

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE - DAS - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

FLORENCIA AGUSTINA PEREZ GUTIERREZ

**AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS E ANÁLISE DE RISCO EM
PACIENTES PEDIÁTRICOS SUBMETIDOS À TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

FLORIANÓPOLIS, 2026.

FLORENCIA AGUSTINA PEREZ GUTIERREZ

**AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS E ANÁLISE DE RISCO EM
PACIENTES PEDIÁTRICOS SUBMETIDOS À TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Proteção Radiológica.

Professora Orientadora: Prof^ª Dr^ª Daiane Cristini Barbosa de Souza

Professor Coorientador: Prof Dr. Marcos Araquem Scopel

Linha de Pesquisa: Estimativa de Doses Resultantes da Exposição à Radiação

FLORIANÓPOLIS, 2026.

CDD 616.0757
G984a

Gutierrez, Florencia Agustina Perez

Avaliação das exposições médicas e análise de risco em pacientes pediátricos submetidos à tomografia computadorizada [DIS] / Florencia Agustina Perez Gutierrez; orientação de Daiane Cristini Barbosa de Souza; coorientação de Marcos Araquem Scopel – Florianópolis, 2026.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Proteção Radiológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Tomografia computadorizada. 2. Exposição à radiação. 3. Pediatria. 4. Risco atribuível à exposição. 5. Estimativa de dose.
I. Souza, Daiane Cristini Barbosa de. II. Scopel, Marcos Araquem. III. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues - CRB 14/1117

FLORENCIA AGUSTINA PEREZ GUTIERREZ

**AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS E ANÁLISE DE RISCO EM
PACIENTES PEDIÁTRICOS SUBMETIDOS À TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina, para o Curso de Mestrado Profissional em
Proteção Radiológica.
Área de concentração: Radiologia Médica

Florianópolis, 31 de Março de 2026.

Dr^a. Daiane Cristini Barbosa de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC)

Dr. Marcos Araquem Scopel

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC)

Dr^a. Carla Daruich de Souza

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

Dr. Eduardo Henrique Goulin

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC)

Dr^a. Karen Borges Waltrick

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC)

Dedico esta dissertação à minha família,
amigos e professores pelo apoio ao longo
dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha gratidão à minha família, pela paciência, amor e apoio incondicional dedicados em todas as etapas.

Agradeço aos amigos e colegas de turma, com quem compartilhei saberes que tornaram esta caminhada memorável.

À minha professora orientadora, Profa. Dra. Daiane Cristini, pela confiança e pelo acompanhamento desde a graduação. Sua dedicação e incentivo foram fundamentais para a realização deste trabalho. Ao Prof. Dr. Marcos Araquem Scopel, agradeço pela coorientação e pelo apoio dedicado a esta pesquisa.

Aos professores do Mestrado Profissional em Proteção Radiológica, pela excelência no ensino e por todo o apoio dedicado ao longo da minha trajetória acadêmica.

Agradeço ao hospital participante pela colaboração e pela abertura institucional, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço a Joice Teixeira e Jésika Cella, por todo apoio prestado no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), pelo suporte institucional, pela infraestrutura e pelas oportunidades concedidas, que foram fundamentais para a minha formação.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pela confiança e pelo apoio financeiro de grande importância para a realização deste trabalho, por meio da bolsa de pesquisa via Edital de chamada pública FAPESC nº 61/2024.

RESUMO

O uso de tecnologias na saúde envolvendo o uso de radiações ionizantes têm crescido exponencialmente nos últimos anos devido a equipamentos mais modernos que facilitam o diagnóstico de diferentes patologias. Dentre essas tecnologias, a Tomografia Computadorizada (TC) é frequentemente solicitada para o diagnóstico em pacientes adultos e também pediátricos. Para os pacientes pediátricos, existe uma preocupação maior, quando comparados com pacientes adultos, por conta de maior radiosensibilidade à radiação ionizante e do risco de desenvolvimento de câncer ao longo da vida. Nesse contexto, diversas organizações internacionais de proteção radiológica têm recomendado a avaliação das doses recebidas por esse grupo mais sensível. Assim, o objetivo deste estudo foi estimar a Dose Efetiva (E), Dose em órgãos e realizar a análise do Risco Atribuível ao Longo da Vida (LAR) proveniente da exposição à radiação ionizante em pacientes pediátricos submetidos a exames de TC em um hospital público do sul do país. Além disso, foi desenvolvido nesta pesquisa, um protótipo para cálculo de LAR. Concomitantemente, foi realizada a coleta de dados secundários no serviço participante, tais como: $CTDI_{vol}$; DLP; kV; mAs; *pitch*; sexo; idade e demais parâmetros técnicos do exame. Posteriormente, os dados coletados foram inseridos nos *softwares* NCICT®, WAZA-ARI® e RADRAT®, para obtenção dos valores de Dose Efetiva, Dose em órgãos e LAR. Os valores de dose encontrados foram então comparados com outros estudos e entre os diferentes *softwares*, por meio da análise estatística descritiva realizada na ferramenta Jamovi® e linguagem de programação em R na ferramenta RSudio®. Com relação a E (mSv), os valores medianos encontrados, para faixa etária em ambos os sexos, foram: 0 a 5 anos (2 mSv); 5 - 10 anos (1,6 mSv) e de 10-15 anos (1 mSv). As maiores medianas de Dose em Órgão (mGy) foram obtidas na faixa etária de 0 anos, para o cérebro (7,1 mGy), cristalino (6,6 mGy) e tireoide (0,6 mGy). Quanto ao LAR, as regiões com maiores riscos extras de malignidade, para as exposições ocorridas na região do crânio, foram o sistema nervoso (15,7), a cavidade oral e faringe (15,5) e a tireoide (7,9). De modo geral, tanto as Doses em Órgãos quanto a E, apresentaram valores inferiores aos reportados na literatura. Como produto tecnológico (PTT), neste estudo foi desenvolvido um protótipo que calcula o LAR em exames de TC, por meio da base em dados nacionais do Instituto Nacional de Câncer (INCA) e relatório BEIR VII(2006).

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada. Exposição à radiação. Pediatria. Risco Atribuível à Exposição. Estimativa de dose.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelos de dose-resposta para estimar o risco de câncer por radiação de baixa dose com base na exposição à radiação de alta dose	23
Figura 2 - Termos Relativos ao risco ocasionado por exposição a radiação	26
Figura 3 - Relação entre a faixa etária exposta e o risco de câncer, de pulmão e tireóide, por dose absorvida	27
Figura 4 - Fluxograma das etapas realizadas na revisão de literatura	42
Figura 5 - Fluxograma das etapas deste estudo	43
Figura 6 - Interface da ferramenta de estimativa de dose NCICT®	45
Figura 7 - Interface da ferramenta de estimativa de dose WAZA-ARI®	46
Figura 8 - Interface da ferramenta de estimativa de dose RadRAT®	47
Figura 9 - Fluxograma dos parâmetros de entrada do protótipo	53
Figura 10 - Histograma indicando a não-normalidade geral dos órgãos da região do crânio	56
Figura 11 - Gráfico de barras para os percentuais por grupo etário e sexo	57
Figura 12 - Média da Dose em órgão (mGy) do cérebro por faixa etária e sexo	60
Figura 13 - Comparação das medianas dos valores de dose em órgão (mGy) de pacientes de 0-5 anos deste estudo com Diop et al, (2024).	61
Figura 14 - Comparação das medianas dos valores de dose em órgão (mGy) de pacientes de 5-10 anos deste estudo com Diop et al, (2024).	62
Figura 15 - Comparação da mediana dos valores de dose em órgão (mGy) de pacientes de 10-15 anos deste estudo com Diop et al, (2024).	63
Figura 16 - Média da Dose Efetiva (mSv) geral por faixa etária (anos)	64
Figura 17 - Comparação das Doses Efetivas (mSv) deste estudo com Miglioretti et al. (2013) por Faixa Etária (anos)	65
Figura 18 - Comparação das médias de Dose em Órgão (mGy) deste estudo com os valores obtidos por Etani et al.2021 por idade (anos)	67
Figura 19 - Mediana das Doses em Órgão (mGy) da região do crânio por faixa etária (anos) para ambos os sexos	67
Figura 20 - Comparação das medianas (mGy) estimadas no NCICT® e WAZA-ARI®	68
Figura 21 - Média do risco geral por órgão/chances em 100 mil pessoas	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Termos relativos ao risco ocasionado por exposição à radiação	25
Quadro 2 - Descritores booleanos utilizados na revisão de literatura deste estudo	41
Quadro 3 - Resumo dos Dados de Input e Output nos softwares utilizados neste estudo	48
Quadro 4 - Artigos Incluídos na Revisão de Literatura	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados populacionais obtidos neste estudo - idade e sexo	57
Tabela 2 - Dose em órgãos (mGy) e Dose Efetiva (mSv) obtidas no NCICT® por faixa etária	59
Tabela 3 - Mediana da Dose em Órgão (mGy) calculadas neste estudo por meio da ferramenta WAZA-ARI®.	66
Tabela 4 - Mediana das Doses em Órgão (mGy) WAZA-ARI® e NCICT®	69
Tabela 5 - Principais diferenças entre as ferramentas de estimativa de dose WAZA-ARI® e NCICT®	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEIR	<i>Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation</i>
CNEN	Comissão nacional de energia nuclear
CTDIvol	Índice de dose em tomografia computadorizada volumétrica
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DLP	Produto Dose Comprimento
DRLs	<i>Diagnostic Reference Levels</i>
DDREF	<i>Single Dose And Dose Rate Effectiveness Factor</i>
E	Dose efetiva
EAR	<i>Excess Absolute Risk</i>
EER	<i>Excess Relative Risk</i>
ELR	<i>Lifetime risk estimates</i>
IARC	<i>International Agency for Research on Cannabinoid System</i>
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i>
ICRU	<i>International Commission on Radiation Units and Measurements</i>
IRRs	<i>incidence rate ratios</i>
IAEA	<i>Japan Atomic Energy Agency</i>
kV	Quilovoltagem
LCR	Líquido cefalorraquidiano
LAR	<i>Lifetime Attributable Risk</i>
LEAR	<i>Lifetime Excess Absolute Risk</i>
LBR	<i>Lifetime Baseline Risk</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
NCICT	<i>National Cancer Institute dosimetry system for Computed Tomography</i>
NHS	Centros no serviço nacional de saúde
PCXMC	Monte Carlo Program
RDSR	Relatório estruturado de dose
REIC	<i>Risk of exposure-induced cancer (incidence)</i>
REID	Morte induzida pela exposição

RM	Ressonância Magnética
RadRAT	<i>Radiation Risk Assessment Tool</i>
SSDE	Estimativa de dose específica para tamanho
TAP	TC de tórax, abdome e pelve
TCE	Traumatismo cranioencefálico
TC	Tomografia Computadorizada
UNSCEAR	<i>United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation</i>
US	Ultrassom
DVP	Derivações ventrículo-peritoneais

LISTA DE SÍMBOLOS

D	Dose
β_s	Coeficiente de risco para o sexo
Sv	Sievert (SI)
β_f	Estimativa específicas para cada sexo
β_M	Estimativa específicas para cada sexo
γ	Gama
Bq	1 desintegração/s = 2.7×10^{-11} Ci
Gy	1 J/kg = 100 rads
mGy	MiliGray
mAs	Miliamperagem-segundos
mSv	Milisievert
H_T	Dose Equivalente no tecido T
w_T	Fator de Ponderação do Tecido
w_R	Fator da Radiação
S(a)	Chance de alguém na população geral sobreviver até a idade a
S(e)	Chance de sobreviver até a idade e

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Justificativa.....	19
1.2 Definição do problema e objetivo da pesquisa.....	20
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo geral.....	21
1.3.2 Objetivo específico.....	21
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1 Riscos associados às exposições médicas.....	22
2.2 Dose e risco associados às exposições médicas.....	28
2.3 Estimativa de dose e risco dose em paciente pediátricos na TC.....	31
2.4 Tomografia Computadorizada na Avaliação de Patologias Cranioencefálicas.....	34
2.4.1 Avaliação e acompanhamento de patologias.....	36
2.5 O papel dos profissionais atuantes em serviços de radiodiagnóstico.....	38
2.6 Legislações referentes à proteção radiológica de pacientes pediátricos.....	39
2.7 Ferramentas para estimar a dose em exames de tomografia computadorizada.....	40
3 MÉTODO.....	41
3.1 Desenho de estudo.....	41
3.1.1 Etapa 1 - Revisão de Literatura.....	41
3.1.2 Etapa 2 - Pesquisa em Campo no serviço participante.....	43
População, local do estudo e coleta de dados.....	43
3.1.3 Análise estatística e apresentação dos dados.....	48
3.1.4 Etapa 3 - Desenvolvimento do protótipo de análise de risco de câncer.....	49
Parâmetros e Variáveis de Entrada do Protótipo.....	51
3.2 Aspectos éticos.....	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.1 Revisão da Literatura - manuscrito.....	54
4.2 Pesquisa em Campo no serviço participante.....	55
4.2.1 Análise dos dados.....	55
4.2.2 Categorização dos Dados.....	56
4.2.3 Dose em Órgão.....	58
4.2.4 Dose efetiva.....	64
4.2.5 Estimativa de dose com o uso da ferramenta WAZA-ARI®.....	65
4.3 Comparação dos valores médios de dose entre as ferramentas de estimativa WAZA-ARI e NCICT.....	68
4.4 Risco Atribuível ao Longo da Vida (LAR).....	71
4.5 Desenvolvimento do protótipo de análise de risco de câncer.....	72
5 CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICE A – Dados Coleta protocolo de crânio.....	87

APÊNDICE B – Dados calculados extraídos do Protótipo para Risco de Vida Atribuível (LAR) - Casos extras por 100.000 pessoas por órgão e mortalidade.....	88
APÊNDICE C – Teste de normalidade Shapiro-Wilk.....	89
APÊNDICE D – Dose em órgão (mGy) calculados no NCICT® separada por faixa etária e sexo.....	92
APÊNDICE E – Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária...	103
ANEXO A – TAXAS DE INCIDÊNCIA E MORTALIDADE POR FAIXA ETÁRIA, SEXO E CID (INCA).....	111
ANEXO B – Modelos ERR e EAR utilizados pelo BEIR VII para estimar a incidência e mortalidade de câncer sólido em locais específicos.....	117
ANEXO C – Parecer Consubstanciado do CEPESH.....	119
ANEXO D – Submissão de Manuscrito.....	125

1 INTRODUÇÃO

A Tomografia Computadorizada (TC) é um exame complementar que utiliza radiação ionizante para aquisição de imagens e que tem grande utilidade na detecção e acompanhamento de diversas doenças (Alves e Caldas, 2020). As indicações para realização de exames de TC têm crescido por conta dos avanços tecnológicos aplicáveis à modalidade, tais como desenvolvimento de novos materiais detectores, novos algoritmos de reconstrução da imagem, entre outros, e pelo fácil acesso ao exame, aumentando consequentemente a exposição à radiação. Segundo o *Report* nº 2020/2021 do Comitê Científico das Nações Unidas para Estudos dos Efeitos das Radiações Atômicas (UNSCEAR) nos anos entre 2009 a 2018 as doses efetivas coletivas decorrentes de exames de TC correspondiam a mais de 61% dentre todas as modalidades radiológicas, sendo o principal exame radiológico a entregar dose em pacientes em todo o mundo (UNSCEAR 2020/2021 a).

