

# UTILIZAÇÃO DE CINTILADORES PLÁSTICOS EM SISTEMAS DE DETECÇÃO SENSÍVEIS À POSIÇÃO

Marcelo Bernardes Garcia\*, Adalberto José Soares \*, Benedito Dias Baptista Fo.\*

\* Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN / CNEN / SP  
Av. Lineu Prestes 2.242  
05508-900 – Butantã, São Paulo, SP, Brasil

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a viabilidade da utilização de detectores cintiladores plásticos para a determinação da posição de fontes radioativas. Nos experimentos foram utilizadas fontes colimadas de  $^{99m}\text{Tc}$ , de diversas atividades, e para a detecção foi utilizado um detector cintilador plástico com comprimento de 15 cm e 5,08 cm de diâmetro. Os espectros foram obtidos utilizando-se o software Genie2000, e os resultados foram processados utilizando-se uma rede neural especialmente desenvolvida para a aplicação proposta, de determinar a posição da fonte em função do espectro obtido. Os resultados preliminares mostram que, embora a variação no espectro de energia, em função da mudança da posição da fonte, não siga uma exponencial, tal variação permite concluir pela viabilidade da técnica proposta.

Keywords: plastic scintillator, radiation detection, neural networks

## I. INTRODUÇÃO

Trabalhos realizados com detectores do tipo cintilador mostram duas características que permitem o seu uso como detector sensível à posição. A primeira característica é que é possível medir o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) com que a luz produzida no processo de cintilação chega às extremidades opostas do cristal [1,2]. A segunda é que a luz produzida no processo de cintilação é atenuada, segundo uma correlação exponencial, a partir do ponto onde ocorre a cintilação até atingir a extremidade do detector, onde geralmente se localiza uma fotomultiplicadora [3,4,5]. Assim sendo, conceitualmente, se conhecermos a velocidade da luz no cristal, ou a lei de atenuação da luz no mesmo, é possível determinar a posição da cintilação, e conseqüentemente a posição da fonte, assumindo que a mesma incide perpendicularmente no detector. Nesta trabalho, utilizamos a característica de atenuação da luz produzida no cristal cintilador, e através de um processamento apropriado do sinal do espectro obtido na fotomultiplicadora, utilizando uma rede neural devidamente treinada, procuramos demonstrar que é possível determinar a posição da fonte com uma precisão melhor que 0,5 cm. Dentre os diversos tipos de materiais cintiladores utilizados em detecção de radiação, destacam-se os cintiladores inorgânicos [2], e os cintiladores plásticos, produzidos com cintiladores orgânicos

dissolvidos com solventes apropriados e posterior polimerização [6].

São várias as vantagens de se utilizar detectores do tipo cintilador plástico, entre elas citamos o fato de não ser higroscópico, como o cintilador do tipo Iodeto de Sódio (NaI), e a facilidade de ser usinado em qualquer geometria e tamanho, porém a principal é que atualmente, ao contrário dos demais cintiladores, os cintiladores plásticos fazem parte da linha de produção normal do Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN.

Tendo em vista a facilidade de obtenção de detectores do tipo cintilador plástico, o mesmo foi escolhido para a realização desta pesquisa.

## II. ARRANJO EXPERIMENTAL

Para a realização do experimento, foi utilizado um detector do tipo cintilador plástico fornecido pelo Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN, com geometria cilíndrica e comprimento 15 cm por 5,08 cm de diâmetro (duas polegadas). Na montagem do experimento, o detector cintilador plástico (previamente polido, pintado com tinta refletora e vedado com fita isolante) foi acoplado a uma fotomultiplicadora, de onde o sinal foi amplificado e processado, gerando um espectro de contagens, em função da energia do pulso coletado na fotomultiplicadora, para cada posição da fonte em questão. Uma fonte de

alimentação, uma fonte de alta tensão e um multicanal completam o sistema. A Fig. 1 mostra o arranjo experimental utilizado. Como colimador foi utilizado um “castelo” cilíndrico, de chumbo, com um furo de diâmetro igual a 1mm em sua parte inferior.

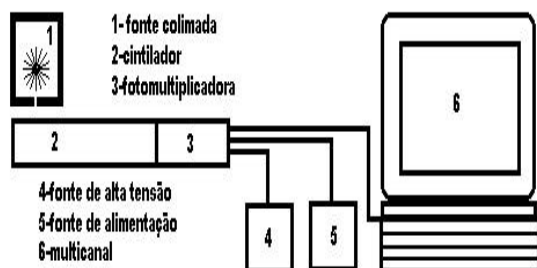


Figura 1 – Arranjo Experimental

Para a realização dos experimentos foram utilizadas fontes radioativas, na forma de solução líquida contendo  $^{99m}\text{Tc}$ , com atividade total entre 1,8 e 7,4 GBq. Todas as fontes foram fornecidas pelo Centro de Radiofarmácia do IPEN. A Fig. 2 mostra um conjunto típico de espectros em função da posição da fonte, para uma fonte com atividade da ordem de 60 mCi. Nessa figura os primeiros 300 canais foram eliminados por terem sido considerados como “faixa de ruído”.

