

Introdução

As simulações de imagem em Medicina Nuclear são importantes a medida que tanto os processos de emissão da radiação e as suas interações com o corpo humano ou com o cristal detector, quanto o desempenho de novos equipamentos, técnicas de aquisição, e testes de controle de qualidade, podem ser simulados matematicamente usando técnicas de Monte Carlo sem que os equipamentos simulados existam. Neste trabalho, com o uso do software *Simind – Monte Carlo Simulation*, foram simulados alguns dos testes de controle de qualidade exigidos pela RDC-38 (*Instalação e funcionamento de serviços de medicina nuclear “in vivo”*), em vigor desde o início de 2009, os de uniformidade intrínseca, resolução espacial extrínseca, e resolução energética. Foram usados dois tipos de detectores, onde o primeiro foi um detector genérico (pré projetado pelo software *Simind*), e segundo um detector real (E.Cam-Siemens).

Metodologia

Na simulação do teste de uniformidade, foi construída uma fonte pontual de ^{99m}Tc (energia de 140 keV), com atividade de 3 mCi (111 MBq) preenchida de água, a 5 m do detector. Foram realizadas simulações de aquisições com 5, 10, 15, 20, 25, e 50 milhões de fótons emitidos, para que então fossem calculados os coeficientes de uniformidade integral¹ no UFOV e no CFOV das imagens com diferentes números de fótons detectados. Para simular o teste de resolução espacial extrínseca, com a mesma fonte pontual, foram simuladas aquisições com a presença de colimadores de baixa, média e alta energia junto a câmara de cintilação, foram traçados perfis das linhas de pixels centrais das imagens, os quais foram ajustados por curvas normais, para que as resoluções espaciais fossem obtidas a partir da largura a meia altura (FWHM) delas.

No caso da simulação do teste de resolução energética, ainda com a mesma fonte pontual, foi obtido um espectro da mesma, o qual foi ajustado por uma curva normal que forneceu dados de largura a meia altura e energia do fotopico tornando possíveis os cálculos¹.

Resultados e discussão

Nas simulações dos testes de resolução espacial, observou-se que quanto maior o número de fótons detectados, maior era a uniformidade das imagens (Figura 1), e portanto, menor o coeficiente de uniformidade integral tanto para o CFOV, quanto para UFOV (Tabela 1).

