



### 3º Congresso Geral de Energia Nuclear

22 a 27 de abril de 1990

ANAIS - PROCEEDINGS

#### DESENVOLVIMENTO DE CÂMARA DE IONIZAÇÃO GAMA PARA MONITORAÇÃO AMBIENTAL

José Mauro Vieira  
Artur Rodrigues Vieira  
Homero E. Bañados Pérez

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR -SP  
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
Caixa Postal 11049 - Pinheiros  
05508 - São Paulo - BRASIL

#### SUMÁRIO

Como parte do projeto de desenvolvimento de detectores e sensores do IPEN/CNEN-SP este trabalho mostra o projeto e construção de uma câmara de ionização gama para monitoração ambiental, destinada a medição de dose, ou taxa de dose, em um campo de radiação gama e ou beta de alta energia. Descrevem-se os testes funcionais, onde foram obtidas as curvas de saturação e sensibilidade em função da energia, e a partir destes determinaram-se as características operacionais. A ampla faixa de operação linear obtida permite a utilização a partir de 0,5  $\mu\text{Sv/h}$  até 1  $\text{Sv/h}$ , em instalações nucleares com diferentes níveis de radioatividade.

#### ABSTRACT

As part of the project for the development of detectors and sensors at IPEN/CNEN-SP, we present in this work, the development and construction of a gamma ionization detector for environment monitorization. This detector was developed to measure dosis and dosis rate in a field of gamma and beta radiation of high energy. It was determined its functional characteristics and perfomed operational tests. With these determination it was able to make both the saturation and sensibility curves a function of energy. Due to the wide range of linear operation of this detector it is possible to make measurements between 0,5  $\mu\text{Sv/h}$  to 1 $\text{Sv/h}$  in nuclear instalations and environments with different levels of radioactivity.

## INTRODUÇÃO

Dentro do projeto de desenvolvimento de detectores e sensores para radiação executado pelo IPEN/CNEN-SP está a construção de câmaras de ionização para monitoração ambiental. O objetivo deste trabalho foi a construção e caracterização deste tipo de detector.

O princípio de funcionamento deste detector baseia-se na coleta dos pares de íons gerados no gás de enchimento da câmara, como consequência da absorção da energia da radiação nele incidente. No caso da radiação gama, a interação pode se dar, com maior probabilidade, com as paredes do detector através dos efeitos Fotoelétrico e Compton gerando, em consequência, elétrons secundários com energias cinéticas proporcionais à energia da radiação gama absorvida. A ionização produzida, por tais elétrons, no gás de enchimento do detector será proporcional a energia dos mesmos desde que ocorra a sua completa absorção. Quando a diferença de potencial existente entre os eletrodos da câmara é suficientemente elevada para garantir que os fenômenos de recombinação e difusão sejam desprezíveis, a coleta dos pares de íons produzidos gerará uma corrente elétrica em regime de saturação.

Desta forma, tanto no projeto quanto na construção de câmaras de ionização destinadas a detecção de radiação gama e beta, para monitoração ambiental, se faz necessário uma análise detalhada dos materiais a serem utilizados, tais como eletrodos, a natureza e pressão dos gases de enchimento. Isto é feito estabelecendo-se um compromisso entre a linearidade, sensibilidade e tensão de operação da câmara (dentro da faixa de medição desejada) com o ajuste da pressão do gás de enchimento utilizado.

## MATERIAIS E CONSTRUÇÃO

Esse detector foi projetado levando-se em consideração os seguintes requisitos: alta sensibilidade à radiação, linearidade de resposta em toda a faixa de medição e estabilidade de calibração por longo período de uso sob condições normais de operação. Teve-se também a preocupação em se obter um modelo compacto e com tensão de saturação baixa. Desta forma realizou-se o projeto mostrado na figura 1.

