



Análise comparativa dos testes de controle de qualidade em tomografia computadorizada de acordo com as legislações nacional e internacional

F. S. Ramos^a; R. S. Vasconcelos^a; M. S. Gonçalves^a; M. V. L. Oliveira^b

^a Alunos de Iniciação Científica do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal da Bahia - IFBA, CEP: 40301-015, Salvador, Bahia, Brasil

^b Professor assistente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal da Bahia - IFBA, CEP: 40301-015, Salvador, Bahia, Brasil
fernandoramos@ifba.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa entre a legislação brasileira e os protocolos internacionais, no que tange aos testes de controle de qualidade direcionados para a Tomografia Computadorizada. Foram utilizadas 06 referências, publicadas no período de 1998-2012, Portaria 453/98 SVS/MS, *Quality Assurance Programme for Computed Tomography: Diagnostic and Therapy Applications* da AIEA, Protocolo Europeu - *European Guidelines on Quality criteria for Computed Tomography* da EUR nº 16262 EN, *Radiation Protection N° 162 – Criteria for Acceptability of Medical Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy da European Commission*, os *Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnóstico IAEA/ARCAL XLIX* e o *Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico*. A análise comparativa dessas legislações foi baseada sob os aspectos de tolerância/ limite, periodicidade e objetivos dos testes indicados. Foram encontrados 11 testes na legislação brasileira,. Os testes foram agrupados segundo sua natureza (testes dosimétricos/exposição, testes geométricos e testes de qualidade de imagem). Entre os protocolos avaliados foi identificado divergência entre os testes contidos nos documentos e os critérios de avaliação estabelecidos neste trabalho. Percebe-se, ainda, que para determinados documentos não se observam tolerâncias bem definidas e até mesmo periodicidade dos testes. Concluimos que a legislação vigente no Brasil apesar de divergir em alguns aspectos dos protocolos internacionais analisados, estabelece tolerâncias e periodicidades. No entanto, faz-se necessário que esta legislação leve em consideração os avanços tecnológicos atuais.

Palavras-chaves: Tomografia computadorizada, Legislação sanitária, Controle de qualidade.

1. INTRODUÇÃO

A Tomografia Computadorizada (TC), criada por Hounsfield em 1972, é hoje um dos métodos mais comuns de diagnóstico por imagem [1,2]. Este método permite distinguir diferenças de densidade da ordem de 0,5% entre tecidos, ao passo que na radiologia convencional este limiar situa-se em torno de 5% [3].

Estudos mostram que no Reino Unido e nos EUA procedimentos de TC apresentam de 7 a 10%, respectivamente, do total de exames que utilizam radiação X, ainda assim contribuem em 47% da dose coletiva total do Reino Unido [4].

Devido ao crescente número de tomógrafos existentes no Brasil, estimado hoje em 3.629 equipamentos [5], a demanda de exames tomográficos solicitados pelos médicos e o fato das constantes inovações tecnológicas que a TC tem sofrido, percebe-se a necessidade de realizar controles de qualidade periódicos. A ausência de um controle de qualidade tende a aumentar a possibilidade de ocorrência de problemas oriundos de falhas mecânicas e/ou eletrônicas dos equipamentos, assim como a inutilização diagnóstica do exame, o que resultaria em sua repetição, que por consequência refletiria na dose total entregue ao paciente [6,7]. O reflexo destes testes serão notados tanto na qualidade da imagem como na otimização das doses no paciente. Para isto, existem documentos nacionais e internacionais que fornecem critérios que descrevem os parâmetros básicos para o funcionamento adequado e o correto desempenho do equipamento.

No Brasil, a Portaria 453/98 SVS/MS é a legislação que regula o uso das práticas radiológicas em radiodiagnóstico, assegurando desta forma a qualidade dos exames realizados, aumentando a confiabilidade dos diagnósticos, e promovendo a segurança dos funcionários e pacientes [8].

Porém, ainda são necessárias maiores especificações a fim de que os padrões brasileiros de segurança e qualidade possam ser melhor compreendidos e aplicados, tendo em vista que já existem publicações que descrevem casos em que ocorreu a inobservância de ambos os fatores [9].

Assim, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise comparativa entre a legislação brasileira e os protocolos internacionais, no que tange aos testes de controle de qualidade direcionados para a TC.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionadas as publicações mais relevantes que relatam os testes de controle de qualidade aplicados a TC. Utilizaram-se 06 referências, publicadas no período de 1998-2012, sendo a Portaria 453/98 SVS/MS como Nacional e outras cinco Internacionais, a saber: Quality Assurance Programme for Computed Tomography: Diagnostic and Therapy Applications da Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA (2012), Protocolo Europeu - European Guidelines on Quality criteria for Computed Tomography da EUR nº 16262 EN (1999), Radiation Protection N° 162 – Criteria for Acceptability of Medical Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy da European Commission (2012), os Protocolos de Control de Calidad em Radiodiagnóstico IAEA/ARCAL XLIX (2001) e o Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico da Sociedad Española de Protección Radiológica – SEPR (2011).

