

Aceitabilidade de um futuro banco de objetos simuladores para controle de qualidade em medicina nuclear*

Acceptability of a future phantoms bank for quality control in nuclear medicine

Fernanda Carla Lima Ferreira¹, Divanizia do Nascimento Souza²

Resumo **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi verificar a aceitabilidade para a implantação no Brasil de um banco de objetos simuladores nacional, ou bancos regionais, para uso compartilhado desses objetos em atividades de controle de qualidade nos serviços de medicina nuclear. **Materiais e Métodos:** Foram analisadas as respostas dadas em um questionário que foi enviado a supervisores de radioproteção e físicos médicos de serviços de medicina nuclear do Brasil. Inicialmente, o questionário foi validado por profissionais da cidade de Aracaju, SE, que está localizada no Nordeste. De acordo com as regiões geográficas brasileiras, fizeram parte da amostra investigada: o Nordeste, com respostas de profissionais de 13 serviços de medicina nuclear; o Norte, com 2 profissionais; o Sul, com 7 profissionais; o Sudeste, com 43 profissionais; e o Centro-Oeste, com 2 profissionais. **Resultados:** Segundo os dados analisados, 82% dos entrevistados consideram que a implantação de um banco de simuladores seria uma alternativa apropriada para o aprimoramento do controle de qualidade em medicina nuclear. O interesse em compartilhar com o banco foi de 87%. **Conclusão:** Os resultados mostraram que há motivação para o compartilhamento de objetos simuladores, ou seja, para o uso desses objetos de forma socializada. **Unitermos:** Medicina nuclear; Controle de qualidade; Objeto simulador.

Abstract **Objective:** The present study was aimed at determining the acceptability of a national or regional phantoms bank to be deployed in Brazil for shared use in quality control activities by nuclear medicine centers. **Materials and Methods:** The authors analyzed the answers to a questionnaire applied to medical physicists and radioprotection supervisors in Brazilian nuclear medicine centers. Initially, the questionnaire was validated by professionals in the city of Aracaju, SE, which is located in the Northeast region. The present study sample was geographically distributed as follows: the Northeast region, with answers from 13 professionals of nuclear medicine centers; the North region, with 2 professionals; the South region, with 7 professionals; the Southeast region, with 43 professionals; and the Midwest region, with 2 professionals. **Results:** According to the data analyzed, 82% of the respondents consider that the implementation of a phantoms bank would be a suitable alternative for improving nuclear medicine quality control. The interest in sharing the bank was reported by 87% of the respondents. **Conclusion:** The present study demonstrated the motivation for a shared use of a future phantoms bank. **Keywords:** Nuclear medicine; Quality control; Phantom.

Ferreira FCL, Souza DN. Aceitabilidade de um futuro banco de objetos simuladores para controle de qualidade em medicina nuclear. Radiol Bras. 2011 Mar/Abr;44(2):104–108.

INTRODUÇÃO

Os objetos simuladores, também denominados fantasmas, são empregados em medicina nuclear para avaliação de desem-

penho de sistemas de colimação de câmaras de cintilação, na calibração desses equipamentos, na análise de parâmetros de reconstrução de imagens e de capacidade de detectabilidade de lesões, na definição do volume sensível e de outras propriedades ou características desses sistemas. Nessa área, entre os objetos simuladores mais empregados estão: os simuladores de barras tipo quadrante; os de homogeneidade, como os do tipo Jaszczak, que possuem artefatos de diferentes dimensões para simulação da absorção de radiofármacos e permitem avaliar de maneira separada várias condições tomográficas dos sistemas de imagens de medicina nuclear^(1,2); o fan-

toma Rollo, que é empregado para a verificação de contraste e resolução espacial; os simuladores de cérebro, como o Hoffman 3-D Brain Phantom; os simuladores cardíacos e o de tireoide⁽³⁾.

Certos objetos simuladores podem funcionar também como dosímetros quando portam materiais como detectores termoluminescentes ou géis poliméricos especiais⁽⁴⁻⁹⁾. Alguns desses objetos, como os do tipo Jaszczak, por exemplo, são eficientes para o uso em procedimentos de controle de qualidade de sistemas de tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT) e de tomografia por emissão de pósitron (PET)^(2,6).

