

# ESTUDO PARAMÉTRICO DE DETECTORES A GÁS

I. R. Fitas e A. J. Soares

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)  
Caixa Postal: 11049, 05422-970, São Paulo, SP, Brasil  
e-mail: ajsoares@net.ipen.br

## RESUMO

Este trabalho apresenta o resultado de um trabalho experimental realizado com detector do tipo câmara de ionização com o objetivo de determinar a influência de alguns parâmetros físicos na detecção de radiação  $\gamma$ . Para tanto, foram feitos vários experimentos nos quais se levantam as curvas de saturação do detector, mediante a exposição do mesmo a uma fonte de radiação de  $^{60}\text{Co}$ , emissora de partículas  $\gamma$ , variando-se o tipo do gás de enchimento, a pressão interna e o campo elétrico aplicado ao detector. Como gás de enchimento, foram utilizados Ar,  $\text{N}_2$ , Argometa e misturas parciais de  $\text{Ar}+\text{N}_2$ . Os resultados mostram boa linearidade na faixa de pressão investigada, e melhor nível de saturação para o Ar.

## INTRODUÇÃO

Em instalações nucleares, assim como em dosimetria de radiação ionizante  $\gamma$ , em geral são utilizadas câmaras de ionização operando em "modo pulso" ou "modo corrente" de coleta de cargas. No projeto de uma câmara de ionização gama, faz-se necessário que conheçamos algumas características físicas, às quais esta ficará submetida. Ao definirmos o material, a geometria, o gás de enchimento e a pressão interna da câmara, tornamos restrita sua faixa de aplicação em função da energia à qual esta deverá possuir maior sensibilidade e, por conseguinte, demonstrar maior eficiência. [1];[2];[3]

Neste trabalho, foi desenvolvido um detector do tipo câmara de ionização gama operando em "modo corrente" de coleta de cargas CIGEVaP (Câmara de Ionização Gama para Estudos de Variações Paramétricas), com características específicas para permitir variar a pressão e o tipo de gás de enchimento, além da diferença de potencial entre o ânodo e o cátodo.

A eficiência ( $\epsilon$ ) de um detector desse tipo, para fontes radioativas emissoras de partículas  $\gamma$ , pode ser calculada, levando-se em consideração as características citadas acima, quais sejam:

- E = Campo elétrico aplicado
- $\kappa$  = Geometria do detector
- Y = Tipo do gás de enchimento
- P = Pressão interna ao detector

Com o conhecimento sobre o comportamento destes parâmetros, podemos construir detectores para dosimetria aplicáveis a uma faixa maior do espectro de energias, bem como aplicá-los em locais de difícil acesso tornando-os, com instalações apropriadas, adequados à várias condições de aplicações.

## PARTE EXPERIMENTAL

Para a realização do trabalho experimental foi construída uma câmara de ionização esboçada na Fig. 1, com a qual foram obtidas várias curvas de saturação, que nos permitem analisar qualitativamente a influência dos principais parâmetros na eficiência e na faixa de operação do detector.

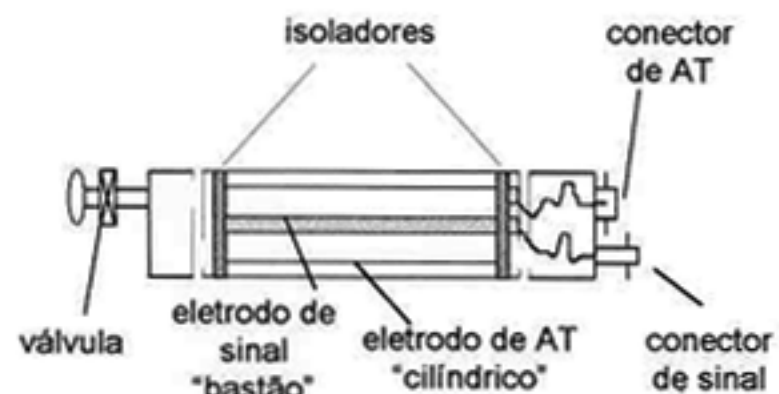


Figura 1. Esboço da CIGEVaP.

Dado um detector cilíndrico com parede externa de aço inoxidável; eletrodo de alta tensão (AT), cilíndrico de alumínio; eletrodo de sinal de aço inoxidável; conectores de alumina estanques à pressão e ao vácuo, e uma válvula de pressão.