A TC contribui de forma significativa para a dose total coletiva das exposições médicas que, de acordo com a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP, 2017a), corresponde à radiação ionizante recebida por pacientes e acompanhantes como parte de seu próprio diagnóstico ou tratamento médico (ICRP, 2017a).

Com isso, um dos desafios atuais da TC consiste no desenvolvimento de estratégias para quantificar e reduzir os riscos da radiação ionizante nos exames, uma vez que dentro do setor de TC ainda não existe rotina de registro e monitoração das doses de radiação recebidas pelos pacientes, o que resulta no desconhecimento das doses recebidas e consequentemente potencial aumento das exposições (Santos Junior *et al.*, 2019).

Estudos de estimativa de dose utilizam indicadores como o Índice de Dose em Tomografia Computadorizada volumétrica ($CTDI_{vol}$) e Produto Dose Comprimento (DLP). O $CTDI_{vol}$ corresponde a quantidade de radiação emitida, pelo equipamento de TC durante a exposição do paciente à radiação, em uma única fatia da anatomia estudada e é mensurado durante o controle de qualidade em TC por meio de um phantom de Polimetilmetacrilato (PMMA). Já o DLP é o produto do $CTDI_{vol}$ pelo comprimento da região anatômica estudada. Multiplicando o DLP pelo fator de conversão (k), tabelado para cada região do corpo, é possível estimar a Dose Efetiva (E) recebida pelo paciente (UNSCEAR, 2017b; Inoue *et al.*, 2024).

O uso de indicadores de dose permite não apenas a estimativa das doses utilizadas, mas também a análise do potencial risco associados a essas exposições. No estudo de Mahmoodi e Chaparian (2020) foram estimadas as doses em órgãos (mGy), Dose Efetiva (mSv) e analisado o risco de mortes por câncer decorrentes de procedimentos de angiotomografia coronariana em exames de 185 pacientes. O cálculo da Dose Efetiva foi realizada utilizando o produto dose comprimento (DLP) e o *software Impact Dose* para o cálculo de dose (Mahmoodi e Chaparian, 2020).

Dentre os diferentes grupos de pacientes expostos o mais radiosensível é de pacientes pediátricos. Isso porque, naturalmente, esses pacientes possuem uma expectativa de vida maior, além da maior radiosensibilidade associada a maior taxa de divisão celular. Assim, avaliar as doses recebidas na fase inicial da vida e os riscos associados a essas doses tem um papel vital na otimização das doses (UNSCEAR 2020/2021a).

Diversos estudos têm sido realizados nesta temática, como por exemplo o realizado nos Países Baixos que teve por objetivo analisar o risco de desenvolvimento de câncer em pacientes pediátricos associados à exposições ocorridas em exames de TC. Onde avaliaram o risco de desenvolvimento de leucemia e de tumor cerebral após a exposição à radiação de baixa dose na infância. Foram estimadas as doses em 168.394 crianças que realizaram uma ou mais TC e os riscos associados a essas exposições. O resultado do estudo foi de que as doses cumulativas da região cerebral foram de 38,5 mGy, sendo responsável pelo aumento do risco de câncer (Meulepas *et al.*, 2019).

Em estudos de estimativa de dose os valores dos índices de doses são obtidos por meio das informações textuais registradas durante os exames no chamado DICOM Header ou "cabeçalho DICOM" *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM), e salvas e apresentadas no relatório de dose gerado, junto com as imagens, ao término do exame. Após a finalização do exame, os dados de $CTDI_{vol}$ e DLP ficam salvos no relatório de dose, podendo esse ser do tipo relatório simples (*Dose Report*) ou mais detalhado (*Radiation Dose Structured Report* - RDSR). Em ambos os formatos é possível o posterior acesso e extração desses e de demais parâmetros de imagem (Souza *et al.* 2022).

Os parâmetros extraídos dos relatórios de dose podem ser utilizados em ferramentas computacionais (*softwares*) que estimam as doses de radiação recebidas por pacientes independente do sexo, faixa etária e biotipo. Dentre as ferramentas mais usuais destacam-se PCXMC[®], NCICT[®], CT Expo[®] e *Virtual DoseTMCT[®]* (Souza *et al.* 2022). Essas ferramentas permitem a realização de estudos maiores e automatizados, além de permitir também a avaliação de grandes populações de estudo.

Além da estimativa de dose, segundo Berrington de González *et al.* (2012), a análise do risco de câncer pode ser realizada por meio da ferramenta de avaliação de risco online RadRAT, desenvolvida pelo Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos. Modelos de risco usados no RadRAT são amplamente baseados naqueles desenvolvidos pelo comitê *Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation* (BEIR) VII para estimar o risco após a exposição a baixas doses de radiação para a população dos EUA, para onze tipos de câncer específicos do local (González *et al.*, 2012).

Na pesquisa de Miglioretti *et al.* (2013), foram analisadas as TC em crianças menores de 15 anos de idade entre 1996 e 2010 de sete sistemas de saúde dos EUA, com o objetivo de estimar as doses em órgão (mGy), Dose Efetiva (mSv) e os riscos atribuíveis de câncer ao longo da vida a partir de uma amostra aleatória de exames de TC. A análise foi realizada com os modelos do BEIR VII e da pesquisa de González *et al.* (2009). Entre 1996 e 2007, o uso de TC em crianças cresceu de forma acentuada, dobrando na faixa etária inferior a 5 anos e quase triplicando entre os 5 e 14 anos. No entanto, após esse pico, ambas as faixas apresentaram uma redução na frequência dos exames até o ano de 2010. As doses efetivas variaram de 0,03 a 69,2 mSv por exame. Nos Estados Unidos, estima-se que 4 milhões de tomografias pediátricas de crânio, abdome/pelve, tórax ou coluna realizadas anualmente causem 4.870 casos de câncer no futuro. Com isso, reduzir os 25% das doses mais altas para a dose mediana poderia prevenir 43% desses cânceres (Miglioretti *et al.*, 2013).

Além de permitir o cálculo aproximado das doses recebidas e análises de risco de desenvolvimento de câncer radioinduzido, os estudos de estimativa contribuem também para o estabelecimento de Níveis de Referência Diagnósticos (DRLs, do inglês *Diagnostic Reference Levels*), que representam os valores de referência de dose para diferentes protocolos de exames e diferentes tecnologias em uma mesma modalidade (ICRR, 2017). Os DRLs são determinados de modo específico para diferentes países, regiões e diferentes tecnologias aplicadas em exames radiológicos, incluindo exames pediátricos.

Uma pesquisa realizada no Egito buscou estimar as doses efetivas (mSv) em pacientes pediátricos que realizaram exames de TC cardíaca, com o objetivo de estabelecer DRLs locais. Os valores observados de CTDI_{vol} e DLP foram de 2,8 mGy e 54,8 mGy, respectivamente. A Dose Efetiva média foi de 1,2 mSv. Dessa forma, o estabelecimento de Níveis de Referência de Diagnóstico (NRD) para TC cardíaca em crianças é crucial, e pesquisas adicionais são necessárias para o desenvolvimento de NRD regionais e internacionais (Hamad *et al.*, 2023). Já na pesquisa de Dornelles *et al.* (2018) foi realizada a avaliação de ultrabaixa dose em exames que buscam analisar doenças pulmonares em

crianças. A qualidade diagnóstica foi alcançada em 98,9% dos casos, dos quais 82,6% foram considerados excelentes e 16,3% alteração leve na definição, mas isso não interferiu na avaliação da imagem. Apenas um caso (1,2%) apresentou alteração moderada na definição, comprometendo discretamente a imagem, a dose de radiação média efetiva foi de $0,39 \pm 0,15$ mSv. Contudo, é possível realizar a TC com ultrabaixa dose torácica sem sedação ou anestesia, com qualidade de imagem suficiente para a identificação da anatomia pulmonar e de doenças pulmonares comuns (Dornelles *et al.*, 2018).

Estudos como estes têm contribuído para alertar sobre a importância das devidas justificativas dos exames, também sobre a conscientização do potencial risco de câncer proveniente da exposição à radiação ionizante. Entretanto, apesar do grande volume de estudos internacionais, ainda há uma carência de estudos nacionais que abordam essas temáticas dentro da realidade e do contexto da radiologia brasileira, principalmente abordando as tecnologias empregadas no mercado nacional e o biotipo da população que difere significativamente das populações estudadas nos grandes estudos internacionais.

1.1 Justificativa

A realização dos exames com qualidade diagnóstica, otimização de custos e redução da dose entregue ao paciente requer um esforço coordenado com o objetivo de assegurar que as imagens diagnósticas mantenham a qualidade para fornecer informações adequadas para o diagnóstico seguro. Além disso, a maior suscetibilidade de pacientes pediátricos aos danos da radiação ionizante em exames de TC torna urgente a realização de estudos que estimem e quantifiquem o risco potencial de câncer nessa população. Diversos estudos têm apontado para a importância dessa temática, como por exemplo o estudo de Wang *et al.* (2023) que coletou dados da população de Taiwan e de pacientes que realizaram apenas um exame de TC não apresentaram risco de tumores intracranianos, leucemia ou linfoma, no entanto, os participantes expostos a 4 ou mais TC apresentaram uma incidência elevada Taxas de Incidências (IRR, do inglês *incidence rate ratios*) com o IRR de 2,30, intervalo de confiança de 95% 1,43-3,71) de um dos desfechos de câncer de interesse. A realização de 4 ou mais tomografias computadorizadas até os 6 anos de idade foi associada aos maiores riscos de câncer, principalmente nas idades de 7 a 12 anos e de 13 a 18 anos (Wang *et al.*, 2023).

O estudo de Osipov *et al.* (2020) trouxe à tona a relação significativa entre a Dose Efetiva decorrente de exames de TC e a probabilidade de desenvolvimento de câncer diagnosticado no mínimo dois anos após o primeiro exame de tomografia. O estudo aponta

que a probabilidade de diagnóstico de câncer nos primeiros cinco anos após a realização da primeira tomografia computadorizada foi de 4,8%, especificamente em indivíduos sem condições predisponentes. É importante ressaltar que não foram encontradas evidências epidemiológicas que conectem esses diagnósticos à exposição à radiação do exame.

Nesse contexto, no estudo de Pearce *et al.* (2012), foi realizada a análise da incidência de leucemia e tumores cerebrais em centros no serviço nacional de saúde (NHS) na Inglaterra, em pacientes menores de 22 anos. A repetição de exames de TC em pacientes pediátricos, com dose cumulativa de 50 mGy triplicou o risco de desenvolvimento de neoplasias como leucemia (Pearce *et al.*, 2012). No estudo de Mathews *et al.* (2013) realizado na Austrália, foi realizada a análise do risco de câncer de crianças e adolescentes. Os resultados obtidos foram comparados com indivíduos não expostos e o índice geral de câncer foi 24% a mais para os indivíduos expostos (Mathews *et al.*, 2013). De modo geral, esses estudos demonstram que existe uma crescente preocupação com relação à exposição à radiação ionizante em exames de TC pediátricos, de modo que se torna necessário avaliar e estimar potenciais riscos. Ademais, a maior expectativa de vida, típica dos pacientes pediátricos, permite maior tempo para potencial manifestação dos efeitos nocivos da radiação nesses indivíduos; bem como os órgãos e tecidos em fase acelerada de desenvolvimento que também são mais sensíveis aos efeitos da radiação, conforme previsto pela lei da radiosensibilidade de Bergonié e Tribondeau (ICRP, 2013b; Bushong, 2010).

