

# Avaliação da Radiação Espalhada em Acompanhantes durante exames de Tomografia Pediátrica

## Assessment of scattered radiation in companions during pediatric computed tomography examinations

José R.C. Lima<sup>1</sup>, Cássio C. Ferreira<sup>1,2</sup>, Matheus. B. Reis<sup>1</sup>, Victoria B. A. Andrade<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Residência em Área Profissional de Física Médica da Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, Brasil

<sup>2</sup>Hospital Universitário de Sergipe, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil

### Resumo

A Tomografia Computadorizada (TC) é uma ferramenta diagnóstica amplamente utilizada, sendo realizada em diversos tipos de pacientes. No entanto, quando se trata do público pediátrico, a realização do exame pode apresentar desafios específicos, sobretudo em relação à colaboração da criança durante o procedimento. Devido à necessidade de imagens de alta qualidade e à sensibilidade do equipamento a movimentos, em muitos casos torna-se indispensável a sedação para garantir um bom exame. Ainda assim, essa conduta envolve uma série de riscos e limitações, como a degradação da imagem de TC, os próprios riscos clínicos associados, a dependência da disponibilidade de anestesista especializado e a necessidade de cuidados no período pós-exame. Em função destes fatores, muitas instituições optam, sempre que possível, por evitar a sedação e permitir a presença de um acompanhante na sala de exame, como alternativa para promover a contenção e o conforto da criança. Esse acompanhante assume o papel de tranquilizar e conter a criança, no entanto, esta prática introduz uma nova preocupação no que diz respeito à proteção radiológica, uma vez que o indivíduo presente na sala está potencialmente exposto à radiação espalhada pela criança. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar, com base nos limites de dose anuais para indivíduos do público estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), os níveis de radiação espalhada aos quais os acompanhantes estão expostos durante procedimentos de TC em crianças. A partir dos resultados constatou-se que, sem o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) para os protocolos pediátricos de crânio, mastoides e abdome sem contraste obteve-se respectivamente uma dose efetiva no acompanhante de aproximadamente 36, 18 e 11,5  $\mu\text{Sv}$ , além disso, observou-se uma redução de 94% da dose de radiação espalhada para os mesmos protocolos com o uso de um avental de 0,5 mm de chumbo.

**Palavras-chave:** Radiação espalhada; Tomografia computadorizada pediátrica; Acompanhantes; Radioproteção.

### Abstract

Computed Tomography (CT) is a widely used diagnostic tool, performed on various types of patients. However, when it comes to the pediatric population, performing the exam can present specific challenges, especially regarding the child's cooperation during the procedure. Due to the need for high-quality images and the equipment's sensitivity to movement, in many cases, sedation becomes essential to ensure a successful examination. Nevertheless, this approach involves a series of risks and limitations, such as CT image degradation, the associated clinical risks, reliance on the availability of a specialized anesthesiologist, and the need for post-examination care. Due to these factors, many institutions choose, whenever possible, to avoid sedation and allow the presence of a companion in the examination room as an alternative to promote the child's restraint and comfort. This companion takes on the role of calming and restraining the child; however, this practice introduces a new concern regarding radiological protection, as the individual in the room is potentially exposed to radiation scattered from the child. Therefore, this study aimed to evaluate, based on the annual dose limits for members of the public established by the National Nuclear Energy Commission (CNEN), the levels of scattered radiation to which companions are exposed during pediatric CT procedures. The results showed that, without the use of Personal Protective Equipment (PPE) for non-contrast pediatric protocols of the head, mastoids, and abdomen, an effective dose to the companion of approximately 36, 18, and 11.5  $\mu\text{Sv}$ , respectively, was obtained. Furthermore, a 94% reduction in the scattered radiation dose was observed for the same protocols with the use of a 0.5 mm lead apron.

**Keywords:** Scattered radiation; Pediatric computed tomography; Companions; Radiation protection.

### 1. Introdução

Com o avanço das tecnologias de diagnóstico por imagem e a constante necessidade por imagens que possibilitem uma melhor análise da anatomia e fisiologia dos pacientes, a tomografia computadorizada (TC) tornou-se uma ferramenta fundamental na prática médica (1).

