

Estimativa de dose em tomografia computadorizada pediátrica utilizando o software *Virtual Dose*[®]

Dose estimation in pediatric CT scans using *Virtual Dose*[®] software

Estimación de la dosis en exploraciones de TC pediátricas mediante el software *Virtual Dose*[®]

Recebido: 07/03/2022 | Revisado: 15/03/2022 | Aceito: 24/03/2022 | Publicado: 30/03/2022

Maria Rita Sutil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4392-8813>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Brasil

E-mail: mrilasutil@gmail.com

Evandro de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8684-7787>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Brasil

E-mail: evandros16@gmail.com

Daiane Cristini Barbosa de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6511-8024>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Brasil

E-mail: daiane.cristini@ifsc.edu.br

Lidia Vasconcellos de Sá

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1692-8746>

Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Brasil

E-mail: lidia@ird.gov.br

Roberto Vicente

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4279-4967>

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Brasil

E-mail: rvicente@ipen.br

Resumo

Objetivos: avaliar as doses efetivas e doses em órgãos provenientes da exposição de pacientes pediátricos submetidos a exames de tomografia computadorizada utilizando o software *Virtual Dose*[®]. Métodos: estudo quantitativo, retrospectivo, constituído por uma amostra aleatória de exames tomográficos realizados em pacientes pediátricos de ambos os sexos, na faixa etária de 0 a 18 anos, de setembro a dezembro de 2020, obtidos por meio do Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (STT). Os seguintes dados secundários foram coletados por meio do cabeçalho DICOM: kVp, mAs, *pitch*, espessura de corte, comprimento da varredura, sexo e faixa etária. Após coletados os dados foram inseridos no software *Virtual Dose*[®] versão 1.0, para cálculo da dose absorvida e dose efetiva. Resultados: das 100 amostras de exames coletadas, 35 exames atenderam aos critérios de inclusão. Os protocolos mais frequentemente realizados no período em questão foram os de abdome total/abdome e pelve 88,6%, e abdome superior 8,6%. O valor médio das doses efetivas para os exames de tomografia computadorizada abdominal foi de 4,35 mSv. O grupo etário entre 7-10 anos recebeu maior dose efetiva, 5,09 mSv em média, seguido pelo grupo de 11-14 anos com 4,58 mSv em média. A faixa etária entre 0-6 anos correspondeu aos exames com menor dose efetiva 3,14 ($\pm 0,7$) mSv em média. Conclusões: Observou-se que a dose de radiação recebida pelos pacientes nos exames de TC abdominal estão dentro dos valores reportados na literatura, mas que estudos complementares precisam ser feitos para estabelecer a cultura de registro e otimização das doses dos pacientes expostos.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada; Pediatria; Proteção radiológica.

Abstract

Objectives: evaluate the effective doses and organ doses from exposure of pediatric patients undergoing CT scans using the *Virtual Dose*[®] software. Methods: quantitative, retrospective study, consisting of a random sample of CT scans performed in pediatric patients of both genders, aged 0 to 18 years, from September to December 2020, obtained through the Santa Catarina Telemedicine and Telehealth System (STT). The following secondary data were collected through the DICOM header: kVp, mAs, *pitch*, slice thickness, scan length, gender, and age group. After collected the data were entered into the *Virtual Dose*[®] version 1.0 software for calculation of absorbed dose and effective dose. Results: Of the 100 exam samples collected, 35 exams met the inclusion criteria. The most frequently performed protocols in the period in question were total abdomen/abdomen and pelvis 88.6%, and upper abdomen 8.6%. The mean value of effective doses for abdominal CT scans was 4.35mSv. The age group between 7-10 years received the highest effective dose, 5.09 mSv on average, followed by the 11-14 years group with 4.58 mSv on average. The age group between 0-6 years

corresponded to the exams with the lowest effective dose 3.14 (\pm 0.7) mSv on average. Conclusions: It was observed that the radiation dose received by patients in abdominal CT scans are within the values reported in the literature, but that further studies need to be done to establish the culture of registration and optimization of doses of exposed patients. **Keywords:** Computed tomography; Pediatrics; Radiological protection.

Resumen

Objetivos: evaluar las dosis efectivas y las dosis en los órganos por la exposición de pacientes pediátricos sometidos a exámenes de tomografía computarizada utilizando el software Virtual Dose®. Métodos: estudio cuantitativo, retrospectivo, consistente en una muestra aleatoria de tomografías realizadas en pacientes pediátricos de ambos sexos, de 0 a 18 años, de septiembre a diciembre de 2020, obtenidas a través del Sistema de Telemedicina y Telesalud de Santa Catarina (STT). Se recogieron los siguientes datos secundarios mediante la cabecera DICOM: kVp, mAs, pitch, grosor del corte, longitud de la exploración, sexo y rango de edad. Tras la recogida de datos, se introdujeron en el software Virtual Dose® versión 1.0 para calcular la dosis absorbida y la dosis efectiva. Resultados: de las 100 muestras de exámenes recogidas, 35 exámenes cumplían los criterios de inclusión. Los protocolos más realizados en el periodo en cuestión fueron abdomen total/abdomen y pelvis 88,6%, y abdomen superior 8,6%. El valor medio de las dosis efectivas para las tomografías abdominales fue de 4,35 mSv. El grupo de edad entre 7-10 años recibió la dosis efectiva más alta, 5,09 mSv de media, seguido del grupo de 11-14 años con 4,58 mSv de media. El grupo de edad entre 0-6 años correspondió a los exámenes con la menor dosis efectiva 3,14 (\pm 0,7) mSv de media. Conclusiones: Se observó que la dosis de radiación recibida por los pacientes en los exámenes de TC abdominal está dentro de los valores reportados en la literatura, pero que estudios complementarios necesitan ser realizados para establecer la cultura de registro y optimización de las dosis de los pacientes expuestos.