Com base no exposto, este estudo se justifica por visar contribuir com a estimativa das doses recebidas por pacientes pediátricos submetidos a exames de TC em Florianópolis, bem como na análise dos riscos associados à exposição à radiação ionizante.

1.2 Definição do problema e objetivo da pesquisa

A TC apresenta diversas vantagens na aquisição da imagem quando comparada com a radiologia convencional, como cortes finos e múltiplas fases contrastadas, além da qualidade de imagem e curto tempo de aquisição.

Em contrapartida, existe uma crescente preocupação com os riscos dessas exposições em pacientes pediátricos por conta da maior radiosensibilidade que esses pacientes apresentam. Com o aumento da procura para realização do exame de TC, sem conhecimento das doses as quais esses pacientes têm sido de fato expostos, se faz necessário um estudo para responder o seguinte questionamento: "*Quais têm sido as doses recebidas e o risco de incidência de câncer ao longo da vida associados às exposições em pacientes pediátricos*

submetidos a exames de tomografia computadorizada em um hospital público de Santa Catarina?”.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Estimar as Doses Efetivas (E), Dose em Órgão e analisar o Risco ao Longo da Vida (LAR) de incidência de câncer associado à exposição médica decorrentes de exames de TC no protocolo de crânio realizados em pacientes pediátricos utilizando *softwares* de estimativa de dose e risco.

1.3.2 Objetivo específico

A. Coletar e desenvolver um banco de dados com dados secundários de exames radiológicos pediátricos mais frequentes a partir dos relatórios de dose do serviço participante.

B. Categorizar e tabular as informações obtidas: sexo, faixa etária, $CTDI_{vol}$, DLP, *pitch*, kV, mAs, tempo de rotação.

C. Determinar os valores de dose em órgão (mGy) e Dose Efetiva (mSv) por meio dos softwares NCICT® e WAZA-ARI®.

D. Analisar o risco com base nos valores de dose em órgão utilizando o *software* RadRAT®.

E. Realizar análise estatística a fim de estabelecer os valores típicos (DRLs) do serviço e permitir comparação com os valores praticados no cenário nacional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A TC é um método bastante preciso e confiável para o diagnóstico de diversas doenças. No entanto, a exposição do paciente à radiação ionizante, conhecida como exposição médica, pode induzir risco de desenvolvimento de diversas doenças, incluindo neoplasias malignas. Isso ocorre porque quando o paciente é exposto à radiação ionizante ocorre a interação desta com os tecidos, em nível celular e atômico, que resulta na transferência de energia para o meio. Dependendo da quantidade da energia envolvida e do tempo de exposição, danos celulares e efeitos biológicos visíveis podem se manifestar ao longo da vida, resultando em um risco decorrente dessa exposição (Bushong, 2010; Bushberg, 2012).

Nesse contexto, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) define o termo risco como a “*probabilidade de ocorrer um efeito específico na saúde de uma pessoa ou grupo de pessoas, em resultado de sua exposição à radiação*” (CNEN, 2024, pág. 7).

Com base nos resultados publicados na versão mais recente do Relatório do BEIR VII (2006), embora as doses de um único exame de TC sejam tipicamente baixas, há uma crescente preocupação de que pacientes pediátricos, que podem necessitar de exames repetidos, estejam recebendo doses cumulativas relativamente altas, podendo chegar em casos de dose acima de 100 mSv. Assim, doses acumuladas ao longo das exposições podem resultar no aumento do risco de incidência de câncer ao longo da vida (BEIR VII, 2006).

2.1 Riscos associados às exposições médicas

A definição de risco dada pela CNEN está de acordo com a definição dada pela ICRP. Em seu *Glossary* o termo risco é definido como:

“...a probabilidade ou chance de um desfecho (por exemplo, câncer de pulmão) ocorrer durante um determinado período de tempo.” (ICRP, 2013c, pág. 23).

Ou ainda:

“A probabilidade de consequências nocivas ou prejudiciais (por exemplo, câncer) associadas a exposições ou potenciais exposições em um ano.” (ICRP, 2013c, pág. 23).

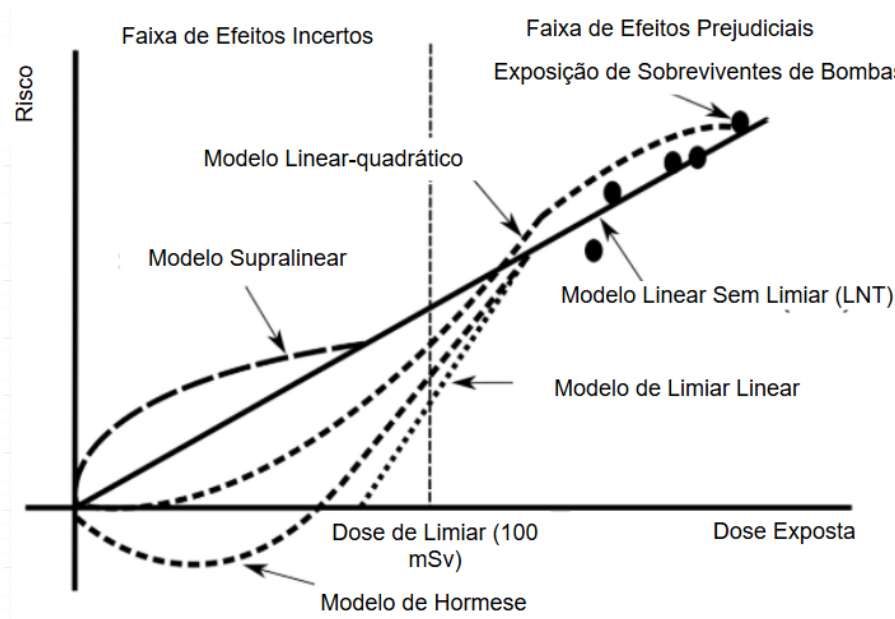
Assim, o conceito de risco é utilizado para discutir ou apresentar os potenciais danos associados às exposições à radiação ionizante.

Atualmente o risco de câncer associado às exposições em baixas doses (<100 mGy) é

estimado por meio de extrapolação dos efeitos biológicos observados em altas doses, como com sobreviventes das bombas nucleares de Hiroshima e Nagasaki que são acompanhados em estudos como o *Life Span Study* (LSS). Nesse estudo, cerca de 120.000 indivíduos foram selecionados entre os residentes de Hiroshima e Nagasaki, identificados pelo censo nacional de 1950, para serem acompanhados ao longo da vida (Ozasa et al., 2012).

O modelo Linear Sem Limiar (LNT - *Linear no threshold*) o mais adotado para estabelecer padrões de radioproteção, uma vez que considera que qualquer dose de radiação ionizante acarreta um risco proporcional de dano, conforme (Figura 1) (Seel; Stein, 2025; Koof et al, 2020; Seong et al, 2016).

Figura 1 - Modelos de dose-resposta para estimar o risco de câncer por radiação de baixa dose com base na exposição à radiação de alta dose



Fontes: Traduzido de Koff *et al.* (2020).

Segundo a UNSCEAR, uma dose baixa é classificada como 0,1 Gy (100 mGy) ou inferior, e uma taxa de dose baixa (LDR, do inglês *low dose rate*) classificada como 0,1 mGy/min, em média, durante 1 hora ou inferior. Doses acima são consideradas altas (UNSCEAR 2012c).

Usando modelos como os apresentados na Figura 1 os resultados obtidos em estudos de altas doses são extrapolados para baixas doses por meio do Fator de Eficácia de Dose e Taxa de Dose (DRREF - *Dose and Dose Rate Effectiveness Factor*). Para casos de cânceres

sólidos decorrentes de exposições médicas em baixas doses, por exemplo, a ICRP (2007) assume que os riscos devam ser divididos por um DDREF de 2, enquanto que o BEIR VII (2006) assume um valor de 1,5. Em contrapartida, trabalhos realizados no Grupo de Trabalho 91 da ICRP, debatem os limites e vantagens de cada abordagem (Rühm *et al*, 2015; Lowe *et al*, 2020).

Assim, fatores como o DDREF têm sido amplamente utilizados, desde 1991 pela ICRP na estimativa de riscos em baixas doses e baixas taxas de dose (*low dose* e *low dose rate*). Entretanto, sua aplicação ainda tem sido questionada, principalmente, devido ao fato de que grande parte das estimativas de risco são baseada em estudos epidemiológicos e experimentais conduzidos em populações humanas e animais expostas a doses relativamente elevadas, cujos resultados são posteriormente extrapolados para cenários de baixa exposição. Estudos conduzidos por Rühm *et al.*, (2015; 2018), e reconhecidos pela ICRP, indicam que essa extrapolação envolve incertezas e pode resultar na superestimação dos efeitos biológicos da radiação para baixa dose e taxa de dose, resultando em normas de radioproteção excessivamente restritivas, o que reforça a necessidade de reavaliação contínua desses parâmetros (Lowe *et al.*, 2022; ICRP, 2020d).

Além da palavra "risco" há diversos termos associados que são frequentemente utilizados. Esses termos são apresentados no Quadro 1 e Figura 2.

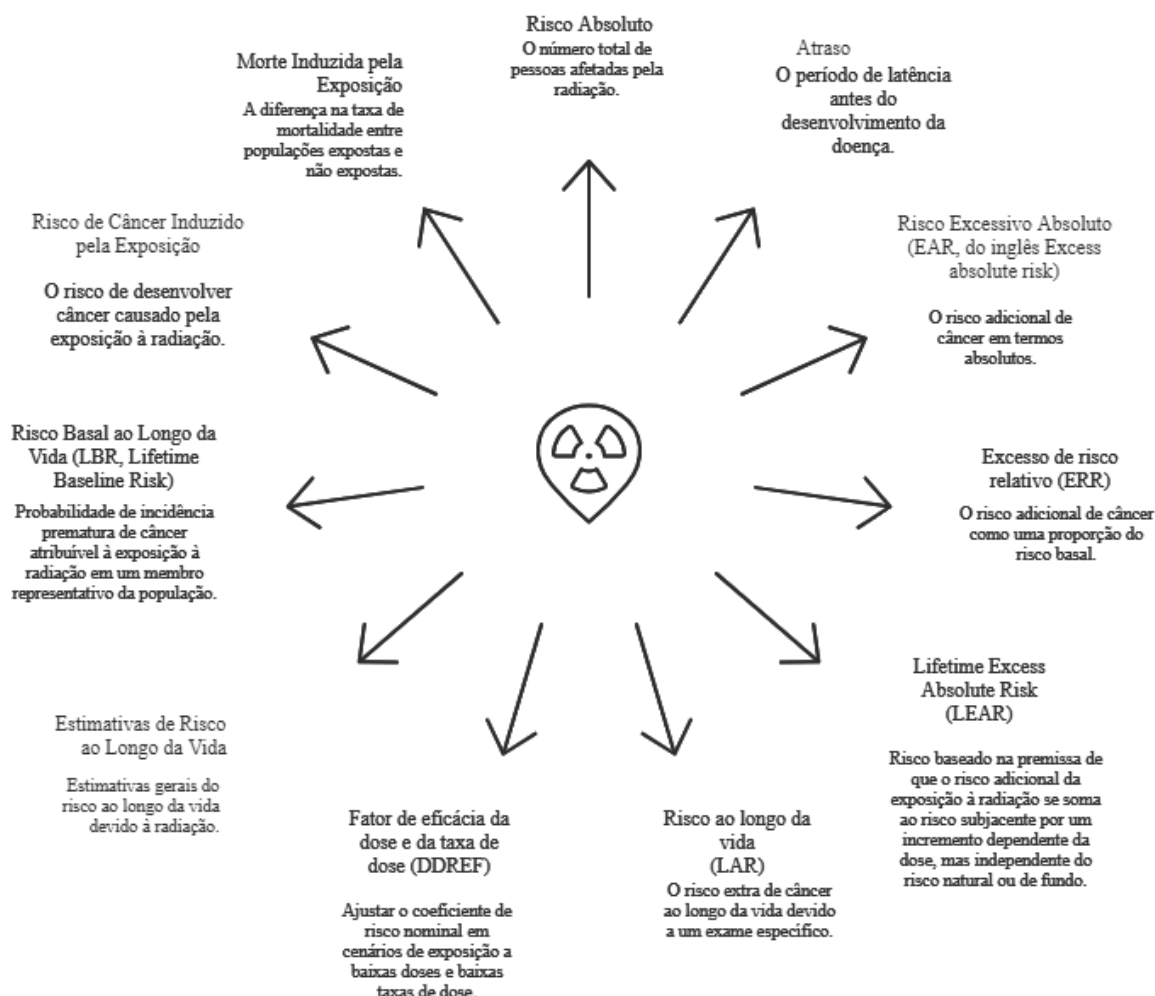
Quadro 1 - Termos relativos ao risco ocasionado por exposição à radiação

Termos/Modelos	Definição
Risco absoluto (<i>Absolute risk</i>)	O risco absoluto representa o número total de pessoas, com uma doença específica, afetadas pela exposição à radiação. Ou a taxa dessa doença em uma determinada população.
Atraso (<i>Lag</i>)	Termo que leva em consideração o período mínimo de latência de uma determinada doença (por exemplo, câncer de pulmão)
Risco Excessivo Absoluto (EAR, do inglês <i>Excess absolute risk</i>)	Descreve o risco adicional de câncer em termos absolutos, ou seja, o número de casos extras que ocorrem por unidade de dose, por unidade de tempo, por 100.000 pessoas.
Excesso de risco relativo (ERR, <i>Excess relative risk</i>)	Descreve o risco adicional de câncer como uma proporção do risco basal espontâneo da população.
Risco Absoluto Excedente ao Longo da Vida (LEAR, <i>Lifetime Excess Absolute Risk</i>)	Risco baseado na premissa de que o risco adicional da exposição à radiação se soma ao risco subjacente (de base) por um incremento dependente da dose, mas independente do risco natural ou de fundo.
Risco atribuível ao longo da vida (LAR, do inglês <i>Lifetime attributable risk</i>)	Risco extra de desenvolver câncer ao longo da vida inteira por causa de um determinado exame.
Fator de eficácia da dose e da taxa de dose (DDREF, <i>Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor</i>)	Fator estimado usado para ajustar o coeficiente de risco nominal em cenários de exposição a baixas doses e baixas taxas de dose.
Estimativas de risco ao longo da vida (ELR, do inglês <i>Lifetime risk estimates</i>)	Termo geral que indica estimativas do risco ao longo da vida devido a uma determinada exposição à radiação.
Risco basal ao longo da vida (LBR, <i>Lifetime Baseline Risk</i>)	Probabilidade de incidência prematura de câncer atribuível à exposição à radiação em um membro representativo da população.
Risco de exposição induz o câncer. (REIC, <i>Risk of exposure induce cancer</i>)	Risco ao longo da vida de uma pessoa desenvolver um câncer causado pela exposição em questão.
Morte induzida por exposição (REID, <i>exposure-induced death</i>)	Definida como a diferença na taxa de mortalidade por uma causa específica entre populações expostas e não expostas de determinado sexo e idade no momento da exposição

Fonte:(ICRP, 2021e; ICRP, 2007f; SHIN et al., 2021. BEIR, 2006; Beck, 2022).