* Trabalho realizado no Departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.

1. Mestre em Ciências na Área de Física da Matéria Condensada, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.

2. Doutora em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Professora do Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.

Endereço para correspondência: Fernanda Carla Lima Ferreira / Divanizia do Nascimento Souza, Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/nº, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, Brasil, 49100-000. E-mail: fernacarlaluan@gmail.com

Recebido para publicação em 16/1/2010. Aceito, após revisão, em 14/1/2011.

Embora diversos objetos simuladores já sejam disponibilizados comercialmente, novos modelos estão sendo desenvolvidos para atender casos específicos ou para aprimoramento dos processos de controle de qualidade de equipamentos para medicina nuclear⁽¹⁰⁻¹³⁾. Por exemplo, em 2008, a partir da constatação de que os protocolos de estudo da função tireoidiana tenderiam a mudar graças à disponibilidade de iodo-123, que é um isótopo que possibilita melhoria na qualidade de imagem e na agilidade dos resultados dos exames cintilográficos da tireoide, Andrade et al.⁽¹⁰⁾ desenvolveram um objeto simulador de tireoide para validação da implantação do uso de iodo-123 na determinação da capacidade de captação de iodo pela glândula tireoide. No trabalho, a preocupação dos pesquisadores era a de eliminar as possíveis fontes de erros decorrentes da adaptação do protocolo de uso do iodo-131 para o uso do radioisótopo iodo-123.

Debrun et al.⁽¹⁴⁾ e Lee et al.⁽¹⁵⁾ são também autores que desenvolveram pesquisas com objetos simuladores para o controle de qualidade em medicina nuclear. Debrun et al.⁽¹⁴⁾ utilizaram como referência um objeto simulador dinâmico cardíaco na comparação e validação das medidas de volume em câmaras tipo *gated*-SPECT e ecocardiografia em 4D. Lee et al.⁽¹⁵⁾, utilizando um objeto simulador voxel coreano adulto, fizeram um estudo para calcular a fração absorvida específica para a estimativa de dose dos órgãos internos e em seguida compararam os resultados com os dados obtidos em um objeto simulador de adulto do Oak Ridge National Laboratory, em Oak Ridge, EUA.

Os objetos simuladores utilizados no Brasil são em sua maioria importados e de custo financeiro relativamente elevado. Embora esses objetos possam ser considerados eficientes para o uso em controle de qualidade, os custos financeiros elevados e a burocracia da importação, provavelmente, são empecilhos para a aquisição desses objetos por parte dos serviços de medicina nuclear.

Dificuldades para a aquisição desses objetos são também observadas em Cuba. Por exemplo, Varela et al.⁽¹⁶⁾ observaram que a principal dificuldade nos serviços de medicina nuclear de Cuba seria a carência

de objetos simuladores para testes de controle de qualidade. Em razão dos custos financeiros elevados desses objetos, naquele país, não se exige que os serviços de medicina nuclear tenham os seus próprios simuladores. Assim, o Centro de Controle Estatal de Equipamentos Médicos de Cuba decidiu criar um banco nacional de objetos simuladores. A criação do banco permitiu também saber quantos objetos simuladores eram utilizados nos serviços de medicina nuclear de Cuba. Por meio do banco, qualquer especialista interessado pode acessar um portal eletrônico com informações sobre os tipos e as quantidades de objetos simuladores que estão disponíveis e sobre os usuários e as instituições proprietárias desses objetos⁽¹⁶⁾. É importante salientar que, conforme dados citados no trabalho de Varela et al.⁽¹⁶⁾, em 2004 Cuba tinha 18 serviços de medicina nuclear. A título de comparação, no Brasil, em 2009 estavam em funcionamento mais de 300 desses serviços.

