

CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

**RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE REGISTRO DE TRAÇOS
NA DETECÇÃO DE RADÔNIO EM SOLOS, PARA A
PROSPECÇÃO DE URÂNIO EM CAETITÉ (BA)**

Marcos Antonio Proença Vieira de Moraes e Marília Tereza Freitas Cesar Khouri

IPEN - PUB - 227

PUBLICAÇÃO IPEN 227

NOVEMBRO/1988

SÃO PAULO

**RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE REGISTRO DE
TRAÇOS NA DETECÇÃO DE RADÔNIO EM SOLOS,
PARA A PROSPECÇÃO DE URÂNIO EM CAETITÉ (BA)**

Marco Antonio Proença Vieira de Moraes e Marília Tereza Freitas Cesar Khouri

DEPARTAMENTO DE FÍSICA E QUÍMICA NUCLEARES

**CNEN/SP
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
SÃO PAULO - BRASIL**

Série PUBLICAÇÃO IPEN

INIS Categories and Descriptors

E41.40

B31.30

ALPHA DETECTION

EFFICIENCY

PHOTOGRAPHIC FILM DETECTORS

RADON ISOTOPES

SOILS

IPEN - Doc - 3099

Publicação aprovada pela CNEN em 11/10/85.

Nota: A redação, ortografia, conceitos e revisão final são de responsabilidade do(s) autor(es).

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE REGISTRO DE TRACOS NA DETECÇÃO DE RADÔNIO EM SOLOS, PARA A PROSPECÇÃO DE URÂNIO, EM CAETITÊ (BA) *

Marco Antonio Proença Vieira de Moraes
e
Marília Tereza Freitas Cesar Khouri

RESUMO

A técnica do registro de traços foi aplicada na detecção de radônio em solos para a prospecção de urânio na região da cidade de Caetité (Bahia-Brasil). Foram usados filmes de nitrato de celulose tipo CA 8015 que permaneceram expostos durante 15 dias e os resultados de três anomalias desta região são mostrados na forma de mapas, feitos com as densidades de traços obtidas e foram comparados com medidas radiométricas. A técnica mostrou-se simples e efetiva para auxiliar a exploração de minério de urânio subterrâneo, podendo reduzir bastante os custos da exploração.

RESULTS OF SOLID STATE NUCLEAR TRACK DETECTOR TECHNIQUE APPLICATION IN RADON DETECTION, BY ALPHA PARTICLES TRACKS, FOR URANIUM PROSPECTING IN CAETITE (BA-BRAZIL)

ABSTRACT

The solid state nuclear track detector technique has been used in radon detection, by alpha particles tracks for uranium prospecting on the ground in Caetité city (Bahia-Brazil). The sensitive film to alpha particles used were CA 8015 exposed during 15 days and the results of three anomalies of this region are showed in a form of maps, made with the density of tracks obtained, and were compared with scintillation counter measurements. The technique showed to be simple and an effective auxiliary for the prospection of uranium ore bodies. The initial uranium exploration costs can be reduced by using this technique.

INTRODUÇÃO

A detecção do gás radônio, junto à superfície terrestre, pode ser um forte indício da presença de urânio e/ou tório nas imediações^(3,10,11). Este gás possui três isótopos principais: o Rn-222 é um membro da série

(*) Trabalho apresentado no 19 Encontro Regional de Geofísica, realizado no Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) São José dos Campos - SP, de 27 a 29 de Novembro de 1985.

de decaimento do U-238, o Rn-220 membro da série do Th-232 e o Rn-219 membro da série do U-235. São os únicos elementos gasosos radioativos destas cadeias e são alfa emissores⁽¹⁰⁾.

Ultimamente tem sido empregada a técnica do registro de traços na detecção do radônio, devido a uma série de vantagens que a técnica proporciona: baixo custo, relativa simplicidade na sua utilização, capacidade de detectar mineralizações a grandes profundidades^(1,2).