Os principais termos referentes a risco são exemplificados, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Termos Relativos ao risco ocasionado por exposição a radiação



Fonte: A autora (2026).

Quanto aos efeitos biológicos, esses podem ser classificados em dois tipos: reações teciduais e efeitos estocásticos. As reações teciduais, também conhecidas como efeitos determinísticos, são o comprometimento da função de um órgão ou tecido que ocorre acima de limiares de dose, com a gravidade proporcional. Já os efeitos estocásticos são definidos como efeitos que ocorrem em populações expostas com frequência (ICRP, 2021e) como o câncer.

De acordo com Chaurasia e Sapra (2024), existem crescentes evidências que indicam a ausência de efeitos adversos observáveis à saúde em baixas doses e baixas taxas de dose, porém, a influência predominante da hipótese “Linear Sem Limiar” persiste, ditando os princípios de proteção radiológica e os marcos regulatórios (Chaurasia; Sapra, 2024).

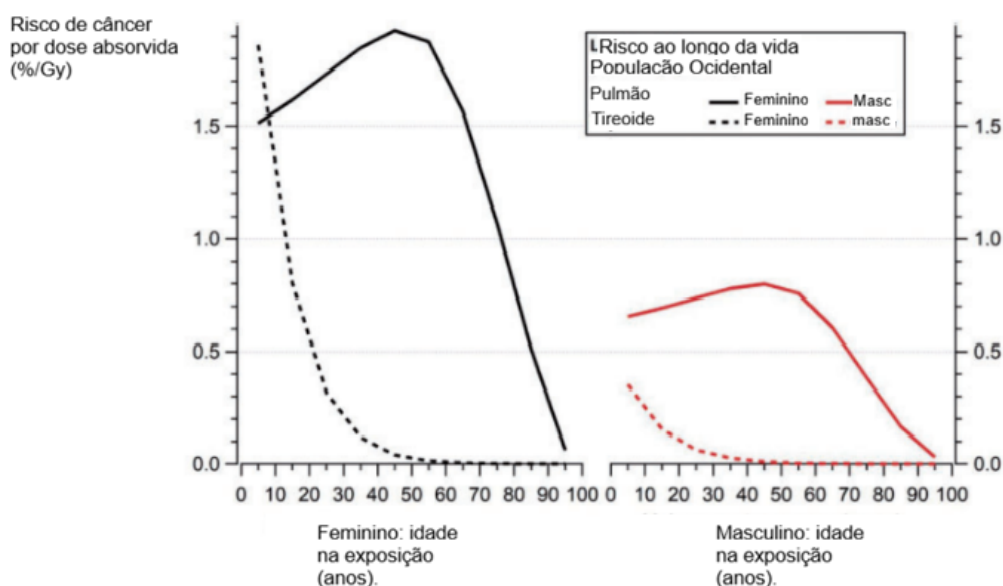
Em relação à exposição de diferentes faixas etárias e sexo, de modo geral, a ICRP conclui que é razoável assumir que:

“o risco excessivo geral de câncer ao longo da vida devido à irradiação intrauterina é, no máximo, algumas vezes maior que o da população como um todo, e o risco de exposições intrauterinas não é considerado maior do que o risco após exposições na primeira infância” (ICRP, 2021, parágrafo 24).

Estudos realizados com diferentes populações e por longos períodos têm mostrado que a idade de exposição reflete o risco cumulativo de incidência de câncer ao longo da vida. Embora seja importante considerar as incertezas associadas às baixas doses (ICRP 2021c; Wall et al. 2011; UNSCEAR, 2012c).

Na Figura 3 é apresentada a relação entre a faixa etária exposta e o risco de câncer, de pulmão e tireóide por dose absorvida, associado ao longo da vida para ambos os sexos.

Figura 3 - Relação entre a faixa etária exposta e o risco de câncer, de pulmão e tireóide, por dose absorvida



Fonte: Traduzido da ICRP 103 (2007e).

Apesar do apresentado anteriormente, é importante considerar que existem variações na sensibilidade à radiação entre diferentes indivíduos, como questões genéticas, fatores ambientais e de estilo de vida, que ainda não são plenamente compreendidas já que as informações atuais ainda são insuficientes para quantificar o efeito que essas diferenças

podem causar em termos de risco individual de câncer (ICRP, 2021e; ICRP, 2007f; Agir, 2013; Bouffler, 2016).

2.2 Dose e risco associados às exposições médicas

As grandezas de dose utilizadas em proteção radiológica são necessárias para estabelecer limites de modo a prevenir reações teciduais e critérios de proteção (limites, restrições, níveis de referência) para otimizar a proteção contra efeitos estocásticos (ICRP, 2021e; parágrafo 33).

A Dose Efetiva (E) é definida e atualizada pela ICRP em sua Publicação 147 (2021) como a média ponderada das doses equivalentes aos órgãos/tecidos. A Dose Efetiva se aplica à indução de efeitos estocásticos em doses baixas ou taxas de dose baixas. Ela pode ser obtida por meio da fórmula a seguir (Equação 1):

$$E = \sum_T HT \times WT \quad (1)$$

Em que:

E = Dose Efetiva (Sv)

H_T = dose equivalente no tecido T

w_T = fator de ponderação do tecido

w_R = fator da radiação

Já a Dose Absorvida (D) é a quantidade física básica de dose utilizada para todos os tipos de radiação ionizante, e que representa a energia depositada pela radiação por unidade de massa (Equação 2).

$$D = \frac{E}{m} \quad (2)$$

Em que:

D = dose absorvida (Gray – Gy)

E = energia absorvida (Joule – J)

m = massa do tecido (kg)

1 Gy = 1 J/kg

Enquanto que a Dose Equivalente (H) é definida como uma medida do impacto biológico da radiação ao tecido vivo, de forma a levar em conta o tipo de radiação e seu efeito biológico, e é expressa em sieverts (Sv) (ICRP, 2021e) (Equação 3).

$$HT = DT \times WR \quad (3)$$

Em que:

H_T = dose equivalente no tecido T (Sievert - Sv)

D_T = dose absorvida no tecido T

w_R = fator de ponderação da radiação

A Dose em órgão (mGy), definida como Dose Absorvida média em um tecido ou órgão, utilizada para estimar efeitos biológicos (ICRP, 2021e), permite levar em consideração a radiosensibilidade de cada órgão, além de estimar os riscos da radiação para o paciente, por isso tem sido considerada a maneira mais precisa de avaliar a dose de radiação (Bushberg, 2013). Normalmente é estimada por meio de simulações Monte Carlo, phantoms computacionais e *softwares* como NCICT®, WAZA-ARI®, entre outros.) (ICRP, 2007f; Bushberg, 2013).

Apesar da sua importância, a E não é uma medida precisa para estimar de risco para cada indivíduo, isso porque ela foi criada para com finalidade de estabelecer limites, fazer comparações em proteção radiológica e não para estimar risco individual exato. Apesar disso,

a dose efetiva ainda é útil como um indicador geral para comparar exposições e avaliação geral do risco e tem sido usada desta forma pelas autoridades e pesquisadores na área de proteção radiológica (ICRP, 2021e; Wall *et al.* 2011).

A partir dos riscos de câncer ao longo da vida para um conjunto de órgãos e tecidos e do risco de efeitos hereditários é possível quantificar o detrimento por radiação, que é um conceito desenvolvido pela ICRP para quantificar o impacto dos efeitos estocásticos da exposição a baixas doses e/ou baixas taxas de dose na população humana considerando a gravidade das consequências dessas exposições (ICRP, 2022g). Em outras palavras detrimento é definido como:

“o excesso de efeitos estocásticos na saúde em um grupo de indivíduos expostos à radiação de baixo nível e seus descendentes, em comparação com um grupo não exposto. É determinado a partir de estimativas de risco ao longo da vida, com médias por sexo e idade no momento da exposição, para um conjunto de órgãos e tecidos, levando em consideração a gravidade em termos de qualidade de vida em condições não letais e tempo de vida perdido (ICRP, 2022g, pág. 15).”

Dessa forma, conhecer as doses recebidas por pacientes submetidos à exames radiológicos permite também conhecer os riscos associados a essas exposições recebidas e o detrimento por radiação.

De acordo com o relatório do BEIR VII, 2006, para estimar o risco de câncer ao longo da vida são necessários dois parâmetros principais: EAR e ERR e LAR. Dessa forma, esses parâmetros se definem por:

“O Excesso de Risco Relativo (ERR), que descreve o risco adicional de câncer como uma proporção do risco basal espontâneo da população. Exemplo, se o risco basal (risco presente sem exposição à radiação) for de 100 casos por 100.000 pessoas e o ERR for de 0,5, o risco atribuível será de 50 casos extras por 100.000, totalizando 150 casos. A taxa de mortalidade ou incidência observada é a taxa de risco basal multiplicada por $(1+ERR)$ “(BEIR VII, 2006, pág.149).

Já o Risco Excessivo Absoluto (EAR):

“... descreve o risco adicional de câncer em termos absolutos, ou seja, o número de casos extras que ocorrem por unidade de dose, por unidade de tempo, por 100.000 pessoas. Exemplo: Se o EAR for de 50

casos por 100.000 pessoas, ou seja, 50 casos extras por 100.000, independentemente do risco basal. A taxa de mortalidade ou incidência observada é a taxa de risco basal somada ao EAR” (BEIR VII, 2006, pág.149).

O LAR (*Lifetime Attributable Risk*) é o resultado final que tem por objetivo quantificar o risco total acumulado ao longo da vida de um indivíduo devido a uma exposição à radiação ionizante (BEIR VII, 2006).

2.3 Estimativa de dose e risco dose em paciente pediátricos na TC

Exames de TC representam a maior parcela de contribuição para as doses acumuladas recebidas na população mundial (UNSCEAR, 2022a). Em pacientes pediátricos essa exposição tem um significância ainda maior considerando a radiosensibilidade e a expectativa de vida desse público específico. Assim, diversos estudos têm sido realizados por todo o mundo a fim de conhecer melhor as doses e os riscos associados a essa população, utilizando como base parâmetros de exposição dos exames tais como o (CTDI_{vol}), Produto Dose Comprimento (DLP), kVp, mAs, entre outros, além de ferramentas web destinadas para esse fim.

Em uma pesquisa realizada por Jamshidi *et al.* (2023), dados de 1.105 exames de tórax de pacientes pediátricos foram coletados e separados por faixa etária de 0, 5, 10 e 15 anos. Após a coleta, os parâmetros foram inseridos no *software Virtual Dose CT*[®] para estimar a dose em órgão (mGy) e dose efetiva (mSv). O risco de câncer foi estimado de acordo com o relatório do Comitê sobre os BEIR. Contudo, os órgãos que apresentaram maior risco de desenvolvimento de câncer foram a mama e os pulmões (Jamshidi *et al.*, 2023).

No Japão, a realização de exames de TC tem aumentado nas últimas décadas, a otimização das doses em exames de pacientes pediátricos é essencial tendo em vista que a exposição excessiva pode aumentar o risco de desenvolvimento de câncer cerebral e leucemia (Etani *et al.*, 2021). Com o objetivo de avaliar as doses em órgão de exames de TC cerebral pediátricos na região de Kyushu, Japão. Os exames foram separados por faixas etárias de (0, 1, 5, 10, 15), além disso, foram realizadas as estimativas de dose por meio da ferramenta web WAZA-ARI[®], desenvolvido pela Agência de Energia Atômica do Japão (JAEA). As doses no cérebro, na tireoide e no cristalino foram as mais elevadas no grupo de 0 anos, enquanto as doses na medula óssea e na tireoide tendem a diminuir com o aumento da idade. Contudo, é possível afirmar uma diferença de mais de 10 vezes nas doses nos órgãos, dependendo do

centro de pesquisa e dos parâmetros da tomografia computadorizada, mesmo quando o mesmo equipamento de tomografia foi utilizado na mesma faixa etária (Etani *et al.*, 2021).

