

BR8817917
INIS-BR--1193



23 A 26 DE ABRIL DE 1988

ANAIS - PROCEEDINGS

DETERMINAÇÕES DE PERFIS DE CONCENTRAÇÕES DE CÉSIO-137 NOS FOCOS
PRINCIPAIS DO ACIDENTE RADIOLÓGICO OCORRIDO EM GOIÂNIA-GO

Héctor C. Rocca
Pedro E. Aoki
Cyro T. Enokihara
Maria Elisa C.M. Rostelato
Vladimir Lepki
Edmilson Banbualas

Divisão de Aplicação de Radioisótopos
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
CNEN/SP São Paulo

Sumário

Apresenta-se neste trabalho, a técnica utilizada para determinar os perfis de concentrações de césio-137 em função das profundidades, em sete locais, considera dos focos principais.

Executaram-se 125 furos de amostragem de solo, totalizando 740 amostras, no período de 14 de novembro a 17 de dezembro de 1987.

Os dados obtidos forneceram subsídios para calcular o volume de solo a ser removido dos locais contaminados. Verificou-se que após as remoções, a atividade residual foi de aproximadamente 0,89 Ci.

Abstract

The purpose of this paper is to describe the method used to determinate ce sium-137 concentration profiles measured in function of depth and applied in seven areas considered as the main contamination focus.

Since november 14th to december 17th 1987, 125 soil drillings were made and a total of 740 soil samples were prepared.

Obtained data allowed to calculate the soil volume to be removed from conta minate areas.

It was verified that after remotions the remaining activity was approximate ly 0,89Ci.

INTRODUÇÃO

Em consequência da singularidade do acidente radiológico de Goiânia foi necessário definir uma série de procedimentos e normas para serem aplicados nos trabalhos de descontaminação.

O presente trabalho refere-se a um desses procedimentos que é a determinação dos perfis de concentrações de césio-137 em função das profundidades, com a finalidade de calcular o volume de solo a ser removido dos locais ativos.

Durante o período que compreendeu os meses de novembro e dezembro de 1987 foram realizados furos de amostragens em sete locais considerados focos principais.

Esses locais, com exceção da Copel que se localiza no Setor Santa Genoveva, que estão indicados na Figura 1, são:

1. Casa do Roberto dos Santos - Rua 57 nº 68
2. Casa do Wagner Mota - Rua 63 nº 179
3. Casa do Edson Fabiano - Rua 15-A nº 218
4. Ferro Velho I - Rua 26-A, quadra 7, lote 30
5. Casa da Fossa - Rua 17-A, quadra 70, lote 26B.
6. Ferro Velho II - Rua 6, quadra Q, lote 18.

METODOLOGIA PARA DETERMINAR OS PERFIS DE CONCENTRAÇÕES DE CÉSIO-137

Em decorrência das precipitações pluviométricas ocorridas desde o acidente radiológico em Goiânia-GO, parte do material radioativo, césio-137, dissolveu-se e infiltrou-se através da camada superficial do solo. A partir deste instante, tal como um traçador, passou a se deslocar de acordo com o movimento da água

Para determinar os perfis de concentrações de césio-137 em cada um dos locais, adotaram-se os seguintes procedimentos:

Inicialmente, era feita a radiometria da área contaminada, para se estabelecer o período máximo de permanência da equipe de sondagem em determinado ponto e também para definir o número de furos de amostragem necessários.

Em seguida, em função da dose de radiação a ser recebida, definia-se o tipo de amostrador a ser utilizado, a profundidade a ser atingida e a necessidade ou não de revezamento da equipe durante cada amostragem.

Regra geral, quando a área era muito ativa, utilizaram-se amostradores a

percussão, feitos com tubos de aço galvanizado de duas polegadas de diâmetro, comprimentos de cinquenta e cem centímetros e provido de um rasgo de aproximadamente um centímetro na seção longitudinal, para facilitar a retirada das amostras.

O amostrador era introduzido sob a ação de um martelo de aproximadamente dez quilos de peso, suficiente para atingir cem centímetros de profundidade com poucas batidas.

Feito isso, conseguia-se ter uma amostra de cinquenta a cem centímetros de extensão, confinada no interior do amostrador.

Ao ser retirado, ele era imediatamente colocado dentro de um saco plástico e levado para fora da área ativa, onde em uma superfície convenientemente preparada, fracionava-se a amostra, geralmente de dez em dez centímetros.

Cada uma das frações assim obtida era acondicionada em saco plástico e identificada com nome do local, número do furo, e a profundidade correspondente

Quando a área era pouco ou muito pouco ativa, como nas áreas adjacentes aos focos principais, utilizou-se também um trado manual de vinte centímetros de diâmetro e provido de hastes para possibilitar coletas de amostras de solo até a profundidade de dois metros.

Além de poder coletar amostras a profundidades maiores, este amostrador tinha a vantagem de não compactar o solo durante a sua introdução; porém, possuía a desvantagem de ser de operação lenta, necessitando deste modo, maior tempo de permanência na área de sondagem.