Neste trabalho são mostrados os resultados da aplicação desta técnica na região da cidade de Caetitê (Bahia-Brasil). "Projeto Lagoa Real", região esta com conhecida mineralização de urânio. Foi feito um mapeamento de três anomalias desta região empregando a técnica de registro de traços e a técnica de medidas radiométricas, e os resultados comparativos são mostrados sob a forma de mapas de curvas de nível.

A TÉCNICA

A técnica para a detecção de radônio em solos por meio dos detetores de traços, tem sido descrita e aplicada por diversos autores^(1,5,7). Basicamente consiste em se colocar em buracos abertos na superfície terrestre, copos invertidos contendo filmes detetores de traços, permanecendo assim durante algumas semanas, permitindo que o gás acumulado dentro dos copos decaia, impressionando os filmes conforme figura 1. Após o tratamento químico dispensado a esses filmes para tornar os traços (formados pela passagem das partículas alfas no filme) visíveis em microscópio óptico comum faz-se a contagem nos filmes, representando-a por número de traços por unidade de área ($\text{traços}/\text{mm}^2$) que é proporcional à quantidade de gás acumulado.

Os detectores de traços usados foram filmes plásticos especiais de nitrato de celulose tipo CA 8015 (fabricados pela Kodak-Pathé, França), sensíveis às partículas alfa e insensíveis à radiação gama, beta, X e luz, revelados durante 120 minutos a $(60 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ numa solução de NaOH (10% em massa). Os traços foram contados num microscópio óptico Reichart usando um aumento de 140 X^(7,9).

MAPEAMENTO DAS ANOMALIAS

O Brasil possui diversas regiões com conhecidas mineralizações de urânio, conforme figura 2.

A técnica foi aplicada na região da cidade de Caetité-Ba, região esta conhecida mineralização de uraninita, associada a uma forte albitização. A formação desta mineralização tem sido atribuída a fluídos originados durante uma fase de reativação de uma plataforma antiga. A idade calculada da uraninita é de 820 milhões de anos enquanto que as rochas do campo possuem 2.500 milhões de anos⁽⁴⁾.

Nesta região existem diversas anomalias, tendo sido escolhidas as de números 7, 8 e 9 devido a maior facilidade de locomoção e a pouca incidência de rochas aflorantes contendo o minério, o que dificultaria a implantação dos detetores. A distribuição dos detetores nas anomalias foi a seguinte:

- anomalia 07 - 80 detetores numa malha de (50 x 50) m
- anomalia 08 - 98 detetores numa malha de (40 x 50) m
- anomalia 09 - 50 detetores numa malha de (80 x 100) m

Os buracos foram abertos com cavadeiras, cada um com 60 cm de profundidade e em cada um deles foi feita uma medida radiométrica superficial com um cintilador portátil. Em seguida foram colocados os detetores, que permaneceram 15 dias em exposição, tampados os buracos e marcados para uma posterior localização, conforme figura 3.

Não houve perdas de filmes, apesar da ocorrência de chuvas na região.

Para uma melhor visualização dos resultados, foram construídos mapas mostrando as curvas de nível dos valores obtidos, com cada uma das técnicas, feitas pelo programa SYMAP⁽⁶⁾.

Os valores mais baixos encontrados em cada anomalia foram normalizados para 1,0.

Para a prospecção de urânio, os traços provocados pelo Rn-220 (filho do tório) são indesejáveis, porém esses não podem ser distinguidos

dos traços produzidos pelo Rn-222, quando vistos no microscópio. Neste trabalho, para se fazer uma avaliação, do número de traços provocados pelo Rn-220 usou-se do fato deste isótopo possuir uma vida média relativamente curta (80 s) o que implica numa distância média de migração em solos pequena (~ 2 cm) quando comparada à do Rn-222 (vida média 5,5 dias e distância média de migração ~ 155 cm)⁽⁸⁾.