No Brasil, os serviços de medicina nuclear devem atender à Norma CNEN-NE-3.05⁽¹⁷⁾ e à Resolução MS-Anvisa-RDC nº 38⁽¹⁸⁾. De acordo com esses documentos, um serviço de medicina nuclear deve dispor de pelo menos um objeto simulador de barras tipo quadrante, também denominado simulador de barras ortogonais. Este tipo de simulador precisa estar sempre disponível nos serviços de medicina nuclear para testes de controle de qualidade, que são obrigatórios, conforme tais documentos. Dessa forma, os bancos possibilitariam o compartilhamento de objetos simuladores menos usuais, mais complexos e/ou de custo financeiro mais elevado.

A possibilidade de compartilhamento de outros objetos simuladores poderia facilitar o aprimoramento dos serviços prestados nessas instituições, pois aumentaria a quantidade de recursos técnicos disponíveis para o controle de qualidade e para a formação de profissionais.

A partir da necessidade de se estudar a possibilidade de tornar mais acessíveis os objetos simuladores que atualmente são encontrados com menor frequência nos serviços de medicina nuclear, e da observação do crescimento dos incentivos tecnológicos no Brasil, foi elaborado um questionário para verificar a aceitabilidade de

implantação de um banco nacional de objetos simuladores ou de bancos regionais para uso compartilhado desses objetos em atividades de controle de qualidade nos serviços de medicina nuclear. O questionário serviu para avaliar a opinião de supervisores de radioproteção e físicos médicos de medicina nuclear quanto à possibilidade de implantação do banco, conforme será apresentado a seguir.

MATERIAIS E MÉTODOS

O questionário para avaliação da aceitabilidade de implantação no Brasil de um banco de objetos simuladores para medicina nuclear foi respondido por físicos médicos e/ou supervisores de radioproteção que trabalham em clínicas médicas e hospitais prestadores de serviços de diagnósticos e terapia em medicina nuclear. A pesquisa foi desenvolvida de janeiro a abril de 2009, a partir do ponto de vista de que a organização de um banco de objetos simuladores possibilitaria, além da melhoria no controle de qualidade de imagens em medicina nuclear, também a troca de informações entre os profissionais envolvidos com a radioproteção desses serviços. Além disso, a implantação do banco ajudaria a expandir a colaboração entre tais serviços, tornando acessível um conjunto de informações sobre casos clínicos e testes de controle de qualidade.

Inicialmente, o questionário foi aplicado na cidade de Aracaju, SE, que está localizada no Nordeste do Brasil. Após terem sido definidos o conteúdo e o formato do questionário, a escala de avaliação e o planejamento da análise qualitativa e quantitativa de suas questões, dois supervisores de radioproteção de medicina nuclear de instituições foram entrevistados para avaliação e validação do questionário. Em seguida, este foi aplicado aos demais profissionais supervisores de radioproteção de clínicas e hospitais que prestam serviços de medicina nuclear, compreendendo as cinco regiões geográficas brasileiras. No Norte, foram avaliadas respostas de profissionais do Pará, Amapá e Tocantins; no Nordeste, do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Piauí e Maranhão; no Sul, do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande de Sul; no Sudeste, de

Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro; e no Centro-Oeste, de Goiás e Brasília. Aqui é importante ressaltar que os Estados que possuem o maior número de serviços de medicina nuclear são Rio de Janeiro e São Paulo.

O questionário era composto por nove perguntas de fundo quantitativo e qualitativo, que possibilitavam ao entrevistado expressar as vantagens e desvantagens de um futuro banco de objetos simuladores e também avaliar o seu interesse em adquirir tais objetos. As entrevistas foram destinadas a 188 instituições de medicina nuclear, embora, no período, constasse como registradas na Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) um número de instituições de medicina nuclear maior que esse, em torno de 320 cadastradas⁽¹⁹⁾.

A aplicação do questionário se deu por meio de entrevistas com os supervisores de radioproteção e físicos médicos dos serviços, que foram realizadas por e-mail ou por telefone. A Tabela 1 apresenta as regiões do Brasil e a quantidade de entrevistados que fizeram parte da amostra.

