

## CONTROLE DE QUALIDADE DE ACEITAÇÃO DE GAMA CÂMARA

**Cavalcanti, B.B<sup>1</sup>, Lopes Filho, F.J.<sup>2</sup>, Santana, I.E.<sup>3</sup>, Aragão Filho, G. L.<sup>4</sup>, Oliveira, P. R. B.<sup>5</sup>, Mariz, B. M.<sup>6</sup> e Silva, I. C. S.<sup>7</sup>**

- <sup>1</sup> Graduando em Tecnologia em Radiologia,  
<sup>2</sup> Doutor em Tecnologias Energéticas Nucleares  
<sup>3</sup> Mestrando em Tecnologias Energéticas Nucleares  
<sup>4</sup> Graduado em Tecnologia em Radiologia  
<sup>5</sup> Graduando em Tecnologia em Radiologia  
<sup>6</sup> Graduando em Tecnologia em Radiologia  
<sup>7</sup> Graduando em Tecnologia em Radiologia

### RESUMO

A medicina nuclear é uma especialidade médica que utiliza um equipamento chamado de gama câmara, o qual consiste em detectar e mapear a origem dos raios gamas oriundos da administração de radiofármacos no paciente. Para garantir o bom funcionamento do equipamento são realizados controles de qualidade em definidos períodos. Com o equipamento já instalado é fundamental a realização de testes de aceitação do equipamento, verificando assim se todos os parâmetros estão de acordo com o especificado pelo fabricante.

Palavras Chaves: controle de qualidade, gama câmara, medicina nuclear, testes de aceitação

### 1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define medicina nuclear como uma especialidade que se ocupa do diagnóstico, tratamento e investigação médica mediante o uso de radioisótopos como fontes radioativas abertas. Desse modo, a medicina nuclear permite observar o estudo fisiológico dos tecidos de forma não invasiva e indolor, sendo considerado um método de alta sensibilidade e de baixa exposição de radiação ao paciente, além de detectar anormalidades ainda em fase inicial, muito antes do que outros tipos de exames consigam detectá-los [HARVEY & THRALL, 1995]. A sua prática envolve a administração via oral, endovenosa ou inalatória de uma substância radioativa com propriedades de localização específica denominada radiofármaco, que são quantidade de material radioativo associado à químicos [LOPES FILHO, 2007]. Ao sofrer decaimento, essa substância emite radiação gama que atravessa o corpo do paciente até atingir o equipamento utilizado na aquisição das imagens denominado gama câmara ou câmara de cintilação.

A gama câmara é composta por um cristal cintilador de iodeto de sódio dopado com tálio (NaI – Ta), colimadores que são utilizados para definir a direção dos raios gamas detectados, tubo fotomultiplicador (PMT) e computadores para aquisição e tratamento das imagens. Dessa forma, os fótons que passam pelo colimador atingem o cristal gerando luz. Essa luz gera elétrons ao atingir os tubos fotomultiplicadores. Os elétrons são multiplicados no interior desses tubos gerando pulsos elétricos ao final do processo. Esses pulsos são processados por computadores e a imagem é então formada.

---

<sup>1</sup> E-mail do Autor. brunabarroscavalcanti@gmail.com

A qualidade da imagem é imprescindível para a obtenção de um laudo médico fidedigno. Por isso, é importante garantir que todo o processo, desde o preparo do paciente até a aquisição e processamento das imagens, seja realizado dentro dos padrões estabelecidos, pois qualquer falha em uma dessas etapas pode levar a um erro de diagnóstico e possível erro no tratamento. Faz-se necessário então a criação de um programa de controle de qualidade que garanta o padrão das imagens adquiridas, assegurando ao paciente qualidade e segurança ao realizar e receber o diagnóstico do exame. Uma das partes desse programa é assegurar o correto funcionamento da gama câmara bem como as condições das imagens cintilográficas produzidas por meio de testes, esses testes podem ser classificados em testes de aceitação ou testes de rotina. Testes de aceitação são realizados antes da máquina entrar em operação ou depois da realização de qualquer reparo, já os testes de rotina são realizados periodicamente a fim de garantir a qualidade do procedimento ao longo do tempo.