Por serem amplamente utilizados, os exames de TC são realizados em diversos tipos de pacientes, incluindo idosos, adultos e crianças. A capacidade de se ter uma informação tridimensional para estudar melhor a presença, ou não, de patologias e problemas físicos em comparação a outras

modalidades de imagem resulta em uma maior preferência por essa técnica diagnóstica (2).

Nas últimas décadas no Brasil, observou-se um crescimento expressivo no número de exames de TC realizados, especialmente após o período pandêmico, com aumento na disponibilidade de equipamentos e de procedimentos aprovados em todas as regiões do país. (3).

Apesar disso, é inquestionável a necessidade de haver o uso constante dos princípios da justificação e da otimização dos exames em TC, principalmente quando o paciente a ser exposto apresenta uma maior radiosensibilidade a radiação como é o caso de crianças e fetos (4).

Durante a realização do exame, alguns fatores como ansiedade, medo e dificuldade em permanecer imóveis durante o exame podem comprometer a aquisição das imagens, aumentando o risco de artefatos e, conseqüentemente, de repetição do exame e exposição adicional à radiação (5).

Diversas técnicas, como contenção física, distração e sedação, são comumente utilizadas em exames pediátricos para minimizar o movimento do paciente (6). A sedação em pacientes pediátricos é uma prática comum para facilitar procedimentos diagnósticos e terapêuticos. No entanto, é fundamental estar ciente dos riscos associados como vômito, agitação, hipóxia e apneia, que podem ocorrer durante a sedação em crianças (7).

Outros problemas relacionados à sedação de pacientes pediátricos incluem a dependência da disponibilidade de um anestesista especializado e a possibilidade de degradação da imagem causada por artefatos de endurecimento do feixe gerados por fios sobrepostos dos aparelhos de sedação (8).

Além disso, nos casos de TC de tórax, a sedação pode vir a induzir uma atelectasia, ou colapso parcial do pulmão, podendo mascarar ou simular patologias verdadeiras e comprometendo significativamente a interpretação dos exames (9).

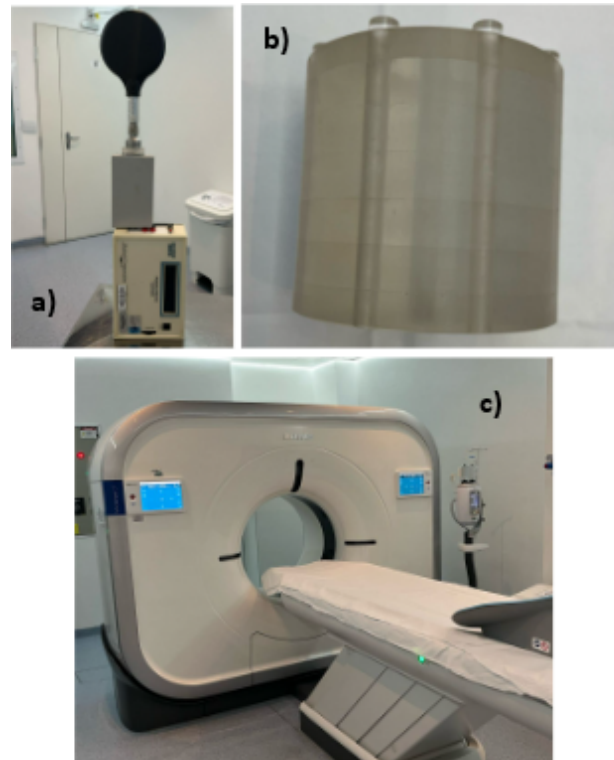
Devido a esses fatores, com o objetivo de minimizar tais problemas além de proporcionar maior conforto e segurança aos pacientes pediátricos, frequentemente se autoriza a presença de um acompanhante durante a realização do exame. (10). Porém, essa prática introduz uma nova preocupação no que diz respeito à proteção radiológica, uma vez que o indivíduo presente na sala está potencialmente exposto à radiação espalhada pela criança.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar os níveis de radiação espalhada aos quais os acompanhantes estão expostos durante procedimentos de tomografia computadorizada em crianças e reforçar a importância do uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Equipamentos utilizados

Foram utilizados para esta pesquisa um conjunto da marca Radcal, composto por uma câmara de ionização de 180 cc e um eletrômetro modelo 9010 (Figura 1a), além de um fantoma cilíndrico de 16 cm de diâmetro para avaliação do Índice de Dose de Tomografia Computadorizada (CTDI) (Figura 1b) e um tomógrafo da Philips, modelo Incisive CT (Figura 1c).