A análise comparativa dessas legislações foi baseada sob os aspectos de tolerância/limite e periodicidade dos testes indicados. Exportamos os resultados dos materiais supracitados para tabelas e em seguida, agrupamos os testes segundo sua natureza - testes geométricos, testes dosimétricos/exposição e testes de qualidade de imagem. Em seguida, elencamos os testes propostos pelos protocolos internacionais que eram comuns aos da Portaria 453/98.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos critérios de controle de qualidade e nos testes relacionados com estes, foram encontrados 11 testes com a Portaria 453/98 [8], 10 testes trazidos pela Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA [10], 10 testes do EUR 16262 EN [11], 12 testes do Radiation Protection N° 162 [12], 11 testes indicados pelo ARCAL XLIX [13] e 17 testes trazidos pela Sociedad Española de Protección Radiológica - SEPR [14], conforme as tabelas 1-6, agrupando-

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

os em três categorias, conforme quadro 1, encontraram-se por categoria, 28 testes, 25 testes e 18 testes, respectivamente, conforme evidencia o quadro 2.

Tabela 1: Testes de Controle de Qualidade da Portaria 453/98.

Portaria 453/98 SVS/MS			
	Nome	Periodicidade	Limite/Tolerância
Teste 1	Valores representativos de dose (MSAD)	Teste de aceitação, bienal ou após reparos.	50 mGy (cabeça); 25 mGy (abdome); 35 mGy (coluna lombar)
Teste 2	Exatidão do indicador da tensão do tubo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	±10%
Teste 3	Exatidão do tempo de exposição	Teste de aceitação, anual ou após reparos	±10%
Teste 4	Camada semi-redutora (CSR)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	> 2,6 para equipamento trifásico, dada a tensão de 80 kVp
Teste 5	Alinhamento do eixo central do feixe de Raios X	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Desvio de alinhamento < 3° em relação ao eixo perpendicular ao plano do receptor de imagem.
Teste 6	Rendimento do tubo	Teste de aceitação, anual ou após reparos.	Para 80 kV e à 1 m, Trifásico entre 4,8 a 6,4 mGy / mA.min m ²
Teste 7	Linearidade da taxa de kerma no ar com o mAs	Teste de aceitação, anual ou após reparos.	±20%
Teste 8	Reprodutibilidade da taxa de kerma no ar	Teste de aceitação, anual ou após reparos	±10%
Teste 9	Reprodutibilidade do sistema automático de exposição	Teste de aceitação, anual ou após reparos	±10%
Teste 10	Tamanho do ponto focal	Teste de aceitação e após reparos	Especificação do fabricante

Teste 11	Calibração, constância e uniformidade dos números de CT	Teste de aceitação, semanal ou após reparos.	Produzir um valor médio dos números de CT de -1000 ± 5 HU (no ar) e 0 ± 5 HU (na água)
-----------------	---------------------------------------------------------	----------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabela 2: Testes de Controle de Qualidade da AIEA.

Quality Assurance Program for Computed Tomography: Diagnostic and Therapy Applications da IAEA (2012)			
	Nome	Periodicidade	Limite/Tolerância
Teste 1	Alinhamento das luzes do CT	Teste de aceitação, anual ² , mensal ¹ ou após reparos	± 5 mm
Teste 2	Exatidão do Scout (SPR)	Teste de aceitação, anual ² , mensal ¹ ou após reparos	± 2 mm
Teste 3	Exatidão, do nº de CT, Ruído de Imagem, Uniformidade e Artefatos de imagem	Teste de aceitação, anual ² , mensal ¹ ou após reparos	Ruído: $\pm 25\%$ do especificado pelo fabricante; Exatidão: ± 5 HU (água) e ± 10 HU (outros materiais); Uniformidade: ± 10 HU para cabeça e corpo
Teste 4	Exibição e impressão de imagem	Teste de aceitação, anual ² , mensal ¹ ou após reparos	De acordo com as especificações do fabricante
Teste 5	Inspeção visual e revisão do programa ²	Teste de aceitação e anualmente	Todos os itens da lista de verificação devem estar presentes e funcionando
Teste 6	Exatidão do tubo gerador de raios-x ²	Aceitação ou após manutenção	$\pm 5\%$ do valor nominal
Teste 7	Dose de radiação ² (CTDIVOL)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$< \pm 20\%$ das especificações do fabricante
Teste 8	Espessura de corte da imagem ²	Teste de aceitação, anual ou após reparos.	0,5 mm para < 1 mm; $\pm 50\%$ para 1-2 mm; ± 1 mm acima de 2 mm
Teste 9	Largura do feixe de raios-x ²	Teste de aceitação ou após reparos	De acordo com as especificações do fabricante

Teste 10	Resolução Espacial ²	Teste de aceitação ou após reparos	Dentro das especificações do fabricante
* 1 - Realizado pelo Técnico em Radiologia			
* 2 - Realizado pelo Físico Médico			

Tabela 3: Testes de Controle de Qualidade do EUR 16262 EN.