Palabras clave: Tomografía computarizada; Pediatría; Protección radiológica.

1. Introdução

O uso da radiação ionizante na medicina diagnóstica e terapêutica é a principal fonte artificial de exposição à radiação no mundo. Dentre as modalidades médicas que compõem as fontes artificiais, a tomografia computadorizada (TC) é uma das principais fonte de exposição. Somente nos EUA, procedimentos de TC contribuem em 63% da dose coletiva, sendo a dose média por procedimento (1,37 mSv) a maior dentre as demais modalidades como fluoroscopia (0,13 mSv) e medicina nuclear (0,37mSv) (NCRP, 2019).

Algo semelhante tem sido observado no restante do mundo. Em um estudo realizado por Jessen et al. (2000), mostrou-se que a tomografia computadorizada contribui em até 40% com a dose coletiva da radiologia diagnóstica no Reino Unido. Outros estudos também apontam dados semelhantes (Pages et al., 2003; WHO, 2016), bem como os dados oficiais emitidos pelo Comitê Científico das Nações Unidas para Estudos dos Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR) nos quais a TC é responsável por 43% da dose coletiva global, apesar de representar apenas 6% dos procedimentos imagiológicos realizados em todo o mundo (UNSCEAR, 2010).

Esse impacto na dose coletiva ocorre porque as doses absorvidas nesses procedimentos estão na faixa de 5-50 mGy por órgão (Brenner, et al., 2001; Kim, et al., 2012; Mathews, et al., 2013), significativamente maiores do que outras modalidades. Por isso, a significativa contribuição da TC nas exposições médicas tem desencadeado uma série de estudos sobre as doses individuais e coletivas decorrentes dessa modalidade (Jessen, et al., 2000; Brenner, et al., 2001; Pages et al., 2003; Kim, et al., 2012; Mathews, et al., 2013; WHO, 2016; NCRP, 2019).

Apesar de equipamentos mais modernos apresentarem ferramentas de modulação e controle levando muitas vezes à redução da dose de radiação usada na TC, esta é ainda uma das principais fontes médicas de exposição à radiação em crianças. Pacientes pediátricos são um grupo de especial preocupação porque, em comparação com adultos, são mais radiosensíveis devido a sua taxa de crescimento e, ainda, por possuírem maior tempo de expectativa de vida, apresentando maior risco de efeitos prejudiciais da radiação. No mundo todo mais de 10% das tomografias são realizadas em pacientes pediátricos (WHO, 2016; UNSCEAR, 2010; Teferi, Zewdenh & Bekele, 2018). Só nos Estados Unidos, estima-se que mais de 62 milhões de tomografias sejam realizadas anualmente, em pelo menos 4 milhões de crianças (WHO, 2016; Teferi et al., 2018).

No Brasil, a preocupação com as exposições pediátricas ganhou apoio com a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP), que em 2018 lançou a campanha *Image Gently* Brasil. A campanha tem como objetivo promover o uso racional dos exames de imagem na população pediátrica, alertando para os riscos decorrentes da exposição excessiva à radiação, além de contar com o apoio de outras instituições nacionais e internacionais, como a *Image Gently Alliance* (SBP, 2018; Image Gently, 2020).

Na tomografia computadorizada pediátrica, as formas de otimizar as doses de radiação incluem o ajuste dos parâmetros de exposição, de modo a considerar o biótipo da criança (tamanho individual, idade), a correta indicação clínica e, implantação de níveis de referência de diagnóstico (DRL) nos serviços (WHO, 2016; Strausset al., 2015). Conhecer e avaliar as doses recebidas, por meio dos índices de dose informados no console do tomógrafo, também é uma importante ferramenta para o processo de otimização.

Os principais parâmetros para estimativa de dose em TC são o Índice de Tomografia Computadorizada (CTDI), Produto Dose comprimento (DLP) e comprimento da varredura (*Scan Length*). Esses dados são disponibilizados no cabeçalho DICOM dos exames e na página de dose dos tomógrafos. Por meio deles é possível estimar as doses efetivas e doses em órgãos, além de fornecer base para determinação de DRL. Diversos programas de cálculo de dose que utilizam simuladores computacionais como o *Virtual Dose*[®] são atualmente utilizados com essa finalidade (Virtual Dose, 2020; De Mattia, et al., 2020).

Pelo exposto, estudos sobre doses recebidas durante exposições médicas se tornam fundamentais para criar uma cultura de registro dessas doses recebidas durante os exames de TC, principalmente em pacientes pediátricos. Sendo assim, o objetivo deste estudo consistiu em levantar e avaliar as doses efetivas e doses absorvidas em órgãos provenientes da exposição de pacientes pediátricos submetidos a exames de tomografia computadorizada.

2. Metodologia

A técnica metodológica empregada neste estudo foi de base quantitativa, por meio de uma pesquisa documental retrospectiva, descritiva e exploratória (Gil, 2017), uma vez que foi constituído por uma amostra aleatória de exames tomográficos realizados em pacientes pediátricos de ambos os sexos, na faixa etária de 0 a 18 anos, no recorte temporal de setembro a dezembro de 2020.

Os dados anonimizados dos exames foram obtidos por meio do Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (STT) de Santa Catarina, responsável pelo armazenamento dos dados do Comunicação de Imagens Digitais em Medicina (DICOM), ou cabeçalho DICOM, de exames médicos de serviços de radiologia.