**Figura 1.** Equipamentos utilizados: a) Conjunto eletrômetro e câmara Radcal. b) Fantoma de CTDI de 16 cm de diâmetro. c) Tomógrafo Philips Incisive CT.

### 2.2. Ensaio da simulação

Para a realização deste estudo, posicionou-se o fantoma cilíndrico de acrílico com diâmetro de 16 cm, comumente utilizado para a determinação do CTDI, sobre a mesa de exames para simular um paciente pediátrico. O fantoma foi posteriormente alinhado com os lasers laterais e centrais. Por fim, o fantoma foi ajustado no isocentro do gantry de acordo com o tipo de exame que seria simulado (crânio, mastoides e abdômen).

### 2.3. Aquisição dos dados

Para a obtenção dos dados, foram utilizados os protocolos clínicos de rotina para exames de crânio, mastoides e abdômen pediátrico presentes no equipamento. Nenhum parâmetro técnico foi alterado para a realização do ensaio, visando assim, garantir fidelidade às condições clínicas reais. Os exames foram realizados com os valores padronizados de tensão (kV), produto corrente-tempo (mAs), tempo de corte (s) e a largura total do feixe de raios X definida pelo produto entre o número de detectores e espessura de cada detector ( $N \times T$ ).

Nas Tabelas 1 e 2 estão presentes os parâmetros técnicos usados para o scout inicial do exame e para a varredura helicoidal.

**Tabela 1.** Parâmetros técnicos do Scout

Protocolo	kVp	mA	Tempo (s)	Pitch	N x T (mm)	CTDIvol (mGy)
Crânio S/C	100	30	2,5	N/D	2X0,625	0,11
Mastoides S/C	80	30	2,5	N/D	2X0,625	0,05
Abdômen S/C	100	20	2,2	N/D	2X0,625	0,04

Fonte: O autor (2025).

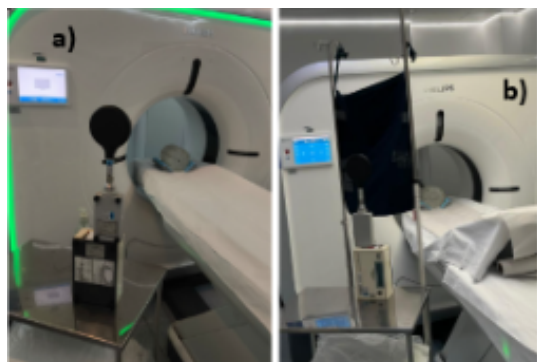
**Tabela 2.** Parâmetros técnicos do Helical

Protocolo	kVp	mAs	Tempo (s)	Pitch	N x T (mm)	CTDIvol (mGy)
Crânio S/C	100	300	4,7	0,5	64X0,625	25,92
Mastoides S/C	100	280	4,9	0,4	32X0,625	26,99
Abdômen S/C	100	78	4,1	0,8	64X0,625	3,06

Fonte: O autor (2025).

Durante a aquisição, uma câmara de ionização de 180 cc, previamente calibrada por laboratório acreditado, foi posicionada a aproximadamente 1,5 metros da abertura do gantry, na altura estimada do tórax (1,38 m do chão) de um adulto padrão. Essa configuração visou simular a posição usualmente ocupada por acompanhantes durante exames pediátricos. A câmara foi conectada a um eletrômetro digital compatível, responsável pela leitura da dose absorvida.

Foram realizadas duas séries de medições: uma sem qualquer proteção, simulando a ausência do uso de EPI (Figura 2a) e outra com a câmara de ionização coberta por um protetor de gônadas (0,5 mm de equivalência em chumbo), simulando o uso de EPI por parte do acompanhante (Figura 2b).