As dimensões da câmara, os materiais utilizados, a natureza e pressão do gás de enchimento são as seguintes:

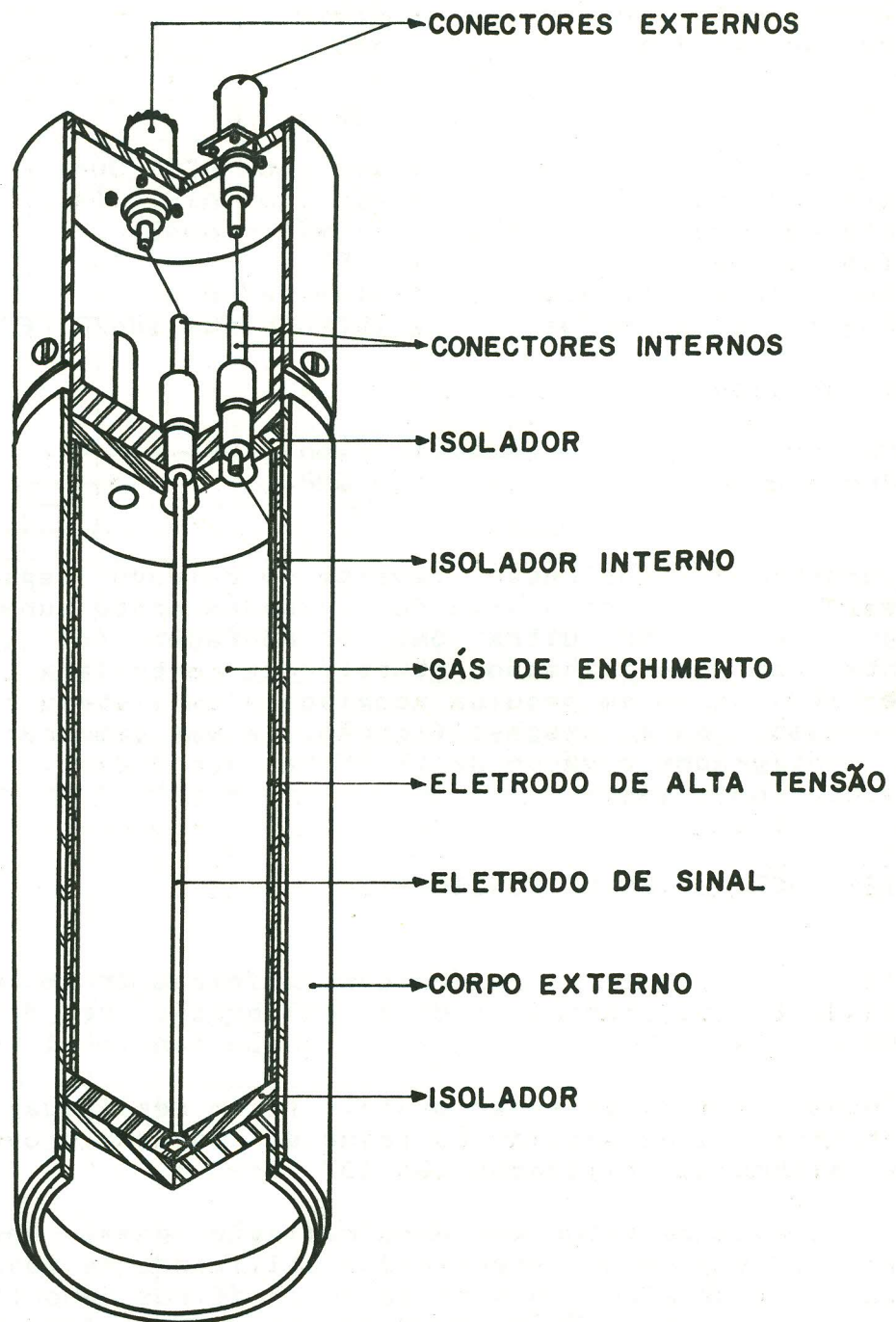


FIGURA.1- DESENHO ESQUEMÁTICO DA CÂMARA DE IONIZAÇÃO PARA MONITORAÇÃO AMBIENTAL

## Dimensional

Diâmetro externo	: 51mm
Comprimento total	: 318mm
Comprimento sensível	: 215mm
Volume sensível	: 326cm