Os exames utilizados neste estudo foram efetuados em um tomógrafo da marca *Philips Brilliance 6*, com um sistema espiral multicorte de 6 canais. Para análise foram utilizados os dados dos protocolos mais realizados na rotina do serviço: abdome total, abdome superior, angiotomografia abdominal e pelve. Foram excluídos do estudo os exames realizados fora da faixa etária pediátrica, do recorte temporal e da região anatômica selecionada.

Os seguintes dados secundários foram coletados: kVp, mAs, pitch, espessura de corte, comprimento da varredura, sexo e faixa etária. Os dados foram inseridos manualmente no software *Virtual Dose*[®] versão 1.0; a partir disso foram calculados os valores de dose absorvida em órgãos (mGy) e de dose efetiva (mSv), por meio da modelagem Monte Carlo utilizada no software.

O software *Virtual Dose*[®] foi escolhido para este estudo pois essa ferramenta permite que os usuários avaliem as doses absorvidas em órgãos, além dos dados de CTDI e DLP fornecidos pelo tomógrafo. Ele programa é compatível com os tomógrafos mais recentes e permite usar os fatores de ponderação de órgãos e tecidos recomendados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) n° 103 (ICRP, 2017) para cálculo de dose efetiva, e possui simuladores com variações de faixas etárias e tamanhos corporais adequados para pacientes pediátricos.

Posteriormente, os resultados obtidos no *Virtual Dose*[®] foram tabulados em planilha Excel (*Microsoft*[®]). Os valores de

dose efetiva e dose absorvida em órgãos encontrados foram organizados por sexo e faixa etária, passaram por uma análise estatística descritiva e foram apresentados graficamente.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa na Área da Saúde do Instituto Superior e Centro Educacional Luterano Bom Jesus, em julho de 2021, parecer nº 4.849.650 e de acordo com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

3. Resultados

Foram recuperados dados do cabeçalho DICOM de 100 exames de tomografia fornecidos pelo STT; destes, 47 foram excluídos por não possuírem informações completas de faixa etária, comprimento de varredura e região anatômica, e 18 por apresentarem erros no preenchimento da região de estudo. Sendo assim, dados de 35 exames de diferentes pacientes puderam ser utilizados nesse estudo.

Os dados foram agrupados por sexo, sendo 45,7% (16) do sexo feminino e 54,3% (19) do sexo masculino. A faixa etária dos pacientes cujos exames foram avaliados foi de 6 meses a 14 anos. Os fatores técnicos utilizados na realização dos exames variaram entre 90 e 120 kV, e entre 100 e 171 mAs. Já o comprimento de varredura na região anatômica estudada variou entre 10 a 40 cm. Os protocolos mais frequentemente realizados no período em questão foram os de abdome total/abdome e pelve 31(88,6%), de abdome superior 3 (8,6%) seguido pela angiotomografia 1 (2,9%) (Tabela 1).

As doses efetivas e as doses absorvidas para cada exame foram obtidas por meio dos dados inseridos no software. Para cada exame, os dados extraídos do cabeçalho DICOM e disponibilizados pelo Serviço de Telemedicina, foram inseridos no software da seguinte forma. Inicialmente, na primeira caixa de seleção “*patient phantom*”, foram selecionados os simuladores de acordo com a faixa etária de cada paciente. Na segunda caixa “*scan protocol*” foram selecionadas as regiões anatômicas. Nas caixas “*CT manufacture*” e “*Scanner name*” foi informado o fabricante e o modelo do tomógrafo. O preenchimento dessas caixas pré-determinava o valor $CTDI_w$ na aba inferior. Nas caixas seguintes foram selecionados os comprimentos de varredura para cada exame “*Beam collimation*”, quilovoltagem utilizada “kV” e digitados os valores de “*Pitch*” e “mAs”. Além de selecionada manualmente, a área anatômica também foi verificada e ajustada, quando necessário, no simulador virtual disponibilizado (Figura 1).

Tabela 1. Dados extraídos do cabeçalho DICOM dos exames de tomografia.

Características	Nº de exames
Idade (anos)	
0-6	08 (23%)**
7-10	07 (20%)
11-14	20 (57%)
15-18*	0
Sexo	
Feminino	16 (46%)
Masculino	19 (54%)
Comprimento de varredura (cm)	
<10	13 (37%)
11-20	13 (37%)
21-30	07 (20%)
31-40	02 (6%)
kV	
90	31 (89%)
120	4 (11%)
mAs	
<100	09 (26%)
101-130	17 (49%)
131-150	06 (17%)
151-171	06 (17%)
Protocolo de Exame	
Abdome superior	03 (9%)
Abdome total	31 (89%)
Angiotomografia	01 (3%)