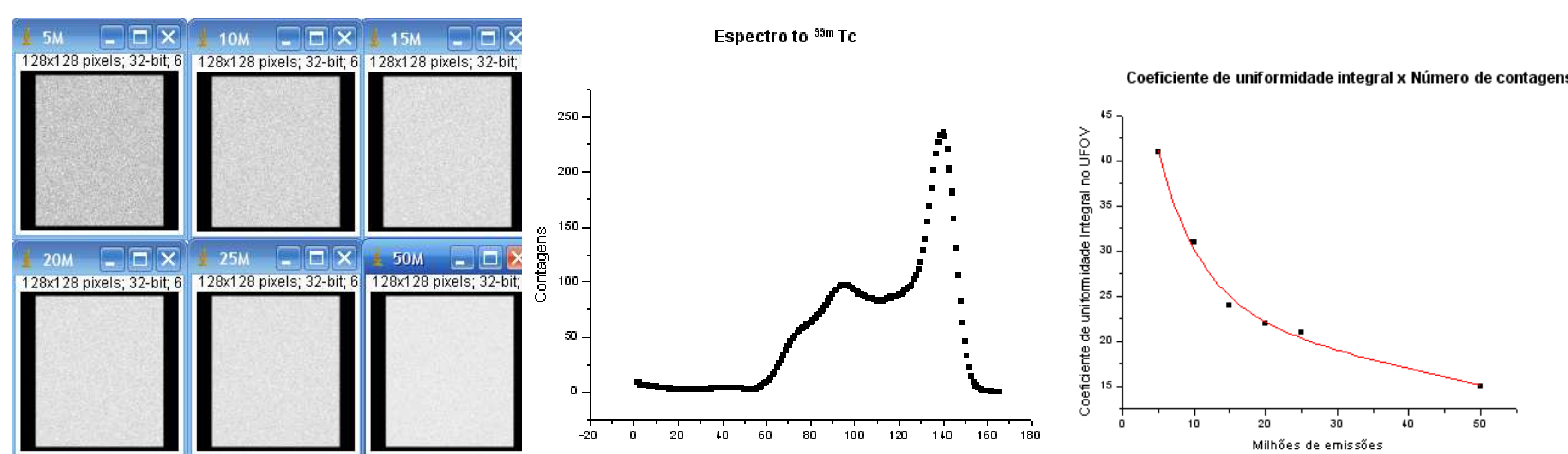


Figura 1 – Imagens obtidas para 5M, 10M, 15M (fileira superior), 20M, 25M e 50M (fileira inferior) de fótons emitidos (esquerda), espectro obtido a partir da imagem com 50M de fótons emitidos (centro), e comportamento do coeficiente de uniformidade intrínseca no UFOV em função do número de fótons detectados com a câmara de cintilação E.Cam-Siemens.

Tabela 1 – Resultados obtidos no cálculo do coeficiente de uniformidade intrínseca.

Número de emissões	Coeficiente de uniformidade (UFOV) (%)		Coeficiente de uniformidade (CFOV) (%)	
	Câmara Genérica	E.Cam-Siemens	Câmara Genérica	E.Cam-Siemens
5M	46	41	42	37
10M	26	31	26	26
15M	25	24	23	24
20M	22	22	19	20
25M	19	21	18	19
50M	14	15	12	14

No caso da resolução espacial extrínseca, observou-se que quanto maior a distância entre a fonte e o detector e a medida em que eram simulados colimadores de maiores energias, maior (pior) a resolução espacial (Tabela 2).

Tabela 2 – Resolução espacial para o sistema E.Cam –Siemens com os colimadores SI-LEAP (Low energy all purpose), SI-LEHR (Low energy high resolution), SI-ME+ (Medium energy), e SI-HE (High energy).

Distância fonte-detector (cm)	Resolução espacial (mm)			
	SI-LEAP	SI-LEHR	SI-ME+	SI-HE
0	0,48	0,61	0,58	0,62
5	0,62	0,63	0,72	0,79
10	0,92	0,63	0,89	1,06
15	0,98	0,91	1,1	1,33
20	1,22	1,02	1,34	1,66
50	2,78	2,18	2,9	3,22

A partir do espectro obtido na simulação (Figura 1), a resolução energética da câmara de cintilação para o ^{99m}Tc foi de 8,1%, ou seja, são considerados para compor as imagens fótons com energias entre 127,8 keV, e 152,2 keV.

Conclusão

Os testes de controle de qualidade realizados para familiarização com o *simind*, os quais foram feitos com uma câmara de cintilação genérica, forneceram dados bastante parecidos com dados obtidos em aquisições reais¹, e revelaram o potencial desta ferramenta (*Simind*), para realizar simulações das mais diversas câmaras de cintilação, de maneira relativamente simples e rápida.

Nos testes de controle de qualidade realizados utilizando como parâmetros de simulação a câmara de cintilação E.Cam-Siemens, primeiramente foi observado a facilidade tanto na inserção dos parâmetros de simulação, quanto na análise dos dados obtidos. O coeficiente de uniformidade integral intrínseco desta câmara de cintilação, diminui à medida que o número de emissões é aumentado, e através de análise quantitativa, foi observado que esta queda se dá segundo uma exponencial de segunda ordem (figura 1). Quanto a resolução espacial extrínseca, foi possível observar através de análise quantitativa que para qualquer colimador, a resolução espacial aumenta (piora) à medida que cresce a distância entre a fonte e o detector, mas o mais importante em relação a este teste, é o fato de a resolução espacial ter sido menor para os colimadores de baixa, intermediária para o de média, e maior para o de alta energia, o que já era esperado devido à energia de emissão simulada ter sido baixa (140 keV).

Referências Bibliográficas

[1] Cherry SR, Sorenson JA E Phelps ME. *Physics in Nuclear Medicine*. 2005 – 3ª edição. Ed. Saunders.