Os testes de aceitação consistem em um conjunto de avaliações de segurança e desempenho inicial seguindo os parâmetros previstos pelo fabricante [CNEN-NE-3.05, 2013] tanto quanto os testes recomendados pela Agência internacional de Energia Atômica (IAEA) e o NEMA (National Equipment Manufacturers Association). É um passo importante para a aquisição de imagens da mais alta qualidade ao longo da vida operacional do equipamento, e deve ser realizada depois que a Gama Câmara está instalada, cuidadosamente ajustada, e antes que os pacientes sejam submetidos ao exame.

O objetivo desse trabalho é mostrar a importância dos controles de qualidade de aceitação para o bom funcionamento do equipamento para que se possa obter imagens de qualidade e evitar erros de diagnóstico.

## 2. METODOLOGIA

Os testes de aceitação foram realizados em uma gama câmara do tipo SPECT (*Single Photon Emission Computed Tomography*) da marca Siemens, modelo Symbia E Dual, recentemente instalada no Centro de Medicina Nuclear de Pernambuco. A mesma é dotada de um sistema de duas cabeças detectoras que podem ser dispostas em ângulos de 76°, 90° ou 180°. Foram realizados 15 testes ao total e os protocolos dos testes estão baseados no TECDOC 6.01 de 1991. Os testes realizados são descritos na tabela abaixo, bem como a metodologia utilizada.

Teste	Metodologia
Inspeção Visual da Integridade Física do Sistema	Verificou-se a visualmente integridade física da gama câmara bem como de seus componentes como: colimadores, telas dos computadores, botões, mostradores, conexões elétricas, fusíveis e cabos.
O Teste de Radiação de Fundo da Sala de Exame	Certificou-se de que a sala estava livre de fontes radioativas, a seguir foi programada a câmara no modo de persistência e avaliou-se a taxa de contagem da sala durante 100 segundos.
Teste de Centralização e Largura da Janela Energética para Cada Radionuclídeo	Utilizou-se fontes pontuais com 35 $\mu\text{Ci}$ de Tc-99m; I-131; Ga-67 e Tl-201. Essas fontes foram posicionadas no porta fonte (figura 1) da máquina, uma de cada vez, e foi verificado a centralização de largura da janela energética para cada uma delas através da análise do espectro no computador de aquisição.
Uniformidade	Segundo o TEC DOC, deve ser utilizada uma fonte de

Intrínseca	Tc-99m com até 0,5 mCi na realização desse teste. Esta foi posicionada a uma distância de aproximadamente cinco vezes o tamanho do detector, porém a tecnologia empregada na câmara em questão exige que a fonte seja posicionada em um porta fonte acoplado a máquina o qual se encontra a aproximadamente 50 cm de distância de cada detector, em seguida o processo de aquisição da imagem foi iniciado até atingir 10 milhões de contagem por segundo (cts)
Uniformidade Extrínseca	Foi utilizado um fantoma planar com fonte de aproximadamente 40 $\mu$ Ci diluído em água, posicionado a 10 cm do detector sobre o colimador, como é utilizado um sistema de detector duplo depois que o detector 1, que está na posição 0°, alcança a condição de parada o sistema se retrai e o detector 2 move-se para a posição 0° e com isso começa a sua aquisição. As imagens do fluxo extrínseco podem ser adquiridas quando atingir 30 milhões/ cts para colimadores de baixa energia e 120 milhões/cts para colimadores de alta energia.
A Uniformidade Intrínseca com Janelas Energéticas Assimétricas	Posicionou-se a fonte com atividade 30 $\mu$ Ci no porta fonte que é localizada entre os dois detectores, a janela de energia foi programada para 10% acima do pico e deslocada em -5%, a imagem é adquirida quando consegue-se atingir 30.000cts. O processo foi repetido com a janela de energia programada 10% para baixo do pico e deslocada em +5%, a imagem também foi adquirida quando a marca de 30.000cts foi atingida.
Velocidade da Mesa de Exames do Equipamento na Varredura de Corpo Total	Colocou-se um fantoma planar, com Tc <sup>99m</sup> diluído em água e atividade de aproximadamente 30 $\mu$ Ci, posicionado sobre o detector para que a imagem fique mais nítida. De acordo com o manual, as velocidades de 15, 20 e 25 cm/min são escolhidas e foram programadas para executar uma de cada vez a aquisição das imagens.
Uniformidade intrínseca para núclídeos diferentes de <sup>99m</sup> Tc	Uma fonte puntiforme com atividade em torno de 0,5 mCi foi colocada no porta fonte da máquina. O detector, sem o colimador, foi alinhado e com isso deu início a aquisição da imagem até se obter de 2x10 <sup>6</sup> cts. O procedimento foi repetido para cada radionuclídeo utilizado no equipamento.
Resolução e Linearidade espacial intrínsecas	Usou-se um fantoma com uma solução de <sup>99m</sup> Tc com uma atividade de aproximadamente 5 mCi, os detectores ficaram em paralelo e o fantoma foi colocado sob o cristal. Na estação de aquisição de imagens foi programado a janela energética para o <sup>99m</sup> Tc e com isso a imagem foi obtida quando a contagem por segundo atingiu 10 <sup>6</sup> .
Resolução e Linearidade espacial planar	Utilizou-se um fantoma com uma solução de <sup>99m</sup> Tc com atividade de 5 mCi. Os detectores ficaram em

