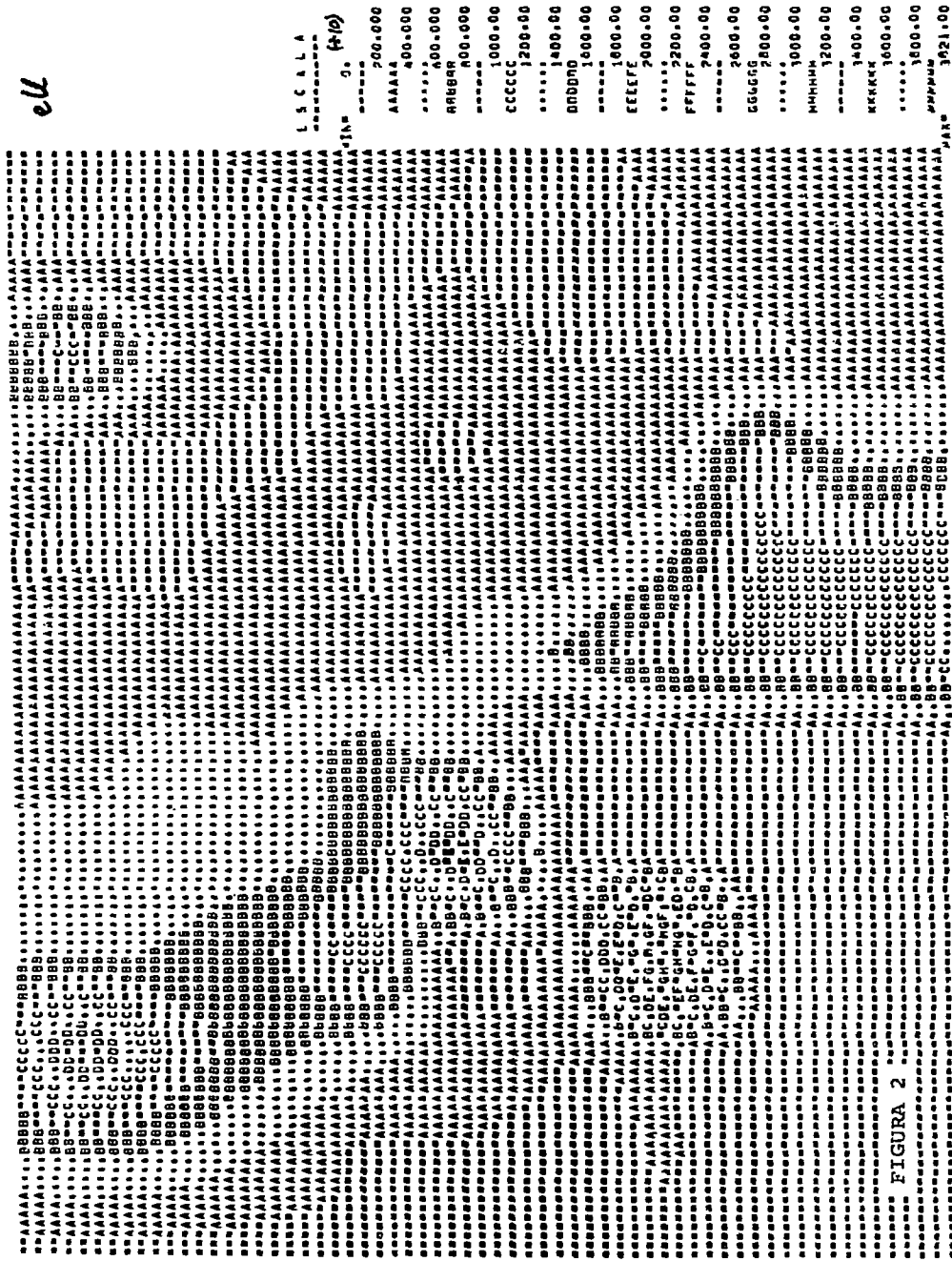


FIGURA 2

AAAAA	900.00
AAAAA	1000.00
.....	1500.00
BBB	2000.00
.....	2500.00
CCCCC	3000.00
.....	3500.00
DDDDDD	4000.00
.....	4500.00
EEEE	5000.00
.....	5500.00
.....	6000.00
.....	6500.00
.....	7000.00
.....	7500.00
.....	8000.00
.....	8500.00
.....	9000.00
.....	9500.00
.....	10000.00
.....	10500.00
.....	11000.00
.....	11500.00
.....	12000.00
.....	12500.00
.....	13000.00
.....	13500.00
.....	14000.00
.....	14500.00
.....	15000.00
.....	15500.00
.....	16000.00
.....	16500.00
.....	17000.00
.....	17500.00
.....	18000.00
.....	18500.00
.....	19000.00
.....	19500.00
.....	20000.00
.....	20500.00
.....	21000.00
.....	21500.00
.....	22000.00
.....	22500.00
.....	23000.00
.....	23500.00
.....	24000.00
.....	24500.00
.....	25000.00
.....	25500.00
.....	26000.00
.....	26500.00
.....	27000.00
.....	27500.00
.....	28000.00
.....	28500.00
.....	29000.00
.....	29500.00
.....	30000.00
.....	30500.00
.....	31000.00
.....	31500.00
.....	32000.00
.....	32500.00
.....	33000.00
.....	33500.00
.....	34000.00
.....	34500.00
.....	35000.00
.....	35500.00
.....	36000.00
.....	36500.00
.....	37000.00
.....	37500.00
.....	38000.00
.....	38500.00
.....	39000.00
.....	39500.00
.....	40000.00
.....	40500.00
.....	41000.00
.....	41500.00
.....	42000.00
.....	42500.00
.....	43000.00
.....	43500.00
.....	44000.00
.....	44500.00
.....	45000.00
.....	45500.00
.....	46000.00
.....	46500.00
.....	47000.00
.....	47500.00
.....	48000.00
.....	48500.00
.....	49000.00
.....	49500.00
.....	50000.00