Na pesquisa de Muhammad *et al.* (2019), o objetivo foi avaliar as doses em órgão atribuídas a pacientes pediátricos e o risco de câncer em exames de TC de tórax, abdome e pelve (TAP). A partir dos 5 anos de idade, observou-se um aumento acentuado no risco de câncer de ovário, enquanto que nos testículos não houve aumento. Portanto, recomenda-se tomar precauções ao submeter crianças à tomografia computadorizada da aorta abdominal (TCAA), especialmente meninas pré-púberes, cujos ovários estão expostos a um risco de câncer quase mil vezes maior a cada 100.000 procedimentos (Muhammad *et al.*, 2019).

Os autores Abdulkadir *et al.* (2020), avaliaram protocolos de varredura de dados de 250 pacientes pediátricos, com a finalidade de apresentar a distribuição da dose de radiação local (CTDI_{vol} e DLP) associada a protocolos de varredura de rotina em TC de cabeça e abdômen em um centro de saúde da Malásia. Alguns fatores foram abordados como sendo os responsáveis pela variabilidade das doses, como kV, mAs, *pitch*, protocolos de aquisição de imagem variados, modo de varredura, exames multifásicos, ou seja, que envolvem múltiplas sequências de varredura como exames com e sem contraste. Os mesmos autores afirmaram que a fim de otimizar as doses dos pacientes, desenvolver protocolos baseados em indicação clínica pode ajudar a reduzir as doses, pois auxilia a limitar o número de fases de varredura. Com isso, observa-se a relação entre a idade do paciente e a dose atribuída em exames de TC, essa conclusão foi realizada baseada na divisão dos exames por faixa etária, (0-3 anos) até o grupo mais velho (10-12 anos) e da comparação entre protocolos.

Os valores de dose mais altos foram observados em pacientes do sexo feminino para a maioria das faixas etárias e regiões do corpo. Os autores concluíram que para mitigar os possíveis efeitos da radiação ionizante é necessário otimizar as doses por meio da revisão dos parâmetros de varredura como, kV, mAs e comprimento de varredura, ajustando de acordo com as faixas etárias correspondentes, mantendo a qualidade da imagem para diagnóstico. (Abdulkadir *et al.*, 2020).

Em Ningxia um estudo realizado por Qiu *et al.* (2020), buscou avaliar as doses de radiação em exames de TC de crânio e tórax em crianças e fornecer uma base para otimizar as doses. Foram utilizados dados de 39 hospitais, sendo um total de 1.134 exames de cabeça e 636 exames de tórax de crianças menores de 15 anos. Parâmetros como varredura CTDI_{vol} e DLP foram coletados. Além disso, uma comparação foi realizada com os valores de DRLs recomendadas por outros países. As doses em pacientes pediátricos que realizaram exames de TC de tórax, são próximas aos valores relatados por outros estudos, em contrapartida, para

exames de TC de crânio a dose de radiação foi relativamente alta em todas as faixas etárias, principalmente em bebês. Contudo, é essencial promover a otimização das doses, assim como, aumentar a conscientização sobre as exposições em pacientes pediátricos acerca dos riscos associados à exposição à radiação (Qiu *et al.*, 2020).

No estudo epidemiológico realizado por Gomez *et al.* (2023), coordenado pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC), foi estimado o risco do desenvolvimento de malignidades hematológicas associado à exposição em doses baixas, de quase um milhão de crianças europeias que realizaram exames de TC anualmente. Embora a exposição à radiação seja um fator de risco para malignidades hematológicas, os riscos das exposições em exames de TC ainda é incerto. Os autores utilizaram dados de mais de 900 mil indivíduos que realizaram exames de TC antes dos 22 anos de idade de nove países europeus. Foram identificadas 790 malignidades hematológicas, sendo 578 malignidades linfóides e 203 casos de malignidade mieloides e leucemia aguda. Existe uma relação dose - resposta entre a dose cumulativa e o risco de malignidade hematológica. Além disso, estima-se que para cada 10.000 crianças que foram submetidas a exames de TC, 1 a 2 irão desenvolver uma malignidade hematológica nos 12 anos subsequentes por conta da exposição à radiação (Gomez *et al.*, 2023).

Pacientes pediátricos são mais radiosensíveis aos efeitos da radiação ionizante, a dose de radiação proveniente da TC são maiores em comparação com outras modalidades de diagnóstico por imagem, o estudo de Karim *et al.* (2021) avaliou o risco de desenvolvimento de câncer em órgãos específicos de pacientes pediátricos que realizaram exames de TC no protocolo de tórax. O *software* NCICT® foi utilizado para estimar a dose em órgão e dose efetiva no protocolo de tórax. A análise de risco foi realizada por meio do cálculo pela multiplicação da dose equivalente específica do órgão pelo fator de risco. A tireóide apresentou maior risco de desenvolvimento de câncer, sendo 2.1 para pacientes do sexo masculino e 3.9 para pacientes femininos por 1.000.000 procedimentos, respectivamente (Karim *et al.*, 2021). Na pesquisa de Diop *et al.* (2024), foi avaliado o risco excedente de câncer induzido por radiação após a exposição a baixas doses de radiação ionizante provenientes de exames de TC pediátrica. Foi observada uma variabilidade de dose muito significativa entre os protocolos radiológicos usados para pacientes da mesma idade no mesmo tomógrafo. Para um exame de cabeça, estima-se uma razão de 2 a 4, que varia de acordo com a idade do paciente, entre as doses máxima e mínima.

No estudo de Alkhorayef (2020), foi realizada uma investigação das doses recebidas por pacientes pediátricos em exames de TC de crânio, tórax e abdômen na Arábia Saudita.

Exames de 59 pacientes foram investigados, a faixa etária dos pacientes pediátricos era de 0 a 13 anos de idade. Existe uma preocupação da radioproteção de pacientes pediátricos, principalmente por conta da radiosensibilidade dos órgãos, como o cérebro, glândula tireóide e gônadas. Além disso, o autor também destaca a importância do treinamento contínuo da equipe com relação a otimização de dose (Alkhorayef, 2020).

Na pesquisa de Huang *et al.* (2020), uma revisão sistemática e meta-análise foram realizadas a fim de comparar o risco relativo (RR) entre crianças que realizaram TC e as que não realizaram exame de TC. A comparação foi realizada com 7 artigos de 1973 a 2017. As doses foram divididas em < 30 , 30 a 50 e > 50 mGy. Os anos até o desenvolvimento do câncer foram divididos em 2, 5 e 10 anos. Dessa maneira, onze tipos de câncer foram relatados nos estudos analisados, sendo: câncer de cabeça e pescoço, cólon, pele, mama, testículo, rim, sistema nervoso central, tireoide e pélvico, e leucemia e linfoma de Hodgkin. Para avaliar se a exposição à radiação em TC causou o aumento do risco de câncer tardio, os dados do risco relativo de leucemia e câncer cerebral de 5 estudos foram extraídos por meio da utilização de um modelo de efeitos aleatórios. A exposição à radiação em exames de TC aumentaram significativamente o risco de leucemia, correspondendo a (RR: 1.23, 95% CI: 1.10-1.36), é possível afirmar que a análise do risco de desenvolvimento de câncer exige cautela e estudos posteriores com períodos de acompanhamento maiores (Huang *et al.*, 2020).

No estudo realizado por Smith-Bindman *et al.* (2025), as distribuições dos exames de TC e as doses de radiação correspondentes para órgãos específicos foram estimadas, levando em conta a idade, o sexo e a categoria do exame. Esses dados foram projetados para a população dos EUA, utilizando como base o número de exames realizados em 2023. Para os cálculos de incidência de câncer induzido por radiação ao longo da vida, com seus respectivos limites de incerteza (UL - *Uncertainty Limit*) o limite de incerteza de 90% fornece o intervalo em que se estima que o número real de cânceres induzidos por radiação se encontra, com 90% de confiança foi utilizado o software RadRAT[®], desenvolvido pelo Instituto Nacional do Câncer. Aproximadamente 5% dos diagnósticos anuais de câncer, o que equivale a cerca de 100.000 casos, podem ser atribuídos ao uso de tomografia computadorizada em 2023, estima-se que os 93 milhões de exames de TC realizados em 2023 poderiam resultar em aproximadamente 103.000 cânceres futuros (Smith-Bindman *et al.*, 2025).

2.4 Tomografia Computadorizada na Avaliação de Patologias Cranioencefálicas

Na maioria dos relatos na literatura se observou um elevado número de estudos de TC

de crânio em pacientes pediátricos. Assim, é importante analisar a contribuição das exposições de TC nesta região.

De acordo com Bako, Özer e Beydoğan (2024), é possível afirmar que um dos motivos comuns de solicitação de exame de crânio em pacientes pediátricos são decorrentes de traumatismo craniano leve, indicando que existe uma preocupação com o uso excessivo de exames de TC. O objetivo do estudo foi avaliar a frequência de traumatismo cranioencefálico (TCE) clinicamente importante por meio de exames de TC realizados, exames de 941 casos de TCE leve foram analisados, sendo que 881 pacientes (93,6%), não evidenciaram nenhuma lesão além de edema de tecido mole. Nenhum dos casos teve TCE clinicamente importante, indicando o uso excessivo de exames de TC para essa indicação clínica (Bako, Özer e Beydoğan, 2024). Ainda, com o objetivo de prever a necessidade de TC em crianças com TCE leve, Miyagawa *et al.* (2023) optou por utilizar a técnica de árvore de decisão como modelo de aprendizado de máquina, dessa forma avaliar a viabilidade desse método. O resultado do estudo foi de que utilizando o método de árvore de decisão foi possível alcançar 95% de precisão sobre a necessidade da realização de exames de TC em crianças em TCE leve. Portanto, estudos como este são essenciais na discussão sobre a temática da otimização das doses e redução da exposição de pacientes pediátricos a exames de TC de forma desnecessária (Miyagawa *et al.*, 2023).

Na pesquisa realizada por Hanalioglu *et al.* (2022), os autores afirmam que o TCE é a principal causa de morte em indivíduos de 1 a 45 anos de idade, a TC é o principal exame realizado no diagnóstico do TCE, contudo a necessidade de realização desse exame é cada vez mais questionada por conta das desvantagens associadas à exposição à radiação ionizante, como a chance de desenvolvimento de câncer. 219 pacientes com TCE leve com TC de repetição foram incluídos. O resultado do estudo demonstrou que, dos 219 pacientes incluídos, trinta e oito apresentaram TCE grave (17%), 16 pacientes (7%) necessitaram de internação em unidade de terapia intensiva e 6 pacientes (3%) foram submetidos a cirurgia. O intervalo mediano entre a TC inicial e a de repetição foi de 7 horas (variação de 4 a 10). A piora clínica e progressão radiológica foram evidentes em 36 pacientes (16%) e 24 (11%) pacientes, respectivamente. Contudo, o sistema de pontuação IniCT consegue diferenciar com sucesso pacientes de baixo e alto risco com base na primeira TC realizada (Hanalioglu *et al.* (2022).

A TC é considerada um exame padrão para o diagnóstico de lesão cerebral traumática, no estudo de Fishman *et al.* (2021), foi realizada a análise retrospectiva de pacientes na faixa

etária de 0 a 16 anos que sofreram TCE leve e posteriormente a comparação dos tratados por pediatras/médicos de emergência pediátrica e aqueles tratados por cirurgiões. O resultado do estudo demonstrou que médicos pediatras solicitaram menos TC em comparação a cirurgiões 5,4% vs 8,5%, , ainda obtendo uma taxa de resultado positivo de 52,5% vs 25,8%. Com isso, é necessário sempre que possível, que crianças que sofreram um TCE sejam avaliadas por um médico pediatra (Fishman *et al.*, 2021).

Segundo Purcell, Persson e Houghton (2022), no Canadá cerca de 200.000 concussões ocorrem todos os anos, sendo que a maioria dos casos são relacionados à prática de esportes, sendo dois terços dessas lesões ocorrem na população pediátrica, ademais, uso desnecessário de TC para avaliação de ferimentos leves e concussões na cabeça pode trazer alguns riscos relacionados à sedação, se for necessária na obtenção da imagem, e aos riscos atribuídos à radiação ionizante. Os autores afirmam que a exposição a TC na infância pode triplicar o risco de leucemia e câncer cerebral em crianças, sendo 1 caso de câncer para cada 10.000 TC, e as doses cumulativas provenientes de exames repetidos também contribuem para o aumento do risco de câncer.

A neuroimagem não é indicada em casos de concussão sem sinais de alerta como perda de consciência, sintomas neurológicos específicos, fratura de crânio, convulsões ou vômitos persistentes, além disso, o risco de patologia intracraniana significativa é muito baixo, sendo inferior a 1% (Purcell; Persson; Houghton, 2022). Dessa forma, diretrizes foram desenvolvidas com a finalidade de diminuir o número de TC desnecessárias para ferimentos leves na cabeça. Essas diretrizes levam em conta combinações como histórico do paciente, sinais e sintomas e teste simples para determinar risco de lesão cerebral, as diretrizes para avaliação de lesões cerebrais para pacientes pediátricos seguem as regras da (Avaliação Canadense de Tomografia para Lesão na Cabeça na Infância) (Canadá), a regra (Rede de Pesquisa Aplicada de Cuidados de Emergência Pediátrica) (Estados Unidos) e a regra (Algoritmo de Lesão na Cabeça Infantil para a Previsão de Eventos Clínicos Importantes) (Reino Unido). Essas regras podem auxiliar o médico na tomada de decisão do uso da TC para o diagnóstico, e minimizar o número de TC desnecessárias e promover a otimização das doses (Purcell; Persson; Houghton, 2022).