Ao encerrar as atividades de sondagem, dava-se início as de laboratório, as quais consistiam em classificar as amostras por furo, prepará-las obedecendo a um padrão pré definido e medir, cada uma delas colocando-as, sobre um detector de cintilação acoplado a um analisador multicanal, para quantificar a concentração de césio-137 presente na amostra.

A preparação das amostras consistia em transferi-las para potes de plástico, mantendo-se certa uniformidade quanto aos seus pesos. Esta operação foi feita utilizando-se uma balança com precisão de 0,1g.

O sistema de detecção era composto por um detector de iodeto de sódio ativo do com tálio, NaI(Tl), de três polegadas de diâmetro, acoplado a um analisador multicanal.

Para melhor caracterizar as baixas concentrações de césio nas amostras, blindou-se o detetor com anéis de chumbo, de cinco centímetros de espessura, e uma tampa de cinco centímetros de altura.

Utilizaram-se duas referências para quantificarem as concentrações: uma amostra contendo 120,9 $\mu\text{Ci}/\text{kg}$, denominada de padrão, C_p , e outra denominada de "BG" ou "background".

Com o intuito de minimizar o efeito dos erros estatísticos nas contagens, fixou-se o tempo de medição de cada amostra em cinco minutos.

Portanto, a atividade A (μCi) presente em uma amostra, foi obtida aplicando-se a seguinte fórmula:

$$A = \frac{(N_a - N_{BG}) \cdot C_p}{(N_p - N_{BG})} \quad (1)$$

onde,

A = atividade presente na amostra (μCi);

N_a = contagem referente à amostra (cp 5 min);

N_p = contagem referente ao padrão (cp 5 min);

N_{BG} = contagem referente ao "background" (cp 5 min);

C_p = concentração de césio-137 na amostra padrão ($\mu\text{Ci}/\text{kg}$)

Obtém-se ainda, a concentração ($\mu\text{Ci}/\text{kg}$), dividindo-se a atividade A , pela massa da amostra m (kg):

$$C = \frac{A}{m} \quad (2)$$

As sondagens e conseqüentemente os perfis de concentrações em função das profundidades possibilitaram quantificar o volume de solo a ser removido em cada área, considerando-se que a concentração máxima permissível do césio-137 no solo era de 2 $\mu\text{Ci}/\text{kg}$.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

No período de novembro a dezembro de 1987, realizaram-se 125 furos de sondagens nos sete locais de atuação, resultando a coleta, preparação e análise de 740 amostras de solo.

A tabela 1 mostra a distribuição dos furos por local, com indicação das profundidades atingidas.

Indicaram-se também os furos realizados nas áreas adjacentes aos focos principais, localizados dentro de um círculo de 50 metros de raio, onde se constataram leve contaminação superficial, da ordem de 0,17 μ Ci/kg.

Alguns furos apresentaram altas atividades tanto na superfície quanto em profundidade, como mostra a tabela 2.

TABELA 2

CONCENTRAÇÕES OBTIDAS EM ALGUNS LOCAIS

DATA	LOCAL	CONCENTRAÇÕES (μ Ci/kg)
15/11/87	Copel (Furo 4)	Superfície = 148,0 0,20m = 3,0
20/11/87	Ferro Velho I (Furo 1)	Superfície = 2,7 0,10m = 0,02
	Ferro Velho I (Furo 9)	Superfície = 202,0 0,50m = 2,2
27/11/87	Casa Edson Fabiano (Furo 1)	Superfície = 1544,0 0,20m = 17,8
02/12/87	Ferro Velho II (Furo 5)	Superfície = 42,0 0,17m = 0,4
08/12/87	Casa do Roberto Santos (Furo 1)	Superfície = 38,2 0,12m = 0,6
	Casa do Roberto Santos (Furo 4)	Superfície = 235,5 0,40m = 5,9

Deve-se ressaltar que a maior ou menor infiltração da água marcada com césio-137, foi decorrente de dois parâmetros principais: o primeiro, do grau de permeabilidade da camada superficial, pois muitos locais eram áreas edificadas; o segundo, da precipitação pluviométrica no período, que foi muito intensa, da ordem de 224 milímetros por mês.

Após as remoções do solo contaminado de cada local, constatou-se que a concentração máxima remanescente foi de 0,41 μ Ci/kg, bem menor do que a concentração permissível que é de 2,0 μ Ci/kg.

Portanto, estimando-se a área contaminada como sendo de 3.300m², a espessura máxima que contém vestígios de césio-137 igual a 0,40m e o peso específico do solo de 1650kg/m³, a atividade remanescente A_r, é dada por:

$$A_r = 1650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3.300\text{m}^2 \cdot 0,40\text{m} \cdot 0,41 \frac{\mu\text{Ci}}{\text{kg}} = 892.980\mu\text{Ci}$$

ou

$$A_r = 0,89\text{Ci}.$$

Essa atividade pode ser considerada muito pequena, da ordem de 0,065% da fonte original, que era de 1375 Curies.