## Materiais

Corpo externo	: aço inox AISI 304
Eletrodo de sinal	: aço inox AISI 304
Eletrodo de alta tensão	: alumínio 6063
Isoladores	: PTFE
Conectores internos	: alumina/Kovar
Conectores externos	: latão niquelado/PTFE

## Gás de Enchimento

Natureza	: argônio UP
Pressão	: 0,5MPa

Durante a construção teve-se um cuidado especial com a limpeza, portanto cada peça foi cuidadosamente submetida a um desengraxamento por ultra-som. A montagem foi executada em ambiente com contaminação atmosférica controlada (sala limpa classe 100) sendo em seguida acoplada a um sistema conjugado de vácuo-pressão para desgaseificação, a uma temperatura de 120 graus centígrados e vácuo de  $1E-05$ mbar por 4 dias, e posterior enchimento com o gás.

## CARACTERIZAÇÃO E TESTES FUNCIONAIS

As características elétricas e físicas foram determinadas utilizando-se os laboratórios de calibração de detectores do NP/IPEN e o laboratório de caracterização funcional do TE/IPEN.

Todas as medidas experimentais foram realizadas com o eixo do detector perpendicular ao feixe de radiação proveniente das fontes calibradas utilizadas (Cs-137, Sr-90).

As curvas de saturação para radiação gama, mostradas nas figuras 2,3 e 4 foram determinadas utilizando-se fonte de césio de 2,26GBq e 37,2TBq. A análise dos gráficos demonstra que para uma tensão de operação de 800V garante-se o funcionamento da câmara na região de saturação dentro de toda a faixa de utilização requerida.

A curva de sensibilidade gama da câmara foi determinada tomando-se a corrente de saturação para cada taxa de dose, como mostra a figura 5. Sua sensibilidade foi obtida por meio de regressão linear destes dados. A sensibilidade beta foi determinada pelo mesmo procedimento anterior.

