



Determinação da dose em pacientes submetidos a exames de tomografia computadorizada de abdome em um serviço de radiologia e diagnóstico por imagem

Alves^{a,b} F. M. T., Caldas^b L. V. E.

^a*Clínica São Judas Tadeu, Rua Uberlândia 240, Ipatinga, MG, Brasil*

^b*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / Comissão Nacional de Energia Nuclear (IPEN/CNEN-SP),*

Av. Prof. Lineu Prestes 2242, São Paulo, SP, Brasil

fabriciocaca@hotmail.com

RESUMO

A incorporação de novas tecnologias nos últimos anos proporcionou um aumento expressivo no número de exames de tomografia computadorizada (TC) realizados no mundo e no Brasil e conseqüentemente seus efeitos deletérios relacionados à radiação ionizante. O objetivo foi verificar a dose dos exames de tomografia computadorizada do abdome realizados em um serviço de radiologia e diagnóstico por imagem para determinar as ações técnicas que visam diminuí-la, bem como suas conseqüências. Foram analisados os relatórios de dose (emitidos automaticamente pelo próprio aparelho) dos exames de TC de abdome realizados no ano de 2018. As doses estimadas dos exames foram correlacionadas com a indicação clínica, de acordo com o pedido médico, anexado ao cadastro do paciente e ao número de fases realizadas em cada exame. Os resultados dos indicadores avaliados dos exames estavam dentro dos níveis de referência recomendados pela *American College of Radiology*. Em todas as indicações clínicas foi possível observar uma variabilidade grande no número de fases executadas. Foi possível observar a urgente necessidade de se readequar e padronizar os protocolos de exames dirigidos para a suspeita clínica, permitindo o uso racional com imediata redução no número de fases realizadas e conseqüentemente minimizar a dose que os pacientes estão recebendo na realização destes exames.

Palavra-chave: Tomografia computadorizada, Abdome, Estimativa de dose específica de tamanho, Dose

ABSTRACT

The incorporation of new technologies in recent years has led to a significant increase in the number of computed tomography (CT) exams performed in the world and in Brazil and, consequently, their deleterious effects related to ionizing radiation. The objective was to verify the dose of abdominal computed tomography exams performed in a radiology and diagnostic imaging department to determine the technical actions that aim to decrease it, as well as its consequences. The dose reports (automatically issued by the device) of the abdominal CT examinations performed in 2018 were analyzed. The estimated doses of the examinations were correlated with the clinical indication, according to the medical request, attached to the records of the patient and the number of phases performed in each exam. The results of the assessed indicators were within the reference levels recommended by the American College of Radiology. In all clinical indications, it was possible to observe a great variability in the number of phases performed. It was possible to observe the urgent need to readjust and standardize the examination protocols aimed at clinical suspicion, allowing for rational use with immediate reduction in the number of phases performed and consequently minimizing the dose that patients receive during these exams.

Keywords: Computed tomography, Abdomen, Size specific dose estimate, Dose.

1. INTRODUÇÃO

A radiologia diagnóstica é uma área de atuação médica que utiliza a radiação ionizante para a elaboração de informações anatômicas e funcionais do corpo humano e representa uma das principais fontes de exposição à radiação de origem artificial [1 - 4].

A tomografia computadorizada (TC) é um método de diagnóstico complementar que utiliza a radiação ionizante e, desde a sua criação, na década de 70, apresenta um papel fundamental na compreensão, detecção e acompanhamento de várias doenças [2,3,5,6,7,8]. A dose de um exame de TC representa cerca de 75% da radiação proveniente dos exames da radiologia [3].

A incorporação de novas tecnologias nos últimos anos, o crescente número de indicações clínicas e a facilidade de acesso ao método de diagnóstico proporcionaram um aumento expressivo no número de exames de TC realizados no Brasil e no mundo e, conseqüentemente, da exposição à radiação [5,7,8,9,10].

Um exame de TC tem uma dose muito variada de acordo com a região estudada, o número de fases, o tipo de equipamento utilizado e o biotipo do paciente, que pode variar entre 5 mSv e

100 mSv. Existem evidências epidemiológicas de um pequeno aumento estatisticamente significativo no risco de desenvolvimento de câncer nos sobreviventes da bomba atômica de Hiroshima e Nagasaki, que receberam doses de corpo inteiro de 5 a 150 mSv, equivalentes às recebidas em um exame de TC [6,8].

O maior desafio da TC nos dias de hoje é desenvolver estratégias para minimizar os riscos da radiação ionizante[4,8].

A dose na TC pode ser quantificada por meio do kerma no ar [1]. No entanto, na área de física médica, a dose na TC é quantificada por meio dos valores de índice de dose na TC ($CTDI_{vol}$) e do produto dose-comprimento (DLP), que são considerados hoje como níveis orientadores e serão adotados como referência neste trabalho [2,11,12].