European Guidelines on Quality criteria for Computed Tomography da EUR n° 16262 EN (1999)			
	Nome	Periodicidade	Limite/Tolerância
Teste 1	Valores representativos de dose (CTDI _w)	-	60 mGy para cabeça; 35 mGy para face e seios; 70 mGy para coluna com trauma; 30 mGy para tórax; 35 mGy para torax (TCAR); 35 mGy para abdome; 35 mGy para fígado e baço; 35 mGy para pelve; 25 mGy para ossos da pelve
Teste 2	Espessura nominal de corte	-	± 10 mm
Teste 3	Exatidão do indicador da tensão do tubo	-	entre 80 kV e 140 kV
Teste 4	Tamanho do FOV - campo de visão	-	entre 12 mm e 50 mm
Teste 5	Inclinação do Gantry	-	entre -25 ° e 25 °
Teste 6	Exatidão, Linearidade, Ruído e Uniformidade dos números de CT	-	Exatidão: ± 4 HU; Linearidade: ± 5 HU; Ruído: ± 10% ou 0,2 HU; Uniformidade: A diferença do n° médio de CT entre uma periférica e uma região central deve ser ± 8 HU
Teste 7	Resolução Espacial de	-	±10%

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

alto contraste			
Teste 8	Espessura de corte	-	Espessura de ± 8 mm, desvio máximo de $\pm 10\%$; Espessura de 2 - 8 mm e < 2 mm são geralmente $\pm 25\%$ e $\pm 50\%$, respectivamente.
Teste 9	Estabilidade do número de TC	-	± 5 HU
Teste 10	Alinhamento da mesa em relação ao gantry	-	± 2 mm

Tabela 4: Testes de Controle de Qualidade do Radiation Protection N° 162.

Criteria for Acceptability of Medical Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy da European Commission (2012)			
	Nome	Periodicidade	Limite/Tolerância
Teste 1	Valores representativos de dose (CTDI _{vol})	-	< 80 mGy para cabeça (adulto); < 30 mGy para abdome adulto; < 25 mGy para abdome pediátrico (5 anos); podendo ter um desvio $\leq 20\%$
Teste 2	CTDI free-in-air	-	$\leq 20\%$ do especificado pelo fabricante
Teste 3	Exatidão, Ruído e Uniformidade dos números de CT	-	Exatidão: < 10 HU para água até 30 cm (diâmetro); Ruído: $< 15\%$ do especificado pelo fabricante; Uniformidade: < 10 HU para água até 20 cm de diâmetro e < 20 HU água acima de 20 cm de diâmetro
Teste 4	Espessura de corte	-	$< 0,5$ mm para corte < 1 mm; $< 50\%$ para cortes de 1 a 2 mm; < 1 para cortes acima de 2 mm
Teste 5	Largura do feixe de radiação	-	de acordo com as especificações do fabricante
Teste 6	Exatidão do sistema de colimação	-	$< \pm 5$ mm
Teste 7	Exatidão do Scout	-	$< \pm 2$ mm

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

(SPR)			
Teste 8	Resolução Espacial de alto contraste	-	$\leq 10\%$ do especificado pelo fabricante ou 0,5 pl/mm
Teste 9	Exatidão do alinhamento da mesa	-	< 2 mm da distancia especificada pelo fabricante
Teste 10	Exatidão da tensão do tubo	-	$< 10\%$ ou 10 kVp
Teste 11	Exatidão do tempo de exposição	-	$< 20 \%$ (para tempo ≥ 100 ms) e $< 30 \%$ (para tempo < 100 ms)
Teste 12	Alinhamento do eixo central do feixe de Raios X	-	$< 3\%$ em relação ao eixo perpendicular ao plano do receptor de imagem

Tabela 5: Testes de Controle de Qualidade do ARCAL XLIX.

Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnostico IAEA/ARCAL XLIX			
	Nome	Periodicidade	Limite/Tolerância
Teste 1	Exatidão do sistema de colimação	Teste de aceitação, semestral e após reparos	2 mm
Teste 2	Alinhamento da mesa em relação ao gantry	Teste de aceitação, semestral e após reparos	± 5 mm
Teste 3	Inclinação do gantry	-	$\pm 3^\circ$
Teste 4	Deslocamento longitudinal da mesa	Teste de aceitação, semestral e após reparos	± 2 mm
Teste 5	Reprodutibilidade da taxa de kerma no ar	Teste de aceitação, anual e após reparos	$\pm 5 \%$
Teste 6	Linearidade da taxa de kerma no ar com o mAs	Teste de aceitação, anual e após reparos	$\pm 5 \%$
Teste 7	Espessura de corte	Teste de aceitação e mensal	FWHM $< s \pm 1$ mm, se $s > 2$ mm; FWHM $< s \pm 50\%$, se $s \leq 2$ mm
Teste 8	Ruído, Exatidão e	Teste de aceitação, anual e	Ruído: $\pm 10\%$; Exatidão: \pm

	Uniformidade dos números de CT	após reparos	4 HU; Uniformidade: ± 5 HU, não excedendo ± 2 HU do valor de referência
Teste 9	Resolução de baixo contraste	Teste de aceitação e mensal	de acordo com as especificações do fabricante
Teste 10	Resolução Espacial de alto contraste	Teste de aceitação, mensal e após reparos	$\leq 20\%$, de acordo com as especificações do fabricante
Teste 11	Valores representativos de dose (CTDI e MSAD)	Teste de aceitação, semestral e após reparos	Ver ARCAL XX

Tabela 6: Testes de Controle de Qualidade da SEPR.

Protocolo Español de Control de Calidad em Radiodiagnostico da SEFM-SEPR-SERAM (2011)			
	Nome	Periodicidade	Limite/Tolerância
Teste 1	Coincidência entre os indicadores luminosos externo, interno e o plano irradiado	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	$\leq \pm 2$ mm
Teste 2	Ajuste dos indicadores luminosos coronal e sagital	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	$\leq \pm 2$ mm
Teste 3	Exatidão do indicador da posição da mesa	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	$\leq \pm 2$ mm
Teste 4	Exatidão do deslocamento da mesa	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	$< d \pm 1$ mm, se $d \geq 2$ mm e $< d \pm 50\%$ se $d < 2$ mm
Teste 5	Exatidão do deslocamento da mesa para exame helicoidal	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	$\leq \pm 2$ mm

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

Teste 6	Exatidão da seleção da posição do corte (RP)*	Teste de aceitação e após reparos	$\leq \pm 2$ mm
Teste 7	Perfis de sensibilidade (espessura efetiva de corte)	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	Axial: $< S \pm 1$ mm ($S \geq 2$ mm); $< S \pm 50\%$ ($S < 2$ mm); Helicoidal: $< \pm 1$ mm do valor de referencia
Teste 8	Eficiência geométrica da espessura de radiação	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	$\leq 10\%$ do especificado pelo fabricante
Teste 9	Exatidão da distancia medida da RP em imagens axiais ou helicoidais	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	$\leq \pm 2$ mm
Teste 10	Exatidão e Reprodutibilidade da tensão, CSR e Energia efetiva do feixe	Teste de aceitação e após reparos	Exatidão da tensão: $\leq \pm 5\%$ (entre 80 e 140 kVp); Reprodutibilidade da tensão: $\leq \pm 3\%$; Camada semi-redutora: ± 1 mm de Al, segundo as especificações do fabricante; Energia efetiva do feixe: $< \pm 2$ KeV
Teste 11	Variação do rendimento com o tempo de exposição, a intensidade da corrente e a carga do tubo	Teste de aceitação e após reparos	Tempo de exposição: $< 15\%$; Corrente: $< 15\%$; Carga: $< 20\%$
Teste 12	Ruído, Exatidão e Uniformidade dos números de TC	Teste de aceitação, Anual ou após reparos.	Ruído: $\leq 20\%$ numa área de 500 mm^2 ; Exatidão: 0 ± 4 HU (na água) e -1000 ± 4 HU (no ar); Uniformidade: $< \pm 5$ HU
Teste 13	Valores do nº de TC em distintos materiais	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	± 20 HU (para ar em água); ± 20 HU (para teflon); ± 6 HU (para PMMA); ± 5 HU (para polietileno) e ± 4 HU (para água)
Teste 14	Resolução de baixo contraste	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	3% (objetos de 3,5 mm) e 0,5 a 0,8% de contraste (objetos de 6 a 8 mm)

Teste 15	Resolução espacial	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	Resolução normal: ≥ 6 pl/cm; Alta resolução: ≥ 10 pl/cm
Teste 16	Funcionamento do sistema de modulação de corrente	Teste de aceitação e após reparos	Varição de mAs para distintos materiais < 60 mGy (cabeça adulto); < 35 mGy (abdome adulto), sendo o ideal < 15; < 30 mGy (tórax adulto), sendo o ideal < 10 mGy; < 25 mGy para abdome pediátrico (5 anos); podendo estes valores ter um desvio $\leq \pm 20\%$
Teste 17	Índices de dose em TC (CTDI _{Vol})	Teste de aceitação, Anual ou após reparos	

* RP = Radiografia de planejamento

Quadro 1: Categorização dos testes de controle de qualidade em TC.