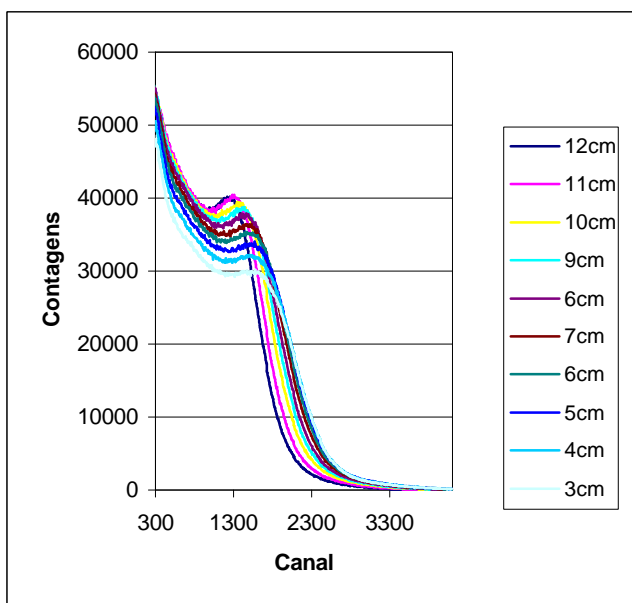


Figura 2 – Espectros obtidos com uma fonte de  $^{99m}\text{Tc}$  em várias posições

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada espectro obtido foi feita uma condensação dos resultados. Para tanto, o espectro foi dividido em 10 intervalos, e somadas as contagens de todos os canais de cada intervalo. Dessa forma obtivemos, para cada espectro obtido, uma tabela com a somatória das contagens de cada intervalo e a posição da fonte. Uma vez feita a condensação, a tabela foi dividida em dois conjuntos para serem utilizados em uma rede neural. O primeiro conjunto, com dados de 6 espectros, foi utilizado para fazer o treinamento da rede, e o segundo, com dados de 4 espectros, foi utilizado como conjunto de testes. A Tabela 1 mostra as posições cujos espectros foram utilizados. Os números entre parêntesis indicam que os dados foram utilizados para treinamento da referida rede, e os demais para teste.

TABELA 1. Dados utilizados

Posição Real (cm)	Resultado da Rede no. 1	Resultado da Rede no. 2
3,00 (1,2)	3,01	3,15
4,00	4,09	3,92
5,00 (1,2)	4,96	4,92
6,00 (1,2)	6,06	5,99
7,00 (1)	7,01	7,02
8,00 (2)	8,18	8,00
9,00 (2)	9,42	8,98
10,00 (1)	10,01	9,59
11,00	11,19	11,21
12,00 (1,2)	12,04	11,95

Para a análise dos dados foram utilizadas duas redes neurais, desenvolvidas por pesquisadores de forma independente. Ambas as redes são do tipo “feedforward” com treinamento utilizando a técnica de “backpropagation”, conforme indicado na Fig. 3.

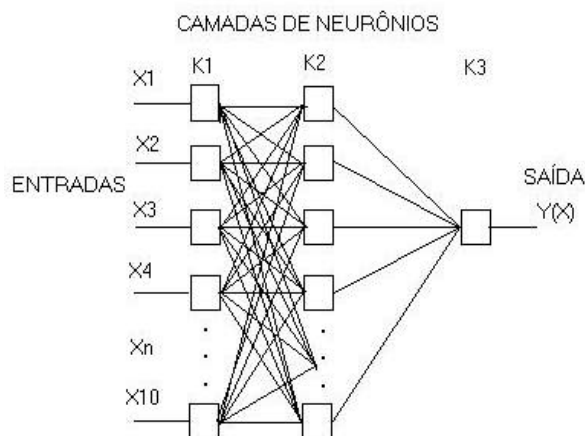


Figura 3 – Estrutura da rede neural

As Figs. 4a e 4b mostram os resultados obtidos com as duas redes.