Assim, espera-se que a maior contribuição do radônio-220 venha das camadas mais superficiais do solo. A metodologia usada foi recolher em cada anomalia um pouco de terra de alguns buracos feitos, mantendo a mesma compactação existente no local, que permaneceram em laboratório durante o mesmo tempo de medida (15 dias), (conforme figura 4). O número de traços contidos nestes filmes estão relacionados com a contribuição do Rn-220 e com o urânio superficial.

RESULTADOS

Anomalia 08

Conforme pode ser observado no mapa nº 1, temos como pontos promissores:

- técnica dos detetores de traços: (G1), (G3), (F2), (F4, F5, F6), (D1), (D4, D5), (C6, C7) e (A10).
- técnica radiométrica: (G2), (F1, F2, F3, F4, F5, F6), (D1, (D4, D5, D6, D7) e (A1).

Assim, de uma maneira geral tivemos resultados semelhantes, porém convém observar alguns pontos onde as diferenças foram marcantes:

- técnica dos detetores de traços: os pontos (E1, E2, E3) se mostraram a nível de "background" fato não observado pela técnica radiométrica.
- técnica radiométrica: o ponto (G2) se mostrou muito promissor.

A análise de material colhido na posição (F1) feita pela "Análise por nêutrons atrasados⁽⁷⁾" indicou as quantidades de 53,5 ppm de U e 56,3 ppm de tório.

Os resultados obtidos em laboratório quanto à contribuição do radônio-220 nesta mesma posição indicaram 73% do valor do "background" local.

Anomalia 07

Dos resultados mostrados no mapa nº 2 pode-se constatar como pontos promissores:

- detetores de traços: (D15), (A14, A15), (A14, A15), (A7, A8, A9, A10, A11, A12), (B8, B9, B10).
- técnica radiométrica - (A15) e (A8, A9, A10, A11).

A diferença básica existente entre os resultados das duas técnicas foi o ponto (D15), bastante promissor na técnica dos detetores de traços, o mesmo não ocorrendo pela outra técnica.

Os estudos de laboratório de material colhido no ponto (A-12) quanto à contribuição do Rn-220 mostraram ser da ordem do "background" local.

Anomalia 09

Pelas duas técnicas pode-se observar no mapa número 3 três áreas com valores máximos, obtidos nos pontos (E9), (D6, D7) e (B1, C1). Usando a técnica dos detetores de traços pode-se fazer uma suposta ligação entre essas três áreas delineando o corpo do minério.

Colheu-se uma amostra de material do ponto (D7) e de sua análise obteve-se as quantidades de 73,4 ppm de urânio e 29,2 ppm de tório. A análise de laboratório da contribuição de Rn-220 indicaram serem 77% do valor do "background" local.

CONCLUSÕES

A técnica do registro de traços aplicada na detecção do gás radônio, visando a prospecção de urânio, numa região com conhecida mineralização de urânio, mostrou resultados satisfatórios, com pequenas diferenças quando comparadas com resultados de medidas radiométricas.

A aplicação da técnica pode ocorrer na fase inicial da prospecção de urânio, em qualquer área onde haja a suspeita da existência do minério, podendo reduzir bastante os seus gastos.

Resumidamente pode-se salientar da técnica:

desvantagens: - é necessário que haja pelo menos duas visitas ao local em estudo. O tempo decorrido entre a colocação dos detetores, a posterior retirada e a devida revelação-contagem podem variar entre 4 a 6 semanas, dependendo das condições locais;

- o uso da técnica deve ser encarada como qualitativa pois não é capaz de diferenciar a relação profundidade - teor de minério.

vantagens : - a técnica é pouco dispendiosa e simples na sua utilização dispensando equipamentos eletrônicos especiais, permitindo a instalação de detetores em áreas de difícil acesso;

- obtêm-se uma medida integrada média da concentração de radônio no solo, quando os detetores são deixados algumas semanas em exposição.

- ao contrário de outros métodos, permite detetar mineralização de urânio a grandes profundidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FLEISCHER, R.L. & MOGROCAMPERO, A. Mapping of integrated radon emanation for detection of long distance migration of gases within the earth techniques and principles. J. Geophys. Res., 83(87): 3539-48, 1978.
2. FLEISCHER, R.L.; HART JR., H.R.; MOGROCAMPERO, A. Radon emanation over an body. Search for long distance transport of radon. Nucl. Instrum. Methods, 173:169-81, 1980.

