

Avaliação das condições de funcionamento dos equipamentos de raios X médico em serviços de radiologia no Estado da Paraíba, durante os anos de 2008 e 2009*

Evaluation of medical X-ray machines in Paraíba state radiology centers between 2008 and 2009

Adriana Carla Rodrigues Mendes¹, Christiane Lucena Ramos², Danilo Wanderley Matos de Abreu³

Resumo **Objetivo:** Avaliar a coincidência entre o campo luminoso e o campo de radiação, e o alinhamento do feixe de radiação dos equipamentos de raios X médico no Estado da Paraíba, por meio de dois testes de controle de qualidade. **Materiais e Métodos:** Foram utilizados os dispositivos para os testes de tamanho de campo e de alinhamento, um chassi carregado, trena e nível de bolha. Os testes de exatidão do sistema de colimação e de alinhamento do raio central do feixe de raios X foram realizados durante as inspeções sanitárias em serviços de radiologia nos anos de 2008 e 2009. **Resultados:** No ano de 2008, 121 equipamentos de raios X foram testados no Estado da Paraíba. No ano de 2009, passaram pelos testes 117 equipamentos. Deste universo, 86 foram selecionados para a comparação por terem sido avaliados tanto no ano de 2008 como em 2009, sendo observada uma melhoria de 18,60% ($n = 16$) nos resultados dos testes realizados de um ano para outro. **Conclusão:** Pode-se concluir que o percentual de equipamentos apresentando problemas no seu desempenho sofreu uma diminuição entre 2008 e 2009, não sendo observado programa de garantia de qualidade em nenhum dos serviços de radiologia do Estado da Paraíba. **Unitermos:** Equipamento; Raios X; Controle de qualidade.

Abstract **Objective:** To evaluate the light and radiation fields congruence and radiation beam alignment in medical X-ray equipment in Paraíba state radiology centers by means of two quality control tests. **Materials and Methods:** A loaded cassette, a measuring tape and a bubble level were utilized in the field size and alignment testing. The evaluation of collimation systems accuracy and X-ray beam alignment was undertaken during health inspections performed in radiology centers between 2008 and 2009. **Results:** In 2008, 121 X-ray machines were evaluated in the Paraíba state. In 2009, 117 machines were tested. From this universe, 86 machines were selected for comparison, since they were evaluated both in 2008 and 2009, with 18.60% ($n = 16$) showing test results improvement from one year to another. **Conclusion:** The percentage of problematic X-ray machines decreased between 2008 and 2009, notwithstanding no quality assurance program has been observed in Paraíba state radiology centers. **Keywords:** Equipment; X-rays; Quality control.

Mendes ACR, Ramos CL, Abreu DWM. Avaliação das condições de funcionamento dos equipamentos de raios X médico em serviços de radiologia no Estado da Paraíba, durante os anos de 2008 e 2009. Radiol Bras. 2011 Jul/Ago;44(4):244-248.

INTRODUÇÃO

Na medicina, as imagens radiológicas são utilizadas para auxílio de diagnóstico, no tratamento ou ainda no acompanhamento de um procedimento. Para isso, é ne-

cessário que a imagem possua um nível de qualidade, de modo que minimize os erros de interpretação e identificação de estruturas, possibilitando um diagnóstico mais preciso e com baixa dose de radiação. Do contrário, uma imagem sem qualidade favorece a repetição de exames e, consequentemente, a duplicação de dose em um mesmo paciente, além de custos para o serviço⁽¹⁾.

Os benefícios para a obtenção de uma imagem radiológica adequada podem ser alcançados a partir da implementação de um programa de controle de garantia de qualidade dos equipamentos de radiodiag-

nóstico médico. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a garantia de qualidade em radiologia diagnóstica é definida como sendo “um esforço organizado da direção do departamento no sentido de garantir que sejam produzidas imagens de qualidade suficiente para fornecer um diagnóstico adequado com a menor dose para o paciente”⁽²⁾.

No Brasil, o desenvolvimento de técnicas e dispositivos para o controle de qualidade em radiologia teve início no Departamento de Física do campus de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, desde meados da década de 1970, com o professor Thomaz Ghilardi Netto, apoiado pelo professor John Cameron. Foram capacita-

* Trabalho realizado na Agência Estadual de Vigilância Sanitária da Paraíba (Agevisa-PB), João Pessoa, PB, Brasil.