2.4.1 Avaliação e acompanhamento de patologias

Acerca das razões clínicas que influenciaram para a alta frequência de exames de TC de cabeça em pacientes pediátrico, segundo Yoshitake *et al.* (2023), no período de 2007 e

2017, dados de 4.514 pacientes com menos de 16 anos de idade que realizaram ao menos três exames de TC foram coletados, com avaliação de hidrocefalia, anomalias congênitas, tumores cerebrais e traumatismo cranioencefálico. Um dos fatores clínicos para alta frequência de TC, foram referentes a crianças submetidas a procedimentos cirúrgicos e, em casos como a hidrocefalia, a média foi de 15,5 para pacientes que passaram por procedimentos cirúrgicos e 5,0 para os que não realizaram nenhum procedimento cirúrgico. Patologias como hidrocefalia e anomalias congênitas foram responsáveis pelo maior número de realização de TC. Dessa forma, é importante considerar o contexto clínico do paciente levando em conta o risco e o benefício da realização do exame, em contrapartida, mais estudos são necessários para analisar a relação do risco de desenvolvimento de câncer com exames de TC (Yoshitake *et al.*, 2023).

A hidrocefalia é uma condição neurocirúrgica comum em crianças, a TC é o exame requisitado para investigação dessa condição. No estudo de Dobson *et al.* (2019), foi realizada a avaliação das exposições à TC em uma corte de crianças com derivação ventrículo - peritoneal (DVP) de 0 a 18 anos de idade, o tratamento geralmente envolve o uso de DVP sendo utilizado para drenar o líquido cefalorraquidiano (LCR), dessa forma, durante o período de estudos de 5 anos, 152 crianças foram submetidas a inserção de derivação de LCR, um total de 443 exames de TC de crânio foram realizadas nos serviços participantes para avaliação da DVP. Contudo, a exposição à radiação ionizante provenientes de exames de TC podem aumentar os riscos de formação de catarata, sendo que, ocorre maior incidências de casos naqueles submetidos a mais de cinco TC (2,12%) em comparação com aqueles submetidos a apenas uma ou duas tomografias, correspondendo a (0,79%), crianças que são expostas a múltiplas TC de crânio, possuem maior probabilidade de desenvolver câncer (DOBSON *et al.*, 2019). Como sugestão, são recomendados exames alternativos como a Ressonância Magnética (RM) e Ultrassonografia (USG) para a investigação de mau funcionamento da DVP em crianças, por conta da qualidade de imagem para avaliação da derivação, mostrando-se boa em cerca de 60% dos casos, em contrapartida, o tempo médio de exame é de 22 minutos, sendo mais que o dobro do tempo quando comparado ao tempo de uma TC.. Um valor médio de 0,65 TC por derivação por ano. Contudo, é importante destacar sobre a disponibilidade de TC com redução de cortes, RM com sequências rápidas e US em crianças mais novas ajudará na redução das exposições (Dobson *et al.*, 2019).

A avaliação de apendicite em crianças, segundo El-Gohary *et al.* (2021), pode ser diagnosticada utilizando achados clínicos e laboratoriais, ainda, como complemento, a realização de US ou TC. Foi realizada uma comparação entre exames com suspeita de

apendicite entre um hospital nos Estados Unidos e um na Espanha e identificadas as diferenças e resultados de cada. Um total de 1.952 pacientes pediátricos analisados, sendo 1.288 nos EUA, 754 foram submetidos a TC, sendo 39,9% para exames de US, 1,6% correspondem a avaliação clínica sem exames por imagem. Na Espanha, 19 (2,9%) crianças foram submetidas à TC, correspondendo a (48,6%) apenas a perspicácia clínica, sendo esta a modalidade de diagnóstico mais empregada, seguida por US (48,5%). Assim, conclui-se que o uso da perspicácia clínica e US possuem resultados semelhantes quando comparados a exames de TC no diagnóstico de apendicite (El-Gohary et al., 2021).

2.5 O papel dos profissionais atuantes em serviços de radiodiagnóstico

Médicos radiologistas possuem responsabilidades legais de explicar o risco da radiação ionizante. Entretanto, alguns estudos mostraram que os radiologistas não forneciam aos responsáveis legais dos pacientes pediátricos informações adequadas sobre as doses e os riscos antes do procedimento. Mas, é possível afirmar que experiências positivas como, trabalho gratificante e benefício mútuo dos radiologistas melhoraram a comunicação sobre risco benefício da radiação, em contrapartida, experiências negativas como desvalorização profissional, resultados insatisfatórios e impedimentos de comunicação, dificultam a assistência centrada no paciente. A educação continuada é essencial e não se aplica a apenas radiologistas, é fundamental que toda a equipe tenha acesso a treinamentos contínuos, dessa forma, é possível aprimorar o atendimento, promovendo mais eficiência e qualidade (Aipanda *et al.*, 2023). Um exemplo da aplicação dos conhecimentos de proteção radiológica pode ser visto no estudo de Douglas *et al.* (2023), na qual, foi desenvolvido uma diretriz de avaliação da coluna cervical para reduzir a realização de TC desnecessárias e a exposição à radiação em pacientes pediátricos vítimas de trauma. O protocolo incluía a realização de tomografia computadorizada (TC) de C1 a C4, focando apenas nas regiões de maior risco de lesão na coluna cervical, em vez de toda a coluna, reduzindo assim a dose de radiação. Com a implementação da diretriz houve redução da dose de radiação por conta do aumento da TC de C1 a C4 com relação ao exame total da coluna cervical (Douglas *et al.*, 2023).

Existe um risco maior de desenvolvimento de câncer em crianças menores de 5 anos, sendo que o risco diminui após 20 anos de idade. Com a finalidade de estimar o risco de câncer provenientes da exposição à radiação, no estudo de Banerjee e Thomas (2019) foram revisados retrospectivamente 757 exames de crianças com idades que variaram de 4 a 17 anos que realizaram TC e radiografia da coluna de 2015 a 2017. Crianças que realizaram TC com

radiografias negativas, de forma geral, obtiveram baixo índice de detecção de fraturas, ou seja, em alguns casos, não é necessário expor o paciente à radiação sem benefícios diagnóstico. Além disso, a avaliação clínica completa é fundamental, levando em conta os sintomas do paciente e achados radiográficos e perspicácia clínica para compor a decisão da indicação de realização de TC, ademais, outras alternativas podem ser consideradas para diagnóstico, como a RM, em crianças com suspeita de fratura na coluna, principalmente sem sinais de alerta ou sintomas neurológicos (Banerjee; Thomas, 2019).

2.6 Legislações referentes à proteção radiológica de pacientes pediátricos

A ICRP desenvolve recomendações de proteção radiológica com objetivo principal a justificação, otimização e limite de dose. De acordo a ICRP, 2013, exames de TC cerebral em pacientes pediátricos não são indicados para traumas leves na cabeça pois a prevalência de neurocirurgias é baixa, sendo assim, é essencial seguir alguns critérios de avaliação do estado do paciente como o comportamento, com ou sem perda de consciência, sem hematomas na região, sem vômitos ou dor de cabeça severa, nesses casos é necessário considerar modalidades de diagnóstico que não utilizem radiação ionizante (ICRP, 2013b).

Conforme a publicação da ICRP 135, os procedimentos de TC equivalem a 50% da dose efetiva coletiva de exposições médicas em comparação com outras modalidades, no Reino Unido ocorreu um aumento de 68% das doses efetivas coletivas provenientes de exames de TC. Estabelecer os DRLs, é um fator que contribui para a otimização da exposição médica, sendo que não se aplica a pacientes individuais e sim a grupos definidos (ICRP, 2017a). Segundo o Relatório da UNSCEAR (2019), sobre fontes, efeitos e riscos da radiação ionizante, foram analisados cenários de risco de desenvolvimento de leucemia depois de exposições de baixa dose durante a infância, na qual é citado que os riscos provenientes da radiação ionizante são mais relevantes em pacientes que realizam exames provenientes de TC repetidas vezes e menores de 20 anos de idade (UNSCEAR, 2019d). Segundo a normativa da comissão nacional de energia nuclear (CNEN) NN 3.01, as exposições médicas devem ser justificadas e além disso, é essencial que seja levado em consideração as características individuais, clínicas e o histórico dos procedimentos, também é necessário considerar o benefício do diagnóstico ou terapia para justificar os riscos (CNEN, 2024).

2.7 Ferramentas para estimar a dose em exames de tomografia computadorizada

Para permitir a estimativa de dose em larga escala diversos *softwares* têm sido empregados, entre eles destacam-se o PCXMC[®], NCICT[®], CT Expo[®] (Sutil *et al.* 2022; Souza *et al.* 2022). O *software* PCXMC[®], é um programa que permite estimar a dose em órgão e dose efetiva por meio do cálculo de Monte Carlo, além disso, o *software* permite realizar a análise de risco (Gholami *et al.*,2024). O *software* NCICT[®] 3.0 calcula as doses em órgão (mGy) e dose efetiva (mSv) de exames de TC, permitindo a inserção de dados em lote. O programa conta com uma biblioteca de *phantom* pediátricos e adultos do sexo masculino e feminino, permitindo ajustes de peso e altura (NCICT, 2022). Já a ferramenta web WAZA-ARI[®] desenvolvida pela Agência de Energia Atômica do Japão (JAEA) estima a Dose em Órgão (mGy) e Dose Efetiva (mSv), em pacientes adultos e pediátricos (WAZA-ARI, 2015).

No estudo realizado por Masjedi *et al.* (2022), o objetivo foi estimar os riscos de morte por câncer induzidas pela exposição à radiação ionizante, provenientes de exames de TC em pacientes adultos de 18-57 anos de idade e de embriões, desenvolvido com base no *software* PCXMC[®] para estimar os riscos de morte induzida por exposição (REID) para cada paciente. A conclusão do estudo de Masjedi *et al.* (2022) foi de que exames de TC de abdome-pelve induziu um risco maior em comparação aos outros exames, 240 mortes por milhão. O programa *National Cancer Institute dosimetry system* (NCICT[®]) permite realizar a estimativa de dose de pacientes adultos e pacientes pediátricos, além disso, o *software* insere dados em lote para realizar a estimativa de dose em órgão (mGy) e E (mSv) (Lee *et al.*, 2016). De forma geral essas ferramentas são importantes para tornar os estudos de estimativa mais ágeis e precisos, permitindo a gestão das doses proveniente das exposições médicas.

3 MÉTODO

Este estudo consistiu em uma pesquisa documental, retrospectiva, descritiva e exploratória, de caráter quantitativo, e teve por objetivo principal estimar as Doses em Órgão (mGy), E (mSv) e analisar o risco (LAR), associado às exposições médicas ocorridas por meio dos *softwares* NCICT® 3.0, WAZA-ARI® e RadRAT®.

3.1 Desenho de estudo

Este estudo foi realizado em três etapas principais. A primeira consistiu em uma revisão integrativa da literatura, na qual foram levantados os estudos mais recentes na área de estimativa de dose, avaliação de risco e uso de *softwares*. A segunda etapa consistiu em uma pesquisa de campo, onde foram coletados dados secundários de exames de tomografia computadorizada realizados em pacientes pediátricos em um hospital da região sul do país. Os dados coletados foram tabulados e categorizados para posterior inserção nos *softwares* de estimativa de dose (NCICT®3.0 e WAZA-ARI®) e no *software* de análise de risco (RadRAT®).

A terceira etapa consistiu no desenvolvimento de um protótipo de ferramenta web para avaliação do risco LAR decorrente de exames de TC.

3.1.1 Etapa 1 - Revisão de Literatura

A fim de construir a base científica que norteou esse estudo, inicialmente foi realizada uma revisão de literatura a fim de também compor a escrita do capítulo “2. *Revisão de Literatura*” desta dissertação. A revisão de literatura se caracterizou como uma revisão integrativa, na qual foram utilizados os seguintes descritores booleanos e estratégia de busca apresentados no Quadro 2.