**Figura 2.** Ensaios realizados: a) Medidas sem EPI. b) Medidas com EPI.

Essa abordagem possibilitou a comparação direta entre as condições com e sem barreira protetora, evidenciando a eficácia do uso do avental na atenuação da radiação espalhada.

Realizou-se, então, a simulação conforme o protocolo selecionado, com o fantoma posicionado adequadamente. Durante a aquisição, a câmara de ionização registrou o valor correspondente à dose acumulada de radiação espalhada no ponto previamente estabelecido. Essa leitura foi anotada para posterior correção, considerando os fatores de calibração da câmara, e posterior conversão do kerma no ar (em mGy) para Equivalente de dose ambiente ( $H^*(10)$  em mSv), conforme a equação (1), fornecida pelo laboratório de calibração:

$$H^*(10) \text{ (mSv)} = M \text{ (mGy)} * FCV \text{ (mSv/mGy)} \quad (1)$$

Onde  $H(10)^*$  corresponde ao equivalente de dose ambiente, M representa a medida realizada e FCV é o fator de conversão obtido a partir do certificado de calibração da câmara de ionização de 180 cc, conforme apresentado na Figura 3.

Q	Tensão nominal [kV]	Filtração adicional [mm]	CSR [mm Cu]	Energia Média Nominal [keV]	MEDIDAS			$N_H$ [mSv/mGy]
					Referência [mSv/h]	Corpo de prova [mGy/h]	Corpo de prova [mSv/h]	
N 60	60	4 Al + 0,6 Cu	0,24	47,9	5,05	3,18	3,13	1,613
N 80	80	4 Al + 2,0 Cu	0,57	65,2	4,94	2,84	2,78	1,777
N 100	100	4 Al + 5,1 Cu	1,08	83,3	4,69	2,74	2,68	1,750

**Figura 3.** Certificado de calibração para  $H^*(10)$ .

#### 2.4. Fundamentação do Uso do $H^*(10)$

Para proteção radiológica, a grandeza de dose efetiva (E) é usada para avaliar o risco para indivíduos expostos a diferentes formas de radiação. O cálculo de E baseia-se em fatores de ponderação tecidual da Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) e na dose equivalente ( $H_T$ ) recebida por diversos órgãos e tecidos. As grandezas de proteção, como a dose efetiva e a dose equivalente, são quantidades definidas para estimar os efeitos biológicos da radiação ionizante sobre o corpo humano e servir de base para a limitação de dose (11).

Na prática, essas grandezas não podem ser medidas diretamente e, em algumas situações, é impraticável medir as doses equivalentes. Nesses casos, a ICRP recomenda o uso de grandezas operacionais, como por exemplo, o equivalente de dose ambiente  $H^*(10)$  para fornecer uma estimativa conservadora de E (12).

Na publicação 74 da ICRP, temos que, a relação entre a E e o  $H^*(10)$  varia conforme a energia dos fótons e a geometria de irradiação. Para energias entre 60 keV e 10 MeV, a razão  $E/H^*(10)$  varia de 0,75 a 0,92 na geometria de detecção Ântero-Posterior (AP). Apesar de haver uma clara superestimação da dose medida, ainda assim, essa abordagem reforça a utilidade do equivalente de dose ambiente como uma medida operacional conservadora para estimativa de dose efetiva (13).

Por meio do site <https://spekpy.smile.ki.se>, foi possível calcular a energia média do espectro de raios X utilizado nas medidas, obtendo-se o valor de 57 keV, o qual está muito próximo da faixa citada na ICRP. Para esse cálculo, foram considerados os parâmetros técnicos do equipamento, incluindo a tensão de tubo (kV), o ângulo anódico e a filtração do equipamento, uma vez que esses fatores influenciam diretamente o formato e a energia média do espectro emitido.

Dessa forma, todas as medidas realizadas em termos de  $H^*(10)$  foram corrigidas pelo fator de 0,75 estabelecido para a geometria Ântero-Posterior na faixa energética considerada, a fim de obter uma estimativa mais próxima da dose efetiva real.