1. Mestre em Odontologia Preventiva e Infantil, Inspectora Sanitária da Agência Estadual de Vigilância Sanitária da Paraíba (Agevisa-PB), João Pessoa, PB, Brasil.

2. Especialista em Odontopediatria, Inspectora Sanitária da Agência Estadual de Vigilância Sanitária da Paraíba (Agevisa-PB), João Pessoa, PB, Brasil.

3. Mestre em Engenharia Urbana, Inspetor Sanitário da Agência Estadual de Vigilância Sanitária da Paraíba (Agevisa-PB), João Pessoa, PB, Brasil.

Endereço para correspondência: Adriana Carla Rodrigues Mendes. Rua Lindolfo José Correia das Neves, 419, ap. 502, Jardim Oceania. João Pessoa, PB, Brasil, 58037-305. E-mail: mendesadriana1@hotmail.com

Recebido para publicação em 20/10/2010. Aceito, após revisão, em 29/6/2011.

dos profissionais para realização de técnicas de avaliação, os quais se espalharam pelo Estado de São Paulo e em outros Estados, implementando os primeiros programas de controle de qualidade do País.

Com a publicação da Resolução SS 625/94, de 14 de dezembro de 1994, tornava-se obrigatória a implementação dos programas de controle de qualidade em todo o Estado de São Paulo⁽³⁾. Após o êxito dos programas implementados no Estado de São Paulo, foi criada a Portaria MS/SVS 453, de 1º de junho de 1998⁽¹⁾.

A Portaria 453 determina a necessidade de implementação de um programa de garantia de qualidade (PGQ) nos serviços de radiologia^(4,5). Em decorrência disto, prevê que todo equipamento de raios X diagnóstico deve se sujeitar à verificação de desempenho, periodicamente, por meio de vários testes de constância, como, por exemplo, os destinados aos equipamentos de raios X médico: testes de valores representativos de dose dada aos pacientes em radiografia realizada no serviço, teste de exatidão do indicador de tensão do tubo (kVp), teste de exatidão do tempo de exposição quando aplicável, teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X, teste do rendimento do tubo, teste de linearidade da taxa de kerma no ar com o mAs, teste da reprodutibilidade da taxa de kerma no ar, teste da reprodutibilidade do sistema automático de exposição, teste do tamanho do ponto focal, teste de exatidão do sistema de colimação e teste de alinhamento de grade⁽⁶⁾.

No presente estudo, a Agência Estadual de Vigilância Sanitária da Paraíba (Agevisa-PB) disponibilizou os instrumentos de pesquisa necessários para a realização dos testes de exatidão do sistema de colimação e de alinhamento do raio central do feixe de raios X. Por serem simples e de fácil execução, os testes possibilitaram a realização de uma importante avaliação dos equipamentos quanto à colimação da radiação nas áreas de interesse no paciente e a distorção da imagem radiográfica, permitindo a diminuição do risco decorrente de exposições à radiação, a minimização da dose no paciente e no trabalhador, a otimização dos custos, a rejeição de filmes, o desgaste dos equipamentos e uma melhor qualidade no padrão da imagem radiográfica, o que contribui para um correto diagnóstico⁽⁷⁾.

O teste de exatidão do sistema de colimação visa a averiguar se o campo luminoso do equipamento de raios X coincide com o campo de radiação delimitado pelo colimador do equipamento, evitando, dessa maneira, que os raios X atinjam áreas desnecessárias no corpo do paciente, no momento do exame radiológico. Por outro lado, o teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X, equivalente ao centro do campo luminoso, está perpendicular ao plano do sistema receptor de imagem, evitando, portanto, a distorção da imagem radiográfica⁽⁸⁾.

O objetivo deste estudo foi avaliar a coincidência entre o campo luminoso e o campo de radiação, bem como o alinhamento do feixe de raios X dos equipamentos de raios X médico pertencentes aos serviços públicos, privados e filantrópicos no Estado da Paraíba, por meio dos testes de controle de qualidade (TCQ): teste de exatidão do sistema de colimação e teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X, realizados nos anos de 2008 e 2009, pela equipe técnica do setor de radiações ionizantes da Agevisa-PB.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo é do tipo observacional, descritivo e comparativo, pois informa, em termos quantitativos, sobre a distribuição de um evento na população e compara em anos diferentes os mesmos equipamentos avaliados⁽⁹⁾.