O método índice de dose de TC (CTDI) cria um índice para refletir a dose média na região central de um simulador cilíndrico em apenas um corte tomográfico de uma série de rotações. A palavra índice foi incluída especificamente no nome do CTDI para distinguir da quantidade da dose absorvida por um paciente. O CTDI é uma medida padronizada da dose emitida por um tomógrafo que permite comparar a dose emitida de diferentes tomógrafos [13]. Para TC helicoidais em uso atual, o parâmetro $CTDI_{vol}$ é o índice mais comumente usado e sua unidade é mGy.

O produto dose-comprimento (DLP) representa a quantidade de radiação emitida para o paciente em um exame de TC, e é calculado multiplicando-se a dose de um corte de TC ($CTDI_{vol}$) pelo comprimento do campo de radiação, sendo apresentado em mGy.cm, determinando a quantidade total de radiação recebida pelos pacientes durante uma ou várias varreduras [2].

A estimativa de dose específica de tamanho (SSDE) é um método utilizado para estimar a dose na TC que leva em consideração uma correção baseada no tamanho do paciente, utilizando dimensões lineares medidas nas imagens axiais dos pacientes [14].

O SSDE é o resultado do produto do $CTDI_{vol}$ por um fator de conversão baseado no tamanho do paciente (diâmetro ântero-posterior ou lateral, soma das duas dimensões ou diâmetro efetivo):

$$SSDE = f^{16 \text{ ou } 32} \times CTDI^{16 \text{ ou } 32}$$

onde (16 ou 32) indica o diâmetro, em centímetros, do objeto simulador de acrílico de referência para o fator de conversão.

O nível de referência diagnóstica recomendado pela *American College of Radiology* (ACR) nos estudos de TC de abdome e pelve para a população adulta é do CTDI_{vol} de 15 mGy a 16 mGy, SSDE de 18 mGy a 19 mGy e DLP de 705 mGy.cm a 781 mGy.cm, variando com o tamanho do paciente, enquanto que na população pediátrica os níveis recomendados de CTDI_{vol} são de 5 mGy a 14 mGy, SSDE de 12 mGy a 19 mGy e DLP entre 106 mGy.cm a 651 mGy.cm, também variando com o tamanho do paciente [15].

De acordo com a indicação clínica, um exame de abdome pode ter até cinco fases, sendo uma sem contraste e outras quatro após a injeção endovenosa do meio de contraste. Infelizmente, a falta de consenso nos protocolos utilizados para a realização dos exames de TC de abdome, que são dependentes da indicação clínica, faz com que exista uma grande variabilidade na quantidade de fases realizadas e conseqüentemente na dose recebida pelos pacientes.

Vários trabalhos da literatura vêm concluindo que a supressão de uma ou mais fases dos exames de abdome não trazem prejuízo à acurácia do diagnóstico. Iannaccone et al. concluíram que a fase sem contraste não dificultava a identificação de hepatocarcinomas em pacientes com cirrose hepática, podendo ser suprimida do protocolo [16]. Imbriaco et al. analisaram exames com suspeita de câncer de pâncreas e demonstraram que a realização de apenas uma fase pós-contraste era o suficiente para um diagnóstico e estadiamento desta neoplasia [17]. Leite et al. concluíram que a fase sem contraste não era fundamental para o diagnóstico em várias indicações clínicas [18]. Metser et al. comprovaram que para detecção de tumores do trato urinário alto e baixo, a fase portal é mais eficiente que a fase de equilíbrio, sendo esta última desnecessária para o seu diagnóstico [19].

Os objetivos deste trabalho foram analisar a dose estimada em pacientes que realizaram TC de abdome em um serviço de radiologia e diagnóstico por imagem, comparar a dose dos exames com a indicação clínica e os dados da literatura e apresentar um conjunto de recomendações que permitam subsidiar propostas de redução de dose nos exames a serem realizados.

2. METODOLOGIA

A casuística foi composta por todos os pacientes que compareceram a um serviço de radiologia e diagnóstico por imagem na cidade de Ipatinga, Minas Gerais, para realizar exames de TC de abdome em 2018.

Foram avaliados os relatórios de dose de exames de TC de abdome superior ou abdome total emitidos de dois tomógrafos Multislice, sendo um da marca Siemens de 16 canais (Unidade A) e outro da marca Philips de 6 canais (Unidade B), armazenados no PACS (*Picture Archiving and Communication System*), no ano de 2018. Foram realizadas medições lineares dos maiores diâmetros lateral e ântero-posterior do abdome dos pacientes. Também foram coletados os dados que constam na ficha de cadastro do paciente como idade, gênero e os pedidos médicos dos exames com as indicações clínicas.

Foi utilizado um objeto simulador de acrílico de 32 cm de diâmetro e 15 cm de comprimento, com uma câmara de ionização do tipo lápis da marca Raysafe, com comprimento de 15,0 cm, modelo 8202041-D / 205028, e um eletrômetro da marca Raysafe, modelo 8201021-H / 167289 (calibrados no LabPROSAUD, incerteza 1,9%) para medição da dose nos equipamentos de TC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Valores de dose dos equipamentos de TC

Os valores de dose de CTDI da radiação emitida pelos equipamentos de TC foram avaliados por medição da dose no objeto simulador de acrílico, com a câmara de ionização e o eletrômetro, com os parâmetros técnicos dos protocolos dos exames de abdome.

