

USO DE UMA CÂMARA DE IONIZAÇÃO DE POÇO PARA MEDIDAS DE ATIVIDADE DE FONTES SÓLIDAS DE ^{192}Ir

J. A. C. Gonçalves^{1,2}, P. R. Pascholati^{1,3}, D. Tridapalli³, M. A. Ridenti³, S. Botelho^{1,2} e C. C. Bueno^{1,2}

¹Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP
Caixa Postal 11049
05508-900 São Paulo, SP, Brasil
josemary@ipen.br

²Depto. de Física, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Rua Marquês de Paranaguá, 111 São Paulo, SP, Brasil

³Laboratório do Acelerador Linear, Instituto de Física, IFUSP
Caixa Postal 66318, 05315-970, São Paulo, SP, Brasil.
pascholati@if.usp.br

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados preliminares relativos ao uso de uma câmara de ionização de geometria cilíndrica, do tipo poço, para o controle de qualidade de medidas relativas de atividade de fontes sólidas de ^{192}Ir de alta atividade empregadas em gamagrafia industrial. Medidas realizadas com fios de ^{192}Ir demonstraram a estabilidade de operação dessa câmara em termos de sua curva característica Corrente $\times$ Tensão e permitiram a verificação de sua linearidade de resposta em função da taxa de irradiação para atividades de até 59,2 MBq (1,6 mCi).

1. INTRODUÇÃO

O laboratório de fontes seladas do Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do IPEN-CNEN/SP produz anualmente cerca de 150 fontes de ^{192}Ir de alta atividade, usadas na indústria em testes não-destrutivos de inspeção de soldas em peças metálicas (gamagrafia). Essas fontes, com atividades que variam entre algumas dezenas de GBq ($\approx$ Ci) e TBq ($\approx$ 100 Ci), são preparadas por meio do encapsulamento em aço inoxidável de pastilhas de ^{192}Ir fornecidas ao IPEN-CNEN/SP pela *Nordion Inc.* Com o objetivo de verificar as informações atestadas pelo fabricante sobre a atividade dessas pastilhas (da ordem de 0,37 TBq $\approx$ 10 Ci) utilizadas na confecção das fontes seladas e proporcionar um meio automatizado de aquisição e análise de dados, foi desenvolvido um sistema controlado via microcomputador e acoplado a uma câmara de ionização de poço construída no CTR especialmente para esse fim. Esse sistema, além de possibilitar a análise estatística dos dados, contribuirá para maior confiabilidade e agilidade no processo de confecção das fontes fornecidas pelo CTR ao mercado nacional.

2. ARRANJO EXPERIMENTAL

A câmara de ionização utilizada neste trabalho possui 8.500 cm^3 e foi preenchida com argônio à pressão de 1 atmosfera. Com a finalidade de facilitar as condições de blindagem de todo conjunto de medida, os testes realizados até o presente, tanto das condições de operação da câmara de ionização quanto da estabilidade do sistema de aquisição e análise de dados, envolveram como fonte radioativa fios de ^{192}Ir (também produzidos no CTR) com valores de atividade de até $59,2 \text{ MBq}$ ($1,6 \text{ mCi}$), posicionados no centro do poço da câmara de ionização.

O protótipo do sistema de aquisição para automatizar a tomada de dados da câmara, mostrado na Fig. 1, foi chamado de Aquisic [1] e utilizou como interface o padrão GPIB (IEEE-488) [2]. Duas fontes de alta tensão estabilizadas foram utilizadas nas medidas: uma *Keithley* 240A, que não possuía saída controladora e outra, *Stanford* PS350, controlada através de uma fonte de tensão de referência dada por um amplificador *Lock-In Stanford* SR510. A medida da corrente proveniente da câmara foi feita através de um eletrômetro *Keithley* 617, que também podia ser controlado via computador por uma placa GPIB.

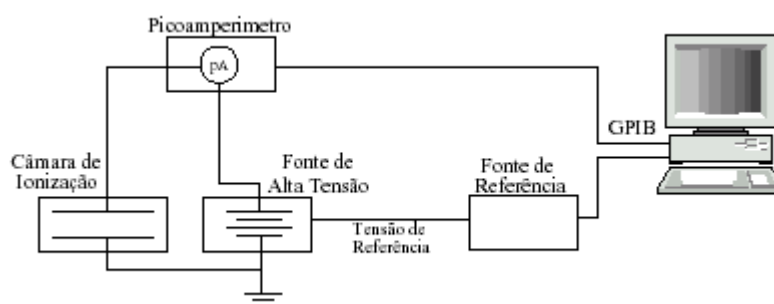


Figura 1. Diagrama do protótipo do sistema de aquisição Aquisic utilizado neste trabalho.