O registro dos dados foi efetuado por um único examinador e as visitas foram realizadas durante as inspeções sanitárias, respeitando a rotina normal de funcionamento dos serviços de raios X. Os estabelecimentos visitados foram hospitais e clínicas de radiologia, os quais não foram identificados neste trabalho por motivos de sigilo ético. Dessa forma, as instituições inspecionadas nesta pesquisa são classificadas de acordo com a rede de serviços às quais pertencem: pública, privada e filantrópica.

No ano de 2008, foram submetidos aos TCQs 121 equipamentos de raios X médico, pertencentes a 87 serviços de radiologia no Estado da Paraíba. Dos equipamentos avaliados, 42,14% ($n = 51$) eram de serviços públicos, 55,37% ($n = 67$), do setor privado e 2,47% ($n = 3$), filantrópicos.

Já em 2009, foram testados 117 equipamentos de raios X médico em todo o Estado da Paraíba, dos quais, 38,46% ($n = 45$) pertenciam à rede pública de saúde, 56,41% ($n = 66$), à rede privada e 5,12% ($n = 6$) eram filantrópicos.

Deste universo, 71,07% ($n = 86$) foram selecionados para a comparação por terem sido avaliados tanto no ano de 2008 como em 2009.

Os testes realizados neste estudo foram: o alinhamento do raio central do feixe de raios X e a exatidão do sistema de colimação, seguindo os protocolos nacionais dos TCQs^(6,10) e o Manual de Radiodiagnóstico Médico⁽¹¹⁾. Os instrumentais utilizados nos testes de avaliação foram os dispositivos para os testes de tamanho de campo (placa com marcações radiopacas com dois eixos ortogonais em escalas de 0,5 cm e dois círculos concêntricos), e para o teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X (cilindro de acrílico com esferas de aço com diâmetro de 0,8 mm, situadas na base superior e inferior a uma distância de 15 cm), um chassi (preferencialmente 24 × 30) carregado com filme, trena e nível de bolha^(8,12).

Para a realização do teste de exatidão do sistema de colimação, foi colocado na superfície da mesa um chassi 24 × 30 carregado com filme e, sobre este, o dispositivo para o teste de tamanho de campo, de modo que o mesmo estivesse na posição perpendicular ao feixe de raios X. Tendo sido ajustada a distância foco-filme para 1 m, realizou-se o ajuste das bordas do campo de luz para que coincidisse com o desenho retangular da placa, através do colimador do equipamento de raios X. Para realização do teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X, o dispositivo de alinhamento de feixe foi colocado no centro do dispositivo para o teste de colimador. Em seguida, efetuou-se uma exposição usando, aproximadamente, 40 kVp e 3 mAs⁽¹¹⁾.

Após a avaliação dos resultados dos testes realizados, nos casos em que o equipamento de raios X encontrava-se fora dos padrões, a empresa era notificada, com um prazo para providenciar a manutenção do equipamento e, posteriormente, a equipe de inspeção realizaria novos testes no mesmo equipamento para conferir o seu ajuste.

Nesta pesquisa, para título de avaliação dos resultados, os equipamentos de raios X

foram classificados, de acordo com o seu modelo, em equipamentos fixos e transportáveis. Os equipamentos transportáveis usados como fixo foram incluídos neste trabalho como sendo equipamentos fixos.

RESULTADOS

Neste estudo, realizado nos anos de 2008 e 2009, os dados obtidos são categóricos, não tendo margem de erro. Do universo de equipamentos existentes no Estado da Paraíba, uma amostra significativa (71,07%; $n = 86$) foi analisada em ambos os anos.

Para análise e interpretação da imagem do teste de colimação, foi verificada a coincidência

do campo luminoso com o campo de radiação. Nesse procedimento, mede-se a maior distância entre as bordas do campo luminoso e do campo de radiação. Quanto maior a coincidência do campo de raios X sobre a imagem do campo de luz, melhor será o alinhamento. A diferença entre as bordas do campo de radiação e as bordas do campo luminoso não deve ultrapassar a 2% da distância foco-filme, ou seja, a ± 2 cm afastado da linha correspondente ao retângulo do dispositivo^(9,11). As imagens geradas neste teste estão representadas nas Figuras 1 e 2.