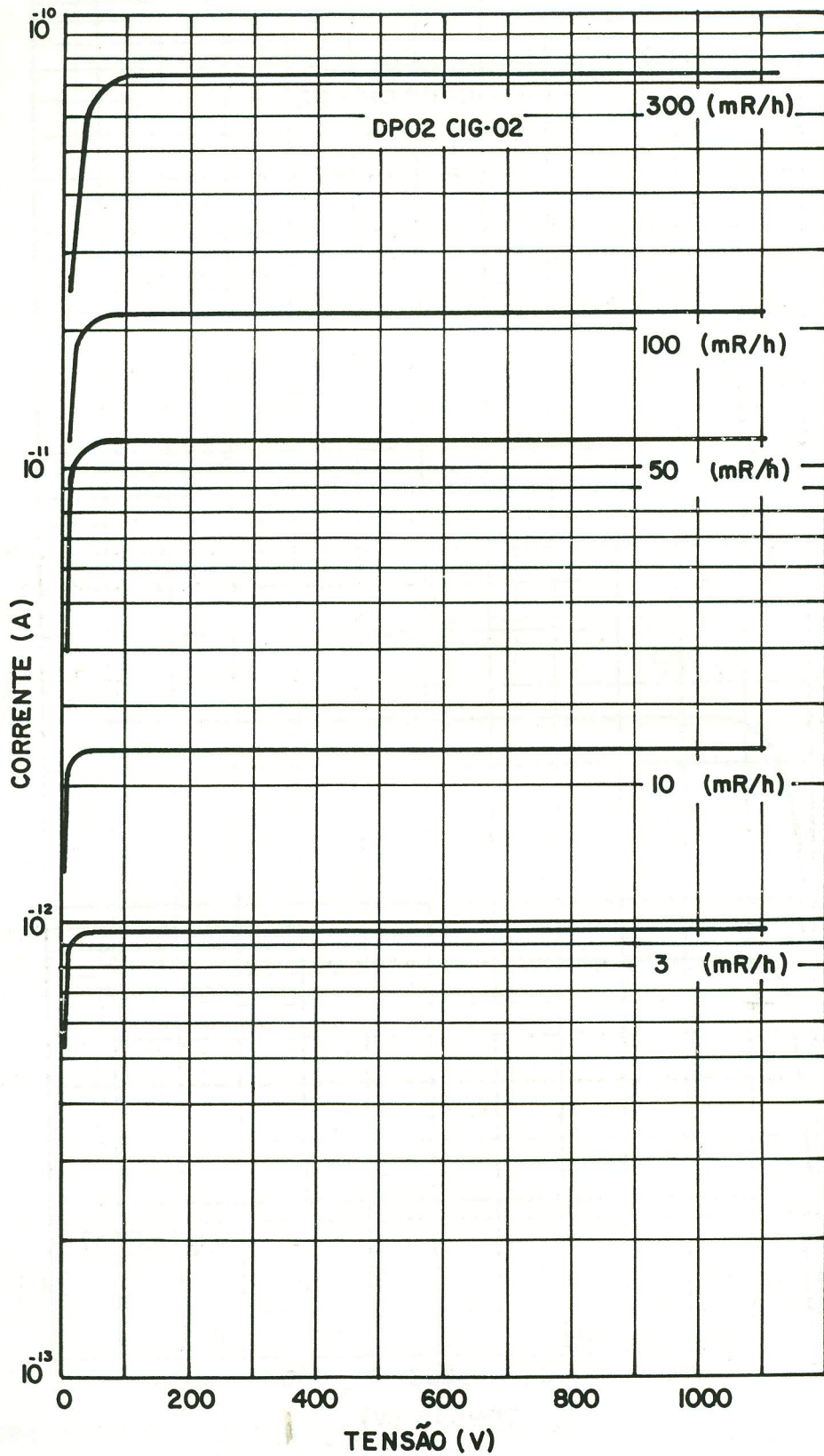
