

ESTUDO E MONTAGEM DE SISTEMA DE MEDIDAS USANDO RETROESPALHAMENTO DE RADIAÇÃO GAMA.

Tufic Madi Filho^{1,2} e Thais Molina Vieira²

1 - IPEN/CNEN-SP - Divisão de Física de Reatores : tmfilho@net.ipen.br
Cidade Universitária, Travessa R, 400 CEP: 05508-900 – São Paulo - SP - Brasil

2 - Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) tmvieira@net.ipen.br
Av. Dr. Ussiel Cirilo 225 – CEP: 08060-070

RESUMO

Os radioisótopos emissores de radiações eletromagnéticas são usados em medidas industriais, por causa de sua versatilidade de aplicação. Selecionando radiação de diferentes energias pode-se obter radiação que penetrará apenas alguns centímetros de ar ou, penetrará vários centímetros de concreto. O uso do espalhamento compton de raios gama para inspeção de estruturas, é uma técnica de ensaio não destrutivo (END). Pode-se, utilizando essa técnica, monitorar a superfície ou o interior da estrutura pela análise da radiação espalhada. Uma das grandes vantagens desta técnica é poder acessar uma estrutura por apenas um de seus lados, o que a torna bastante prática na análise de materiais para os quais haja impossibilidade de acesso aos dois lados.

Neste trabalho um sistema para medidas de retroespalhamento de radiação gama foi montado, para análise de blocos de concreto. Para esse estudo foi projetado e construído um arranjo com movimento angular contendo uma blindagem para um detector NaI(Tl), um suporte para uma fonte de Cs-137 de aproximadamente 557mCi de atividade, e suporte para os blocos de concreto a serem analisados. Os blocos de concreto para os testes foram preparados com as seguintes características: a) maciços, b) com barra de ferro e c) com conduites.

Keywords: non-destructive analysis, gamma radiation, backscattering.

I. INTRODUÇÃO

Os princípios das medidas não destrutivas empregadas podem ser variados. Eles incluem, por exemplo a transmissão de radiação de alta - energia, a difusão de radiação de alta - energia, a absorção de ressonância de radiação de baixa - energia, e a excitação de raios de X característicos. Uma das vantagens dos métodos que utilizam fontes radioativas é que eles permitem a análise não destrutiva (NDA) e podem ser usados com equipamento para medidas diretas sem a necessidade de extrair amostras do material analisado ou provocar interferências no processo produtivo [1].

Neste trabalho um sistema de medidas usando os princípios de retroespalhamento de radiação gama foi montado, para análise de blocos de concreto. Para esse estudo foi projetado e construído um arranjo com movimento angular contendo uma blindagem para um detector NaI(Tl), um suporte para uma fonte de Cs-137 de aproximadamente 557 mCi de atividade, e suporte para os blocos de concreto a serem analisados, Fig. 1. Os blocos de concreto para os testes foram preparados com as seguintes características: a) maciços, b) com barra de ferro e c) com conduites, Fig. 2.

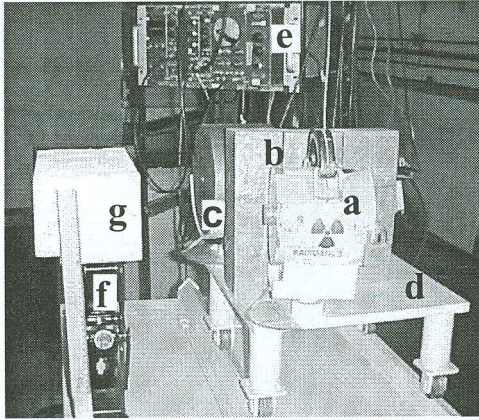


Figura 1 – Sistema para medidas dos blocos de concreto. (a) fonte de ^{137}Cs em blindagem de urânio exaurido, (b) blindagem de chumbo entre o detector e a fonte, (c) detector NaI(Tl) dentro de blindagem de chumbo, (d) mesa para movimentação horizontal, (e) eletrônica associada ao sistema de detecção, (f) suporte para movimentação vertical, (g) bloco de concreto

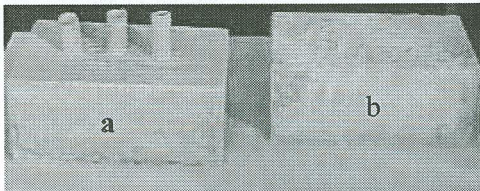


Figura 2 – Amostra dos blocos construídos para análise. a) Com conduites, b) maciço.