## 2.5. Análise dos dados

Após os dados serem coletados, a interpretação dos resultados foi realizada com base nos limites de dose anuais para indivíduos do público estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), que recomenda o valor de 1 mSv/ano como limite de exposição para indivíduos do público (14).

Essa análise permite verificar se a estimativa de dose efetiva na posição simulada do acompanhante se mantém dentro dos níveis considerados aceitáveis para exposição não ocupacional. Além disso, foi realizada uma comparação entre os valores obtidos com e sem o uso do avental de proteção radiológica, com o objetivo de avaliar a eficácia desse EPI na atenuação da radiação espalhada.

## 3. Resultados

Com o ensaio da sala ajustado, foram selecionados os protocolos que serão avaliados neste trabalho. É importante ressaltar que, para os exames de crânio e mastoides o equipamento considerou o cálculo com base em um fantoma de 16 cm, já para o de abdômen um fantoma de 32 cm. Após realizar a exposição para cada protocolo, os valores de kerma no ar para o scout e para a varredura helicoidal foram registrados e posteriormente foram somados. Os valores obtidos estão dispostos nas Tabela 3 e 4.

**Tabela 3.** Valores de kerma no ar registrados sem EPI

Protocolo	Varredura	Kerma ( $\mu\text{Gy}$ )	Soma das doses ( $\mu\text{Gy}$ )
Crânio S/C	Scout	0,093	27,472
	Helicoidal	27,379	
Mastoides S/C	Scout	0,064	13,674
	Helicoidal	13,610	
Abdômen S/C	Scout	0,138	8,745
	Helicoidal	8,607	

Fonte: O autor (2025).

**Tabela 4.** Valores de kerma no ar registrados com EPI

Protocolo	Varredura	Kerma ( $\mu\text{Gy}$ )	Soma das doses ( $\mu\text{Gy}$ )	Variação da dose
Crânio S/C	Scout	0,000	1,597	-94,18%
	Helicoidal	1,597		
Mastoides S/C	Scout	0,000	0,781	-94,28%
	Helicoidal	0,781		
Abdômen S/C	Scout	0,000	0,523	-94,01%
	Helicoidal	0,523		

Fonte: O autor (2025).

Em uma primeira análise, foi possível perceber uma grande redução da dose quando comparado aos valores de kerma sem e com o EPI. Após a coleta dos valores, estes foram convertidos para  $H^*(10)$  e posteriormente para dose efetiva como dispostos nas Tabelas 5 e 6.

**Tabela 5.** Valores de equivalente de dose ambiente  $H^*(10)$

Protocolo	FCV (mSv/mGy)	$H^*(10)$ Sem EPI ( $\mu\text{Sv}$ )	$H^*(10)$ Com EPI ( $\mu\text{Sv}$ )
Crânio S/C	1,750	48,076	2,795
Mastoides S/C	1,750	23,930	1,367
Abdômen S/C	1,750	15,304	0,915

Fonte: O autor (2025).

**Tabela 6.** Valores de dose efetiva (E)

Protocolo	E/ $H^*(10)$ para 60 keV	E Sem EPI ( $\mu\text{Sv}$ )	E Com EPI ( $\mu\text{Sv}$ )
Crânio S/C	0,75	36,057	2,096
Mastoides S/C	0,75	17,947	1,025
Abdômen S/C	0,75	11,478	0,686

Fonte: O autor (2025).

## 4. Discussão

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, percebe-se que a dose de radiação espalhada em acompanhantes de exames de TC pediátrica é consideravelmente baixa, mesmo nos protocolos que envolvem maior carga de exposição, como os de crânio e mastoides. Além disso, foi possível aferir que a utilização do EPI demonstrou ser altamente eficaz na atenuação da exposição, com reduções iguais a 94% nos valores de kerma no ar registrados, refletindo diretamente nos valores de E.

Estes resultados reforçam a possibilidade da permanência segura de acompanhantes na sala de exames, desde que se adotem medidas básicas de proteção radiológica como a utilização dos EPIs durante a realização do exame. Na Tabela 7, estão descritos o número de procedimentos que teriam que ser feitos por um mesmo acompanhante para que se chegasse ao limite de exposição de 1 mSv/ano para indivíduos do público (13).