CATEGORIAS	Nº DOS TESTES					
	PORT. 453/98	AIEA 2012	EUR 1999	EUR 2012	ARCAL 2001	SEPR 2011
Testes geométricos	5, 10	1, 8, 9	2, 4, 8, 10	4, 5, 6, 9, 12	1, 2, 3, 4, 7	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09
Testes dosimétricos/exposição	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9	5, 6, 7	1, 3, 5	1, 2, 10, 11	5, 6, 11	10, 11, 16, 17
Testes de qualidade de imagem	11	2, 3, 4, 10	6, 7, 9	3, 7, 8	8, 9, 10	12, 13, 14, 15

Total de Testes	11	10	10	12	11	17
------------------------	----	----	----	----	----	----

Quadro 2: Quantidade de testes de controle de qualidade por categoria.

CATEGORIAS	QUANTIDADE DE TESTES
Testes geométricos	28
Testes dosimétricos/exposição	25
Testes de qualidade de imagem	18

Quadro 3: Comparação entre os testes em comum com a Portaria 453

RELAÇÃO DE TESTES	PROTOCOLOS					
LEGENDAS: P – Periodicidade; T – Tolerância	PORT. 453 + GUIA	AIEA 2012	EUR 1999	EUR 2012	ARCAL 2001	SEPR 2011
1) Valores representativos de dose	P: Ac, Bi e Rep. T: 50 mGy (cabeça), 25 mGy (abdome) e 35 mGy (Coluna L)	P: Ac, An e Rep. T: > ± 20% das especificações do fabricante.	P: não especificado T: 60 mGy (cabeça), 25 mGy (abdome) e 70 mGy (Coluna)	P: não especificado T: < 80 mGy (cabeça), < 30 mGy (abdome) e < 25 mGy (Abd. ped)	P: não especific. T: não especific.	P: Ac, An e Rep. T: < 60 mGy (cabeça), < 35 mGy (abdome) e < 25 mGy (Abd. ped)
2) Exatidão do indicador da tensão do tubo	P: Ac, An e Rep. T: ± 10%	P: Ac e Rep. T: ± 5%	P: não especific. T: entre 80 e 140 kVp	P: não especific. T: < 10% ou 10 kVp	-	P: Ac e Rep T: ≤ ± 5%
3) Exatidão do tempo de exposição	P: Ac, An e Rep. T: ± 10%	-	-	P: não especificado T: < 20 ou < 30 %	-	-
4) Camada semi-redutora (CSR)	P: Ac, An e Rep. T: > 2,6 para equip. Trifásico, c/ tensão de 80 kVp.	-	-	-	-	P: Ac e Rep T: ± 1 mm de Al, segundo as espec. do fabricante.

5) Alinhamento do eixo central do feixe de Raios X	P: Ac, An e Rep. T: Desvio de alinhamento < 3°	-	-	P: não especificado T: < 3%	-	-
6) Rendimento do tubo	P: Ac, An e Rep. T: entre 4,8 a 6,4 mGy / mA.min m ²	-	-	-	-	-
7) Linearidade da taxa de kerma no ar com o mAs	P: Ac, An e Rep. T: ± 20%	-	-	-	P: Ac, An e Rep. T: ± 5%	-
8) Reprodutibilidade da taxa de kerma no ar	P: Ac, An e Rep. T: ± 10%	-	-	-	P: Ac, An e Rep. T: ± 5%	-
9) Reprodutibilidade do sistema automático de exposição	P: Ac, An e Rep. T: ± 10%	-	-	-	-	-
10) Tamanho do ponto focal	P: Ac e Rep. T: especif. do fab.	-	-	-	-	-
11) Calibração, constância e unif. dos números de TC	P: Ac, Sem e Rep. T: n°s de CT de -1000 ± 5 HU (ar) e 0 ± 5 HU (água)	-	-	-	-	-

An = anual

Me = mensal

Vme = valor médio

Esp = espessura

Dm = diâmetro

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

Bi = bienal

Ac = aceitação

Unif = uniformidade

Espec = especificação

Sem = semestral

Rep = após reparos

Freq = frequência

Fabric = fabricante



A Portaria 453 tem sua publicação em 1998, ano no qual ainda não eram tão comuns tomógrafos multislice. Além disso, a portaria aborda majoritariamente quesitos voltados para a radiologia convencional, havendo pouca abrangência nas questões da TC (Tabela 1).