O valor de $CTDI_{100}$ foi medido três vezes no centro e em quatro pontos na periferia do objeto simulador, a partir dos quais se calculou a média ponderada, o $CTDI_w$, o $CTDI_{vol}$ e o DLP. Os resultados do $CTDI_{vol}$ e o DLP estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1: Relatório de medida de dose dos equipamentos Siemens (Unidade A) e Philips (Unidade B)

Unidade de Radiologia e Grandeza	Valor estimado pelo equipamento de TC	Valor medido pelo eletrômetro	Diferença (%)
Unidade A (Siemens)			
CTDI _{vol} (mGy)	10,41	10,20	2,02
DLP (mGy.cm)	20,00	19,59	2,05
Unidade B (Philips)			
CTDI _{vol} (mGy)	22,4	24,2	-8,04
DLP (mGy.cm)	20,1	21,8	-8,46

As diferenças percentuais entre os valores de CTDI_{vol} e DLP medidos pela câmara de ionização e eletrômetro e os mostrados nos equipamentos foram de 2,02% e 2,05%, respectivamente, no equipamento Siemens da Unidade A, e de - 8,04% e - 8,46% no equipamento Philips da Unidade B. Os resultados obtidos indicam que os equipamentos de TC apresentaram resultados satisfatórios às condições aplicadas. No entanto, a pequena diferença encontrada no equipamento da Philips indica que pode haver uma discrepância entre a dose produzida e a informada no comando do equipamento.

3.2. Caracterização da amostra

Foram analisados 1432 exames realizados entre os dias 01/01/2018 e 31/12/2018, sendo que 1211 atendiam aos critérios de inclusão. Dos 221 exames que não atendiam aos critérios e foram excluídos do estudo, 72 não tinham dados referentes à indicação clínica, sendo 13 da Unidade A e 59 da Unidade B. Os demais exames excluídos, 149, não tinham o relatório de dose armazenado no PACS, sendo 148 da Unidade A e 1 da Unidade B.

Foram avaliados 1211 pacientes, sendo 58,5% do sexo feminino. A idade média dos pacientes nos exames realizados foi de 49,4 anos, sendo realizados 33 exames em crianças de até 11 anos, 66 em adolescentes de 12 a 19 anos, 723 em adultos entre 20 e 59 anos e 389 em idosos acima de 60 anos, demonstrando que a população adulta (cerca de 92 % dos exames) realiza muito mais exames de tomografia que a população pediátrica. Pouco mais da metade dos exames foram realizados na Unidade A (52,3%). A grande maioria dos exames (90,8%) era abdome total ou UroTC e 39,7% eram protocolo contraste com fase única. A Tabela 2 apresenta esta caracterização da amostra.

Tabela 2: Caracterização dos pacientes por gênero, idade, Unidade de realização do exame, tipo de exame (n=1211)

	n	Percentual
Gênero		
Masculino	502	41,5
Feminino	709	58,5
Idade		
Média ± desvio-padrão	49,4 ± 20,3	
Mediana (Mínimo – Máximo)	49 (0 – 99)	
Unidade		
B	578	47,7
A	633	52,3
Exame		
Abdome superior	112	9,2
Abdome total	1099	90,8

A Tabela 3 apresenta o número de exames realizados por indicações clínicas.

Os resultados revelam que a maior parte dos exames realizados, cerca de 67%, tinham como indicação clínica alguma dor abdominal, sendo as mais frequentes litíase renal (20,6%) e dor abdominal não especificada (20,5%), mostrando um perfil mais emergencial nas duas Unidades, como apresentados na Tabela 3.

Poucos exames realizados, cerca de 5,2%, tiveram como indicação clínica estadiamento ou reestadiamento de câncer, corroborando para o perfil mais emergencial dos serviços e menos oncológico (Tabela 3).

O CTDI_{VOL} médio foi de 9,2 mGy, variando de 2,6 mGy a 23,1 mGy. O DLP médio foi de 411,3 mGy.cm, variando de 24,6 mGy.cm a 1236,6 mGy.cm. O DLP total teve média de 967,9 mGy.cm com mínimo de 68,8 mGy.cm e máximo de 3737,7 mGy.cm. O SSDE médio foi de 12,6 mGy, variando de 0,0 mGy a 40,0 mGy.

Verificou-se que os resultados de percentil 75 de CTDI_{vol}, SSDE e DLP dos exames realizados foram 11,2 mGy, 15,0 mGy e 501,7 mGy.cm, respectivamente, ficando dentro dos níveis de referência recomendados pela ACR [15].