3. FLEISCHER, R.L.; PRICE, P.B.; WALKER, R.M. Nuclear tracks in solids. Principle and applications. Berkeley, Calif., University of California, 1975.
4. FORMAN, J.M.A. & ANGURAS, A.G. Poços de Caldas and Itatiaia two case histories of uranium exploration in Brazil. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Uranium exploration case histories: proceedings of an Advisory Group meeting, held in Vienna, Nov. 26-29, 1979. Vienna, 1981. p. 99-136.
5. GINGRICH, J.E. & FISHER, J.C. Uranium exploration using the track etch method. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Exploration for uranium ore deposits: proceedings of a symposium, held in Vienna, Mar. 29-Apr. 2, 1976. Vienna, 1976. p. 213-25.
6. HARVARD UNIVERSITY. SYMAP manual. Version 5.15. Cambridge, Mass, 1971.
7. MORAES, M.A.P.V. Detecção de radônio em solos por meio da técnica dos detectores de traços nucleares de estado sólido. São Paulo, 1982. (Dissertação de mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares).
8. MORAES, M.A.P.V. & CESAR, M.F. Otimização na técnica de detecção de radônio em solos por meio dos detectores de traços: minimização na detecção do radônio 220 e aumento da eficiência de detecção. Cienc. Cult. (São Paulo), 37(8):1319-22, 1985.
9. MORAES, M.A.P.V. & KHOURI, M.T.F.C. Radon detection in soils by solid state track detectors. São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1985. (IPEN-Pub-80).
10. SMITH, A.Y.; BARRETO, P.M.C.; POURNIS, C. Radon methods in uranium exploration. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Exploration for uranium ore deposits: proceedings of a symposium, held in Vienna, Mar. 29-Apr. 2, 1976. Vienna, 1976. p. 185-209.

11. TANNER, A.B. Radon migration in the ground: a review. In: ADAMS, J.A.S. & LOWDEP, W.M., orgs. The natural radiation environmental: proceedings of the first international symposium, held in Houston, Texas, Apr. 10-13, 1963. Chicago, Ill., Univ. Chicago, 1964.

LEGENDAS DAS FIGURAS

Fig. 1 - Técnica de registro de traços para a detecção de radônio em solos; os detectores são colocados em copos invertidos, acomodados em buracos feitos na superfície, permanecendo em exposição por algumas semanas. O radônio migra através dos solos, entra nos detectores e ao decair, impressiona os filmes.

Fig. 2 - Principais mineralizações de urânio do Brasil.

sssss - Bacias Sedimentares

||||| - Cinturão Dobrado do Brasileiro

----- - Áreas Crônicas Prê-Brazilianas

Depósitos de urânio

1- Itataia

2- Poços de Caldas

3- Rio Preto

4- Lagoa Real

5- Amarinópolis

6- Q. Ferrífero

7- Figueira

Fig. 3 - Esquema de uma malha, para a realização do mapeamento de uma região. Os detectores são alojados em buracos abertos nos solos que por sua vez são tampados e marcados para uma posterior localização.

Fig. 4 - Esquema utilizado para a verificação dos sinais produzidos pelo tório (Rn-220) e urânio superficiais em laboratório.

Mapa 1 - Curvas de nível obtidas na anomalia 08 pela técnica do registro de traços e pela técnica radiométrica.

Mapa 2 - Curvas de nível obtidas na anomalia 07 pela técnica do registro de traços e pela técnica radiométrica.

Mapa 3 - Curvas de nível obtidas na anomalia 09 pela técnica do registro de traços e pela técnica radiométrica.