Com relação a análise e interpretação do teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X, foi verificada a localiza-

ção da imagem da esfera do topo do cilindro. Se a imagem da esfera superior estiver dentro do primeiro círculo, a inclinação é $< 1,5^\circ$. Nos casos em que a imagem da esfera superior se localizar entre o primeiro e o segundo círculos, a inclinação é $< 3^\circ$ ⁽¹¹⁾. Quando a imagem da esfera superior interceptar o segundo círculo, a perpendicularidade do raio central deverá ser corrigida⁽⁸⁾. As Figuras 3 e 4 representam as imagens do teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X.

Neste estudo, no ano de 2008, foram realizados TCQs em 92 equipamentos de raios X fixos e 29 transportáveis, de diferentes serviços pertencentes à rede pública, privada e filantrópica.



Figura 1. Teste de exatidão do sistema de colimação. Imagem de coincidência de campos em conformidade.

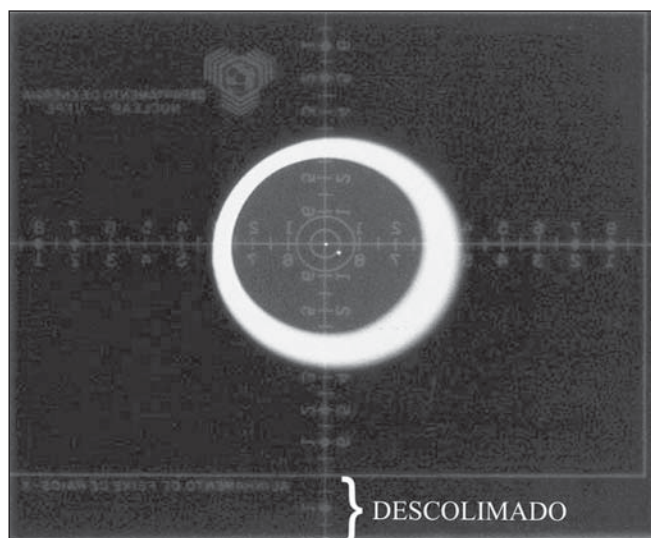


Figura 2. Teste de exatidão do sistema de colimação. Imagem de coincidência de campos em desacordo.

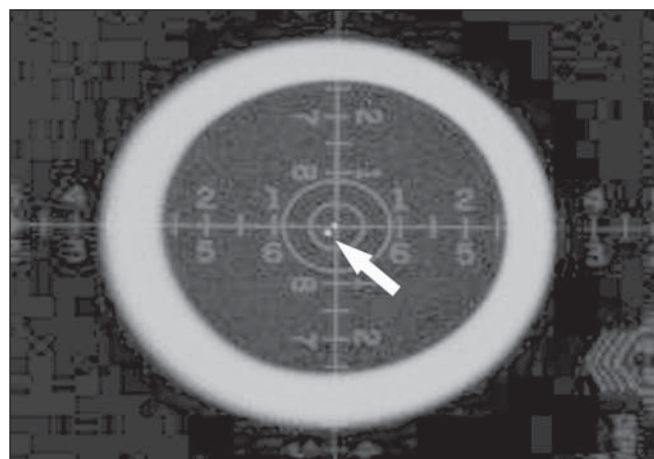


Figura 3. Teste da perpendicularidade do raio central. Imagem da incidência do raio central do feixe de raios X em conformidade.

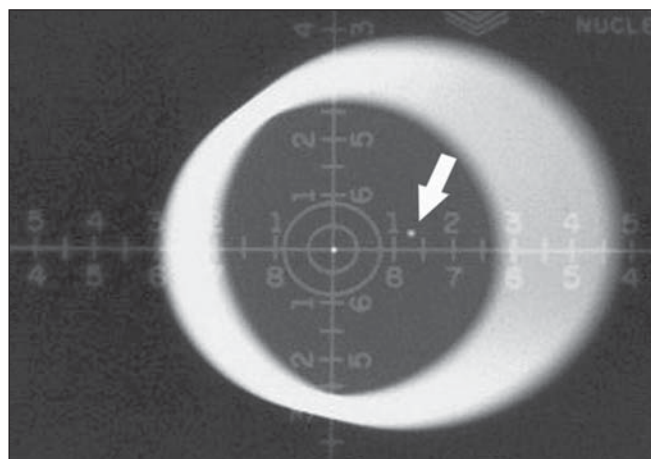


Figura 4. Teste da perpendicularidade do raio central. Imagem da não conformidade da incidência do raio central do feixe de raios X.