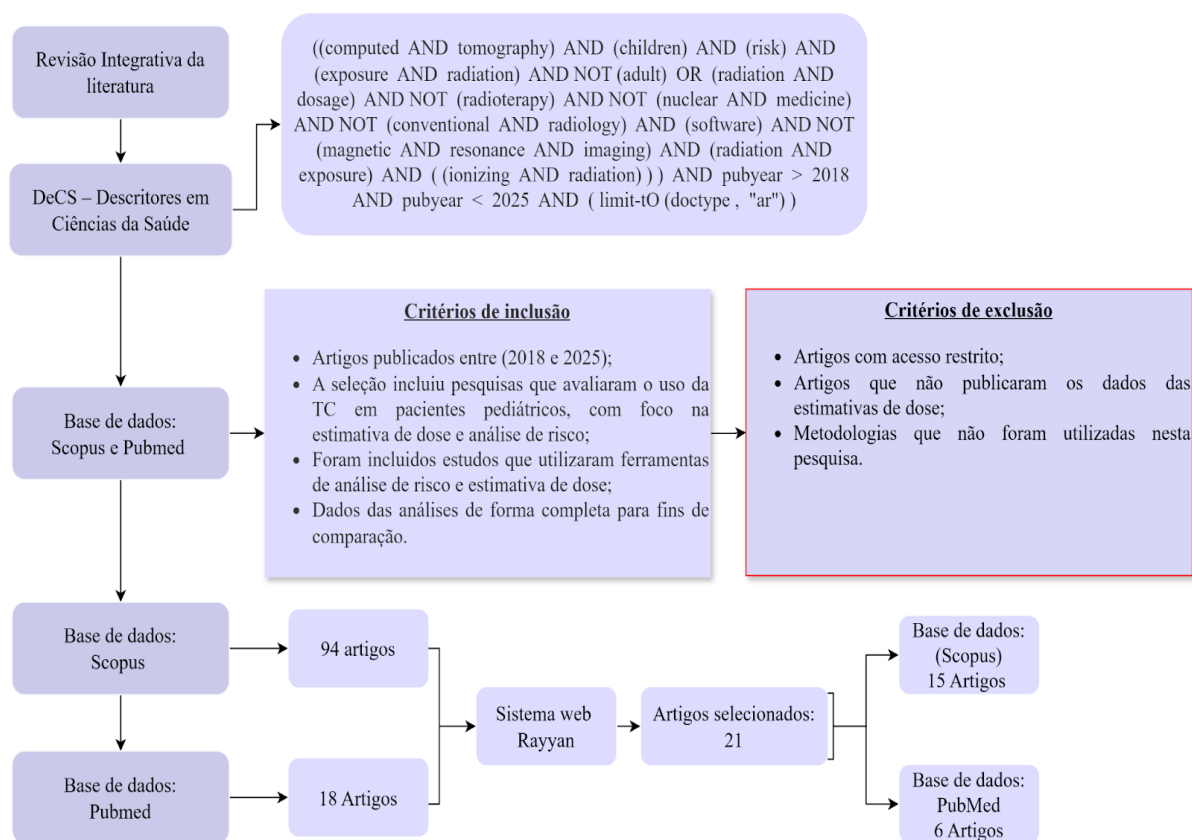
Quadro 2 - Descritores booleanos utilizados na revisão de literatura deste estudo

((*computed AND tomography*) AND (*children*) AND (*risk*) AND (*exposure AND radiation*) AND NOT (*adult*) OR (*radiation AND dosage*) AND NOT (*radioterapy*) AND NOT (*nuclear AND medicine*) AND NOT (*conventional AND radiology*) AND (*software*) AND NOT (*magnetic AND resonance AND imaging*) AND (*radiation AND exposure*) AND ((*ionizing AND radiation*))) AND *pubyear* > 2018 AND *pubyear* < 2025 AND (*limit-tO (doctype , "ar")*)

Fonte: A autora (2025).

Como critérios de inclusão foram selecionados artigos publicados entre 2018 a 2024, período em que a revisão foi finalizada, em português e inglês. As bases de dados utilizadas foram *Scopus* e *Pubmed*, que resultaram em 112 artigos no total, sendo 18 da base de dados *Pubmed* e 98 artigos da *Scopus*. Os artigos foram analisados por meio do gerenciador de revisão de literatura *Rayyan* que permite a remoção de duplicatas e a leitura inicial dos títulos e resumos. Na Figura 4 é apresentado o fluxograma das etapas da revisão de literatura.

Figura 4 - Fluxograma das etapas realizadas na revisão de literatura



Fonte: A autora (2026).

Após leitura dos títulos e resumos de todos os 112 artigos, 91 foram excluídos por não terem relação com a pergunta de pesquisa proposta neste estudo “*Quais têm sido as doses recebidas e o risco de incidência de câncer ao longo da vida associados às exposições em pacientes pediátricos submetidos a exames de tomografia computadorizada?*”. Após esta análise, 21 artigos foram selecionados para leitura completa e finalmente para compor esta pesquisa.

3.1.2 Etapa 2 - Pesquisa em Campo no serviço participante

A segunda etapa desta pesquisa consistiu em uma pesquisa em campo em um hospital público infantil na região Sul do Brasil. Nessa etapa foram coletados dados secundários de exames de TC realizados em pacientes pediátricos para estimar as doses recebidas (E e em órgão) e o risco de câncer associado (LAR/DDREF) à exposição, por meio do uso de *softwares* que já têm sido utilizados em estudos internacionais.

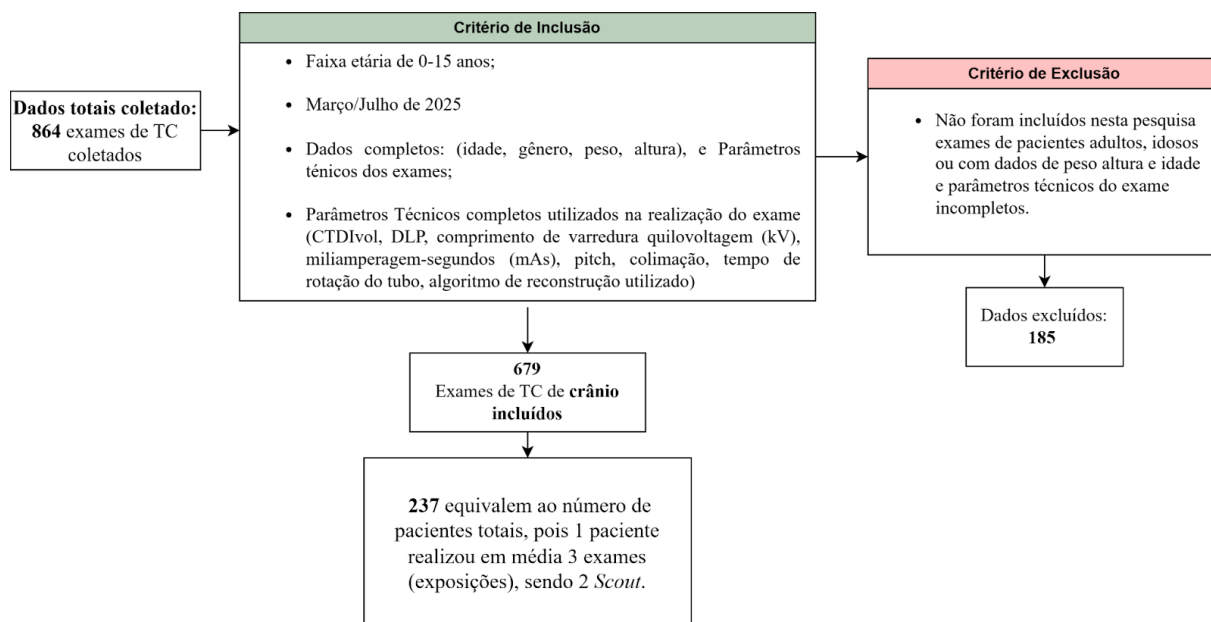
População, local do estudo e coleta de dados

A população deste estudo foi composta por dados de 864 exames pediátricos de TC protocolo crânio realizados em pacientes com faixa etária de 0-18 anos. O estudo foi conduzido em um hospital infantil público, nível terciário localizado em Florianópolis.

O serviço possui ampla estrutura de radiodiagnóstico, a unidade conta com salas de Radiografia Convencional e serviços especializados de Fluoroscopia e uma sala de TC com tomógrafo *Prime Aquilion SP 160 canais*. Além disso, o setor dispõe de Ultrassonografia, que serve tanto para diagnósticos morfológicos quanto para guiar Biópsias, muitas vezes em conjunto com a TC. Os dados foram coletados após aprovação em comitê de ética do serviço participante e a partir dos relatórios de dose disponibilizados no sistema PACS do local de estudo de onde foram coletados dados secundários como idade, sexo, peso, altura, e dados dos exames - parâmetros técnicos utilizados na realização do exame (CTDI_{vol}, DLP, comprimento de varredura (*length*), quilovoltagem (kV), miliamperagem-segundos (mAs), *pitch*, colimação, tempo de rotação do tubo e algoritmo de reconstrução utilizado, conforme instrumento de coleta de dados apresentado no [APÊNDICE A](#).

Os critérios de inclusão utilizados foram: dados coletados de exames TC protocolo crânio, de pacientes pediátricos de ambos os sexos, e com faixa etária de 0-18 anos de idade, que realizaram exames de TC de março/julho de 2025. Já como critério de exclusão foram adotados: pacientes com faixa etária de 15-18 foram removidos da amostra devido baixo número amostral dentro do grupo de estudo, conforme exemplificado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma das etapas deste estudo



Fonte: A autora (2026).

Os dados secundários coletados foram tabulados usando a ferramenta *Google SpreadSheet*. Após a tabulação, os seguintes dados foram inseridos em três diferentes *softwares* a fim de estimar as Doses em órgão (mGy) e E (mSv) (NCICT[®] 3.0 e WAZA-ARI[®]) e o risco (RadRAT[®]) para cada exame/paciente.

Ferramentas utilizadas para estimativa de dose

O *software* NCICT[®] 3.0, foi utilizado para estimar E e Dose em Órgão dos pacientes. Os dados foram inseridos em lote por meio de um arquivo .CSV com uso da função *batch run*. Posteriormente, os resultados fornecidos pelo NCICT[®] foram inseridos para tabulação no *Google sheets* e *software* de estatística Jamovi[®]. Conforme Figura 6, o *software* utilizado fornece dados de dose em órgão, E individual e em lote.

Figura 6 - Interface da ferramenta de estimativa de dose NCICT®

The interface displays patient information on the left, a central 3D anatomical model of a child, and a table of organ doses on the right. The patient information includes Age Group (0-year selected), Gender (Male selected), Reference Body Size (Height: 51 cm, Weight: 4 kg), Scanner information (Manufacturer: GE, Model: 8800, 9000 Series), and Scan parameters (nCTDIw: 6.2, Tube potential: 120 kVp, Current: 200 mA, Rotation time: 0.5 sec, TCM strength: 0.00, Pitch: 1, Total collimation: 10 mm, CTDIvol: 62 mGy, DLP: 620 mGy-cm, Effective diameter: 9.9 cm, SSDE: 79.2 mGy). The organ dose table lists 28 organs with their respective doses in mGy. The 3D model shows a child's torso with internal organs highlighted in various colors.

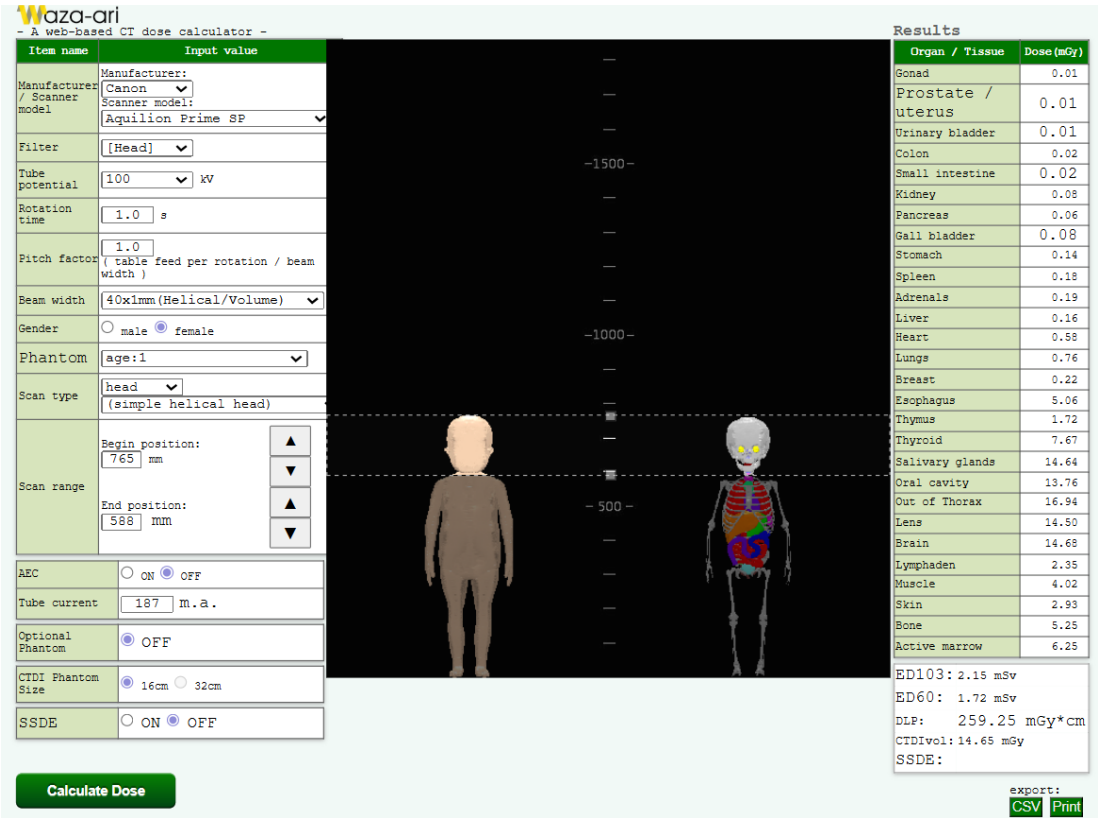
Organ	Dose (mGy)
Brain	64.86
Pituitary gland	58.62
Lens	66.91
Eye balls	64.07
Salivary glands	25.85
Oral cavity	24.25
Spinal cord	2.72
Thyroid	10.35
Esophagus	3.36
Trachea	5.03
Thymus	3.66
Lungs	2.34
Breast	1.29
Heart wall	2.01
Stomach wall	0.71
Liver	0.95
Gall bladder	0.56
Adrenals	0.74
Spleen	0.96
Pancreas	0.6
Kidney	0.54
Small intestine	0.31
Colon	0.35
Rectosigmoid	0.23
Urinary bladder	0.16
Prostate	0.09
Uterus	0
Testes	0.06
Ovaries	0
Skin	13.99
Muscle	13.64
Active marrow	18.91
Shallow marrow	30.08
Effective dose(mSv)	5.18

Fonte: NCICT, 2022.