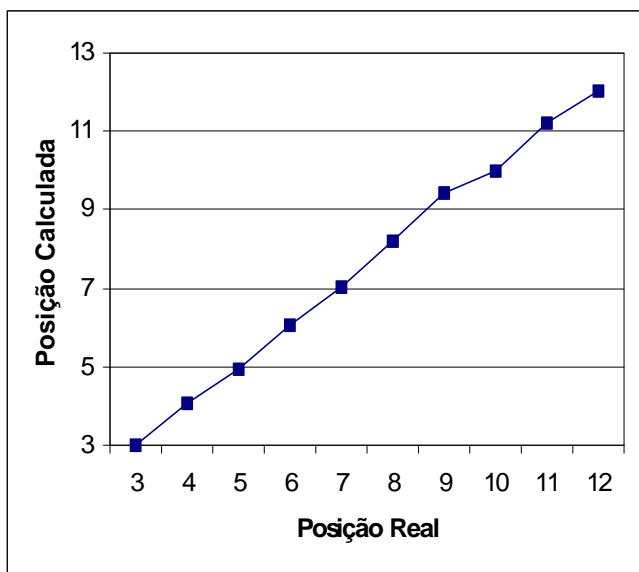


Figura 4a – Resultado para rede no. 1

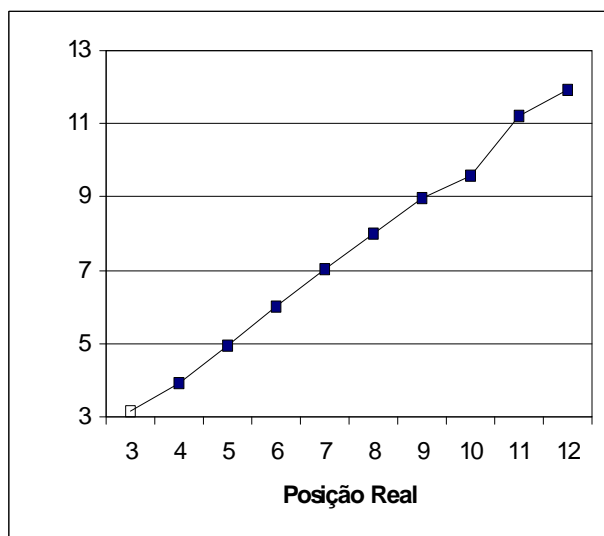


Figura 4b – Resultado para rede no. 2

Observando as Figs. 4a e 4b, fica evidente a aplicabilidade da técnica proposta, de se utilizar um detector do tipo cintilador, e uma rede neural para identificar a posição de uma fonte de radiação.

## IV. CONCLUSÕES

Este trabalho mostra a viabilidade de se utilizar detectores do tipo cintilador plástico, junto com a técnica de processamento de sinais utilizado-se redes neurais, para a determinação da posição de uma fonte radioativa, em relação à uma das extremidades do detector.

## REFERÊNCIAS

- [1] R.Myllyla, H.Heusala e M.Karras – **Gamma Ray Pattern Analysis by Fast Scintillation Timing**- IEEE Transactions on Nuclear Science – V. NS-28 no. 1 – pp167-170 (Feb.1981)
- [2] G.S. Zahn, M.R.Carvalho, S.M.Moghaddam, A.J.Soaes, C.H.Mesquita – **Feasibility Studies for a Position Sensitive Detector Using Plastic Scintillation Detectors**. – Anais do IV –Encontro Nacional de Aplicações Nucleares – 1997
- [3] G.E.Knoll – **Radiation Detection and Measurement** – Second Edition p. 329– John Wiley & Sons - 1989
- [4] J.N.Carter et alii – **A Position Sensitive Detector for a Gamma-Ray Imaging Telescope** – Nuclear Instruments and Methods (1996) 477-482.
- [5] E.Martini, M.M.Hamada, C.H.Mesquita – **Light Attenuation Studies in the Plastic Scintillator Detector** – Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento – Vol. 1 – No. 2 – Agosto 1996.
- [6] M.M. Hamada e C.H. Mesquita – **Preparação de Detectores Plásticos Cintiladores e Caracterização de Parâmetros Físico-Químicos** – Publicação IPEN 216 – Out. 1988.

## ABSTRACT

This paper shows the viability of using a plastic scintillator detector to determine the one dimension position of a radioactive source. The experiments were performed using collimated  $^{99m}\text{Tc}$  sources of several activities supplied by the Centro de Radiofarmácia (from IPEN), and a 15 cm long plastic scintillator with diameter 5,08 cm, produced by the Centro de Tecnologia das Radiações (also from IPEN). The spectrum was obtained using the Genie 2000 software, and the results processed using a neural network specially developed for the proposed application. The final results demonstrate the viability of the proposed application.