Do total de 121 equipamentos testados, 32,23% ($n = 39$) apresentaram problemas com relação ao resultado dos testes de exatidão do sistema de colimação e/ou alinhamento do raio central do feixe de raios X, sendo a maioria ($n = 22$) pertencente à rede privada de saúde. Dentre os equipamentos testados, 23,96% ($n = 29$) foram classificados como raios X fixos com problemas, enquanto 8,26% ($n = 10$) eram equipamentos portáteis que estavam fora dos padrões de garantia de qualidade.

Já em 2009, foram incluídos nos TCQs 89 equipamentos fixos e 28 transportáveis, totalizando 117 equipamentos de raios X avaliados no Estado da Paraíba. Dos equipamentos testados, 19,65% ($n = 23$) apresentaram problemas nos resultados dos testes de exatidão do sistema de colimação e/ou alinhamento do raio central do feixe de raios X, sendo a maioria ($n = 13$) pertencente ao setor privado. Com relação à classificação dos tipos de equipamentos, do total de equipamentos monitorados neste ano, 12,82% ($n = 15$) foram classificados como raios X fixos com problemas e 6,83% ($n = 8$), como equipamentos transportáveis fora dos padrões.

Neste estudo foi verificado que 71,07% ($n = 86$) dos equipamentos testados no ano de 2008 também foram avaliados em 2009, sendo observada melhoria nos resultados dos TCQs de 18,60% ($n = 16$) de um ano para outro (Figuras 5 e 6). Os demais equipamentos testados em ambos os anos obtiveram os mesmos resultados satisfatórios nos testes de colimação e perpendicularidade do raio central, não apresentando nenhuma modificação nos resultados.

Nos testes de exatidão do sistema de colimação realizados nos anos de 2008 e 2009, verificou-se melhoria de 12,79% ($n = 11$) dos equipamentos com coincidência de campos em conformidade (Tabela 1). Em relação aos testes de perpendicularidade do raio central do feixe de raios X, observou-se também melhoria de 5,82% ($n = 5$) quanto à incidência do raio central em conformidade nos equipamentos comparados em ambos os anos (Tabela 2).

DISCUSSÃO

No presente estudo, em todas as visitas realizadas, verificou-se que nenhuma ins-

Figura 5. Gráfico da classificação dos equipamentos de raios X fixos e transportáveis, de acordo com o resultado dos testes de controle de qualidade, realizados no Estado da Paraíba, no ano de 2008.

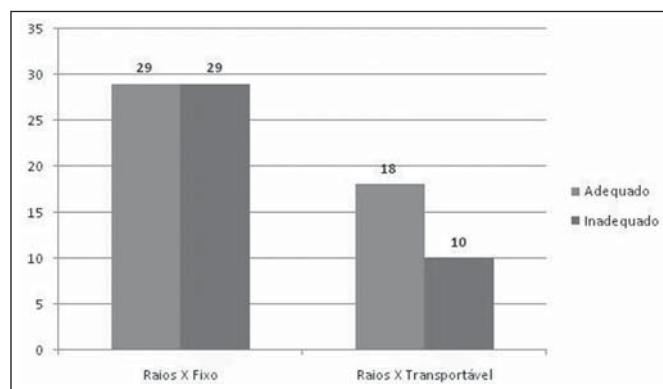


Figura 6. Gráfico da classificação dos equipamentos de raios X fixos e transportáveis, de acordo com o resultado dos testes de controle de qualidade, realizados no Estado da Paraíba, no ano de 2009.

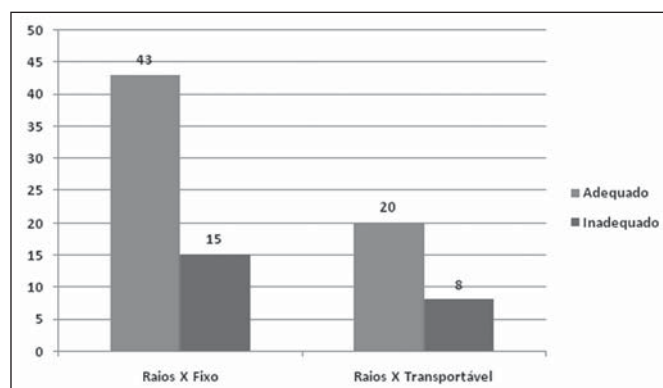


Tabela 1. Classificação dos equipamentos de raios X fixos e transportáveis, de acordo com o resultado do teste de exatidão do sistema de colimação, realizado nos anos 2008 e 2009.