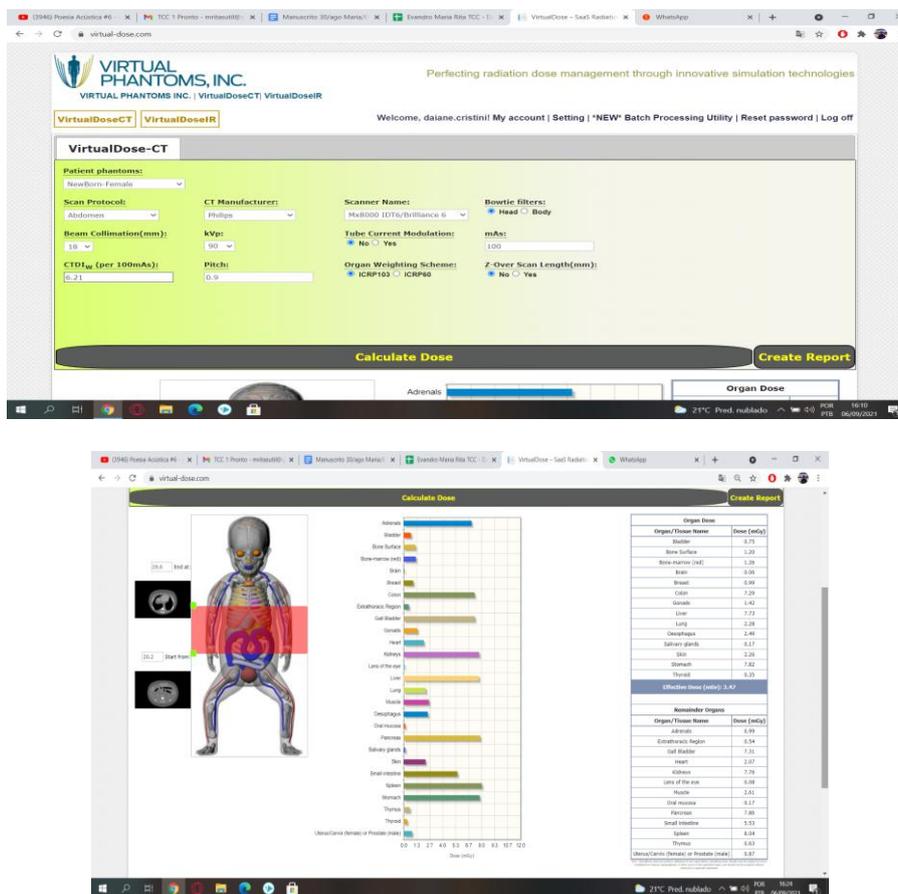
*Na amostra obtida não houve pacientes nessa faixa etária.

**Os valores percentuais foram arredondados.

Fonte: Autores (2022).

Todos os exames foram rodados com a opção modulação de corrente ativada “*Tube current modulation*”. Os filtros colimadores de feixe foram selecionados de acordo com a faixa etária do paciente. Para pacientes entre 0-6 anos utilizou-se a opção “*Bowtie filters - head*”, e para os demais pacientes foram selecionadas de acordo com o informado em cada exame, exames de pacientes “*Bowtie filters - body*” devido ao maior tamanho e maior área lida. O último item de preenchimento “*Z-Over Scan length*” foi mantido desativado, uma vez que essa informação não era disponibilizada no cabeçalho DICOM. Após o preenchimento e seleção de todas as opções, os relatórios de dose para cada exame foram gerados no ícone “*Calculate dose*” > “*Create Report*”.

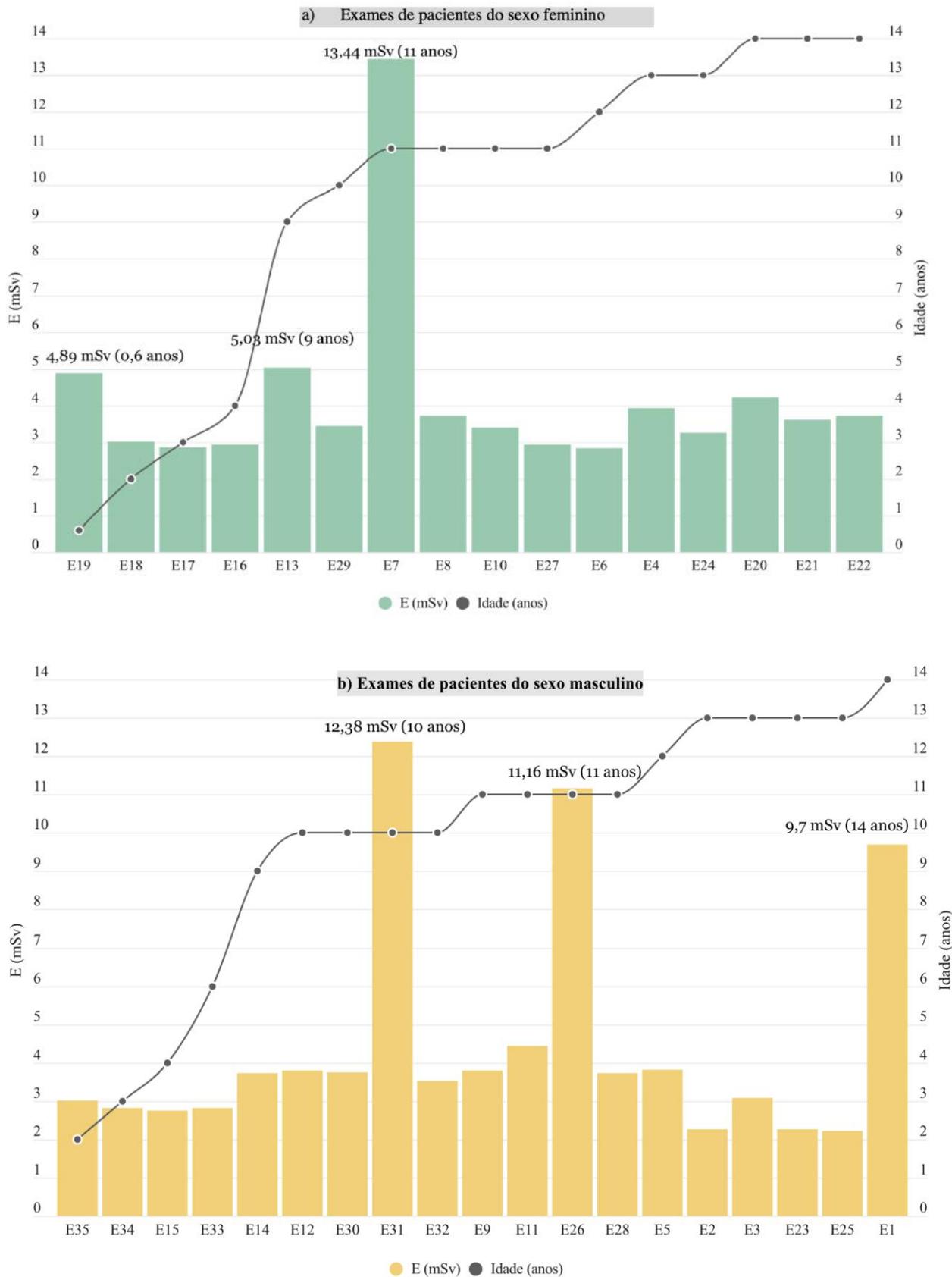
Figura 1. Interface e relatório de dose obtidos a partir do software *Virtual Dose*[®].