As principais características geométricas da câmara são:

- comprimento total:- .....24,0 cm
- diâmetro externo:- .....57,5 cm
- parede (aço inoxidável):- .....0,25 cm
- diâmetro do cátodo:- .....50,0 cm
- parede (alumínio):- .....0,25 cm
- diâmetro do ânodo:- .....0,15 cm
- volume útil:- .....437 cm<sup>3</sup>

Com auxílio de uma "linha de vácuo/pressão" conforme representada na Fig. 2, foram efetuadas as descontaminações e os enchimentos da câmara para exposição desta à fonte de <sup>60</sup>Co emissora de partículas  $\gamma$ . A válvula existente na câmara foi utilizada para variar tanto a mistura gasosa interna ao detector, como a pressão dessa mistura.

**Linha de Descontaminação e Enchimento.** A bancada utilizada para limpeza, descontaminação e enchimento do detector é composta de uma bomba mecânica (para desenvolver o pré-vácuo), uma bomba difusora, tubulações de ligação, válvulas e um manovacuômetro de precisão para o controle da pressão do gás de enchimento como segue na Fig. 2.

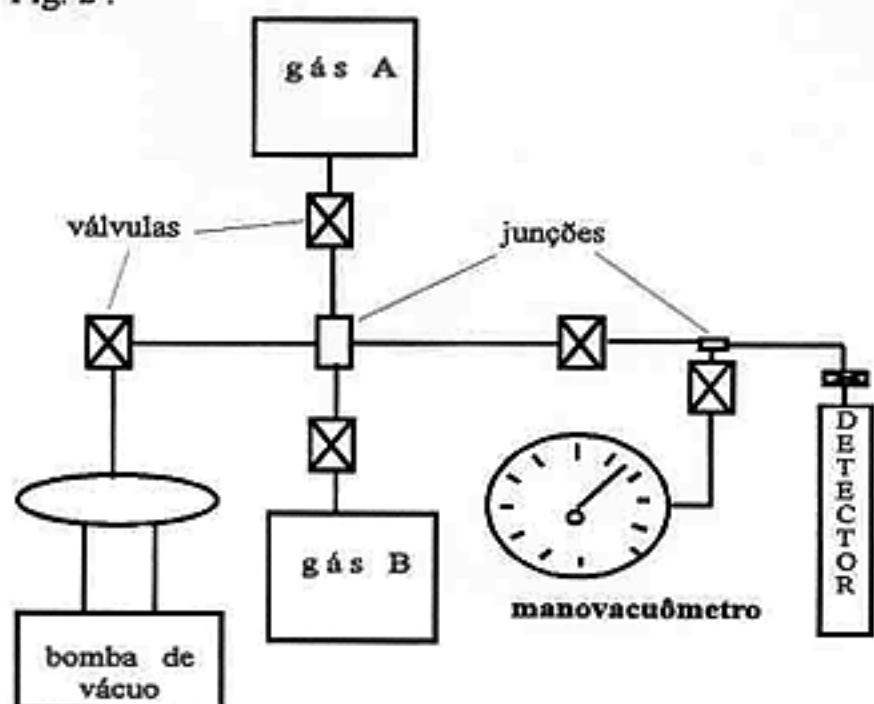


Figura 2. Arranjo Geométrico Utilizado na Descontaminação e no Enchimento do Detector.

Os gases de enchimento e as misturas gasosas escolhidas para os experimentos estão relacionados na Tabela 1. Entre estes gases estão: Argônio, Nitrogênio, Argometa ou P-10 (mistura parcial 90% Ar e 10% N<sub>2</sub>).

Para o Argônio, o Nitrogênio e o Metano utilizaram-se as pressões de 3,0; 2,5; 2,0; 1,5 e 1,0 bar, já para as misturas parciais de Argônio e Nitrogênio utilizou-se a pressão total de 2,5 bar, a qual foi escolhida por representar uma condição satisfatória de utilização da câmara de ionização, principalmente não se aproximando do valor limite de pressão tolerado pela válvula de controle do gás.

De acordo com a geometria escolhida para o arranjo experimental utilizado para a exposição da CIGEVaP à fonte radioativa de <sup>60</sup>Co, a taxa de exposição escolhida foi de 103 Roentgen por hora ou 2,66x10<sup>-2</sup> Coulombs por quilograma por hora [5];[6]. O arranjo experimental utilizado é mostrado na Fig. 3.

TABELA 1. Gases de Enchimento

Tipo de gás	Nomenclatura
Ar	Argônio
N <sub>2</sub>	Nitrogênio
P-10	Argometa
Ar 99,6% + N <sub>2</sub> 0,4%	Argônio + Nitrogênio
Ar 92% + N <sub>2</sub> 8%	Argônio + Nitrogênio
Ar 86% + N <sub>2</sub> 14%	Argônio + Nitrogênio

As Figs. de 4 a 7 apresentam as curvas obtidas da variação da corrente (I) resultante da tensão aplicada (V) para cada uma das pressões e dos gases utilizados [4];[5].