Tabela 1 Regiões do Brasil que subsidiaram o levantamento dos dados.

| Região | Participantes (%) |
|--------------|-------------------|
| Nordeste | 13 |
| Norte | 2 |
| Sul | 7 |
| Sudeste | 43 |
| Centro-Oeste | 2 |
| Total | 67 |

RESULTADOS

Como esperado, alguns dos supervisores de radioproteção entrevistados responderam que sendo elevados os custos para importação dos objetos e os procedimentos burocráticos complexos, esses fatores desestimulam o uso de procedimentos mais elaborados de controle de qualidade nos serviços de medicina nuclear. Além disso, em algumas das respostas, os entrevistados relataram que os administradores dos serviços não compreendem a real necessidade de aquisição desses objetos.

A Figura 1 apresenta o grau de interesse dos profissionais em adquirir simuladores

para controle de qualidade e treinamento. No Nordeste, do total de 13 entrevistados, 10 (77%) apresentaram interesse em adquirir objetos simuladores para controle de qualidade em medicina nuclear; no Centro-Oeste, o interesse na aquisição desses objetos foi demonstrado por um dos dois entrevistados. No Sul, dos sete entrevistados, cinco (72%) pretendem adquirir mais algum objeto simulador; no Sudeste, o interesse foi demonstrado por 36 (84%) dos 43 dos entrevistados; e no Norte, observou-se um resultado semelhante à região Centro-Oeste, com um dos dois entrevistados afirmando interesse na aquisição dos objetos.

Os profissionais que relataram que não têm interesse em adquirir novos objetos simuladores disseram que os simuladores dos serviços de medicina nuclear em que trabalham atendem às suas necessidades em relação aos testes de controle de quali-

dade exigidos pela norma da CNEN⁽¹⁷⁾. Esses profissionais relataram possuir o objeto simulador de barras tipo quadrante.

A partir dos resultados obtidos nos questionários, foi também possível verificar a aceitação da proposta de instalação de um futuro banco de objetos simuladores no Brasil, como pode ser visto na Figura 2.

Apenas no Nordeste os profissionais não apresentaram unanimidade em relação à implantação do banco de simuladores, pois somente 9 (70%) dos 13 entrevistados dessa região afirmaram concordar com a implantação. Nas demais regiões, a aceitabilidade foi de 100%.

A Figura 3 apresenta o grau de interesse dos supervisores em compartilhar objetos simuladores por meio do banco. No compartilhamento, cada instituição disponibilizaria os objetos para uso por outras instituições.

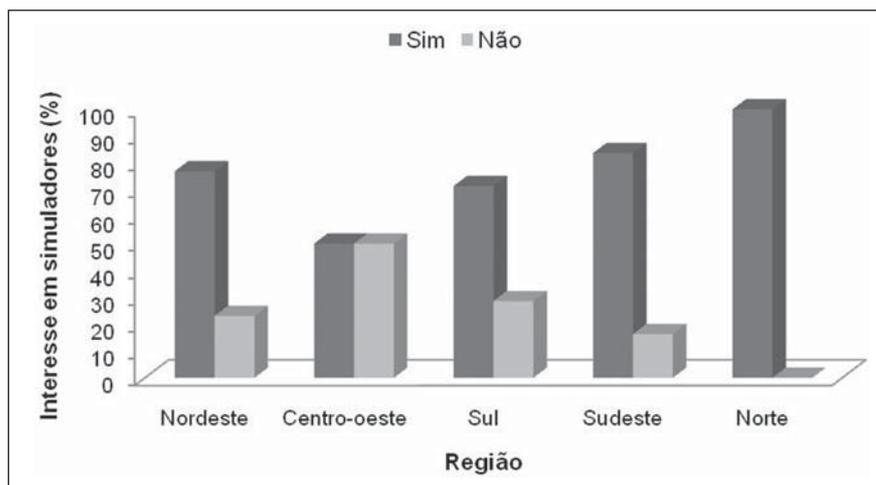


Figura 1. Grau de interesse em adquirir algum objeto simulador.