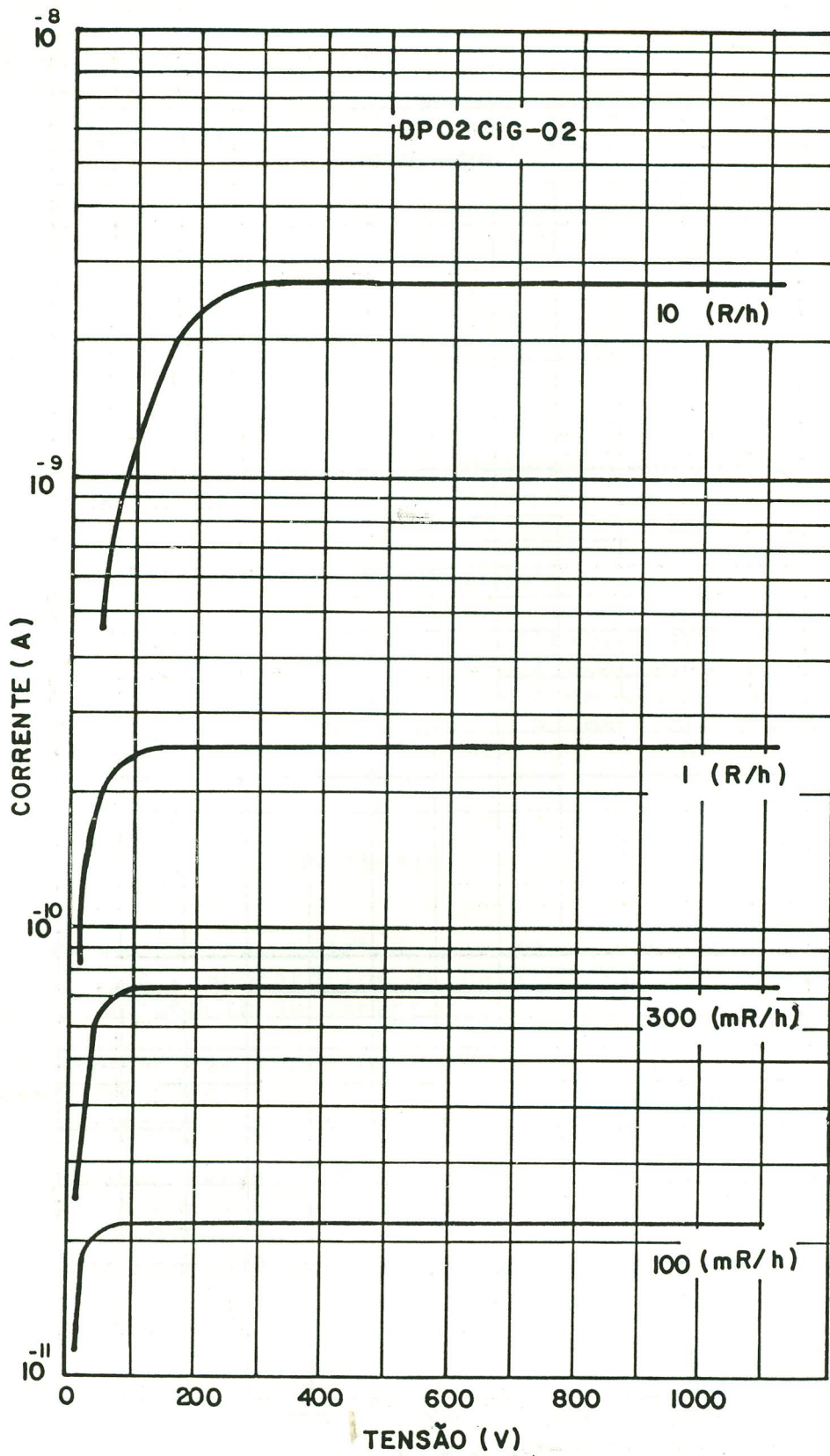