Quanto ao *Quality Assurance Programme for Computed Tomography: Diagnostic and Therapy Applications* da AIEA observa-se que este foi pensado e publicado de forma exclusiva para a TC, quer esta tecnologia esteja em uso diagnóstico ou terapêutico. Trata-se de um documento extremamente detalhado (Tabela 2) quanto aos valores de limite, periodicidade, metodologia e também no que diz respeito ao profissional que deve executar cada teste. Outro fator relevante é a discussão acerca dos testes de constância voltados para os tomógrafos que são utilizados em fins de planejamento radioterápico, a fim de que o volume tumoral seja delineado com precisão e haja uma correta execução do planejado.

Dois Protocolos Europeus foram avaliados, sendo o primeiro deles o *European Guidelines on Quality criteria for Computed Tomography* da EUR nº 16262 EN publicado no ano de 1999, o qual traz, segundo, a Tabela 3, um conjunto de 10 testes, embora não estejam definidos os objetivos, periodicidades e metodologias. O segundo Protocolo Europeu utilizado, *Radiation Protection N° 162 – Criteria for Acceptability of Medical Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy* da *European Commission* também traz os critérios de aceitabilidade ou níveis de suspensão de TC (Tabela 4), que são: ausência de modulação de dose automática; ausência de protocolos pediátricos; TC com cortes sequenciais (um único corte por rotação); scanners com artefatos que possam ter impacto sobre o diagnóstico clínico; ausência da indicação de CTDI_w ou CTDI_{vol} e ausência de um relatório dosimétrico no formato DICOM. Também expõe os equipamentos que atualmente não podem mais ser utilizados na prática clínica.

Os protocolos Espanhóis utilizados foram o *Protocolo Español de Control de Calidad em Radiodiagnóstico* e o *Protocolo de Control de Calidad em Radiodiagnóstico IAEA/ARCAL XLIX* os quais, segundo análise, são os mais completos, pois apresentam valores de referência, metodologias, periodicidades e objetivos definidos (Tabelas 5 e 6).

Os testes trazidos pelas tabelas 1-6 podem ser divididos em três categorias: testes geométricos, testes dosimétricos/exposição e testes de qualidade de imagem, como explicitados no quadro 1.

Para a categoria testes geométricos 28 testes são indicados. Esta é a categoria que possui mais testes de controle de qualidade, haja vista que a mesma influi sobre as demais, além de refletir na dose no paciente, estando assim envolvido desde o princípio de formação da imagem até a sua reconstrução.

Percebe-se que é comum a quase todos os protocolos a presença dos seguintes testes: exatidão do sistema de colimação e espessura de corte. Porém, outros testes são apresentados, a saber: tamanho do ponto focal (Portaria 453/98), espessura nominal do corte e tamanho do FOV (EUR nº 16262 EN 1999) e perfis de sensibilidade/espessura efetiva de corte (SEFM-SEPR-SERAM 2011). Os demais testes estão dispersos nos diferentes protocolos.

Para a categoria testes dosimétricos/exposição, 25 testes estão relacionados com a categoria, sendo apenas 07 relacionados com o controle de dose, estando os demais voltados para os critérios técnicos de exposição. Um aspecto digno de nota são os métodos de mensuração. Enquanto a legislação brasileira, juntamente com o ARCAL utilizam o MSAD (*Multiple Scan Average Dose*), o *Radiation Protection* Nº 162 – *Criteria for Acceptability of Medical Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy da European Commission* (2012) e o *Protocolo Control de Calidad en Radiodiagnóstico IAEA/ARCAL XLIX* (2001) utilizam o $CTDI_{free-in-air}$ (CT Dose Index), o Protocolo Europeu - *European Guidelines on Quality criteria for Computed Tomography* da EUR nº 16262 EN (1999) utiliza o $CTDI_w$ (CTDI ponderado) e define os princípios associados a uma boa técnica de imagem relacionando-os com os critérios de qualidade para seis grupos de exames, que são: crânio, face e pescoço, tórax, abdome, coluna, pelve, ossos da pelve e articulações. Os demais protocolos utilizam o $CTDI_{VOL}$ e trazem valores de referência apenas para cabeça e abdome.