Tuzi S. e Sato O [2], afirmam que para a localização de barras em concreto reforçado técnicas como ultra-som ou perda de corrente podem ser utilizadas, mas com elas é difícil a determinação do tamanho e da posição das barras de reforço. Assim a técnica não destrutiva de retroespalhamento gama, que requer medida de apenas um lado pode ser utilizada.

Valente, C.M. e colaboradores [3] utilizaram essa técnica na análise de estrutura de concreto armado, em particular na localização de vergalhões.

Távora, L.M.N. e col [4]., estudaram alternativa de medida unilateral baseado na detecção de fótons de 511 keV resultados da aniquilação de pares (pósitron e elétron) gerados na reação da radiação gama incidente

com elétron do material analisado. Nesse trabalho eles relatam que para a aplicação da técnica de aproximação unilateral é necessário obter informações sobre a estrutura interna do material analisado. Para isso eles avaliaram a resposta ao espalhamento gama de vários materiais, tais como berílio, alumínio, aço, cobre.

Uma observação sobre a energia do fóton incidente é apresentada por Hussein [5], que afirma que o aumento da energia da radiação incidente reduz o efeito da atenuação e do número de eventos de multi-espalhamento, mas pode diminuir a probabilidade de espalhamento dentro do ângulo considerado. Para compensar esse efeito pode-se aumentar a atividade da fonte utilizada ou o tempo de medida, para se ter uma boa estatística de contagem.

O conceito do processo utilizado, está baseado na detecção da radiação retroespalhada de um feixe colimado incidente no objeto em estudo. O sinal refletido provê uma medida da densidade de elétron do material compreendido dentro do volume inspecionado. Consequentemente, o espalhamento Compton possibilita a detecção de defeitos locais e discriminação entre materiais de densidade diferente e composição, como concreto, vazio e aço, com a vantagem da medida poder ser realizada de apenas um lado [5].

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A fonte de radiação usada para as medidas foi uma fonte de ^{137}Cs de aproximadamente 557mCi de atividade. O detector utilizado no sistema de medidas foi um detector NaI(Tl) 3"x 3", acoplado a uma fotomultiplicadora, fornecido pela ORTEC. O esboço do sistema de medidas, detector - eletrônica utilizada é apresentado na Fig. 3. Os equipamentos eletrônicos conectados à fotomultiplicadora são produtos ORTEC. O arranjo mecânico montado consta de um carrinho para movimentação horizontal, uma blindagem de chumbo para o detector, uma blindagem de urânio exaurido para a fonte de ^{137}Cs , uma parede de chumbo separando o detector e a fonte radioativa, um suporte, com movimentação vertical, para os blocos a serem medidos.

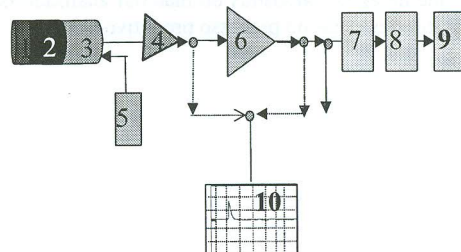


Figura 3 – Esquema do detector e eletrônica associada – (1) Detector, (2) Fotomultiplicadora, (3) Base para fotomultiplicadora modelo 276, (4) preamplificador modelo 113, (5) Fonte de alta tensão modelo 456, (6) Amplificador modelo 571, (7) Monocanal modelo 445, (8) Temporizador modelo 773, (9) Contador modelo 772, (10) Osciloscópio Tektronix TDS 220.