TABELA 1

DISTRIBUIÇÃO DOS FUROS DE AMOSTRAGEM POR LOCAL

CASA DA FOSSA		COPEL		FERRO VELHO I		CASA WAGNER MOTA		FERRO VELHO II		CASA EDSON FABIANO		CASA ROBERTO SANTOS	
Qde.de Furos	Prof. (m)	Qde.de Furos	Prof. (m)	Qde.de Furos	Prof. (m)	Qde.de Furos	Prof. (m)	Qde.de Furos	Prof. (m)	Qde.de Furos	Prof. (m)	Qde.de Furos	Prof. (m)
19	2,0	4	2,0	11	1,0	3	1,0	10	1,0	6	0,5	19	1,0
3	0,5	1	1,0			3	0,3	9	0,3	3	1,0	3	0,5
								8	0,6				
4*	1,0			6*	1,2			4*	1,0			5*	2,0
				3*	0,8								

* Furos efetuados nas adjacências dos focos principais.

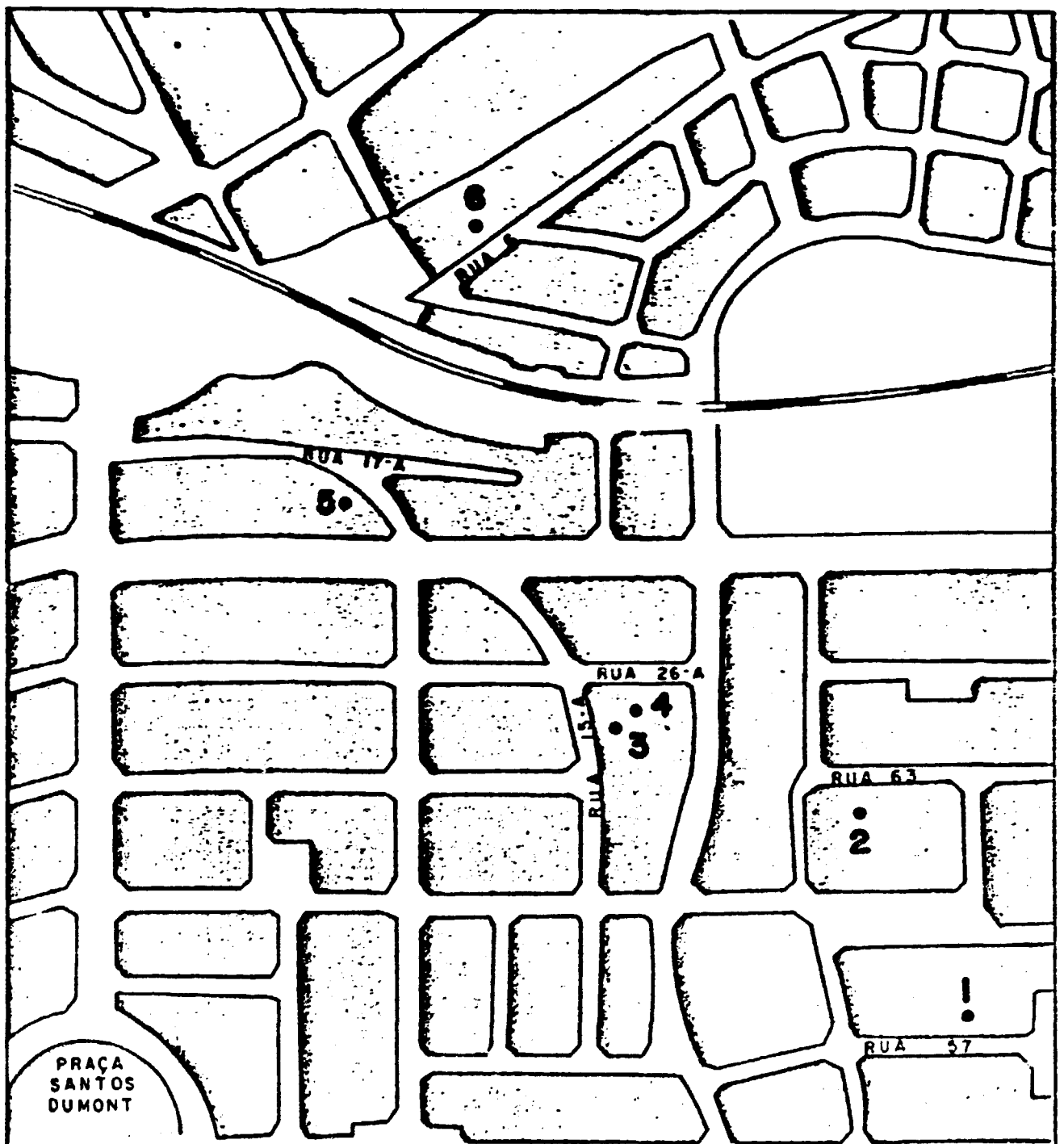


FIGURA 1 - Localização dos focos principais onde foram efetuados os furos de amostragem de solo.