



ANAIS
PROCEEDINGS



Rio de Janeiro, Outubro de 1984

CONTROLE DE CONTAMINAÇÃO POR TRÍTIIO

Yvon Chausson
Max Passos Ferreira

NUCLEBRÁS-CDTN
Belo Horizonte

Sumário

O trítio, ^3H , isótopo radioativo do hidrogênio, vem assumindo uma importância crescente nos programas de energia nuclear e estudos do meio ambiente. A interação de raios cósmicos com constituintes da atmosfera, testes com artefatos nucleares, produtos comerciais e instalações nucleares são as fontes do trítio ambiental. O trítio, como água tritiada ou como gás, pode ser incorporado ao organismo humano através de diversas vias. Torna-se necessário fazer um controle para que se mantenha a concentração de trítio, no meio ambiente, em níveis seguros. São descritos os métodos analíticos utilizados, para a determinação de trítio em urina, por cintilação líquida, e em amostras de água, ar, peixes, contendo baixos teores, através do enriquecimento eletrolítico, seguido de contagem interna de gás em contador proporcional.

Abstract

Over the last years, there has been increased importance of tritium (^3H or T), the radioactive isotope of hydrogen, in the nuclear power programs and environmental studies. Cosmic ray interaction in the atmosphere, nuclear weapons testing, commercial products and nuclear facilities are the sources for environmental tritium. Several routes are available by which tritium as a gas or as tritiated water can reach the body tissues of man. It becomes necessary to constantly control the tritium concentration in the environment. Analytical methods to determine tritium in matrixes such as urine, water, air, fishes by scintillation counting and proportional counting are described.

1. INTRODUÇÃO

O trítio, ^3H ou T, é um isótopo radioativo do hidrogênio, que se desintegra por emissão de partícula beta com meia-vida de 12,4 anos. É produzido naturalmente na atmosfera, pela interação da radiação cósmica com o nitrogênio e o oxigênio [1]. Testes com artefatos nucleares, produtos industriais e instalações nucleares são as outras fontes responsáveis pela disseminação do trítio no meio ambiente (Tabela 1).

Tabela 1. Fontes e Quantidade Estimadas de Trítio no Meio Ambiente [2].

FONTE	QUANTIDADE
Produção natural	4MCi/ano
Explosões nucleares (1945-1975)	1900MCi
Produtos comerciais	1MCi/ano
Indústria nuclear (1990)	4MCi/ano
(2010)	50MCi/ano

Nos reatores de potência a água, o trítio é formado por fissão ternária e, ainda, através da ativação de elementos leves como o boro e o lítio, utilizados, respectivamente, no controle da reatividade e da corrosão [3].

Na forma de água tritiada (HTO) ou gás (HT), o trítio pode penetrar no corpo humano através da pele, pelas vias respiratórias ou por ingestão de água e alimentos. A estrutura química do composto tritiado, no momento da exposição, implica em graus diferentes de toxidez para o organismo. A evidência de problemas desta natureza, levou a International Commission on Radiological Protection-ICRP a estabelecer diferentes valores para a concentração derivada de trabalho no ar: de $2 \times 10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$, para água tritiada, e $5 \times 10^{-1} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$, para trítio elementar [2].

Nas instalações do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear-CDTN, em Belo Horizonte, existem três dispositivos experimentais que podem liberar trítio no ambiente: o reator de pesquisas IPR-R1 (TRIGA MARK-1), um acelerador Sames (gerador de nêutrons de 14 MeV) e a montagem subcrítica a água pesada e urânio natural (CAPITU). A operação de tais dispositivos em condições radiológicas seguras exige portanto um controle sistemático dos níveis de contaminação de trítio no ambiente de trabalho.

A Divisão de Química do CDTN possui laboratório capaz de efetuar a determinação de trítio em diversos tipos de amostras, com sensibilidade e exatidão. Suas atividades foram iniciadas em 1969 com aplicações voltadas para o campo da hidrogeologia.