As medidas feitas ao longo dos blocos de concreto, no sentido horizontal para determinação da dimensão do constituinte do bloco de concreto, foram realizadas mantendo-se o detector numa posição a 90° e a fonte radioativa a 45° em relação aos blocos de concreto. As medidas feitas ao longo dos blocos de concreto, no sentido transversal para determinação da espessura do bloco de concreto, foram realizadas mantendo-se o detector numa posição a 90° em relação ao bloco e foi variado o ângulo entre a fonte radioativa e o bloco de concreto. A Fig. 4 apresenta um esboço de como foram realizadas as medidas.

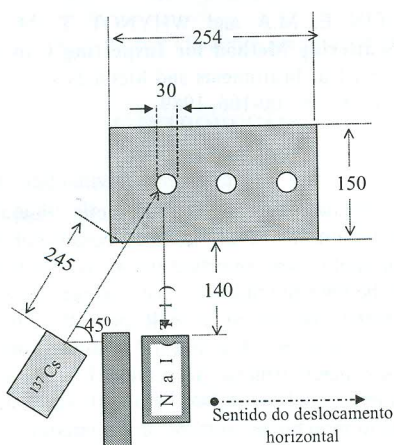


Figura 4 – Esboço do arranjo montado para medidas com posições e dimensões em mm.

III. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A Fig. 5 apresenta o resultado da medida da espessura de um bloco de concreto maciço. Para a realização dessa medida foram variados os ângulos de incidência do feixe da radiação γ .

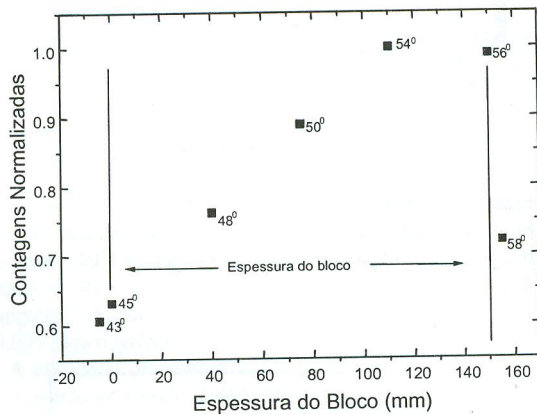


Figura 5 – Medidas para avaliar a espessura do bloco de concreto. O ângulo de incidência do feixe de radiação γ com relação a horizontal é apresentado junto aos pontos.

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam o resultado das medidas feitas ao longo do comprimento do bloco, como é indicado na Figura 4, para determinação do diâmetro da barra de ferro, do vazio produzido pela inserção de conduites e de água, que preencheu o vazio do conduíte.

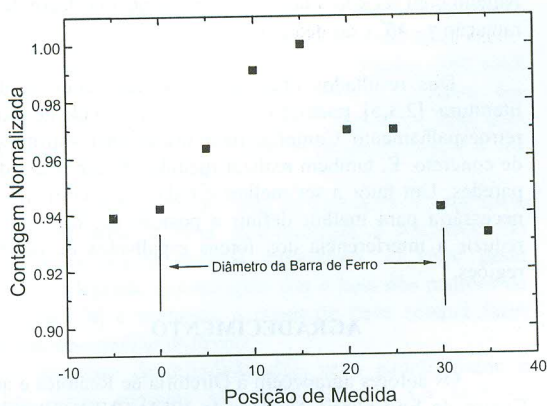


Figura 6 – Medidas para avaliar o diâmetro da barra de ferro. Ângulo com relação a horizontal: incidência do feixe de radiação γ - 45° e do detector - 90° .

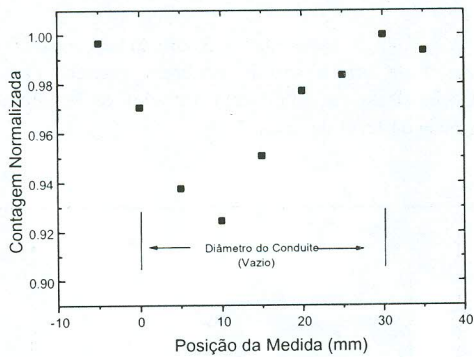


Figura 7 – Medidas para avaliar o diâmetro do vazio produzido pelo condute. Ângulo com relação a horizontal: incidência do feixe de radiação γ - 45° e do detector - 90° .