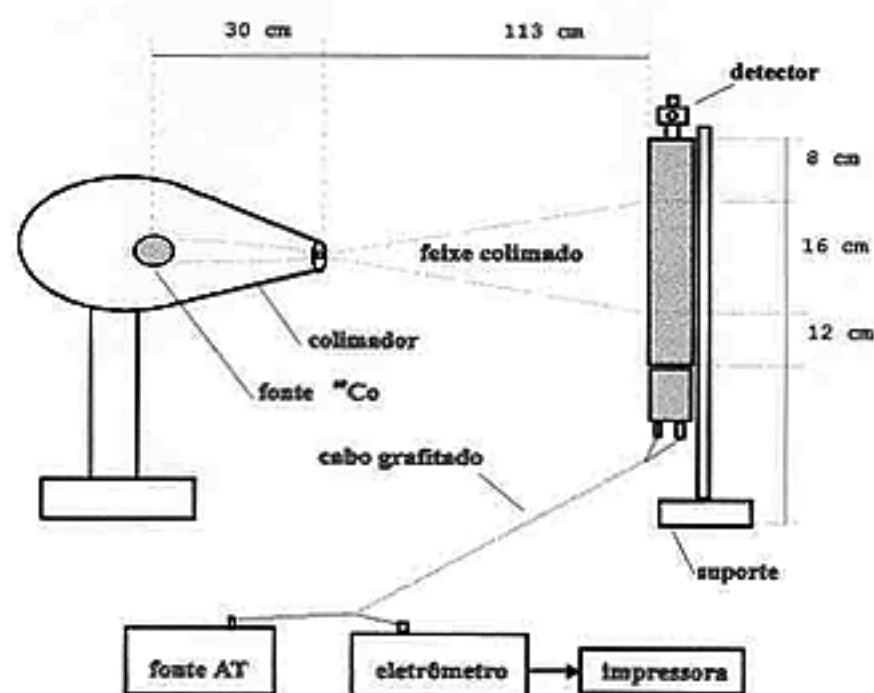


Figura 3. Arranjo Experimental para Exposição do Detector ao Feixe de Partículas  $\gamma$ .

Inicialmente foram realizados os experimentos com gases puros como Ar e N<sub>2</sub>. Em função dos resultados obtidos, vide Figs. 4 e 5, escolhemos a pressão de 2,5 bar para realização dos experimentos em misturas parciais [4], cujos resultados são mostrados na fig. 6

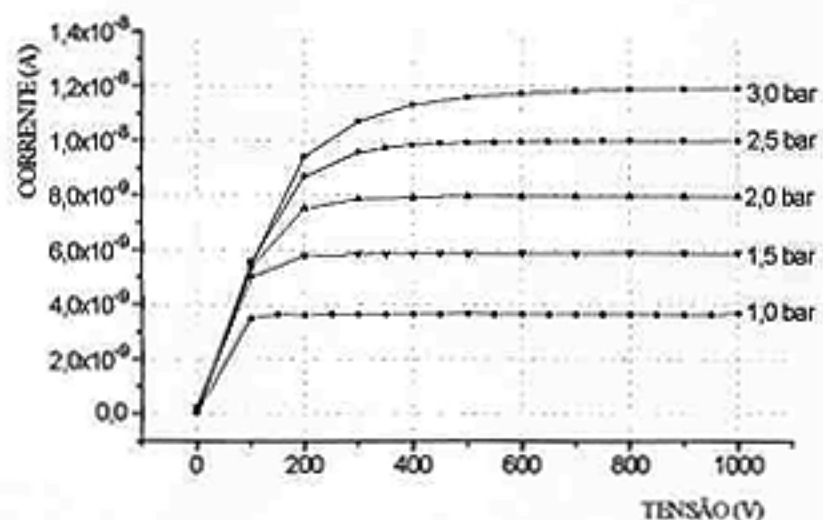


Figura 4. Curvas Características I x V para Argônio como Gás de Enchimento e Fonte <sup>60</sup>Co.