A medida regular do teor de trítio (e outros nuclídeos ambientais) em águas subterrâneas e fontes permite a obtenção de da-

dos importantes sobre o tempo de escoamento, circulação das águas, idade dos lençóis de água e local de recarga. Estudos deste tipo têm sido efetuados em colaboração com diversas entidades como a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social do Pará (IDESP).

O laboratório vem ainda efetuando análises de trítio para controle de contaminação de pessoal (urina) e controle ambiental (peixes, água e ar).

2. ANÁLISE QUÍMICA

2.1 Amostragem

Para a determinação de trítio na atmosfera, em ambiente confinado, a amostragem é feita com o emprego de um frasco contendo nitrogênio líquido, onde o vapor de água se condensa (Figura 1). O processo de troca isotópica é utilizado na coleta de amostras em locais abertos. Durante um certo tempo, um recipiente aberto, de volume superior a 3 litros, contendo água destilada, é exposto à atmosfera (Figura 2).

Águas de rios e do mar são coletadas com garrafas de Nansen. Nos peixes, a água é extraída por destilações sucessivas.

A coleta de urina para a análise é feita durante e após o período de trabalho. A amostra é coletada em um frasco, e após a oxidação e destilação sob vácuo, uma alíquota é retirada para a determinação de trítio.

2.2 Contagem

As amostras com baixos teores de trítio são submetidas a um processo de enriquecimento eletrolítico, obtendo-se um resíduo contendo de 10 a 15 vezes mais trítio. Através de reações químicas, o trítio incorpora-se ao etano, sendo em seguida efetuada a contagem da amostra de gás por meio de um contador proporcional (Figuras 3 e 4).

Nas amostras com mais de $200\text{pCi}^3\text{H}/\ell$, são adicionados solventes orgânicos específicos e a determinação do teor de trítio é feita em um espectrômetro de cintilação líquida, comparando-se a contagem da amostra com padrões submetidos às mesmas manipulações.

3. CONTROLE DE CONTAMINAÇÃO POR TRÍTIU

3.1 Subcrítica CAPITU

CAPITU é um conjunto subcrítico a óxido de urânio natural, moderado à água pesada. Como fonte de nêutrons, é empregado um acelerador de dêuterons (KAMAN) com alvo de trítio, através da reação $^3\text{H}(d,n)^4\text{He}$.

A água pesada utilizada na CAPITU apresentava, na época da instalação (1973), uma concentração de trítio da ordem de $0,4\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$.

Com a finalidade de se estimar o nível de contaminação do ar

nas instalações da CAPITU, ocasionado quer pelo desprendimento de gás tritiado (T_2 , HT) dos alvos, quer pela liberação de vapor de água tritiada, resultante de perdas de água pesada do sistema, foi efetuada uma série de amostragens da umidade do ar abrangendo os três pisos do laboratório.

As amostras foram analisadas por cintilação líquida, sendo obtido um valor médio de $6 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ de trítio no ar, 1000 vezes inferior à concentração derivada de trabalho no ar.

Durante a troca dos alvos do acelerador KAMAN, foram ainda analisadas amostras de urina dos operadores e constatada a incorporação de trítio. O acompanhamento da incorporação é apresentado na Figura 6.

Embora o nível de contaminação fosse relativamente baixo, evidenciou-se a necessidade da monitoração sistemática, de modo a manter o teor de trítio dentro dos limites de segurança definidos pelas normas de proteção radiológica.

3.2 Controle Ambiental no Sítio de ANGRA I

A pedido de FURNAS-Centrals Elétricas S/A, foi elaborado pelo CDTN um programa de monitoração pré-operacional de trítio para a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto-ANGRA I.

Foram estabelecidos pontos de amostragem compreendendo a área de Itaorna até a Enseada de Bracuí na Bacia do Ribeiro, para a coleta de água de rios, do mar e peixes de vida sedentária.

Durante o período de 1979 a 1983, foram analisadas pelo CDTN 150 amostras, que apresentaram teores de trítio ambiental entre 9 a 77 pCi/l.

4. CONCLUSÃO

O Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear possui laboratório capaz de efetuar análises de trítio em amostras de ar, água, peixes e urina com alta sensibilidade.