**Tabela 7.** Limite aproximado de procedimentos anuais

Protocolo	Sem EPI	Com EPI
Crânio S/C	28	477
Mastoides S/C	56	975
Abdômen S/C	87	1458

Fonte: O autor (2025).

É importante ressaltar que os procedimentos analisados neste estudo utilizaram protocolos com apenas a fase sem contraste. No entanto, em contextos clínicos específicos, é comum a realização de exames com múltiplas fases, como arterial, venosa e tardia (no caso de abdômen), o que implicaria em exposições adicionais ao longo do mesmo exame. Dessa forma, a dose de radiação espalhada ao acompanhante seria proporcional ao número de fases adquiridas, podendo ser estimada como aproximadamente  $n$  vezes a dose de uma única fase, onde  $n$  representa o número total de fases realizadas.

Considerando este potencial aumento na exposição, é ainda mais relevante adotar outras estratégias de proteção radiológica além de apenas o

uso dos EPIs. Uma alternativa viável seria o aumento da distância do acompanhante em relação ao gantry durante a aquisição das imagens, uma vez que, a dose de radiação espalhada decresce com o quadrado da distância, sendo assim, caso o acompanhante se posicionasse a 3 metros do gantry (o dobro da distância usada neste ensaio) a dose de radiação espalhada seria reduzida a 25% da dose inicial.

Biegala et al. (15) demonstraram de forma prática como diferentes posicionamentos do acompanhante na sala de tomografia resultam em diferentes níveis de exposição à radiação espalhada. Em seu estudo, a dose de corpo inteiro registrada por um Dosímetro Termoluminescente (TLD) em um fantoma posicionado ao lado da gantry foi de 59,5  $\mu$ Sv, enquanto a mesma medição na extremidade da mesa de exames, a 2,9 metros de distância, resultou em uma dose de apenas 1,5  $\mu$ Sv.

Overhoff et. al (10) trazem a possibilidade de o acompanhante se posicionar ao lado do gantry para receber menos radiação espalhada, porém, essa posição pode não ser a mais proveitosa do ponto de vista emocional e comportamental da criança. Estar fora do campo de visão do paciente, especialmente em idades muito precoces, pode comprometer a sensação de segurança da criança durante o exame, aumentando o risco de agitação e movimentos involuntários. Portanto, embora o posicionamento ao lado do gantry seja radiologicamente mais seguro, deve-se ponderar os benefícios da presença visível do acompanhante durante o exame, equilibrando a proteção radiológica com o apoio emocional ao paciente pediátrico.

## 5. Conclusões

Este trabalho permitiu avaliar, de forma prática e objetiva, uma estimativa dos níveis de radiação espalhada aos quais acompanhantes podem estar expostos durante exames de tomografia computadorizada pediátrica utilizando protocolos clínicos rotineiros.

Os resultados obtidos indicaram que as doses de radiação espalhada na posição do acompanhante permaneceram abaixo do limite anual recomendado de 1 mSv para indivíduos do público, mesmo na ausência de EPI, no entanto, em conformidade com o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), que preconiza a redução da exposição à radiação ao menor nível razoavelmente possível, o uso do avental plumbífero continua sendo uma medida essencial. Com seu uso, observou-se uma redução igual a 94% da dose registrada, comprovando sua eficácia como barreira protetora.

Além disso, considerando possíveis variações clínicas, como exames multifásicos, recomenda-se também como estratégia de proteção radiológica o aumento da distância entre acompanhante e gantry, uma vez que, a dose de radiação espalhada irá decrescer com o quadrado da distância. É relevante destacar que, as medidas de exposição foram realizadas com base na grandeza operacional equivalente de dose ambiente  $H^*(10)$  que apesar de

permitir uma estimativa da dose efetiva com base nas publicações da ICRP, ainda assim, pode apresentar uma superestimação da dose efetiva real.