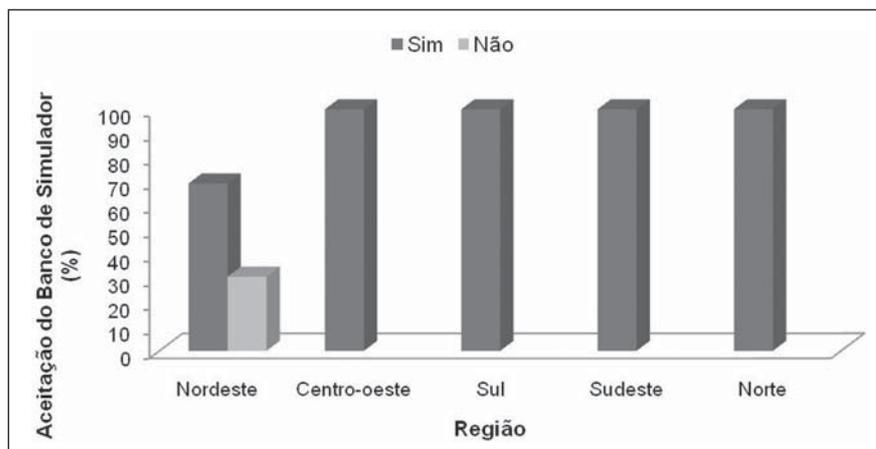


Figura 2. Índice de aceitação dos profissionais na criação de um banco de objetos simuladores.

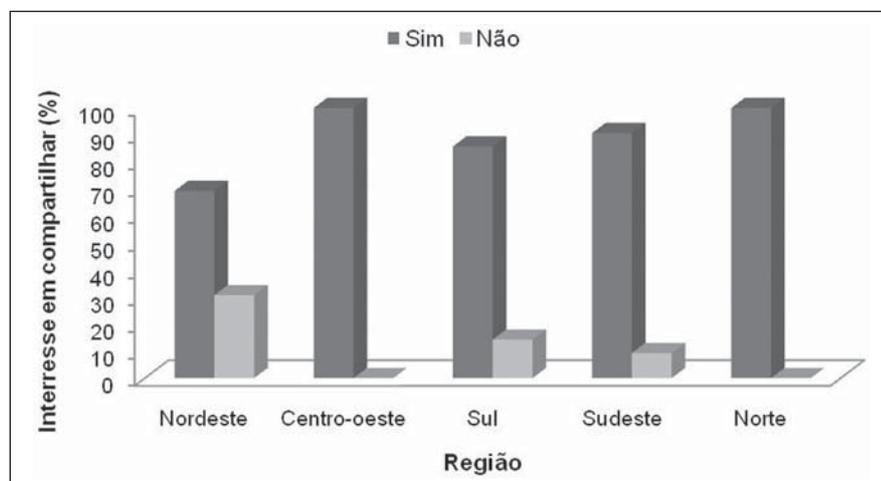


Figura 3. Nível de interesse dos profissionais de medicina nuclear em compartilhar com o banco de objetos simuladores no Brasil.

No geral, a maioria dos entrevistados manifestou interesse em compartilhar com o banco de objetos simuladores. No Nordeste, esse interesse foi manifestado por 9 (70%) dos entrevistados, no Centro-Oeste, por 2 (100%), no Sul, por 6 (86%), no Sudeste, por 39 (91%) e no Norte, por 2 (100%) dos entrevistados.

DISCUSSÃO

De acordo com os entrevistados, os simuladores mais relevantes para o controle de qualidade que devem compor o banco seriam os de homogeneidade da imagem, que seriam utilizados para simulações cardíacas, renais, pulmonares e hepáticas, desde que esses objetos possibilitassem avaliar imagens cintilográficas de órgãos com diferentes graus de anomalias. Exemplos de objetos simuladores que podem ser empregados para essas finalidades seriam os do tipo Jaszczak, Rollo e o Hoffman 3-D Brain Phantom.