O $CTDI_{free-in-air}$ – Índice de Dose em TC é uma grandeza utilizada para mensurar doses através de uma câmara de ionização do tipo lápis com 10 cm de comprimento, sendo essa aquisição ou leitura, feita diretamente no feixe primário. É necessário para sua obtenção que se conheça a

espessura e o número de cortes realizados no exame. Esta grandeza não leva em consideração o incremento e o pitch, usada apenas para cortes contínuos [15, 16].

O MSAD – Dose Média em Múltiplos Cortes, por sua vez, é a soma das doses dispersas de cada corte, levando em consideração a penumbra. Esta grandeza pode ser calculada multiplicando-se a espessura de corte pelo CTDI e dividindo-se pelo incremento do deslocamento da mesa. Para isto é utilizado o TLD ou filmes radiocrômicos [15,16].

Outras possíveis grandezas dosimétricas são o $CTDI_w$, o $CTDI_{VOL}$ e o P_{KL} (Produto kerma-comprimento) ou DLP. O $CTDI_w$ leva em consideração a desigual distribuição de dose entre o centro e a periferia, sendo calculado através da média do CTDI medido nessas respectivas posições. O $CTDI_{VOL}$ – Índice de Dose Volumétrico em CT, leva em consideração as variações de dose no eixo z, utilizando, desta maneira, o pitch e o incremento (dependendo do tipo de tomógrafo) para a determinação do seu valor. Já o P_{KL} é a grandeza mais completa para a dosimetria em TC, pois, além de levar em consideração as variações nos eixos x, y e z, também traz em sua definição o comprimento [17].

A maioria das instituições internacionais utilizam o $CTDI_{VOL}$, por conta da ampla quantidade de equipamentos multislices e procedimentos volumétricos, tendo em vista que a leitura é feita de forma direta não sendo necessária a conversão dos dados.

Percebe-se que a legislação brasileira, por divergir dos demais protocolos em termos de grandezas dosimétricas, não pode ter seus valores de referência comparados com os demais. Em se tratando dos protocolos internacionais que utilizam também o $CTDI_{VOL}$, o Protocolo Espanhol de 2011 tem o menor valor de referência para exames de cabeça, o Protocolo Europeu de 2012 tem o menor valor de referência para exames de abdome e ambos possuem o mesmo valor de referência para exames pediátricos.

Quando se trata de pediatria, apenas o Protocolo Europeu de 2012 e o Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico trazem valores de referência para os exames realizados em crianças. Os demais protocolos deixam esse importante quesito em aberto. O principal objetivo da dosimetria de paciente em tomografia computadorizada (TC) é determinar as

grandezas dosimétricas para o estabelecimento e utilização dos níveis de referência de diagnóstico (NRD), além da avaliação de risco. A ausência de valores de referência para exames pediátricos pode trazer como consequência a utilização dos mesmos protocolos realizados em adultos. Tendo em vista que os pacientes pediátricos possuem uma radiosensibilidade mais elevada do que os adultos, torna-se imperativo a atenção no controle da dose administrada em cada exame.

No que tange aos testes de controle de qualidade voltados para os critérios de exposição, nota-se que os protocolos internacionais trazem poucos ou nenhum teste relacionados com este quesito, enquanto se observa 07 testes trazidos pelo Protocolo Brasileiro. Porém dos testes que foram abordados por estes poucos protocolos, houve como ponto de similaridade dois testes: exatidão do indicador de tensão do tubo e do tempo de exposição. Tais testes são de sumária importância visto que ambos os fatores estão relacionados com a qualidade da imagem e o tempo de vida útil do tubo gerador de raios-x.

Para a categoria testes de qualidade da imagem, 18 testes são indicados. Nota-se um ponto de similaridade entre as todas legislações que são: ruído, exatidão e uniformidade do nº de CT e resolução espacial de alto contraste.

Além disso, é possível notar a presença de outros testes indicados pelos protocolos internacionais, que não são encontrados no protocolo Brasileiro, sendo eles: exatidão do scout (SPR), exibição e impressão da imagem e resolução de baixo de contraste. Estes últimos são de grande importância visto que garantem que o órgão de interesse esteja dentro do campo demarcado, precisa configuração de monitores e dispositivos de impressão e a correta distinção entre diferentes tons de cinza, respectivamente. Todos garantem que a imagem possua a necessária qualidade para diagnóstico, diminuindo assim a possibilidade de haver conclusões equívocas.

Porém, ao se realizar a comparação entre os protocolos, foi possível perceber discrepâncias entre a legislação brasileira e a internacional quanto aos limites e periodicidade, conforme observado no quadro 3.