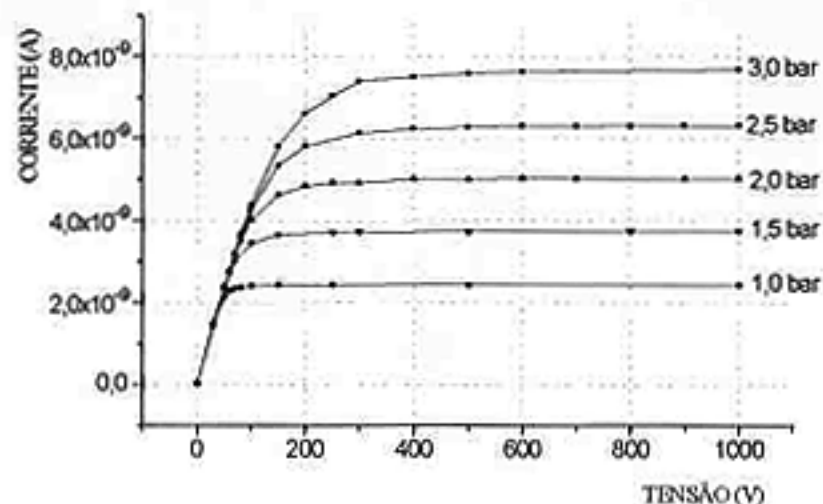


Figura 5. Curvas Características I x V para Nitrogênio como Gás de Enchimento e Fonte <sup>60</sup>Co.

Tendo em vista o uso do gás Argometa (Argônio 90 % e Metano 10 %), resolvemos, também, realizar experimentos com esse gás em várias pressões. O resultado é mostrado na Fig. 7.

Com os dados obtidos das Figs. 4, 5 e 7, pode-se notar uma dependência da corrente formada pelos íons coletados em função da pressão do gás de enchimento [7]. Essa tendência fica melhor caracterizada na Fig. 8.

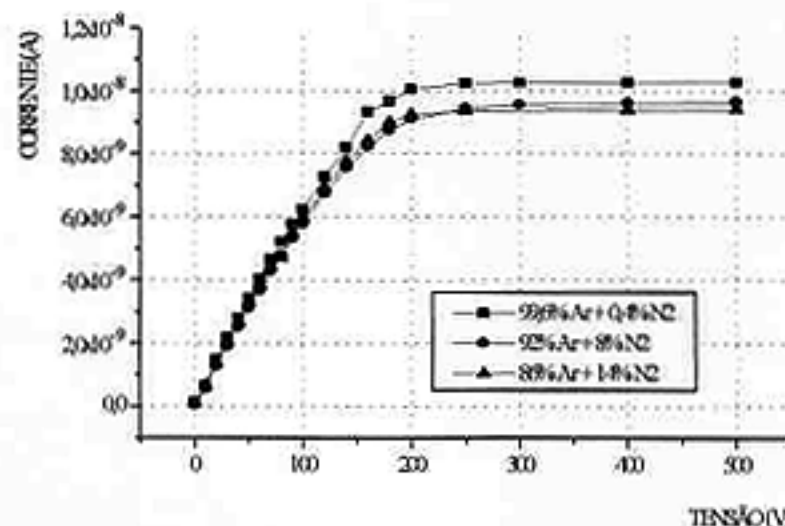


Figura 6. Curvas Características I x V para as Misturas Parciais de Argônio e Nitrogênio e Fonte de <sup>60</sup>Co.

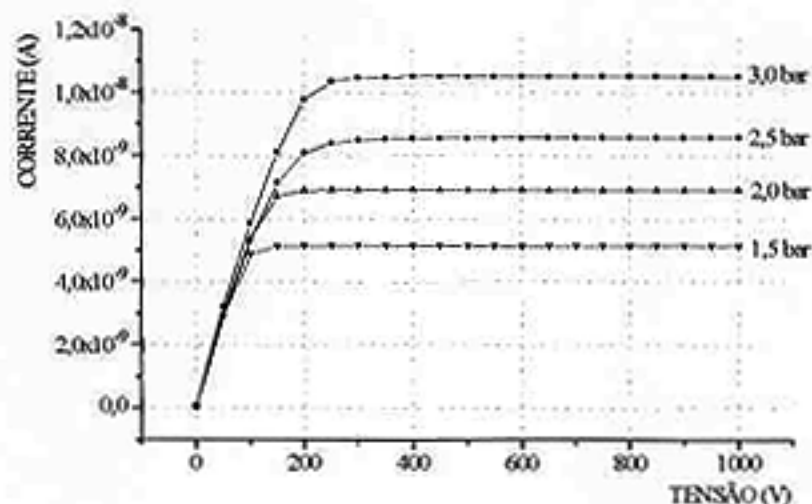


Figura 7. Curvas Características I x V para Argometa como Gás de Enchimento e Fonte de <sup>60</sup>Co