Tabela 3: Caracterização dos exames realizados por indicação clínica (n=1211)

Indicações Clínicas	n	%
Litíase renal (cálculo renal/nefrolitíase)	249	20,6
Dor abdominal não especificada	248	20,5
Dor na Fossa Ilíaca Direita - apendicite	66	5,5
Contraindicação ao contraste	58	4,8
Dor em flanco direito ou esquerdo	55	4,5
Obstrução intestinal	49	4,0
Dor no Fossa Ilíaca Esquerda - diverticulite	49	4,0
Dor abdominal aguda (não localizada)	45	3,7
Urotomografia - nódulo / cisto / hematúria	44	3,6
Nódulo hepático	41	3,4
Pancreatite aguda	39	3,2
Icterícia/Colestase	35	2,9
Massa abdominal palpável ou vista em US prévio	34	2,8
Outros	32	2,6
Estadiamento de outros cânceres	26	2,1
Doença hepática crônica (cirrose)	21	1,7
Trauma abdominal	20	1,7
Suspeita de neoplasia abdominal	18	1,5
Pielonefrite (infecção do trato urinário)	17	1,4
Dor no hipocôndrio direito	15	1,2
Estadiamento de câncer colorretal	7	0,6
Sangramento do trato gastrointestinal	6	0,5
Estadiamento de câncer pancreático	6	0,5
Doença de Crohn	6	0,5
AngioTC aorta abdominal e ilíacas	5	0,4
Nódulo adrenal	5	0,4
Angio TC Venosa Abdome Total	5	0,4
Reestadiamento de câncer	4	0,3
Isquemia mesentérica	3	0,2
Suspeita de metástase hepática	2	0,2
Disfagia	1	0,1

Foi observado que apenas 138 pacientes (11%) apresentaram doses acima das recomendadas. A média da soma dos diâmetros abdominais destes pacientes foi de 61,9 cm, enquanto que a média da amostra foi de 54,5 cm, demonstrando a relação direta da dose com os diâmetros abdominais.

Foram evidenciados em dois pacientes doses de SSDE muito altas, sendo 36,6 mGy e 40,0 mGy, comparativamente aos demais pacientes da amostra, onde o percentil 75 foi de 15 mGy. Na verificação dos respectivos exames, observou-se que eram pacientes pediátricos, que realizaram exames no equipamento Philips da Unidade B, e o valor do produto corrente tempo permaneceu estável em 200 mAs durante toda a aquisição do exame, demonstrando que o modulador de dose automático não funcionou. O modulador de dose automático permite alterar a corrente do tubo de acordo com as dimensões dos pacientes ao longo da varredura, reduzindo a dose recebida por eles [20,21].

3.3. Análise de associações com os indicadores avaliados nos exames

Foram observadas maiores médias e medianas de CTDI, DLP total, SSDE e dose efetiva na Unidade B se comparado à Unidade A, como apresentados na Tabela 4.

Apesar do protocolo dos exames do equipamento da Unidade B apresentar menor tensão em relação ao da Unidade A (120 kVp versus 130 kVp), o produto corrente tempo é bem maior (200 mAs versus 110 mAs), o que poderia explicar estes maiores valores medidos.

A análise dos resultados dos valores obtidos dos exames realizados por gênero não demonstrou nenhuma diferença significativa ($p > 0,05$).

As Figuras 1 e 2 apresentam os gráficos de dispersão entre as medições de CTDI, SSDE e distâncias (lateral + AP). Em todas as comparações as correlações podem ser consideradas significativas ($p < 0,05$).

Tabela 4: Descrição dos indicadores resultantes dos exames realizados por Unidade

Unidade	Distância			SSDE mGy	Dose efetiva mSv	Total de fases realizadas
	CTDI mGy	DLP Total mGy.cm	Lateral + AP cm			
B						
Média	11,1	1173,1	53,3	15,4	17,6	2,7
Desvio-padrão	4,1	717,2	9,3	4,1	10,8	1,3
Mínimo	2,9	68,8	26,6	0,0	1,0	1,0
Máximo	23,1	3737,7	79,3	37,1	56,1	5,0
Percentil 25	8,0	553,0	46,6	12,7	8,3	1,0
Mediana	10,3	1088,4	53,2	14,8	16,3	3,0
Percentil 75	13,6	1634,5	59,4	18,0	24,5	4,0
A						
Média	7,5	780,5	55,7	10,1	11,7	2,5
Desvio-padrão	2,6	494,1	8,4	2,5	7,4	1,4
Mínimo	2,6	92,0	23,1	5,3	1,4	1,0
Máximo	19,8	2866,6	89,3	40,0	43,0	5,0
Percentil 25	5,9	352,5	50,5	8,7	5,3	1,0
Mediana	7,0	731,0	55,7	9,7	11,0	3,0
Percentil 75	8,5	1070,0	61,4	10,9	16,1	4,0
Valor-p*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,140