Fonte: Virtual Dose (2021).

As doses efetivas (E) para os exames de tomografia computadorizada abdominal variaram entre 4,89 mSv em um neonato a 13,44 mSv em uma criança de 11 anos. Em toda a amostra o valor médio foi de 4,35 mSv ($\pm 2,8$), sendo o máximo de 13,44 mSv e o mínimo de 2,21 mSv (Tabela 2). Em quatro exames os valores de dose efetiva ficaram bem acima do valor médio observado, foi o caso dos exames E7 (13,44 mSv), E24 (12,38 mSv), E28 (11,16 mSv) e E35 (9,7 mSv). Desses, três eram exames de pacientes do sexo masculino (Figura 2).

Figura 2. Relação entre Dose efetiva (mSv) e Idade (anos) vs Exame avaliado para pacientes do sexo feminino e masculino.



Fonte: Autores (2022).

As doses recebidas por pacientes em procedimentos médicos variam de acordo com diversos fatores, entre eles a indicação clínica e a faixa etária do paciente. Foi informado à equipe de pesquisadores que as indicações clínicas não foram relatadas no momento da execução do exame e, por isso, não puderam ser extraídas no cabeçalho DICOM. Assim, após essa primeira análise as doses efetivas foram organizadas em três faixas etárias 0-6; 7-10 e 11-14 anos a fim de analisar de forma mais clara a variação entre as doses e os tamanhos dos pacientes (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de dose efetiva (mSv) estimada por faixa etária nos exames avaliados.

Faixa etária (anos)	Nº de exames	E (mSv)		
		média	máx.	mín.
0-6	07 (20%)	3,14 (\pm 0,7)	4,89	2,75
7-10	08 (23%)	5,09 (\pm 3,3)	12,38	3,45
11-14	20 (57%)	4,58 (\pm 3,1)	13,44	2,21

Fonte: Autores (2022).

O grupo etário entre 7-10 anos recebeu maior dose efetiva, 5,09 (\pm 3,3) mSv em média, seguido pelo grupo de 11-14 anos com 4,58 (\pm 3,1) mSv em média. A faixa etária entre 0-6 anos correspondeu aos exames com menor dose efetiva 3,14 (\pm 0,7) mSv em média.

A distribuição etária dos exames tomográficos pediátricos mostrou que o grupo de 11-14 anos representou 57% do total de exames. Como esperado, o menor número de exames foi realizado para o grupo de 0-6 anos (20%).

Além das doses efetivas, o *Virtual Dose*[®] forneceu as doses absorvidas em mGy por tecido ou órgão do corpo humano. Assim, a partir dos fatores de ponderação por tecidos (w_T), disponibilizados na ICRP 103 (ICRP, 2007) e das doses em órgãos estimadas para cada órgão ou tecido, o software calculou as doses efetivas, apresentando ambas no relatório de dose individualizado. As doses absorvidas em cada órgão também foram organizadas nas três faixas etárias predominantes neste estudo (Tabela 3).

