

# ANÁLISE DE UM FANTOM MULTIFÁSICO USANDO TOMÓGRAFO INDUSTRIAL COMPUTADORIZADO DE TERCEIRA GERAÇÃO DESENVOLVIDO NO IPEN.

Diego Vergaças de Sousa Carvalho, Margarida Mizue Hamada  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

Ao contrário do aspecto padronizado da tomografia computadorizada (TC) para aplicações médicas, os sistemas de tomografia para as aplicações industriais devem ser adaptados a objetos de diferentes tamanhos e geometria, que normalmente contem materiais inflamáveis superaquecidos ou corrosivos, sujeitos a pressão interna alta e condições climáticas variadas. Dessa forma, o desenvolvimento de TC específico é requerido, inibindo sua produção em larga escala. Em adição, os processos industriais envolvem sistemas multifásicos e dinâmicos constituídos de uma mistura de sólidos, líquidos e gases, no qual o TC é uma excelente opção para visualizar a distribuição de fases dentro das colunas industriais [1]. Nos laboratórios do CTR/IPEN foi desenvolvido um tomógrafo de terceira geração para análise de sistemas multifásicos. Nos TC de terceira geração, a fonte radioativa, posicionada diametralmente oposta à um conjunto de detectores, é colimada de forma que o caminho percorrido pelos feixes seja semelhante a um leque. O sistema movimenta-se ao redor do objeto estudado, obtendo-se uma vista particular para uma posição específica do conjunto fonte – detectores [1,2]. Para testar o tomógrafo desenvolvido, um fantom multifásico foi preparado para ser utilizado nos experimentos tomográficos.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é testar o tomógrafo computadorizado (TC) de

terceira geração desenvolvida no CTR, utilizando um fantom multifásico.

## METODOLOGIA

As medidas tomográficas foram realizadas utilizando o TC de terceira geração, constituído de sete detectores de radiação de NaI(Tl) com 5,08 cm de diâmetro envoltos com colimadores de chumbo com 5 mm de janela e uma fonte de radiação gama de  $^{137}\text{Cs}$  (662KeV) com atividade de 3.7 GBq (100 mCi) armazenada dentro de uma blindagem de chumbo e colimada de forma que o caminho percorrido pelos feixes seja semelhante a um leque. Um fantom multifásico de 15 cm de diâmetro foi projetado e preparado de modo a ser capaz de variar a proporções das fases (gás, líquido ou sólido), a fim de validar o TC de terceira geração. O fantom consiste de um sólido de polimetilmetacrilato (PMMA) contendo três orifícios, sendo um preenchido com um tarugo de ferro (Fe), outro com um tarugo de alumínio (Al) e o terceiro com o orifício vazio. Experimentos tomográficos foram realizados com o orifício vazio e preenchido com água para simular fase líquida e de gás.. As imagens foram reconstruídas utilizando a técnica de Minimização Alternativa (MA) e implementada nas plataformas MATLAB e VB.

## RESULTADOS

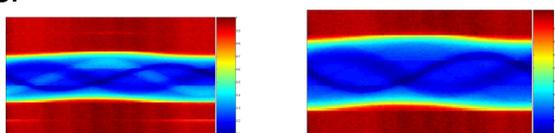
A Figura 1 ilustra o sistema mecânico montado, com o fantom instalado no centro da mesa, adequadamente, para que os feixes da radiação gama atravessem o fantom e alcance o arranjo dos detectores

na forma de leque. Os movimentos de rotação e deslocamento foram devidamente calibrados e aferidos.



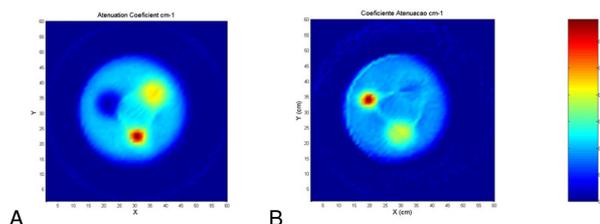
**Figura 1:** foto do TC de 3ª geração com o fonton no centro

A Figura 2 apresenta o sinograma obtido para fantom com o orifício vazio (2A) e preenchido com água (2B). Cada pixel do sinograma representa o valor de transmissão ( $I/I_0$ ) correspondente a uma dada projeção ou posição da fonte radioativa ou angulo da rotação. O sinograma mostrou coloração azul mais escuro para materiais de densidades mais altas.



**Figura 2** – Sinograma do fantom com orifício vazio (A), e preenchido com água (B).

A Figura 3 ilustra a imagem reconstruída do fantom com orifício vazio (3A) e preenchido com água (3B) utilizando o TC de 3ª geração desenvolvido.



**Figura3** – Imagens reconstruídas do fantom com orifício vazio (A) e preenchida com água (B)

Podemos observar nitidamente, as diferenças de cores entre as imagens dos materiais constituintes do fantom que possuem densidades distintas ( $d_{Fe} = 7,9 \text{ g/cm}^3$ ,  $d_{Al} = 2,7 \text{ g/cm}^3$ ,  $d_{ar} = 1,2 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$  e  $d_{PMMA} = 1,2 \text{ g/cm}^3$ ), exceto a diferença entre a água ( $d_{H_2O} = 1,0 \text{ g/cm}^3$ ) e o PMMA. Este resultado pode ser atribuído a pequena diferença de densidade entre os dois materiais, e conseqüentemente, dos coeficientes de atenuação,  $0,09 \text{ cm}^{-1}$  para plástico e  $0,08 \text{ cm}^{-1}$  para a água. Estudos mais detalhados com maiores números de projeções estão sendo realizados para melhorar a qualidade da imagem entre valores de densidades próximos.

## CONCLUSÕES

O sistema tomográfico de terceira geração desenvolvido no IPEN demonstrou ser adequado para sua aplicação na análise de sistemas multifásicos. Foi utilizando um fantom de polimetilmetacrilato constituído de orifícios preenchidos com fases solida, liquida e gás.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CARVALHO, D. V. S; KIRITA, R; MESQUITA, C.H., VASQUEZ S, P.A.; HAMADA M.M. Analysis of a multiphase phantom using industrial computerized tomographic system developed AT IPEN. In: INAC2011 - International Nuclear Atlantic Conference Proceeding. 24- 29 October, 2011, Belo Horizonte (in press).

[2] VASQUEZ, P. Análise de sistemas multifásicos utilizando tomografia computadorizada gama monoenergética e polienergética. 2008 Tese (Doutorado) – IPEN-USP, São Paulo.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq, PIBIC e IAEA