*Teste Mann-Whitney

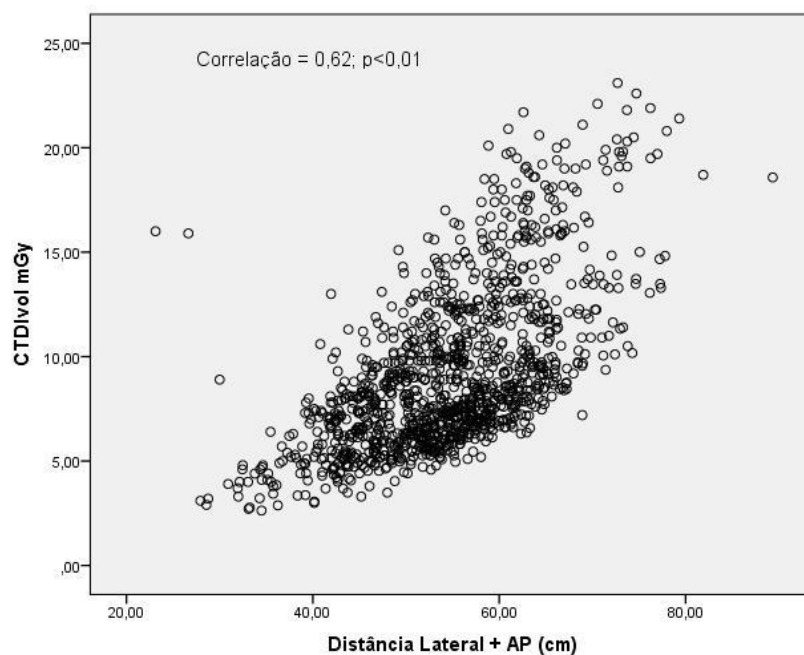


Figura 1: Dispersão dos valores de CTDI_{vol} e distância lateral+AP

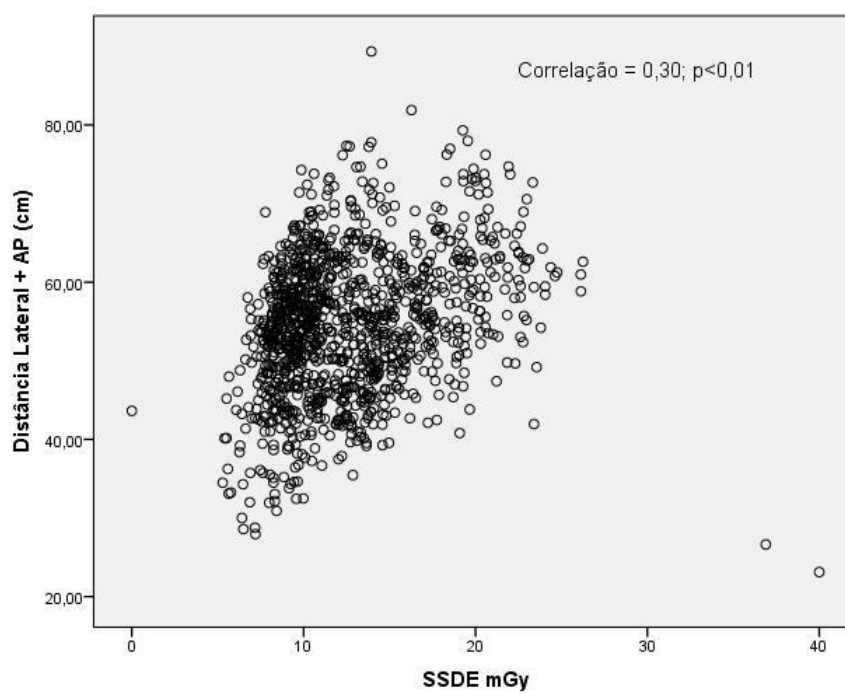


Figura 2: Dispersão dos valores de distância lateral+AP e SSDE

No estudo da relação entre o $CTDI_{vol}$ e a distância lateral + AP observa-se correlação direta e forte ($r = 0,62$). Ou seja, quanto maiores os diâmetros abdominais, maior é a dose nos exames realizados, corroborando com os dados da literatura [22].

Também foi evidenciada uma relação direta entre a distância lateral + AP e SSDE; no entanto, esta foi moderada ($r = 0,30$), demonstrando o efeito do fator de correção aplicado ao cálculo da dose desta grandeza.

O número de fases realizadas é um indicador que apresenta relação linear com a dose que os pacientes recebem durante os exames realizados como apresentado na Figura 3.