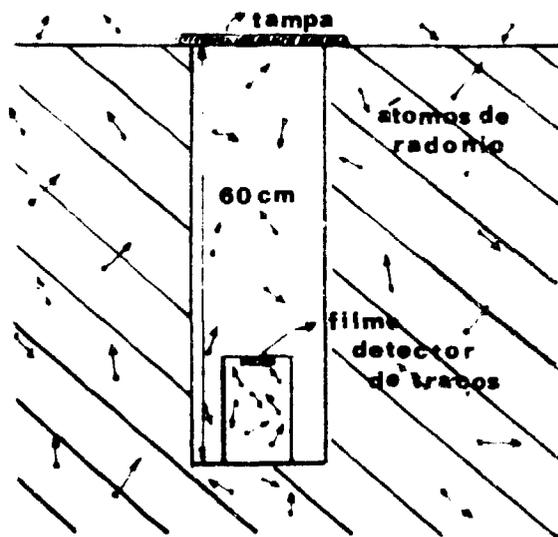


Figura 1

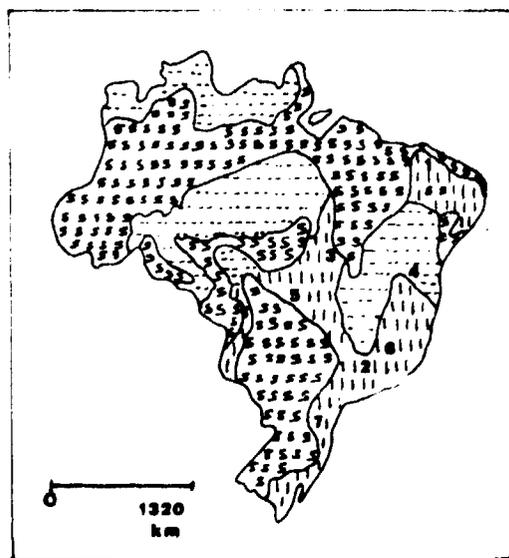


Figura 2

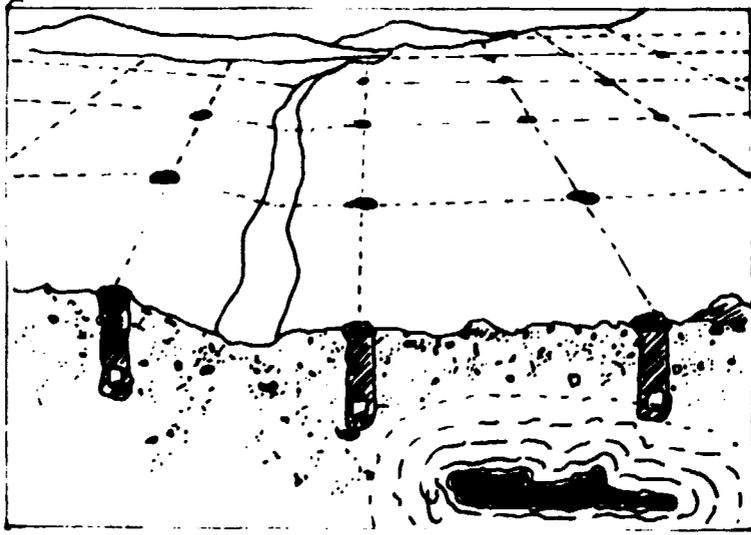


Figura 3

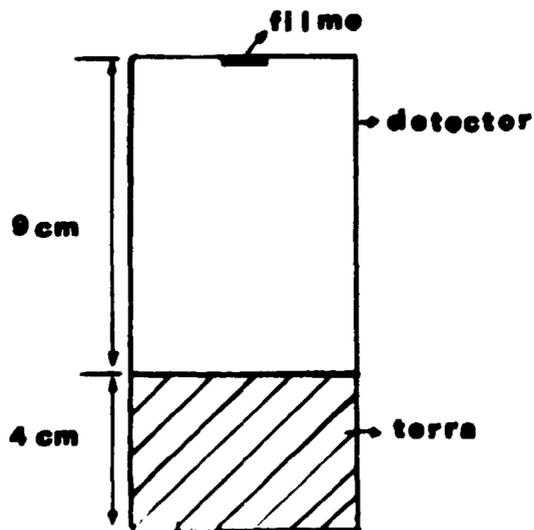