3. RESULTADOS OBTIDOS

A verificação inicial da estabilidade de resposta da câmara de ionização foi feita construindo-se as curvas de patamar de corrente para fios de irídio com atividades variando desde $1,04 \text{ MBq}$ ($28 \mu\text{Ci}$) até $59,2 \text{ MBq}$ ($1,6 \text{ mCi}$). Para tanto, usou-se a fonte de tensão *Keithley* 240A e o eletrômetro, ambos controlados manualmente. Os resultados obtidos, representados na Fig. 2, revelam patamares com extensão de 450V e inclinação desprezível. A partir desses dados foi possível verificar a linearidade da câmara para atividades das amostras até $59,2 \text{ MBq}$ ($1,6 \text{ mCi}$), como apresenta a Fig. 3. Esses resultados indicam que até esse valor a câmara utilizada não apresenta perdas por recombinação ou difusão apreciáveis.

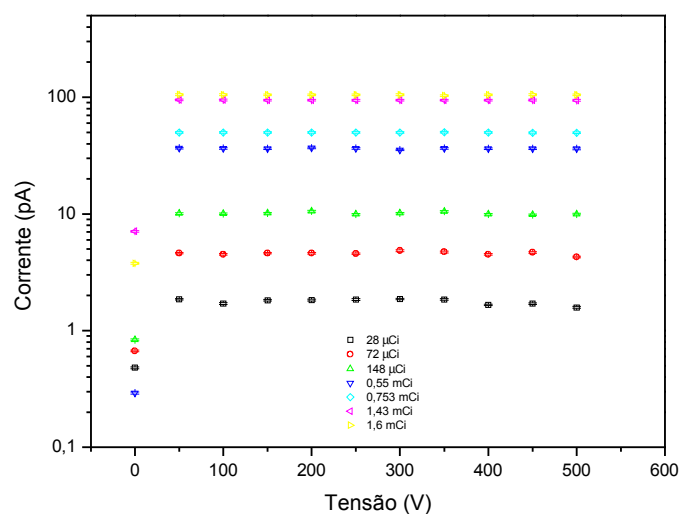


Figura 2. Curvas de corrente $\times$ tensão da câmara de ionização para diferentes taxas de irradiação.

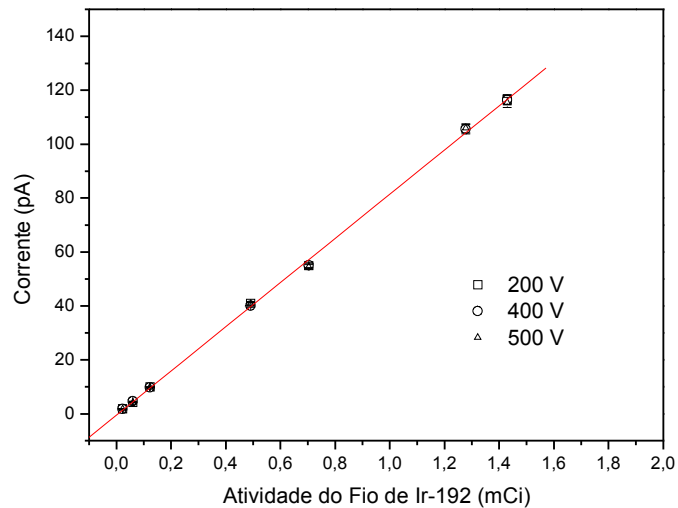


Figura 3. Curva de linearidade da câmara de ionização para tensões de operação de 200 V, 400 V e 500 V.

Posteriormente, verificou-se a estabilidade do programa computacional desenvolvido para controlar remotamente o sistema de aquisição de dados. Medidas de atividade feitas com fios de irídio de um novo lote, com atividades variando de 15 MBq (0,4 mCi) a 64 MBq (1,7 mCi), foram realizadas e estão representadas nas Figs. 4 e 5. Uma comparação entre os dados das Figs. 2 e 4 mostra a mesma tendência para a extensão e inclinação dos patamares. Por

outro lado, uma análise dos coeficientes angulares das retas ajustadas aos dados apresentados nas Figs. 3 e 5, $(0,2141 \pm 0,0019) \text{ aA/Bq}$ $[(7,92 \pm 0,07) \text{ nA/Ci}]$ e $(0,197 \pm 0,008) \text{ aA/Bq}$ $[(7,3 \pm 0,3) \text{ nA/Ci}]$ respectivamente, indica que os mesmos são compatíveis com 95% de probabilidade. O intervalo de tempo entre as medidas feitas com os diferentes lotes de ^{192}Ir e sistemas de aquisição foi de dois anos, o que mostra a reprodutibilidade da câmara de ionização e do sistema de aquisição e análise. Notação $\text{aA} = 10^{-18} \text{ A}$ (Atto = $a = 10^{-18}$).