A exatidão dos resultados é confirmada pelos programas de intercomparação laboratorial mantidos com a Environmental Protection Agency dos Estados Unidos. Periodicamente, são realizadas análises em amostras de água e urina e os resultados enviados para intercomparação com a instituição americana são plenamente satisfatórios.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CRAIG, Harmond and LAL, Devendra. "The production rate of natural tritium". *Tellus*, 13: 85-105, February 1961.
- [2] ROHWER, P.S. and ETNIER, E.L., "Estimation of dose to man from environmental". In: AMERICAN NUCLEAR SOCIETY NATIONAL TOPICAL MEETING, Dayton, Ohio, April 29 - May 1, 1980. Tritium technology in fission, fusion and isotopic applications. Proceedings... | La Grange Park, Illinois | American Nuclear Society 1980.
- [3] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, Tritium in the environment. Washington, D.C., 1979 (NCRP, 62).

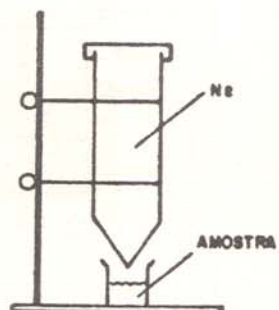


Figura 1-Sistema de coleta de água no laboratório

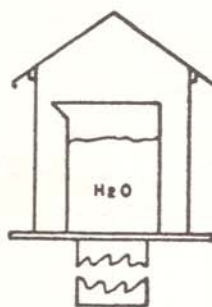


Figura 2-Sistema de coleta de água no campo

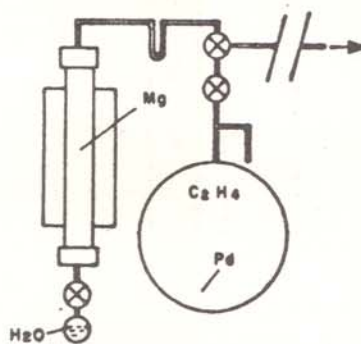


Figura 3-Linha de síntese

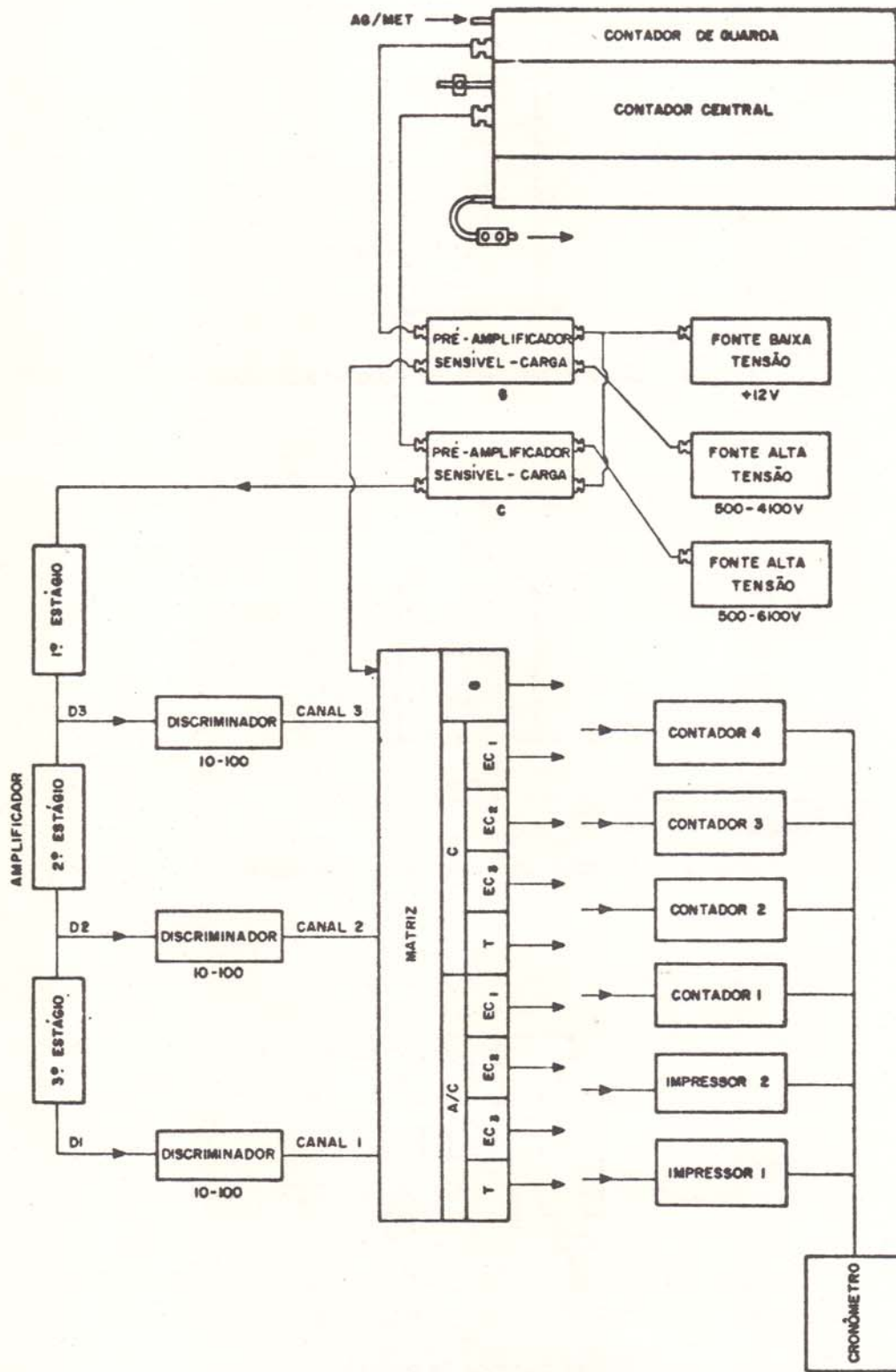


Figura 4 - Diagrama do Circuito Contador Johnston-Sistema Beta Lógico

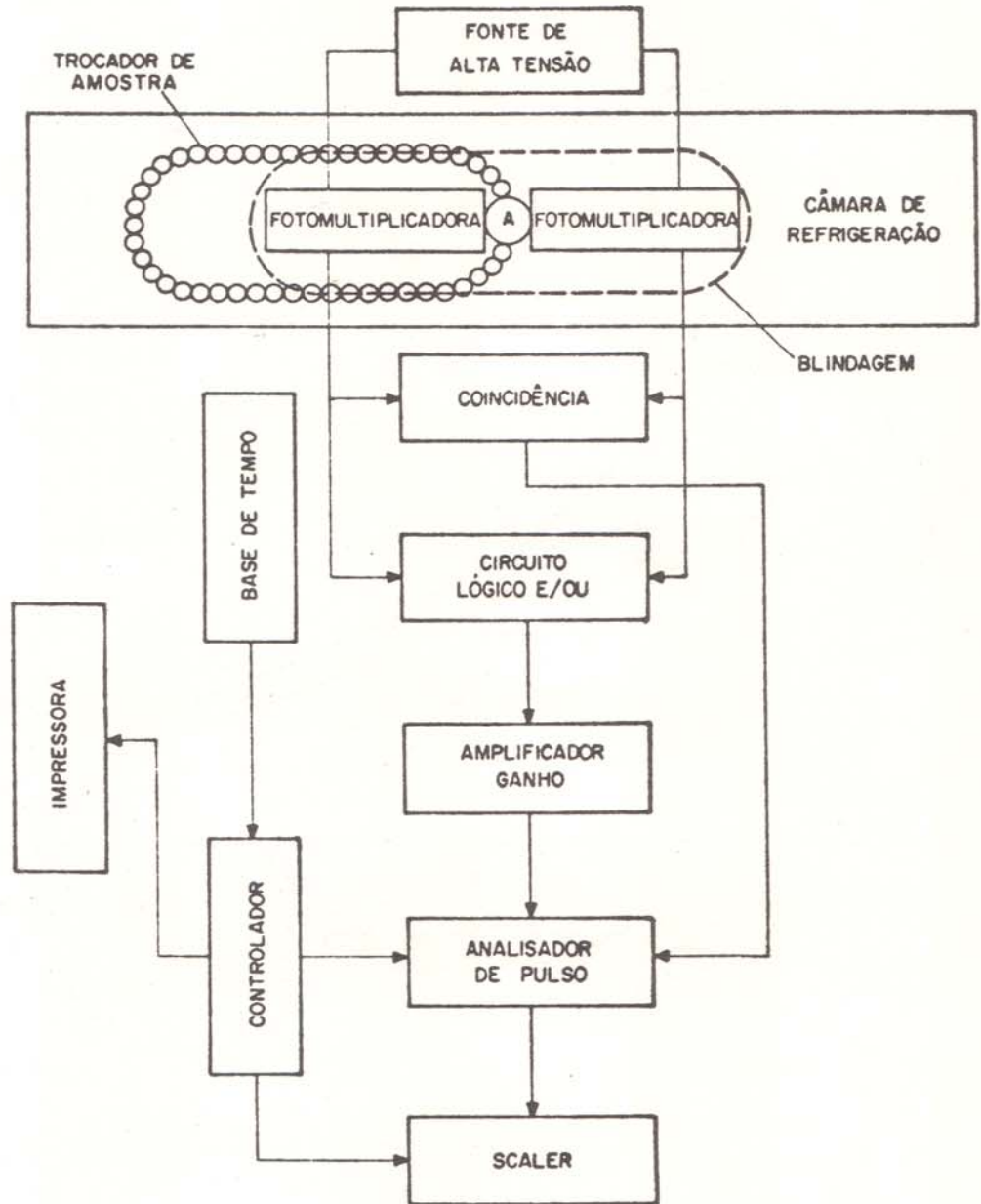


Figura 5-Sistema de Contagem

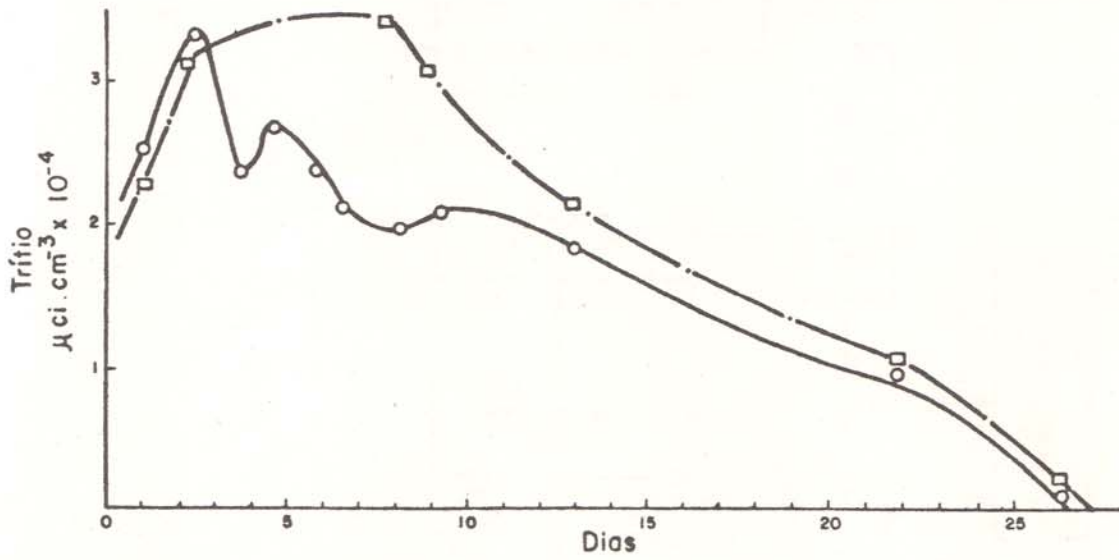


Figura 6-Tritio na Urina