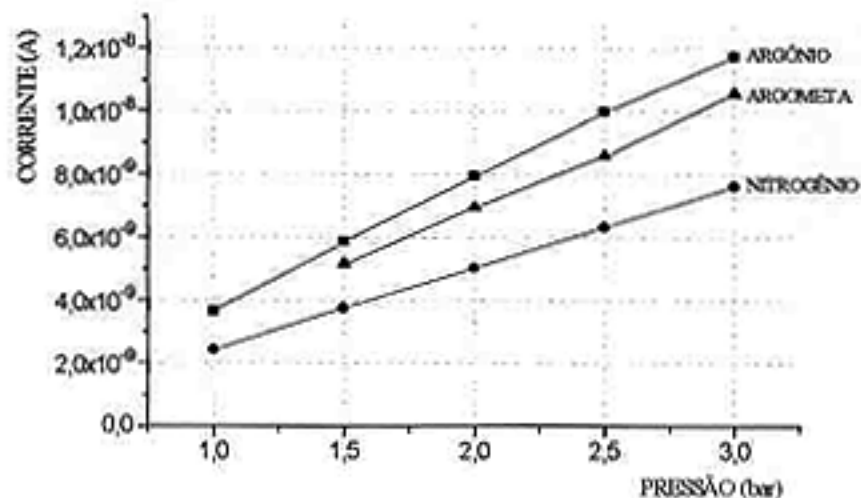


Figura 8. Curvas I x P para a Tensão de 600 V

## DISCUSSÕES

- Notamos que nos trechos iniciais das Curvas Características de cada gás, ou seja, para o Argônio entre 0 e 500 V, para o Nitrogênio entre 0 e 300 V e para o P-10 entre 0 e 200 V, na medida em que aumentamos a diferença de potencial entre ânodo e cátodo da CIGEVaP, ocorre um acréscimo na coleta dos elétrons gerados na ionização, ou seja, na medida que aumentamos o campo elétrico, diminui a quantidade de íons que se recombina, numa razão exponencial. Este decréscimo da recombinação pode estar relacionado com o aumento da velocidade de arraste desses íons em função do campo elétrico aplicado.
- Dentre as curvas de saturação para um mesmo gás (várias pressões), percebe-se uma relação de proporcionalidade entre os níveis de corrente atingidos na saturação e a referida pressão de enchimento, o que mostra que se o detector for caracterizado para ser utilizado na faixa na qual necessitamos sua aplicação, o efeito de recombinação pode ser desconsiderado.
- Para pressões mais baixas, o nível de saturação é atingido com tensões mais baixas, para todos os gases, ainda que as correntes obtidas sejam da ordem de nanoampéres. Dado que a taxa de exposição e a geometria experimental são as mesmas, pode-se deduzir que isto se deve ao fato de que ao utilizarmos menor pressão interna, diminui a densidade específica do gás de enchimento, diminuindo também a probabilidade de ionização das moléculas do gás quando da passagem das partículas  $\gamma$  pelo detector, conseqüentemente menor quantidade de carga é gerada e coletada.

## REFERÊNCIAS

- [1] Warman J. M., **Ionization Recombination**, Chemical Physics Letters, vol 86 pgs 280 - 283 , feb./1982.
- [2] Rossi B. B. & Staub H. H. **Ionization Chambers and Counters**, Mc Graw Hill, 1949.
- [3] Wilkinson D. H., **Ionization Chambers and Counters**, Cambridge University, 1950.
- [4] Faccini U. & Malvicini A., **A-N<sub>2</sub> Filling Make Ion Chambers**, Nuclear Instruments and Methods, vol. 13, pgs 36, 37 n° 4, apr./1955.

[5] Boag J. W., **The Saturation Curve at High Ionization Intensity**, British Journal of Applied Physics, vol. 3, pg. 222, 1952.

[6] Boag J. W., **Ionization Measurements at Very High Intensities**, British Journal of Radiology, vol. 23, pg. 601, 1950.

[7] Boag J. W., **Current Collection and Ionic Recombination in Small Cylindrical Ionization Chambers Exposed to pulse Radiation**, British Journal of Radiology, vol. 53, pg. 471 - 478, 1980.

## ABSTRACT

This paper presents the results of an experiment series, which was developed intending to determine some parameters' influence in the sensibility of an Ionization Chamber applied to  $\gamma$  radiation detection. Saturation curves were plotted showing the results of the experimental exposures of the detector to a  $^{60}\text{Co}$  gamma radiation source.

During these experiments, some parameters were changed and controlled, like: electrical potential, gas filling type and pressure; for what the Argon, Nitrogen, "Argometa" and some partial mixtures of A - N<sub>2</sub> are used like gas filling.