extrínsecas	paralelo e o fantoma foi colocado sob a superfície do colimador. Programa-se a janela de energia para o $^{99m}\text{Tc}$ e a imagem foi obtida até se obter $10^6$ contagens por segundo, para cada colimador o procedimento é repetido.
Centro de rotação da câmara SPECT	Uma fonte puntiforme de $^{99m}\text{Tc}$ foi colocada no porta fonte, os detectores foram posicionados paralelamente e a aquisição das imagens foi adquirida em cada posição angular até completar $360^\circ$ .
Sensibilidade Plana ou Tomográfica	Um fantoma planar com solução de $^{99m}\text{Tc}$ com uma atividade de 1 mCi foi colocado sobre um colimador de baixa energia, na estação de aquisição de dados a janela de energia foi ajustada a 20% e a imagem foi obtida quando foi alcançado 10.000 contagens por segundo.
Taxa máxima de contagem	Uma fonte puntiforme de $^{99m}\text{Tc}$ com atividade de $100\mu\text{Ci}$ foi colocada no porta fonte, os detectores são colocados na posição horizontal. A janela energética é ajustada para 20% e com isso a aquisição foi iniciada até a taxa de contagem chegar ao seu máximo.
Teste de tamanho do pixel	Uma fonte puntiforme de $^{99m}\text{Tc}$ foi posicionada ao lado da câmara ao longo do eixo x, aproximadamente 5 cm do campo de visão, e foi realizada uma aquisição estática convencional utilizando uma matriz de $256 \times 256$ garantindo assim que o zoom não estava ativado. Logo em seguida a fonte foi movida mais 5 cm e o procedimento foi repetido.

**Tabela 1. Testes de aceitação realizados**



**Figura 1. Porta fonte**

### 2.1.1. Resultado e Discussão

Os resultados dos controles de qualidade podem ser satisfatórios ou não por isso é necessário que os testes de aceitação sejam realizados logo após a instalação da máquina para assegurar que se algum dano for encontrado o fabricante será notificado ou posteriormente a algum reparo do equipamento, certificando que o mesmo volte a funcionar dentro dos limites pré-

estabelecidos. Vale lembrar que todos os aspectos da sala de exames devem ser analisados, pois deve ser levada em consideração a sensibilidade do cristal da gama câmara, a temperatura e umidade.