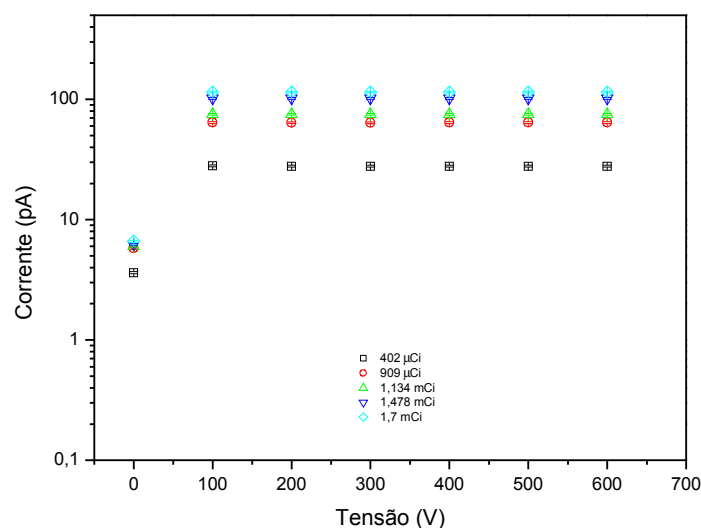


Figura 4. Curvas de corrente $\times$ tensão da câmara de ionização para diferentes taxas de irradiação utilizando o programa Aquisic.

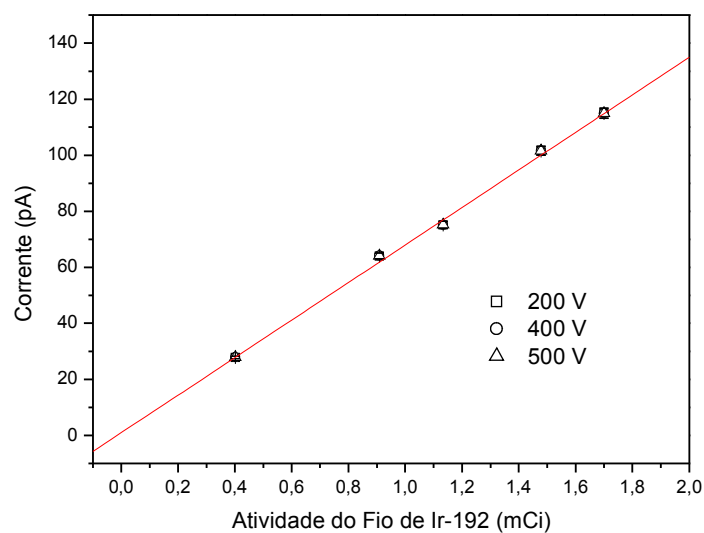


Figura 5. Curva de linearidade da câmara de ionização para tensões de operação de 200 V, 400 V e 500 V utilizando o programa Aquisic.

Atualmente, está em desenvolvimento uma interface gráfica que permitirá controlar remotamente os módulos eletrônicos, bem como um programa computacional para o sistema de aquisição de dados com o armazenamento de resultados em um banco de dados e análise estatística dos resultados, o que deverá tornar esse arranjo mais seguro, eficiente e versátil, sob o ponto de vista de operação do usuário final.

4. CONCLUSÕES

Os testes preliminares permitem concluir que as condições de operação da câmara de ionização empregada em termos dos patamares de corrente observados e de sua linearidade de resposta para diferentes taxas de irradiação são bastante satisfatórias. Por outro lado, o programa computacional desenvolvido para o sistema de aquisição de dados mostrou-se eficiente e estável, reproduzindo os dados obtidos manualmente. Testes mais rigorosos de reprodutibilidade de todo o arranjo experimental, bem como sua utilização para medidas de atividades de até $0,37 \text{ TBq} \approx 10 \text{ Ci}$ estão em andamento.

AGRADECIMENTOS

Ao Engº Wladimir Lepki do CTR pela confecção dos fios de ^{192}Ir utilizados neste trabalho. Ao técnico José Jorge Ambiel do CTR pela confecção dos portas-fios e do suporte da câmara de ionização.

REFERÊNCIAS

1. D. B. Tridapalli, D. B., *Medição de Atividade de Fontes Intensas*, Relatório CNPq/PIBIC período: 08/2003 a 12/2003.
2. E. D. Jones et al., *Catching the right bus: A beginners' guide to programming the IEEE-488 bus*, Computers in Physics 9 (1995).