FIGURA-2 CURVA DE SATURAÇÃO PARA RADIAÇÃO GAMA (Cs-137)

FIGURA-3 CURVA DE SATURAÇÃO PARA RADIAÇÃO GAMA ( $Cs-137$ ).

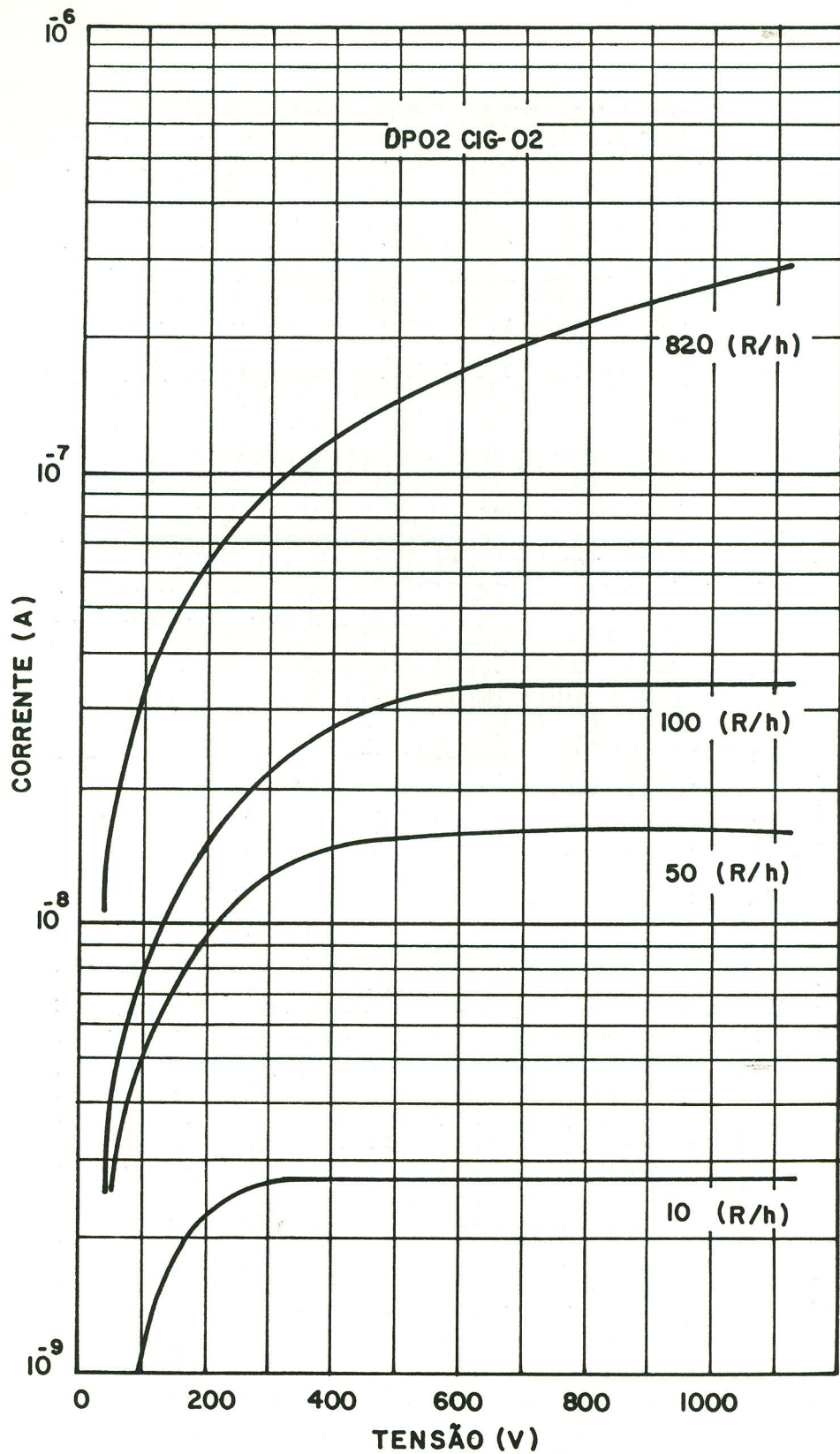


FIGURA 4. CURVA DE SATURAÇÃO PARA RADIAÇÃO GAMA (Cs-137)