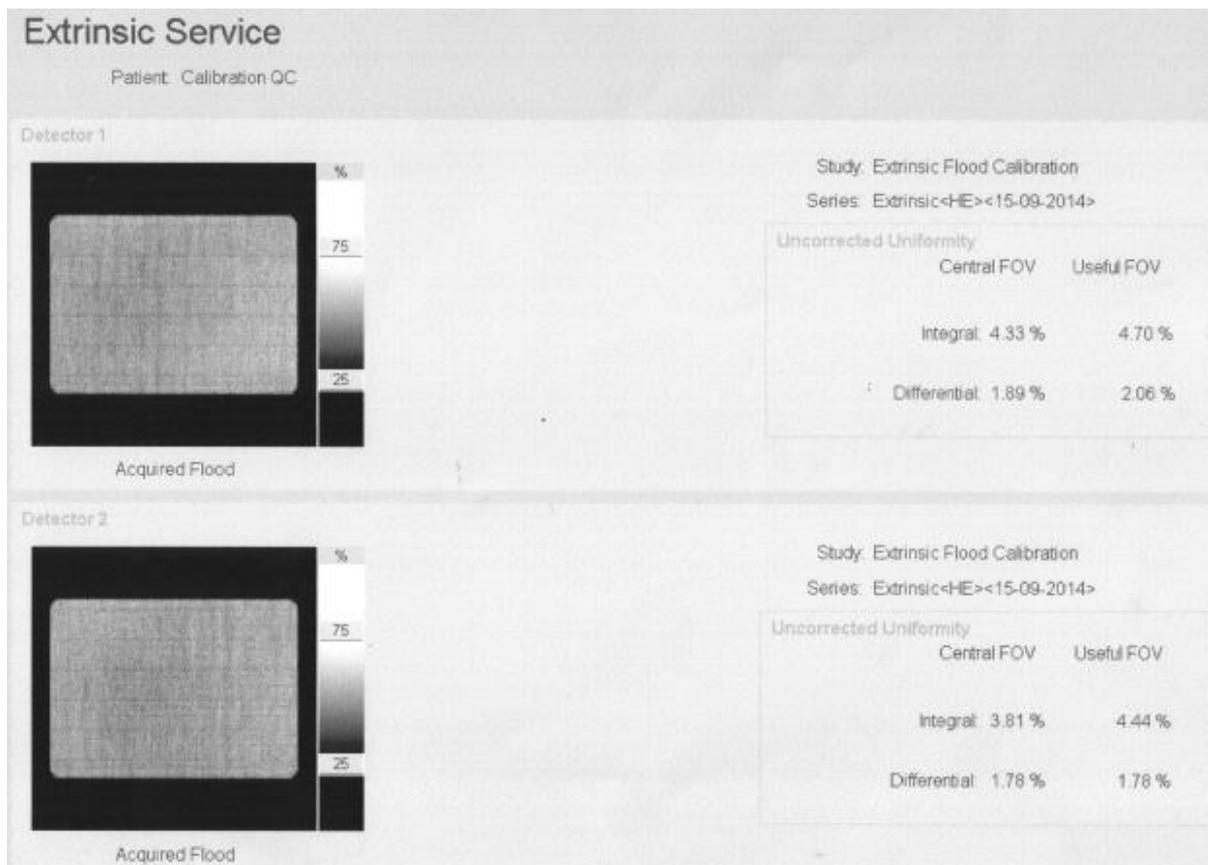
A análise dos testes é feita através da comparação dos valores obtidos como na figura 2 e figura 3 e os valores exigidos no manual do fabricante, que aponta valores máximos para que os testes estejam dentro da regularidade, como mostra a tabela 2.

Uniformidade	Central FOV	Useful FOV
Integrado	5%	6%
Diferencial	2,5%	3%

**Tabela 2. Valores estabelecidos pelo fabricante para Uniformidade**



**Figura 2. Resultado do teste de uniformidade intrínseca.**



**Figura 3. Resultado do teste de uniformidade extrínseca com colimador de alta energia**

Os resultados obtidos em todos os testes efetuados na gama câmara em questão mostram normalidade com os parâmetros pré-estabelecidos no manual do fabricante bem como estão dentro das exigências da Agência Internacional de Energia Atômica e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Dessa forma adequando um parâmetro para comparação com futuros testes de rotina mantendo a satisfatória precisão das informações do equipamento.

### 3. CONCLUSÃO

Após a instalação, e antes de ser colocado em uso clínico, o equipamento de medicina nuclear deve ser submetido aos testes de aceitação, analisando assim o funcionamento do mesmo, além de avaliar a qualidade das imagens cintilográficas produzidas, assegurando assim um desempenho de alta qualidade e boa precisão no resultado do exame. Baseado nos resultados obtidos entende-se que a gama câmara da marca Siemens modelo Symbia E Dual instalada no Centro de Medicinar Nuclear de Pernambuco, está apta para o funcionamento.

### 4. REFERÊNCIAS

1. CNEN-NE-3.05, *Requisito de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear*, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Brasil (2013)

2. HARVEY, A.Z. & THRALL, J.H., *Nuclear Medicine: The requisites*. USA, Mosby – Year book, Inc., 1995. 371p.
3. IAEA - TECDOC Series N° 602 - *Quality Control of Nuclear Medicine Instruments* - IAEA, Viena,(1991) .
4. LOPES FILHO, F. J., *Avaliações Dosimétricas em Pacientes Submetidos à Radioiodoterapia com Base em Fantomas de Voxels e em Imagens de Medicina Nuclear*, Tese de Doutorado, DEN-UFPE, Recife-PE, Brasil (2007).
5. Organização Mundial de Saúde, <http://www.paho.org/bra/> (2014).