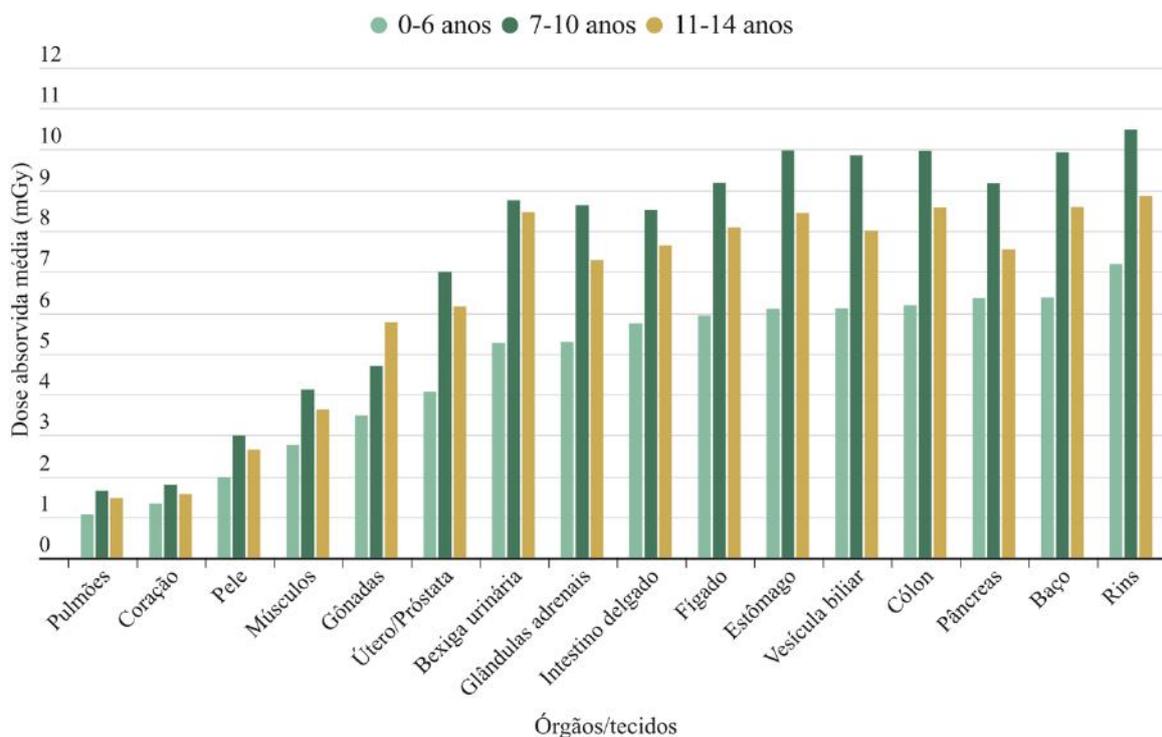
Tabela 3. Valores de dose absorvida (mGy) em diferentes órgãos e tecidos por faixa etária nos exames avaliados.

Órgão/Tecidos	0-6 anos			7-10 anos			11-14 anos		
	D. Média	Mín.	Máx.	D. Média	Mín.	Máx.	D. Média	Mín.	Máx.
Pulmões	1,07 ±0,63	0,73	2,59	1,64 ±0,99	1,10	4,02	1,46 ±1,07	0,71	4,48
Coração	1,33 ±0,43	1,10	2,39	1,78 ±1,10	1,16	4,43	1,55 ±1,18	0,76	5,01
Pele	1,98 ±0,65	1,57	3,50	2,99 ±1,71	2,04	7,13	2,64 ±1,71	1,35	7,44
Músculos	2,76 ±0,73	2,30	4,41	4,12 ±2,51	2,72	10,23	3,64 ±2,60	1,75	10,68
Gônadas	3,49 ±2,58	0,98	7,51	4,70 ±3,12	1,84	8,62	5,76 ±5,16	0,45	23,81
Útero/Próstata	4,07 ±1,11	3,18	6,53	7,00 ±4,37	4,35	17,30	6,16 ±4,80	0,33	21,4
Bexiga urinária	5,26 ±0,84	4,68	7,28	8,76 ±5,18	5,71	21,08	8,46 ±5,91	0,27	24,93
Glândulas adrenais	5,29 ±1,22	4,28	8,17	8,64 ±5,05	5,86	20,81	7,30 ±5,61	3,1	23,23
Intestino delgado	5,74 ±1,56	4,65	9,26	8,51 ±5,33	5,70	21,40	7,64 ±5,65	3,87	23,78
Fígado	5,94 ±1,16	5,37	8,78	9,18 ±5,15	6,36	21,59	8,08 ±5,69	3,79	23,5
Estômago	6,10 ±1,23	5,21	9,06	9,98 ±5,59	6,95	23,42	8,44 ±6,12	3,88	25,75
Vesícula biliar	6,11 ±1,00	5,53	8,55	9,85 ±5,61	6,81	23,35	8,01 ±6,24	3,3	25,78
Cólon	6,19 ±1,57	5,09	9,74	9,97 ±5,89	6,82	24,20	8,59 ±6,12	4,2	26,22
Pâncreas	6,36 ±1,14	5,59	9,09	9,17 ±5,36	6,19	22,08	7,56 ±5,91	3,34	24,73
Baço	6,38 ±1,15	5,58	9,14	9,94 ±5,42	6,92	22,98	8,59 ±5,90	4,06	24,83
Rins	7,19 ±0,97	6,56	9,56	10,49 ±6,18	7,21	25,39	8,85 ±6,67	4,06	27,94

Fonte: Autores (2022).

Os órgãos que receberam maior dose foram: estômago, intestino grosso (cólon), pâncreas, baço e rins, conforme apresentado graficamente na Figura 3.

Figura 3. Dose absorvida média (mGy) nos principais órgãos expostos por faixa etária.



Fonte: Autores (2022).

As doses absorvidas em órgãos e tecidos permitem a estimativa das doses efetivas (corpo inteiro) por meio das fórmulas usuais para cálculo de dose efetiva estabelecidas pela ICRP e amplamente utilizadas em softwares como o *Virtual Dose*[®].

4. Discussão

Por meio deste estudo calculou-se as doses efetivas em protocolos pediátricos de tomografia pediátrica abdominal. Além disso, descreveu-se informações referentes à faixa etária dos pacientes atendidos, protocolos mais realizados e equipamento de tomografia utilizado. Por fim, relacionou-se a frequência do protocolo de tomografia computadorizada estudado com idade, sexo dos pacientes avaliados iniciando o desenvolvimento de um banco de dados local para monitoramento e otimização das doses recebidas por pacientes pediátricos.

Monitorar e otimizar as doses em TC pediátrica é uma necessidade rotineira. No Brasil, nos últimos 10 anos, cerca de 350 milhões ou 4% de todos os procedimentos médicos por imagem foram realizados em crianças e adolescentes com até 19 anos (SBP, 2018). Isso reforça a importância de se avaliar as exposições médicas em pacientes pediátricos, pois além do alto número de exames, esses pacientes são mais suscetíveis aos riscos da exposição à radiação.