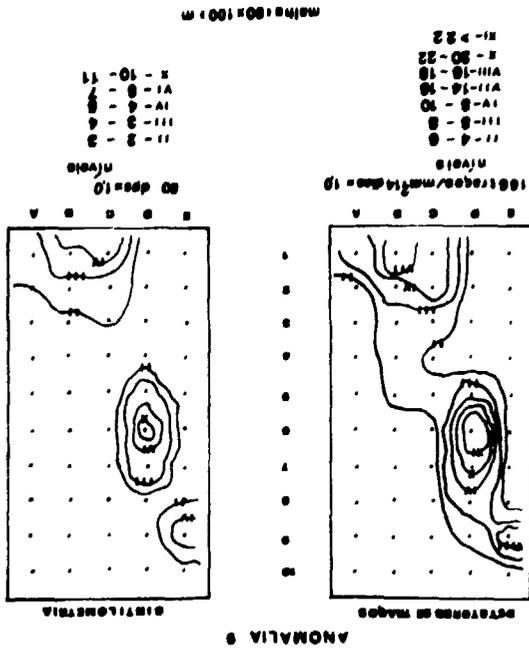


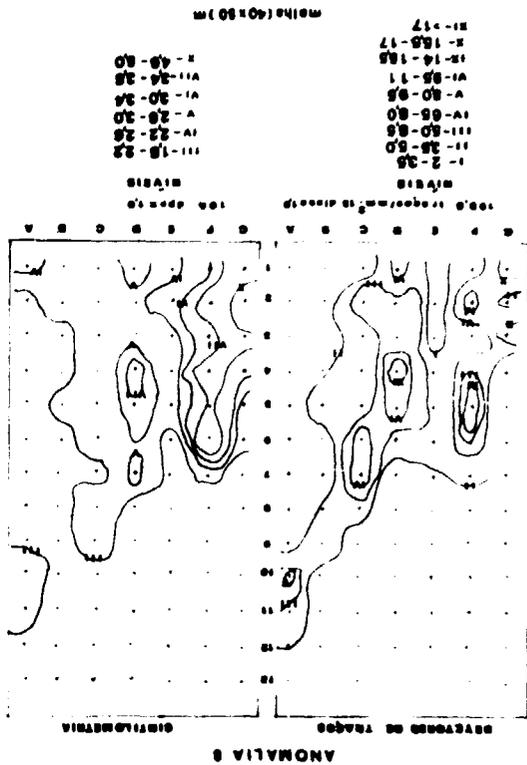
Figura 4

Mapa 3



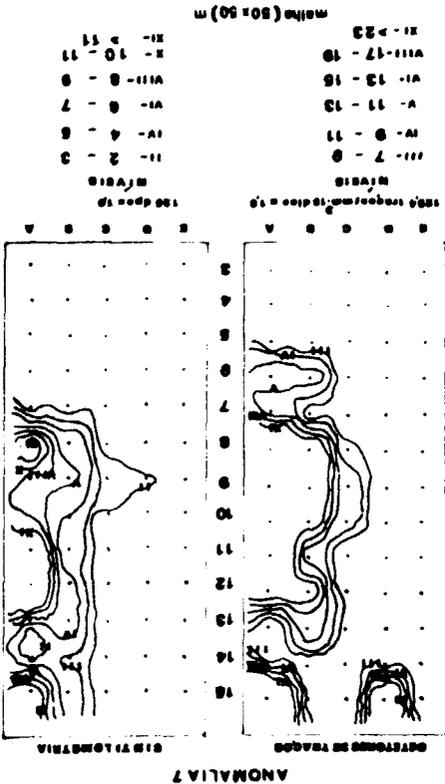
ANOMALIA 9

Mapa 1



ANOMALIA 8

Mapa 2



ANOMALIA 7