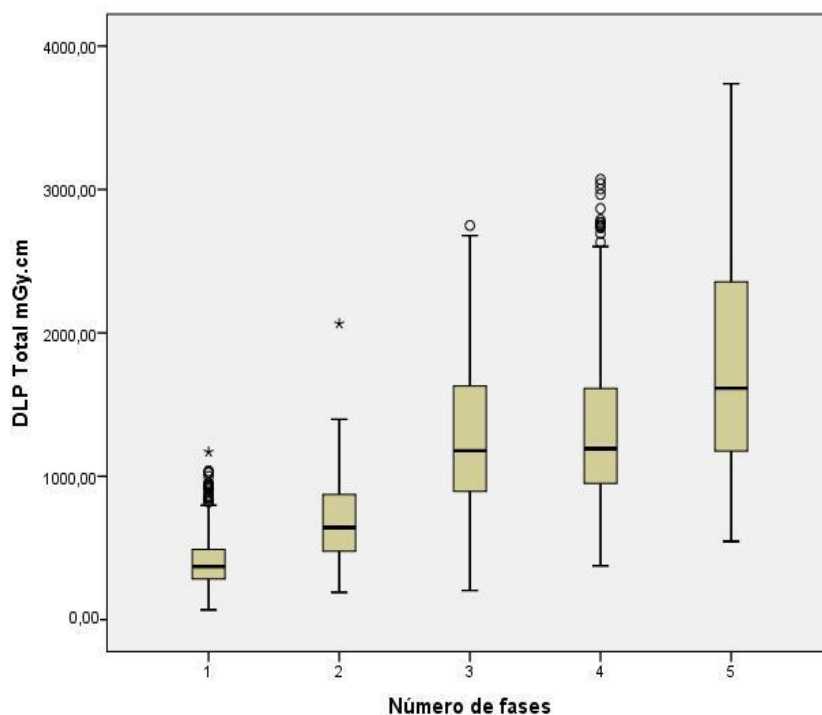


Figura 3: Box-plot dos valores de DLP total por número de fases realizadas

Os resultados revelaram uma relação direta e significativa entre DLP total e o número de fases, isto é, há um aumento nos valores de DLP total à medida que aumenta o número de fases, com coeficiente de correlação igual 0,75 ($p < 0,01$).

A Figura 4 é um *Box-plot* que ilustra a relação do número de fases realizadas nos exames segundo as indicações clínicas.

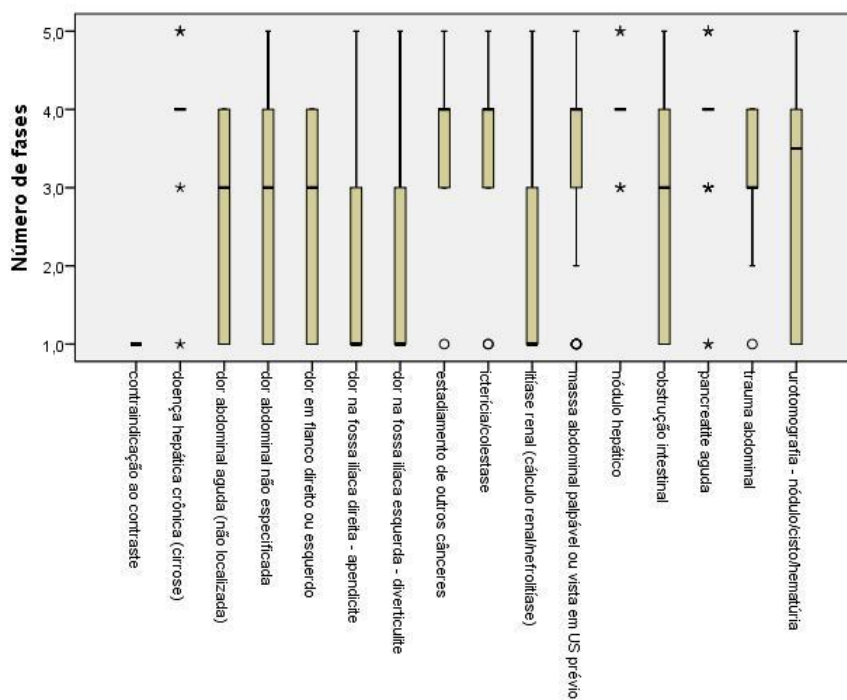


Figura 4: *Box-plot do número total de fases segundo as principais indicações*

Houve uma média de três fases por exame, sem diferença estatisticamente significativa entre as Unidades ou por gênero.

38,3 % dos pacientes realizou o exame com uma fase, sendo que 5 % deles fizeram apenas uma fase por apresentarem contraindicação ao uso do contraste, o que impedia a realização de mais de uma fase.

Um exame com quatro fases foi realizado por 33,3 % dos pacientes. Apenas 3,4% dos pacientes fizeram o exame com duas fases e 21,8% o fizeram com 3 fases.

Na grande maioria dos exames de tomografia computadorizada de abdome e pelve, a realização de apenas uma fase é o suficiente para se chegar ao diagnóstico nosológico. Estudos com múltiplas fases devem ser reservados para alguns casos com indicações específicas que otimizam a detecção e caracterização de lesões [3,23,24,25].

Em algumas indicações clínicas como dor na fossa ilíaca direita (apendicite aguda), dor na fossa ilíaca esquerda (diverticulite) e litíase renal, geralmente uma fase sem contraste é o suficiente para se concluir o exame e chegar a um diagnóstico final. No entanto, o que se pode observar foi que apenas 50% dos pacientes com estas indicações clínicas realizaram uma fase, 25% de duas a três fases e 25% mais de três fases.

Foi observado que quase todas as indicações clínicas tiveram pacientes que realizaram cinco fases, demonstrando um excesso de fases realizadas.

Um grande número de pacientes, cerca de 50%, realizou três ou mais fases, indicando a execução da fase de equilíbrio. Já existem dados suficientes na literatura de que esta fase pode ser suprimida do protocolo sem prejuízo na capacidade diagnóstica do método, principalmente nas indicações oncológicas, abdome agudo e traumas abdominais quando não há suspeita de lesão renal [23,24].