*[Faint, illegible text]*

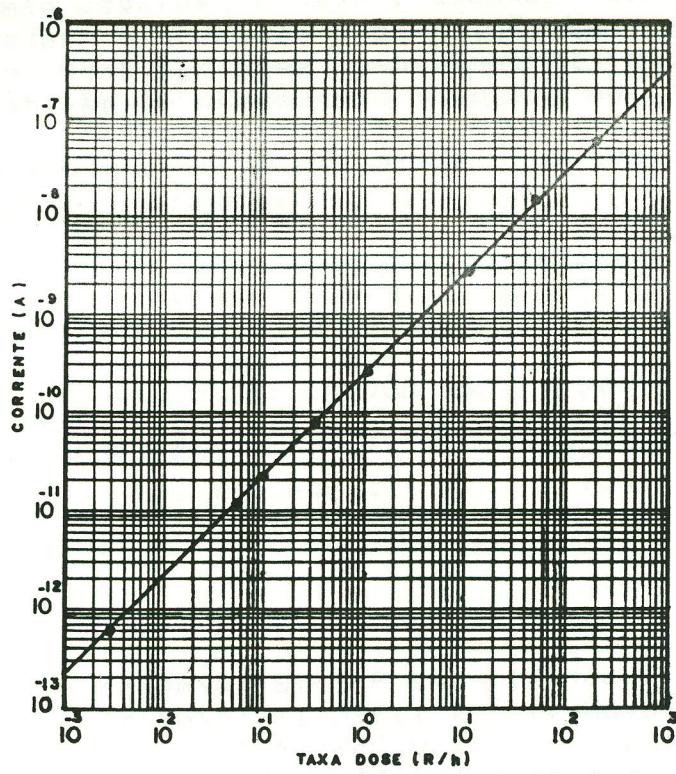


FIGURA 5. CURVA DE SENSIBILIDADE PARA Cs-137

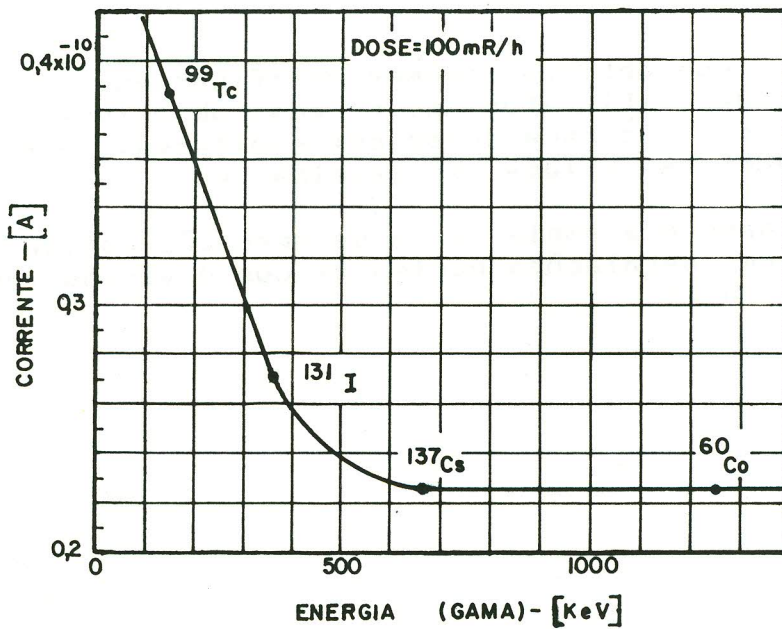


FIGURA 6. CURVA DE CORRELAÇÃO DA RESPOSTA DO DETECTOR EM FUNÇÃO DA ENERGIA DA RADIAÇÃO INCIDENTE

A figura 6 mostra a correlação entre a resposta do detector e a energia da radiação gama incidente no detector.

Para se obter uma resposta linear à radiação gama, dentro de toda a faixa de medição, foi necessário estabelecer um compromisso entre a linearidade, sensibilidade e tensão de saturação da câmara com o ajuste da pressão do gás de enchimento.

As características funcionais são as seguintes:

#### Características Elétricas

Tensão de Polarização : 100V - 1000V  
 Tensão de Operação Típica : 800V  
 Resistência de Isolação entre o eletrodo de sinal e alta tensão (sem polarização) :  $> 1E+14$  Ohm

#### Características Físicas

Sensibilidade Gama (0,66MeV) :  $2,88E-13$  (A/mR/h)  
 Sensibilidade Beta (2,3MeV) :  $1,39E-13$  (A/mR/h)  
 Corrente de Background :  $0,25E-14$  A  
 Faixa de operação linear gama : 0,05 -  $1E+05$  (mR/h)  
 Temperatura máxima admissível : 120 graus centígrados

#### CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos podemos verificar que o detector desenvolvido atende satisfatoriamente aos objetivos propostos para a sua construção. Comparando-se com similares, fabricados no exterior, os parâmetros obtidos são semelhantes.

A sensibilidade e a ampla faixa de operação obtida permite sua utilização em instalações nucleares com diversos graus de radiatividade ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SNELL, A.H. - Nuclear Instruments and Their Uses - New York - National Academy of Sciences 1962.
2. PÉREZ, HOMERO E.B. Especificação Técnica de Sensor: Câmara de Ionização modelo DPO2CIG. Relatório IPEN-TE, set, 1987.
3. CALDAS, L.V.E. Alguns Métodos de Calibração e de Dosimetria da Radiação Beta. São Paulo. 1979 (Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares)
4. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS. Radiation Protection Instrumentation and Its Application . Oct. 1 1971 (ICRU REPORT 20)