FIGURE 3



1148

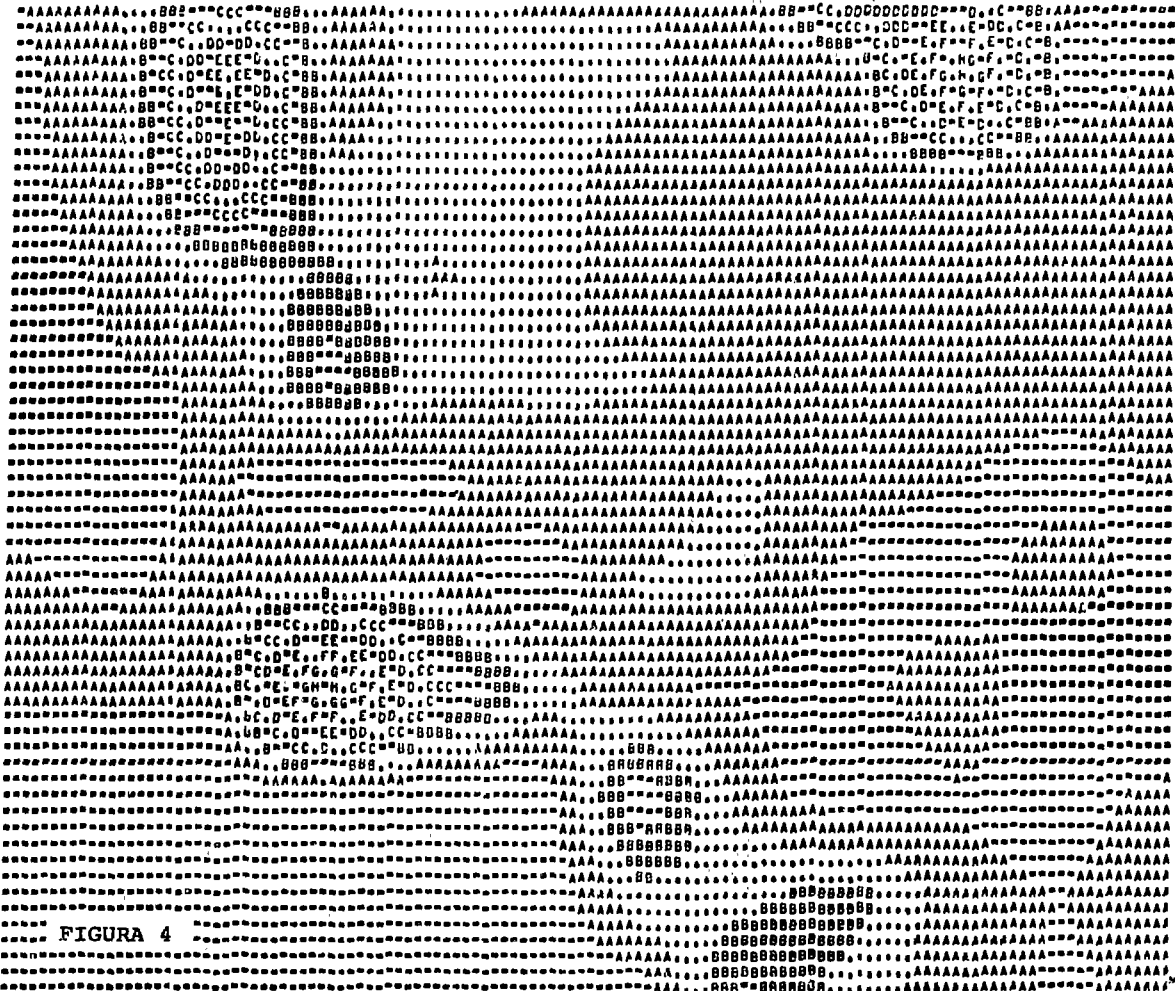


FIGURA 4

40K

ESCALA

IN = 0. (±10)

100.000
200.000
300.000
400.000
500.000
600.000
700.000
800.000
900.000
1000.00
1100.00
1200.00
1300.00
1400.00
1500.00
1600.00
1627.00