Raios X fixos e transportáveis	2008		2009	
	n	%	n	%
Coincidência de campos em conformidade	67	77,90	78	90,69
Coincidência de campos em desacordo	19	22,10	8	9,31
Total de equipamentos	86	100,00	86	100,00

n, número de equipamentos.

Tabela 2. Classificação dos equipamentos de raios X fixos e transportáveis, de acordo com a perpendicularidade do raio central do feixe de raios X, realizado nos anos 2008 e 2009.

Raios X fixos e transportáveis	2008		2009	
	n	%	n	%
Incidência do raio central em conformidade	76	88,37	81	94,18
Incidência do raio central em desacordo	10	11,63	5	5,82
Total de equipamentos	86	100,00	86	100,00

n, número de equipamentos.

tuição possuía PGQ em radiodiagnóstico, contrariando a Portaria 453/98 do Ministério da Saúde, que recomenda a realização periódica de testes de desempenho em todos os equipamentos de raios X diagnósticos, a fim de mantê-los em condições adequadas para funcionamento. Os testes de

exatidão do sistema de colimação e de alinhamento do raio central do feixe de raios X, preconizados pela Portaria 453/98, devem ser realizados semestral e anualmente, respectivamente. No presente estudo, a periodicidade de ambos os testes foi anual, respeitando a rotina de inspeções sanitárias

anuais em serviços de raios X médico. Além disso, a inexistência deste programa contribui para a diminuição da qualidade da imagem, com consequente aumento da perda de filmes e repetição de exames, elevando, assim, a dose de radiação aos quais os pacientes e profissionais são submetidos^(4,5).

Até os dias atuais, ainda são observadas dificuldades quanto à conscientização do setor regulador na implementação deste programa nas instituições da Paraíba, bem como a ausência de profissionais capacitados à sua realização e a escassez de técnicos qualificados e experientes na manutenção destes equipamentos, uma vez detectados problemas. Torna-se necessário não apenas um treinamento em radioproteção de todos os indivíduos envolvidos no manuseio dos equipamentos emissores de radiação, mas também é preciso garantir o perfeito funcionamento desses aparelhos.

Com relação ao teste de exatidão do sistema de colimação realizado no ano de 2008, verificou-se nesta pesquisa que 22,10% ($n = 19$) dos equipamentos avaliados encontravam-se reprovados no teste de coincidência entre o campo luminoso e o campo de radiação (Tabela 1), assemelhando-se com os achados de Medeiros e Alves⁽¹²⁾ (17%) e mostrando-se inferiores aos resultados observados por Silva et al.⁽¹³⁾ (30%) e por Carrizales e Cozman⁽¹⁴⁾ (41%). No tocante ao teste de alinhamento do raio central do feixe de raios X, os resultados do presente trabalho (11,63%; $n = 10$) mostraram-se muito baixos quando comparados com os valores encontrados por Carrizales e Cozman⁽¹⁴⁾ (53%), nos casos em que o serviço de radiologia não dispunha de um PGQ.

No que concerne aos TCQs realizados no ano de 2009, a prevalência de equipamentos reprovados no teste de coincidência entre o campo luminoso e o campo de radiação, neste estudo, foi de 9,31% ($n = 8$) (Tabela 1), mostrando-se mais prevalentes que os achados de Bacelar et al.⁽¹⁵⁾ (5%) e menores que os observados por Gori et al.⁽¹⁶⁾ (13%). A respeito dos testes de alinhamento do raio central do feixe de raios X, evidenciou-se, neste trabalho, uma diferença na ocorrência de equipamentos reprovados no ano de 2009 (5,82%; $n = 5$) em relação ao ano anterior, sendo considera-

velmente inferiores aos valores obtidos por Silva et al.⁽¹³⁾ (17,7%).

CONCLUSÕES

Mediante a aplicação e execução dos testes de coincidência de campos e perpendicularidade do raio central do feixe de raios X em equipamentos no Estado da Paraíba, foi possível verificar que as não conformidades observadas eram de grande dimensão no primeiro ano, tendo em vista a importância da implementação de um PGQ no serviço de radiologia, para prevenção e manutenção de tais equipamentos. O ajuste dos equipamentos de raios X inadequados somente era realizado após fiscalização e notificação do órgão fiscalizador (Agevisa-PB), visto que nenhum dos serviços de radiologia do Estado possuía tal programa.