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

A partir da análise comparativa dos testes de controle de qualidade, percebe-se que nenhum protocolo atende perfeitamente a todos os aspectos que devem ser levados em consideração quando o assunto é qualidade em tomografia. Visto que os documentos possuem anos de publicação distintos, é possível então entender esse fato como uma possível justificativa para tantas divergências. Percebeu-se também que em determinados documentos não se observam tolerâncias bem definidas (IAEA, ARCAL XLIX, EUR N°162) e até mesmo periodicidade dos testes (EUR 16262, EUR N°162).

Além disso, as grandezas dosimétricas utilizadas por alguns protocolos, inclusive pela Portaria 453, não levam em consideração fatores extremamente relevantes para a dosimetria como, por exemplo, o pitch.

4. CONCLUSÃO

Concluimos que a legislação vigente no Brasil diverge em alguns aspectos dos protocolos internacionais analisados, ainda que esta possua um grande número de testes de controle de qualidade. No entanto, faz-se necessário que a legislação brasileira leve em consideração os avanços tecnológicos apresentados ao decorrer do tempo.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal da Bahia – IFBA pelo auxílio e apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. KHORASANI R, GOEL PK, MA'LUF NM, FOX LA, SELTZER SE, BATES DW, **Trends in the use of radiology with inpatients: what has changed in a decade?**, *American Journal of radiology*, vol.170, pp. 859-861, 1998.
2. SHRIMPTON PC, WALL BF, HART D, **Diagnostic medical exposures in the U.K.**, *Applied Radiation and Isotopes*, vol. 50: 261-269, 1990.
3. DAROS KAC, **Avaliação das doses de radiação X em exames pediátricos de tomografia computadorizada de crânio com base em estudos de otimização** [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2005.
4. HART D, WALL BF. UK, **Population dose from medical x-ray examinations**, *Eur J Radiol.*, vol. 50: 285-289, 2004.
5. BRASIL, Ministério da Saúde. **Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acessado em 3 de março de 2014.
6. REHANI MM, **Diagnostic imaging quality assurance**. New Delhi, India: *Jaypee Brothers Medical Publishers*, 1994.
7. RIBEIRO, R.S et al., **Modelo de banco de dados para gerenciamento dos testes de controle de qualidade dos equipamentos de radiologia convencional do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho**. *Rev. Radiologia Brasileira*, vol. 37, nº 01, págs 29-33, 2004.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 453. Dispõe sobre as diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico**. Brasília: Diário Oficial da União; 2 de junho de 1998.
09. PACHECO, J.G et al., **Avaliação dos Serviços de Radiodiagnóstico Convencional de dois Hospitais da Rede Pública Estadual de Rio Branco, Acre**. *Rev. Radiologia Brasileira*, vol. 40, nº 1, págs. 39-44, (2007).

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR

10. IAEA – International Atomic Energy Agency. **Quality Assurance Program for Computed Tomography: Diagnostic and Therapy Applications**. Vienna: International Atomic Energy Agency, N°19, Vienna, 2012. Disponível em: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1557_web.pdf> Acessado em 3 de março de 2014.
11. EUROPEAN COMMISSION. **European Guidelines on Quality criteria for Computed Tomography**. Report EUR n° 16262 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg páginas 69-78, 1999. Disponível em: <http://w3.tue.nl/fileadmin/sbd/Documenten/Leergang/BSM/European_Guidelines_Quality_Criteria_Computed_Tomography_Eur_16252.pdf> Acessado em 3 de março de 2014.
12. EUROPEAN COMMISSION. **Criteria for Acceptability of Medical Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy, Radiation Protection N° 162**. Luxemburg, páginas 42-43, 2012. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/162.pdf> Acessado em 3 de março de 2014.
13. IAEA – International Atomic Energy Agency. **Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnostico IAEA/ARCAL XLIX**. VIENNA, 2001.
14. SEFM - Sociedad Española de Física Médica, Sociedad Española de Protección Radiológica, Sociedad Española de Radiología Médica. **Protocolo Español de control de calidad en radiodiagnóstico**. Revisión 2011. SEFM, SEPR, (2012). Disponível em: < <https://www.sergas.es/Docs/ProtocoloPECCRD2011.pdf>> Acessado em 3 de março de 2014.
15. PINA, D.R et al., **Controle de qualidade e dosimetria em equipamentos de Tomografia Computadorizada**. *Radiol Bras [online]* vol.42, n°.3, 2009.
16. ROMANS, Louis E. **Computed Tomography for Technologists: A comprehensive text**. Baltimore. Wolters Kluwer Health, pág. 168, 2011.
17. OLIVEIRA, B B. et al., **Estimativa de valores de MSAD em procedimentos de Tomografia Computadorizada utilizando filmes radiocrômicos**. *Radiol Bras*, vol. 46 n°.2, 2013.

International Joint Conference RADIO 2014

Gramado, RS, Brazil, August 26-29, 2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA - SBPR