Por ser uma modalidade de imagem que implica o uso de doses significativas de radiação e, pelo fato dos exames de TC em pacientes pediátricos ser crescente, a redução dos valores de dose e otimização nos exames de TC em pediatria se faz necessária (Souza et al., 2018). As doses efetivas tipicamente relatadas para tomografia pediátrica da região pélvica e abdominal é de 3,7 – 4,2 mSv (WHO, 2016; UNSCEAR, 2010; SBP, 2018). Em um estudo realizado em 2018 com uma amostra de 25 tomografias abdominais pediátricas, os valores de dose efetiva ficaram entre 7,5 a 18,8 mSv. Os autores reportaram que os valores elevados ocorreram devido a varreduras tardias adicionais na região abdominal, solicitadas por alguns clínicos e pelo fato de os profissionais não seguirem os parâmetros de exame recomendados pelo fabricante, utilizando fatores de kV e mAs maiores do que os recomendados (Mohd Tap, et al., 2018).

Os valores médios de dose efetiva obtidos neste estudo estão próximos dos valores tipicamente reportados na literatura (3,14 – 5,09 mSv), indicando que os exames foram realizados dentro dos parâmetros mínimos adequados. Um estudo com uma amostra e um período maiores está em andamento e permitirão conhecer os impactos dessas doses ao longo dos anos, além de comparar os fatores técnicos recomendados com os efetivamente utilizados.

Não há limite de dose para exposições médicas, por isso estabelecer Níveis de Referência em Diagnóstico (DRL) é muito importante. Os DRL são valores de referência que podem ser estabelecidos e seguidos a fim de otimizar as doses recebidas. Nem sempre os DRL são fáceis de serem introduzidos na rotina clínica. Por esta razão, pela escassez de DRL no Brasil e na pediatria, é necessário desenvolver um banco de dados local para estimativas desses níveis de forma a nortear etapas de otimização dos exames. Para isso é fundamental criar uma cultura de registro das doses recebidas pelos pacientes durante os exames, inexistente na maioria dos serviços de radiologia (ICRP, 2017; ICRP, 2007).

Sobre os parâmetros de aquisição das imagens observou-se que o tipo de filtro *bowtie* utilizado nos exames não foi informado no cabeçalho DICOM. Porém, por se tratar de exames pediátricos, a literatura assume que o filtro utilizado é o *head*, que representa o simulador de 16 cm de diâmetro, e é mais compatível com o biotipo pediátrico. Nesse estudo considerou-se o filtro *bowtie head* de 16 cm para crianças de até 5 anos e filtro *bowtie body* para os demais pacientes. Espera-se que em estudos futuros essa informação possa ser inserida no cabeçalho DICOM a fim de tornar os resultados mais precisos.

Outra importante questão observada neste estudo foi em relação às *tags* “Protocol Name” e “Study Description”. Em alguns casos percebeu-se que as informações registradas divergiam. Um dos fatores que pode ter influenciado nessa ocorrência é o fator humano, já que os profissionais acabam por inserir informações trocadas ou imprecisas no preenchimento do citado cabeçalho, seja para minimizar o tempo gasto com essa etapa, seja para otimizar a rotina.

O registro do peso e altura dos pacientes durante exames radiológicos, como os de tomografia computadorizada, pode contribuir significativamente na estimativa de dose, pois permite a segregação dos pacientes de acordo com o Índice de Massa Corporal (IMC). Rotineiramente, a equipe médica tende a aumentar os parâmetros de exposição de acordo com a massa corporal a fim de aumentar a qualidade de imagem. Assim, o registro desses dados pode contribuir diretamente na Estimativa de Dose baseada no Tamanho Específico (SSDE) que consiste numa metodologia apresentada pela *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) a fim de estimar de modo mais preciso e confiável as doses recebidas por pacientes, justificando a importância da coleta desses dados quer no momento do exame ou a partir de dados do prontuário (AAPM, 2021).

Além disso, a AAPM recomenda a criação de protocolos dedicados para pacientes pediátricos, assim como calibrações específicas para variados tipos de exames em pediatria, idade e estrutura corporal, além do uso da SSDE também em pacientes pediátricos. Essas recomendações têm por objetivo de promover um controle mais preciso quanto a proteção radiológica nessa faixa etária e maior qualidade nos resultados dos diagnósticos por imagem (Souza, Lanfredi & Silva, 2018; AAPM, 2021). O levantamento das doses praticadas em serviços de tomografia é o primeiro passo para que protocolos específicos e que visam otimizar as doses sejam criados.

5. Considerações Finais

O objetivo deste estudo consistiu em levantar as doses tipicamente recebidas por pacientes pediátricos submetidos a exames de tomografias computadorizadas. Para isso utilizou-se dados secundários extraídos do cabeçalho DICOM de um sistema de telemedicina, inserindo-os em um software de cálculo de dose –*Virtual Dose*[®]. Por meio da utilização do software e relacionando o kVp, mAs, *pitch*, espessura de corte, sexo e idade dos pacientes selecionados foi possível estimar as doses efetivas e doses absorvidas em órgãos nos exames de TC abdominal.

Observou-se que a dose de radiação recebida pelos pacientes nos exames de TC abdominal estão dentro dos valores reportados na literatura, e são dependentes dos fatores técnicos utilizados além da indicação clínica. Isso porque a alteração de parâmetros como kV, mA e *pitch* impactam diretamente nas doses estimadas. O ajuste correto dos parâmetros de aquisição dos exames de TC de abdome na pediatria de acordo com o tamanho do paciente são fundamentais para o controle e otimização das doses e da proteção radiológica dos pacientes expostos.