Em todas as indicações clínicas foram realizadas fases sem contraste seguidas de fases contrastadas. Dados na literatura sugerem que, em algumas indicações clínicas específicas, a fase sem contraste pode ser suprimida do protocolo e as fases pós-contraste podem ser realizadas como as primeiras fases, sem detrimento do diagnóstico, como nos casos de nódulos hepáticos (hipo ou hipervasculares), estadiamento tumoral, carcinoma pancreático, pancreatite aguda, pielonefrite, apendicite, diverticulite, linfoma e pesquisa de coleções intracavitárias [3,23,25].

Em todas as indicações clínicas foi possível observar uma variabilidade muito grande no número de fases executadas, demonstrando a falta de critério e consenso nos protocolos executados pela equipe de técnicos orientada pelos radiologistas. Todas as indicações tiveram exames com quatro fases executadas e em apenas duas indicações clínicas das mais prevalentes (trauma abdominal e dor nos flancos), não tiveram exames com cinco fases, revelando uma situação contrária ao que a literatura mais recente preconiza, ou seja, reduzir o número de fases e consequentemente reduzir a dose dos pacientes [3,23,24,25].

4. CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que a dose de radiação recebida pelos pacientes nos exames realizados está diretamente relacionada com algumas características inerentes ao paciente, como o

diâmetro abdominal, o que não pode ser mudado, e ao número de fases realizadas, o que é dependente de protocolos estabelecidos pela equipe médica.

Protocolos pré-estabelecidos em exames de TC de abdome de acordo com a indicação clínica permitem pouca variação no número de fases realizadas em um serviço. Para isso é necessário um consenso entre os médicos radiologistas, que fazem os relatórios, e um treinamento com a equipe de técnicos de radiologia, para que não realizem fases demasiadas nem deixem de realizar fases imprescindíveis, para o diagnóstico de patologias importantes. A grande variabilidade no número de fases e em excesso, que pode ser observado em todas as indicações clínicas, demonstra a falta de protocolo nos exames dos serviços. Isso implica diretamente em uma maior dose nos pacientes.

Foi possível observar a urgente necessidade de se readequar e padronizar os protocolos de exames dirigidos para a suspeita clínica, permitindo o uso racional com imediata redução no número de fases realizadas e conseqüentemente minimizar a dose que os pacientes estão recebendo na realização destes exames.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às duas Unidades de radiologia e diagnóstico por imagem pelo apoio ao trabalho e à agência de fomento CNPq (Projeto 301335/2016-8)

REFERÊNCIAS

- [1] IAEA, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Dosimetry in Diagnostic Radiology: an International Code of Practice**. Relatório Técnico IAEA TRS 457, IAEA, Vienna, 2007.
- [2] HUDA, W.; OGDEN, K. M.; KHORASANI, M. R. Converting dose-length product to effective dose at CT. **Radiology**, v. 248, n. 3, p. 995-1003, 2008.
- [3] COSTA, D. M. C.; SALVADORI, P. S. S.; MONJARDIM, R. F.; BRETAS, E. A. S.; TORRES, L. R.; CALDANA, R. P.; SHIGUEOKA, D. C.; MEDEIROS, R. B.; D'IPPOLITO, G. Quando a fase sem contraste intravenoso é desnecessária nos exames de tomografia

- computadorizada do abdome? Análise retrospectiva de 244 casos. **Radiologia Brasileira**, v. 46, n. 4, p.197-202, 2013.
- [4] KIKUTI, C.F.; SALVADORI, P. S.; COSTA, D.M.C.; D'IPPOLITO, G.; MEDEIROS, R.B. Estimativa da dose em exames de tomografia de abdome com base nos valores de DLP. **IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety – IRPA 2013**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 15-19 de abril, 2013.
- [5] PARAKH, A.; KORTESNIEMI, M.; SCHINDERA, S. T. CT radiation dose management: a comprehensive optimization process for improving patient safety. **Radiology**, v. 280, n. 3, p. 663-673, 2016.
- [6] BRENNER, D. J.; HALL, E. J. H. Computed Tomography - An increasing source of radiation exposure. **The New England Journal of Medicine**, v. 357, n. 22, p. 2277-2284, 2007.
- [7] SMITH-BINDMAN, R.; LIPSON, J.; MARCUS, R.; KIM, K. P.; MAHESH, M.; GOULD, R.; BERRINGTON DE GONZÁLEZ, A.; MIGLIORETTI, D. L. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. **Archives of Internal Medicine**, v. 169, n. 22, p. 2078-2086, 2009.
- [8] BRENNER, D. J. Slowing the increase in the population dose resulting from CT scans. **Radiation Research Society**, v. 174, p. 809-815, 2010.
- [9] RODRIGUES, S. I.; ABRANTES, A. F.; RIBEIRO, L. P.; ALMEIDA R. P. P. Estudo da dose nos exames de tomografia computadorizada abdominal em um equipamento de 6 cortes. **Radiologia Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 326-333, 2012.
- [10] DOVALES, A.C.M.; ROSA, L.A.R.; KESMINIENE, A.; PEARCE, M.S.; VIEGA L.H. Patterns and trends of computed tomography usage in outpatients of the Brazilian public healthcare system, 2001-2011. **Journal of Radiological Protection**, v. 36, n. 3, p. 547-560, 2016.
- [11] SHRIMPTON, P.C.; HILLIER, M.C.; LEWIS, M.A.; DUNN, M. Doses from computed tomography (CT) examinations in the UK: 2003 review. Chilton, UK: National Radiological Protection Board, **Report NRPB-W67**, 2005.
- [12] McCOLLOUGH, C.; BRANHAM, T.; HERLIHY, V.; BHARGAVAN, M.; ROBBINS, L.; BUSH, K.; McNITT-GRAY, M.; PAYNE, T.; RUCKDESCHEL, T.; PFEIFFER, D.;