Alguns profissionais relataram também que seria importante que fossem produzidos objetos simuladores para medicina nuclear no Brasil. Em suas respostas, tais profissionais demonstraram preocupação com os objetos que vêm sendo utilizados na realização de testes de sensibilidade, pois em razão da forma como esse teste é normalmente realizado, os profissionais e equipamentos ficam sujeitos a contaminação. Essa preocupação é justificável, porque uma das formas de realização desse

teste é por meio da deposição da amostra radioativa sobre uma placa do tipo Petri⁽⁶⁾. Entretanto, como nem sempre a amostra permanece vedada durante o teste, no manuseio da amostra ou no momento da homogeneização do material radioativo, esse material radioativo pode contaminar as mãos do profissional realizador do teste ou mesmo partes da câmara de cintilação. Embora outros testes de controle de qualidade possam causar contaminação, o teste de sensibilidade é o que apresenta maior probabilidade para esse tipo de intercorrência.

Os profissionais no Nordeste que não concordaram com a implantação do banco de objetos simuladores responderam que problemas administrativos podem ser uma das causas para um possível entrave ao pleno funcionamento do banco. Mesmo prevendo essas dificuldades, esses profissionais aceitariam tornar-se usuários deste tipo de banco. No geral, os entrevistados mencionaram que a implantação seria uma boa opção para o aprimoramento do controle de qualidade em medicina nuclear, pois poderia reduzir os seus custos financeiros e possibilitaria o aprimoramento dos procedimentos necessários para a sua realização, além de facilitar a troca de informações técnicas e organizacionais entre profissionais dos serviços de medicina nuclear brasileiros. Afinal, a disponibilidade de acesso a diferentes tipos de simuladores simplificaria o processo da realização dos testes e possibilitaria o compartilhamento de métodos e soluções de problemas

com outros físicos médicos e supervisores, permitindo a detecção precoce de defeitos evitáveis, como os que são normalmente observados em testes de linearidade, uniformidade de campo e resolução espacial nos sistemas de aquisição de imagem.

Considerando que todos os serviços de medicina nuclear brasileiros tenham um exemplar de simulador de barras tipo quadrante, as instituições fariam empréstimos apenas de outros objetos simuladores úteis para aprimoramento do controle de qualidade. Além disso, o banco forneceria informações sobre em que tipos de testes e câmaras de cintilação poderiam ser utilizados os objetos simuladores cadastrados.

CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho observou-se que há um interesse significativo relacionado à possibilidade de implantação de um banco de objetos simuladores para medicina nuclear.

Nas respostas apresentadas nas entrevistas, realizadas por e-mail e por telefone, constavam também sugestões dos supervisores de radioproteção para a melhoria do controle de qualidade e sobre o método para a implantação de um banco de simuladores. Entre as sugestões, a mais frequente foi a de que o banco seja implantado inicialmente por região geográfica, tendo como justificativa que, dessa maneira, o acesso ao banco poderia ser otimizado, pois os custos de transporte dos simuladores seriam reduzidos e o compartilhamento seria facilitado, em razão do número menor de usuários, em comparação com um banco nacional.

Para a implantação é necessário o levantamento dos tipos, modelos e quantidades de objetos simuladores que poderão ser disponibilizados pelas instituições. A partir desse levantamento, será necessária a criação de um sistema de identificação dos serviços, dos usuários possíveis e dos procedimentos de disponibilização e empréstimo ou intercâmbio dos objetos, com estabelecimento de regras para uso, de agendamento de utilização e de transporte dos simuladores. Além disso, antes mesmo desse levantamento, será necessário definir que instituição ficará responsável pelo gerenciamento do banco. Possivelmente, a

Agência Nacional de Vigilância Sanitária poderá ajudar na indicação dos gestores do ou dos bancos de simuladores.

É provável que a demanda pelos objetos simuladores e as dificuldades de transporte no início da implantação possam trazer obstáculos à eficiência de disponibilização dos objetos que comporão o banco; porém, isso não deve significar um empecilho, mas sim, uma etapa a ser transposta para o sucesso e avanço no controle de qualidade em serviços de medicina nuclear no Brasil. Afinal, o banco deverá possibilitar um maior intercâmbio dos profissionais de medicina nuclear, regionalmente e até nacionalmente.

Mediante os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que há motivação para o compartilhamento de objetos simuladores nacionais. Esse compartilhamento possibilitará uma melhoria efetiva no controle de qualidade dos equipamentos de medicina nuclear, nos processos de aquisição de imagens nessa especialidade médica e na formação continuada dos profissionais dessa área.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, e à Clínica de Medicina Nuclear Endocrinologia e Diabetes Ltda. (Climedi), pelo auxílio na validação dos dados.