Também foi objetivo deste estudo dar início ao desenvolvimento de um banco de dados local para as estimativas de DRLs. Estudos nessa temática são necessários uma vez que a população pediátrica apresenta maior radiosensibilidade, devido a alta taxa de divisão nas replicações celulares, e maior expectativa de vida quando comparados aos pacientes adultos e idosos. Ressalta-se também a importância de estudos futuros que permitam conhecer as doses recebidas, implementar DRLs e posteriormente otimizar essas doses.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Mestrado Profissional em Proteção Radiológica (MPPR - IFSC) pelo suporte financeiro na aquisição da licença do software, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e incentivo acadêmico.

Referências

- AAPM. (2021). The Report of AAPM Task Group 246: Estimating Patient Organ Dose With Computed Tomography: A Review Of Present Methodology And Required Dicom Information. American Association of Physicists in Medicine
- Brenner, D. J, Elliston, C. D, Hall, E. J, & Berdon, W. E. (2001). Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol*; 176: 289-96, doi:10.2214/ajr.176.2.1760289
- De Mattia, C., Campanaro, F., Rottoli, F., Colombo, P. E., Pola, A., Vanzulli, A. & Torresin, A. (2020). Patient organ and effective dose estimation in CT: comparison of four software applications. *Eur Radiol*; 4 (2), 10.1186/s41747-019-0130-5
- Gil, A. C. (2017). Como Elaborar Projetos de Pesquisa, (6a ed.). Grupo GEN. <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9788597012934>
- ICRP. (2017). Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. ICRP 46(1). International Commission on Radiological Protection
- ICRP. (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103; ICRP 37: 2-4. International Commission on Radiological Protection
- Image Gently. (2020). The Image Gently Alliance. <https://www.imagegently.org/>
- Jessen, Ka., Bongartz, G., Geleijns, J., Golding, S. J., Jurik, A. G., Leonardi, M., van Meerten, E. v.P., Panzer, W., Shrimpton, P. C., Tosi, G. (2000). Quality Criteria Development Within The Fourth Framework Research Programme: Computed Tomography. *Radiation Protection Dosimetry*; 90 (1): 79-83, 10.1093/oxfordjournals.rpd.a033147
- Kim, K. P., Berrington de González, A., Pearce, M. S., Salotti, J. A., Parker, L., McHugh, K., Craft, A. W., & Lee, C. (2012). Development of a database of organ doses for paediatric and young adult CT scans in the United Kingdom. *Radiation protection dosimetry*, 150(4), 415–426. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncr429>
- Mathews, J. D., Forsythe, A. V., Brady, Z., Butler, M. W., Goergen, S. K., Byrnes, G. B., Giles, G.G., Wallace, A. B., Anderson, P. R., Guiver, T. A., McGale, P., Cain, T. M., Dowty, J.G., Bickerstaffe, A. C., Darby, S. C. (2013). Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*; 2360–2360, 10.1136/bmj.f2360
- Mohd Tap, N. H., Jaafar Sidek, M.A., Mohd Ridzwan, S. F, Selvarajah, S. E, Mohd Zaki, F, Abdul Hamid, H. (2018). Computed tomography dose in paediatric care: simple dose estimation using dose length product conversion coefficients. *Malays J Med Sci*; 25 (4): 82–91, 10.21315/mjms2018.25.4.8
- NCRP. (2019). Report No. 184: Medical Radiation Exposure of Patients In The United States. National Council on Radiation Protection and Measurements
- Pages, J., Buls, N., & Osteaux, M. (2003). CT doses in children: a multicentre study. *The British Journal of Radiology*. 2003; 76 (911): 803–811, doi:10.1259/bjr/92706933
- SBP. (2018). Para evitar riscos de superexposição, SBP lança campanha para o uso racional de exames de diagnóstico por imagem em crianças e adolescentes. <https://www.sbp.com.br/imprensa/detalhe/nid/para-evitar-riscos-de-superexposicao-sbp-lanca-campanha-para-o-uso-racional-de-exames-de-diagnostico-por-imagem-em-criancas-e-adolescentes/>. Sociedade Brasileira de Pediatria
- Souza, S. D., Lanfredi, M. P., Silva, M. A. M., (2018). Parâmetros De Aquisição Em Tomografia Computadorizada Para Pacientes Pediátricos: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira De Física Médica*; 12(3): 30, 10.29384/rbfm.2018.v12.n3.p30-34
- Strauss, K. J., Frush, D. P., Goske, M. J. (2015). Image Gently campaign: making a world of difference. *Medical Physics International Journal*; 3 (2). <http://mpijournal.org/pdf/2015-02/ MPI-2015-02-p094.pdf>
- Teferi, Seife; Zewdeneh, Daniel; Bekele, Solomon. (2018). Pediatric Residents' and Medical Interns' Awareness about Pediatric Ionizing Radiation Dose from Computed Tomography and Its Associated Risks in Tertiary Hospital in Ethiopia. *Ethiopian journal of health sciences*; 28 (4): 383–392, 10.4314/ejhs.v28i4.4
- UNSCEAR. (2010). Report. Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_1.html. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
- Virtual Dose. (2020). Virtual Dose™ CT: User Guide. Our Technology. <http://www.virtualphantoms.com/our-products/virtualdose/>
- WHO. (2016). Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra. Conceitos e princípios da proteção contra a radiação; 2: 43. World Health Organization