Por fim, a presença do acompanhante durante o exame não deve ser considerada apenas sob o aspecto físico, mas também emocional. A proximidade visual com a criança pode desempenhar um papel importante no controle da ansiedade e na redução de movimentos, contribuindo indiretamente para a qualidade da imagem e a segurança do procedimento. Portanto, a permanência de acompanhantes na sala de exame, quando justificada e devidamente protegida, pode ser considerada uma prática segura e benéfica em exames de TC pediátrica.

## 6. Utilização de Inteligência Artificial (IA)

Declaro formalmente que, durante a elaboração e escrita deste artigo, utilizei das ferramentas IA *ChatGPT* e *Gemini* com o objetivo de aprimorar a clareza, coesão e correção gramatical dos textos, bem como para a organização de trechos conforme os padrões da escrita acadêmica. No entanto, afirmo que, todas as sugestões e correções dadas pelas ferramentas de IA foram avaliadas criticamente pelos autores, garantindo a manutenção da precisão conceitual e da integridade científica deste artigo.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Residência Profissional em Física Médica subsidiado pelo Ministério da Educação (MEC) e à Comissão de Residência Profissional e Multiprofissional em Saúde (COREMU) do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe, administrado pela EBSEH.

## Referências

1. WESOLOWSKI JR, Lev MH. CT: History, Technology, and Clinical Aspects. Semin. Ultrasound CT MRI. 2005;26:376-379.
2. Berland LL, Smith JK. Multidetector-Array CT: Once Again, Technology Creates New Opportunities. Radiol. 1998; 209:327-329.
3. LUÍS, Gaspar Domingos; POZZO, Lorena. ID075 Panorama quantitativo do uso de Tomógrafo Computadorizado no Sistema Único de Saúde do Brasil de 2019 a 2022: EIXO 3: EQUIDADE E ACESSO. JORNAL DE ASSISTÊNCIA FARMACÊUTICA E FARMACOECONOMIA, v. 9, n. s. 1, 2024.
4. ICRP. International Commission On Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Exeter: Elsevier, 2007. (ICRP Publication 103).
5. THUKRAL, Brij Bhushan. Problems and preferences in pediatric imaging. Indian Journal of Radiology and Imaging, v. 25, n. 04, p. 359-364, 2015.
6. NOONAN, Sarah; SPUUR, K.; NIELSEN, S. Immobilisation in Australian paediatric medical imaging: a pilot study. Radiography, v. 23, n. 2, p. e34-e40, 2017.
7. BELLIOLO, M. Fernanda et al. Incidence of adverse events in paediatric procedural sedation in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. BMJ open, v. 6, n. 6, p. e011384, 2016.
8. ARTUNDUAGA, Maddy et al. Safety challenges related to the use of sedation and general anesthesia in pediatric patients undergoing magnetic resonance imaging examinations. Pediatric radiology, v. 51, p. 724-735, 2021.
9. MAHMOUD, Mohamed; TOWE, Christopher; FLECK, Robert J. CT chest under general anesthesia: pulmonary, anesthetic and radiologic dilemmas. Pediatric Radiology, v. 45, n. 7, p. 977-981, 2015.



10. OVERHOFF, Daniel et al. Radiation dose of chaperones during common pediatric computed tomography examinations. *Pediatric Radiology*, v. 50, p. 1078-1082, 2020.
11. OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth Mateus. Física das radiações. Oficina de textos, 2016.
12. ICRP. International Commission on Radiological Protection. The 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press, 1991. (ICRP Publication 60).
13. ICRP. International Commission on Radiological Protection. Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation. Exeter: Elsevier, 1996. (ICRP Publication 74).
14. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). CNEN NN 3.01: requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica de fontes de radiação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 abr. 2024.
15. BIEGAŁA, Michał et al. Analysis of dose distribution around a computed tomography scanner in terms of exposure to scattered ionizing radiation of caregivers of pediatric patients. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, v. 37, n. 3, p. 326, 2024.

**Contato:**

José Ravel Campos Lima  
 Hospital Universitário da UFS  
 Rua Cláudio Batista, 505, Palestina, Aracaju/SE,  
 CEP: 49060-025.  
 ravelcamposjr@gmail.com