- CODY, D.; ZEMAN, R. Diagnostic reference levels from the ACR CT Accreditation Program. **Journal of the American College of Radiology**, v. 8, n. 11, p. 795–803, 2011.
- [13] O'NEILL, S.; KAVANAG, R.G.; CAREY, B.W.; MOORE, M.; MAHER, M.; O'CONNOR, O. J.; Using body mass index to estimate individualised patient radiation dose in abdominal computed tomography. **European Radiology Experimental**, v. 38, n. 2, p. 1-8, 2018.
- [14] AAPM, AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, **Use of Water Equivalent Diameter for Calculating Patient Size and Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in CT**. The report of AAPM task group n. 220, 2014.
- [15] ACR, AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY, AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, SOCIETY FOR PEDIATRIC RADIOLOGY, **Practice Parameter for Diagnostic Reference Levels and Achievable Doses in Medical x-Ray Imaging**. Practice Guideline, 2018. Disponível em: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/Diag-Ref-Levels.pdf>. Acesso em: 30/04/2019.
- [16] IANNACCONE, R.; LAGHI, A.; CATALANO, C.; ROSSI, P.; MANGIAPANE, F.; MURAKAMI, T.; HORI, M.; PIACENTINI, F.; NOFRONI, I.; PASSARIELLO, R. Hepatocellular carcinoma: role of unenhanced and delayed phase multi-detector row helical CT in patients with cirrhosis. **Radiology**, v. 234, n. 2, p. 460–467, 2005.
- [17] IMBRIACO, M.; MEGIBOW, O.J.; RAGOZZINO, A.; LIUZZI, R.; MAINENTI, P.; BORTONE, S.; CAMERA, L.; SALVATORE, M. Value of the single-phase technique in MDCT assessment of pancreatic tumors. **American Journal of Radiology**, v. 184, p. 1111-1117, 2005.
- [18] LEITE, A.P.K.; MATTOS, L.A.; PINTO, G.A.D.H.; SCACIOTA, A.P.; FRANCO, R.M.A.M.M.; ANDREONI, C.; LEDERMAN, H.M.; D'IPPOLITO, G. O valor da fase sem contraste na tomografia computadorizada do abdome. **Radiologia Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 289–296, 2008.
- [19] METSER, U.; GOLDSTEIN, M.A.; CHAWLA, T.P.; FLESHNER, N.E.; JACKS, L.M.; O'MALLEY, M. E. Detection of urothelial tumors: comparison of urothelial phase with excretory phase CT urography – a prospective study. **Radiology**, v. 264, n. 1, p.110–118, 2012.

- [20] TACK, D.; MAERTELAE, V.; GEVENOIS, P. A.; Dose reduction in multidetector CT using attenuation-based onlinetube current modulation. **American Journal of Radiology**, v. 181, p. 331-334, 2003.
- [21] CAPAVERDE, A.S.; PIMENTEL, J.; FRONER, A.P.P.; SILVA, A.M.M. Relação entre a estimativa de dose de radiação em pacientes submetidos a exames de tomografia computadorizada do abdômen e o índice de massa corporal. **International Joint Conference RADIO 2014**, Gramado, RS, Brazil, Agosto, 26-29, 2014.
- [22] RODRIGUES, S. I.; ABRANTES, A. F.; RIBEIRO, L. P.; ALMEIDA R. P. P. Estudo da dose nos exames de tomografia computadorizada abdominal em um equipamento de 6 cortes. **Radiologia Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 326-333, 2012.
- [23] JOHNSON, P.; FISHMAN, E.K.; Routine use of precontrast and delayed acquisitions in abdominal CT: time for change. **Abdominal Imaging**, v. 38, p. 215-223, 2013.
- [24] SALVADORI, P. S.; COSTA, D. M. C.; ROMANO, R. F. T.; GALVÃO, B. V. T.; MONJARDIM, R. F.; BRETAS, E. A. S.; RIOS, L. T.; SHIGUEOKA, D. C.; CALDANA, R. P.; D'IPPOLITO, G. Quando a fase de equilíbrio pode ser suprimida nos exames de tomografia computadorizada de abdome? **Radiologia Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 65-70, 2013.
- [25] ROMANO, R. F. T.; SALVADORI, P. S.; TORRES L. R.; BRETAS, E. A. S.; BEKHOR, D.; CALDANA, R. P.; MEDEIROS, R. B.; D'IPPOLITO G. Readequação de protocolos de exames de tomografia computadorizada de abdome em um hospital universitário: impacto na dose de radiação. **Radiologia Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 292-297, 2015.