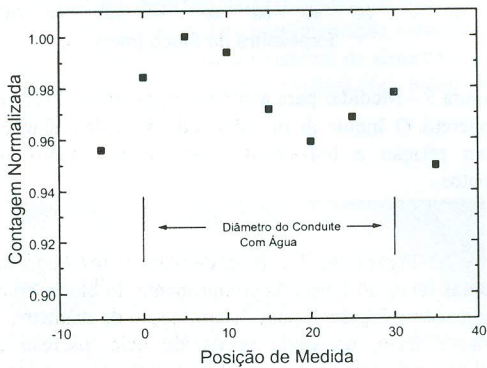


Figura 8 – Medidas para avaliar a resposta do retroespalhamento em água no diâmetro do condute. Ângulo com relação a horizontal: incidência do feixe de radiação γ - 45° e do detector - 90° .

Dos resultados obtidos, comparados com os da literatura [2,3,5], pode-se concluir da viabilidade de usar retroespalhamento Compton para inspecionar estruturas de concreto. E, também realizar medidas de espessura de paredes. Um fator a ser melhor estudado é a colimação, necessária para melhor definir a posição de inspeção e reduzir a interferência dos fótons espalhados de outras regiões.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Diretoria de Reatores e ao Centro de Engenharia Nuclear do IPEN-CNEN/SP pelo uso do laboratório e Experimentação Nuclear, no qual foram realizados os experimentos. À Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1]. ERWALL, L. G., FORSBERG, H. G. AND LJUNGGREN, K. **Industrial Isotope Techniques – Munksgaard**, Copenhagen, Denmark 1964.
- [2]. TUZI, S., SATO, O. **Locating the Positions of Reinforcing Bars in Reinforced Concrete Using Backscattered gamma Rays**. Appl. Radiat. Isot. vol. 41, nº 10/1, p. 1013-1018, 1990.
- [3]. VALENTE, C.M., LOPES, R.T., JESUS, E.F.O E REBELLO, A M. **Aplicação da técnica de Espalhamento Compton para Análise de Concreto**. Anais do II Encontro Nacional de Aplicações Nucleares-1993.
- [4]. TÁVORA, L. M. N., MORGADO, R. E., ESTEP, R. J, RAWOOL-SULLIVAN, M. GILBOY, W. B., MORTON, E. J. **One - Sided Imaging of Large, Dense Objects Using 511 keV Photons from Induced-Pair Production**. IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 45, Nº 3, june 1998.
- [5]. HUSSEIN E. M.A and WHYNOT T. M. **A Compton Scattering Method for Inspecting Concrete Structures**. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, vol. 283, p. 100-106, 1989.

ABSTRACT

The radioisotopes, electromagnetic radiation emitters, are used in industrial measures, because of their versatility of application. Selecting radiation of different energies can be obtained radiation that will penetrate just some centimeters of air or it will penetrate several centimeters in concrete. The use of γ rays Compton scattering for concrete structure inspection, is a technique of non-destructive analysis (NDA). Using this technique, it is possible to monitor the surface or the interior of the structure for the scattering radiation analysis. One of the great advantages of this technique is the possibility to access the structure from only one of its sides, what makes it very practical in the analysis of materials for which there is impossibility of access to the two sides.

In this work a system for measures of backscattering of gamma radiation was set up, for concrete blocks analyzes. For this study an arrangement was projected and built with angular movement containing a shielding for a NaI(Tl) detector, a support for Cs-137 source of approximately 557mCi of activity, and support for the concrete blocks to be analyzed. The concrete blocks for the tests were prepared with the following characteristics: a) massive, b) with a steel bar and c) with tubes.