Com relação aos TCQs realizados no primeiro ano de estudo (2008), as não conformidades eram de grande dimensão (45,34%), diminuindo significativamente no ano seguinte (26,74%), verificando-se que 18,60% ($n = 16$) dos equipamentos testados em 2008 melhoraram seu desempenho em 2009. Os demais equipamentos testados em ambos os anos obtiveram os mesmos resultados satisfatórios.

Para um bom desempenho do equipamento, fazem-se necessários não apenas o cumprimento da lei, como também um interesse incessante em melhoria na qualidade e eficiência do serviço. É proposta, portanto, a implementação de um PGQ nas instituições que possuem raios X diagnóstico, por meio da avaliação periódica e ajuste dos equipamentos por profissional qualificado, no intuito de se produzir imagens de boa qualidade que permitam diagnóstico correto, com redução da dose dada ao paciente e acompanhantes expostos à radiação, como também a diminuição dos custos para o serviço, decorrentes da repetição de exames.

Agradecimentos

Os autores agradecem à equipe da Diretoria Técnica de Ciência e Tecnologia Médica e Correlatos da Agevisa-PB, pelo apoio à realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Furquim TAC, Costa PR. Garantia de qualidade em radiologia diagnóstica. *Rev Bras Fis Med*. 2009;3:91-9.
2. Organización Panamericana de la Salud. *Garantía de la calidad en radiodiagnóstico*. México: OPS; 1984.
3. Secretaria de Estado da Saúde. Norma técnica que dispõe sobre o uso, posse e armazenamento de fontes de radiação ionizante, no âmbito do Estado de São Paulo. Resolução SS 625/94. São Paulo, SP: Diário Oficial do Estado; 14/12/1994.
4. Moores BM, Watkinson AS, Henshaw ET, et al. Quality control in diagnostic radiology. In: Oberhofer M, editor. *Advances in radiation protection*. 1st ed. Brussels and Luxembourg: Kluwer Academic Publishers; 1991. p. 209-36.
5. Yacovenco A, Lira SH, Borges JC, et al. Programa de garantia de qualidade em radiologia diagnóstica. *RBE/CEB*. 1994;10:7-19.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Portaria nº 453. Brasília, DF: Diário Oficial da União; 2/6/1998.
7. Ros RA. Metodologia de controle de qualidade de equipamentos de raios X (nível diagnóstico) utilizados em calibração de instrumentos [dissertação]. São Paulo, SP: IPEN/USP; 2000.
8. Netto TG. Garantia e controle de qualidade em radiodiagnóstico. [acessado em 17 de fevereiro de 2010]. Disponível em: http://www.rxnet.com.br/fique_informado/documentos/controle_%20qualidade.pdf
9. Pereira MG. Métodos empregados em epidemiologia. In: Pereira MG. *Epidemiologia: teoria e prática*. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan; 1995. p. 269-88.
10. Protocolo de avaliação de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico. Rio de Janeiro, RJ: RXD-URMCF, IRD/CNEN; 2000.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Radiodiagnóstico médico: desempenho de equipamentos e segurança. Brasília, DF: Editora Anvisa; 2005.
12. Medeiros RB, Alves FFR. Análise dos resultados do programa de gerenciamento da qualidade dos equipamentos radiológicos. *Rev Imagem*. 1997; 19:97-9.
13. Silva MO, Carvalho ACP, Azevedo ACP. Levantamento das condições de funcionamento dos serviços de radiologia de hospitais públicos e universitários do Rio de Janeiro. *Radiol Bras*. 2004;37:271-8.
14. Carrizales LI, Cozman A. Quality control in radiodiagnosis in Venezuela, 1989-1990. *Phys Med*. 1990;6:255-7.
15. Bacelar A, Oliveira SS, Streck EE, et al. Avaliação preliminar de parâmetros operacionais em equipamentos fixos de raios X diagnóstico. *Radiol Bras*. 1998;31:129-33.
16. Gori C, Belli G, Calvagno S, et al. Quality control in the radiological departments of the Florence General Hospital. *Radiat Prot Dosimetry*. 1995;57:315-6.