REFERÊNCIAS

1. EANM Physics Committee, Buseman Sokole E, Plachcńska A, et al. Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37:662–71.
2. Sandborg M, Althén JN, Gustafsson A. Efficient quality assurance programs in radiology and nuclear medicine in Ostergotland, Sweden. *Radiat Prot Dosimetry*. 2010;139:410–7.
3. Jacob J, Luo J, Mistretta M, et al. Comparison of gamma camera spatial resolution measurements with use of a point source, a line source and a Jaszczak phantom. *J Nucl Med*. 2006;47(Suppl 1):554P.
4. Gear JJ, Charles-Edwards E, Partridge M, et al. A quality-control method for SPECT-based dosimetry in targeted radionuclide therapy. *Cancer Biother Radiopharm*. 2007;22:166–74.
5. De Deene Y. Essential characteristics of polymer gel dosimeters. *J Phys: Conf Ser* 3. 2004;3:34–57.
6. Magalhães ACC, Decker HH, Castro Júnior A, et al. Influência da espessura do cristal da câmara de cintilação na qualidade das imagens. *Rev Image*. 2004;26:43–6.
7. Normatização dos equipamentos e técnicas de exames para realização de procedimentos em cardiologia nuclear. Controle de qualidade e desempenho da instrumentação. *Arq Bras Cardiol*. 2006;86(Supl 1):10–2.
8. Castro AA, Moraes ER, Araújo DB, et al. Reconstrução e volumetria de imagens de SPECT para aplicação clínica diagnóstica do estômago. [acessado em 8 de setembro de 2009]. Disponível em: http://www.abfm.org.br/c2006/trabalhos/B_adelso_51.pdf
9. SabbirAhmed AS, Demir M, Kabasakal L, et al. A dynamic renal phantom for nuclear medicine studies. *Med Phys*. 2005;32:530–8.
10. Andrade JRM, Solla CA, Moraes IV, et al. 4.02 Utilização de um simulador de tireóide para validação do uso de iodo-123 para determinação da captação pela tireóide. *Alasbim J*. 2002;4(14).
11. Ng AH, Ng KH, Dharmendra H, et al. A low-cost phantom for simple routine testing of single photon emission computed tomography (SPECT) cameras. *Appl Radiat Isot*. 2009;67:1864–8.
12. Graham MM. The Clinical Trials Network of the Society of Nuclear Medicine. *Semin Nucl Med*. 2010;40:327–31.
13. Ferreira FCL, Peixoto JA, Maciel MF, et al. Development of a simulator with thyroid nodules for nuclear medicine. *Scientia Plena*. 2009;5(10).
14. Debrun D, Thérain F, Nguyen L, et al. Volume measurements in nuclear medicine gated SPECT and 4D echocardiography: validation using a dynamic cardiac phantom. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2005;21:239–47.
15. Lee C, Park S, Lee JK. Specific absorbed fraction for Korean adult voxel phantom from internal photon source. *Radiat Prot Dosimetry*. 2007;123:360–8.
16. Varela C, Díaz M, Torres LA, et al. Development of a national phantom bank for quality control tests on Cuban nuclear medicine services. [acessado em 5 de outubro de 2009]. Disponível em: <http://irpa11.irpa.net/pdfs/412.pdf>
17. Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Energia Nuclear. CNEN-NN-3.05. Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear. [acessado em 5 de outubro de 2009]. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostranorma.asp?op=305>
18. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC N° 38, de 4 de junho de 2008. [acessado em 4 de outubro de 2009]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b218cb804319dcf4a951ab9c579bb600/RDC+N%C2%BA+38,+DE+4+DE+JUNHO+DE+2008.pdf?MOD=AJPERES>
19. Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Entidades autorizadas e registradas em medicina nuclear. [acessado em 7 de janeiro de 2010]. Disponível em: http://www.cnen.gov.br/seguranca/cons-ent-prof/1st-entidades-aut-cert.asp?p_ent=mnu