Foram inseridos dados de 237 pacientes com informações de fabricante, modelo do scanner, filtro, tensão do tubo, tempo de rotação, fator de passo, largura do feixe, gênero, phantom, tipo de varredura, faixa de varredura, AEC: (opcional) ao marcar "ligado", a dose de exposição em uma TC usando a função AEC (controle automático de exposição), tamanho do phantom CTDI, posteriormente realizadas as estatísticas por meio da linguagem R de programação.

A Dose em Órgão e Dose Efetiva também foram calculadas na ferramenta web WAZA-ARI®, seguidas de uma análise comparativa dos resultados obtidos no NCICT. Os parâmetros técnicos inseridos no WAZA-ARI® incluíram: modelo do scanner, filtros, tensão do tubo (kVp), tempo de rotação, pitch e largura do feixe. Também foram configurados o sexo do paciente, o *phantom* utilizado, o tipo e intervalo de varredura (posições inicial e final), além do Controle Automático de Exposição (AEC), corrente do tubo, objeto simulador opcional, CTDI e SSDE. A interface principal da ferramenta é detalhada na Figura 7.

Figura 7 - Interface da ferramenta de estimativa de dose WAZA-ARI®



Fonte: WAZA-ARI, 2025.

Ferramentas utilizadas para avaliação do risco de câncer ao longo da vida (LAR) devida à radiação ionizante - RadRAT®

A análise de risco foi realizada por meio da ferramenta RadRAT® versão 4.3.1 (2024), com os seguintes dados de entrada dos exames coletados (*input*): N° de eventos de exposição, ano da exposição, órgão, taxa de exposição, dose no órgão (mGy) e tipo de distribuição. Na Figura 8 é apresentada a interface principal da ferramenta web.

Figura 8 - Interface da ferramenta de estimativa de dose RadRAT®

Informações sobre a Ferramenta de Avaliação de Risco de Radiação - Versão 4.3.1

Insira os dados no formulário abaixo ou [carregue um arquivo de entrada](#).

Informações Demográficas

Gênero:	---
Ano de nascimento:	
População:	Brasil 2001-2005

Informações sobre exposição

Um evento de exposição pode resultar em doses absorvidas por um ou mais órgãos, especificadas em Gy, mGy, rad ou mrad. Todas as doses associadas ao mesmo evento devem ser indicadas inserindo o mesmo número na coluna "Evento de Exposição" e o mesmo ano na coluna "Ano de Exposição". Consulte as [Orientações para Inserção de Informações de Exposição](#).

Cada órgão que recebe a radiação pode ser especificado com ou sem incerteza. Para doses especificadas sem incerteza, deve-se aplicar um valor constante igual à dose média no órgão, selecionando "Valor Fixo" no menu Tipo de Distribuição e digitando o valor na coluna "Parâmetro 1". Para doses em órgãos especificadas com incerteza, deve-se selecionar uma das distribuições de probabilidade do menu Tipo de Distribuição: lognormal (média geométrica, desvio padrão geométrico), normal (média, desvio padrão), triangular ou log-triangular (mínimo, moda, máximo) e uniforme ou log-uniforme (mínimo, máximo). Os parâmetros de distribuição correspondentes devem ser inseridos nas colunas 1, 2 e/ou 3.

Em casos de exposição uniforme em todo o corpo, uma dose única para todo o corpo (incerta ou constante) é aplicada a todos os locais de câncer, incluindo o restante do grupo de cânceres, selecionando "Aplicar doses a todos os órgãos" no menu Tipo de órgão. Em casos de exposições não uniformes em todo o corpo, o usuário precisa fornecer doses específicas para cada órgão, incluindo uma dose para o restante do grupo de cânceres. Esta última dose pode ser uma média ponderada das doses nos órgãos afetados. Em muitos casos, as exposições dos demais órgãos são bastante uniformes, portanto, a dose ponderada seria semelhante à dose não ponderada e poderia ser aplicada na maioria dos casos.

Nº.	Evento de exposição	Ano de exposição	Órgão	Taxa de exposição	Dose para os órgãos: mGy			
					Tipo de distribuição	Parâmetro 1	Parâmetro 2	Parâmetro 3
1	1		---	---	---	0	0	0

Adicionar evento de exposição

Fonte: NHI, 2024.

Para analisar o risco por meio do software RadRAT® Versão 4.3.1, foram necessários os valores de dose em órgão que foram previamente calculados utilizando as ferramentas NCICT® e WAZA-ARI®. O Quadro 3 demonstra um resumo dos parâmetros de entrada de cada ferramenta utilizada nesta pesquisa.

Quadro 3 - Resumo dos Dados de *Input* e *Output* nos *softwares* utilizados neste estudo

Software	Input	Output
NCICT®	CTDIvol; DLP; kV; mAs; pitch; sexo; idade e demais parâmetros técnicos do exame.	Estimativa de dose em órgão (mGy) e dose efetiva (mSv) para cada paciente.
WAZA-ARI®	CTDIvol; DLP; kV; mAs; pitch; sexo; idade e demais parâmetros técnicos do exame.	Estimativa de dose em órgão (mGy) e dose efetiva (mSv) para cada paciente.
RadRAT®	Sexo; Ano de nascimento; população (Brasil 2001-2005); Depois de calcular as exposições com NCICT® e WAZA-ARI®, foi inserido no RADRAT o <i>exposure event</i> para cada órgão com a configuração <i>fixed value</i> ; <i>Exposure Rate (acute)</i> ; <i>Organ dose</i> (mGy); Parametro 1	Estimativa do Risco Atribuível ao Longo da Vida - <i>Lifetime Risk Attributable</i> (LAR) - para cada órgão e paciente.

Fonte: A autora (2026).

Além disso, ferramentas como o *Microsoft Excel* e *Google Sheets*, também foram utilizadas para tabulação dos dados coletados.

3.1.3 Análise estatística e apresentação dos dados

As análises estatísticas deste estudo foram realizadas por meio do software *Jamovi*® versão 2.6.44. Inicialmente, foi realizada a análise da normalidade dos dados levantados neste estudo usando 864 relatórios, correspondendo a 237 pacientes, por meio do método (*Shapiro-Wilk*). Após a determinação da não normalidade dos dados, os valores encontrados foram apresentados em termos de média, mínima, máxima, mediana, desvio padrão e percentil, utilizando as ferramentas *Google SpreadSheets*®, *Jamovi*® e a linguagem de programação R, utilizando o software *Rstudio*® versão 2025.09.2.

Entre os 237 pacientes que tiveram os relatórios de dose avaliados, foram selecionados os órgãos mais radiosensíveis e com maiores valores de dose para a análise estatística dos dados de: E (mSv), dose em órgão (mGy) e do risco associado (LAR) às exposições médicas.

Posteriormente, esses resultados foram utilizados para estabelecer e comparar valores típicos.

3.1.4 Etapa 3 - Desenvolvimento do protótipo de análise de risco de câncer

O protótipo desenvolvido nesta pesquisa permite realizar a análise de risco de câncer ao longo da vida (LAR, *Lifetime Attributable Risk*), em exames de TC pediátrica por meio do modelo de risco de câncer para exposição a baixos níveis de radiação ionizante, conforme definido no relatório BEIR VII (2006). O diferencial do protótipo está no uso de dados nacionais relacionados à taxa de mortalidade e incidência de câncer publicados pelo Instituto Nacional de Câncer (INCA) no período de 2010 a 2020, conforme ([ANEXO A](#)).

As fórmulas utilizadas para determinar o LAR, tanto de incidência de câncer e como mortalidade, são baseadas no modelo do BEIR VII (2026), levando em consideração a dose (D), idade do paciente no momento da exposição (e), idade atual ou atingida (*attained age*) (a), bem como o sexo (s). As fórmulas gerais são demonstradas nas equações 4, 5 e 6.

A estrutura matemática utilizada no modelo do comitê BEIR VII para estimar tanto o ERR (Excesso de Risco Relativo) quanto o EAR (Excesso de Risco Absoluto) para tumores sólidos é exatamente a mesma. A fórmula padrão é exemplificada na Equação 4.

$$Risco (ERR ou EAR) = B s \times D \times \exp(\gamma \times e^*) \times \left(\frac{a}{60}\right)^{\eta} \quad (4)$$

D = Dose (Sv)

e = Idade na exposição

$e^* = (e - 30) / 10$ para $e < 30$ e zero para $e \geq 30$

a = Idade atingida (anos).

- Para ERR βs = taxa proporcional e o expoente da idade atingida (η) é negativo.
- Para EAR βs = número direto de casos/mortes na população e o η passa a ser positivo.

Para os cânceres sólidos a ferramenta realiza um cálculo para EAR e ERR e combina os resultados usando pesos específicos (w_1, w_2) e o fator de redução por dose e taxa de dose (DDREF), que é de 1,5 para a maioria dos cânceres sólidos (BEIR, 2006, p. 289). Conforme a exemplificado na Equação 5.

$$LAR \text{ combinado} = \frac{(EAR \times w_1) + (ERR \times w_2)}{DDREF} \quad (5)$$

Em que:

- $(EAR \times w1) = 0,3$ para a maioria dos cânceres sólidos. **Exceto para câncer de pulmão, onde este peso é de 0,7.**
- $(ERR \times w2) = 0,7$ para a maioria dos cânceres sólidos. **Para o câncer de pulmão, o peso é de 0,3.**
- $DDREF = 1,5$.

O protótipo utiliza uma abordagem híbrida, ou seja, combina as duas formas de risco de acordo com o peso de transporte de risco de cada órgão. Com relação ao peso para cânceres que não sejam de mama, tireoide ou pulmão, o cálculo deve seguir uma média ponderada em escala logarítmica, utilizando os pesos de 70% (0,7) para a estimativa baseada no ERRO é de 30% (0,3) na estimativa baseada no EAR. Essa ponderação é realizada com o objetivo de equilibrar a estimativa final.

Para cânceres sólidos, a ferramenta utiliza a média geométrica do EAR e do ERR, e para leucemia, utilizando um modelo específico que depende de tempo desde a exposição, além disso, não é levado em conta a média sendo, 100% ERR com peso 1,0. Posteriormente, o risco é ajustado multiplicando o EAR/ERR pela taxa de mortalidade de fundo brasileira e aplica-se a média geométrica ponderada entre os modelos EAR e ERR usando o peso ERR (*Risk Transport*). Por fim aplica o DDREF (geralmente 1.5 ou 2.0) para ajustar o risco de baixas doses e baixas taxas de dose. O LAR é o resultado final que quantifica o risco total acumulado ao longo da vida de um indivíduo devido a uma exposição específica (BEIR VII, 2006). Conforme descrito na Equação 6.

$$LAR: \sum_{a=e+L}^{100} M(D, e, a) \cdot \frac{S(a)}{S(e)} \quad (6)$$

Em que:

- $M(D, e, a)$ = Representa a taxa extra de risco (EAR) de se ter o câncer exatamente naquela idade atingida a , dado que a pessoa recebeu a dose D na idade e .

- $\sum_{a=e+L}^{100} = \dot{E}$ É a soma do risco ano a ano. Idade da exposição (e) mais o período de latência (e+L) e vai até o final da vida do indivíduo (estabelecido no modelo como 100 anos de idade).
- a= Idade atingida.
- e= Idade na exposição.
- $\frac{S(a)}{S(e)}$ = Probabilidade do indivíduo sobreviver até à idade (a), dado que estava vivo na idade de exposição (e) .
- S(a)= Chance de alguém na população geral sobreviver até a idade a.
- S(e) =Chance de sobreviver até a idade e.

Os modelos de ERR e EAR usados pelo BEIR VII e neste estudo para a estimativa de incidência e mortalidade de câncer sólido por região anatômica são os apresentados na Tabela 12-2 do ([ANEXO B](#)).

O protótipo foi desenvolvido para realizar cálculos do risco de mortalidade no Brasil dinamicamente, ajustando os parâmetros do modelo BEIR, 2006, com dados de mortalidade e sobrevivência extraídos do INCA (2025), conforme a lógica implementada no código-fonte.

Parâmetros e Variáveis de Entrada do Protótipo

A ferramenta requer uma série de dados secundários do paciente e dosimétricos para realizar o cálculo:

- A. Idade na Exposição: A idade do paciente no momento do exame é um dado importante, pois a sensibilidade à radiação diminui com a idade. Além disso, utiliza um fator de ajuste para a idade (e^*), conforme as equações do BEIR VII.
- B. Sexo: A sensibilidade à radiação é diferente entre homens e mulheres.
- C. Dose em Órgão/mGy: A dose absorvida em cada órgão é o principal fator de entrada para a estimativa de risco.

O protótipo utiliza valores de dose em órgão (mGy) ou Grays (Gy). Além disso, utiliza dados pré-calculados de incidência e mortalidade de câncer nos EUA (base do BEIR VII,

2006) e do Brasil por meio do INCA com dados de sexo, faixa etária e Código Internacional de Doenças (CID), conforme ([ANEXO A](#)) foram extraídos dados no período de 2010 a 2020. Esta delimitação temporal foi estabelecida por representar o intervalo com os dados nacionais mais recentes e completos. A obtenção dos valores de incidência são disponibilizadas apenas com números absolutos de casos e não taxas. Com isso, para viabilizar o cálculo das métricas de EAR e EER, foi realizada a reconstrução do denominador populacional tomando como base os valores absolutos e taxas das informações de mortalidade. As taxas são calculadas de acordo com a Equação 7 (BEIR VII, 2006).

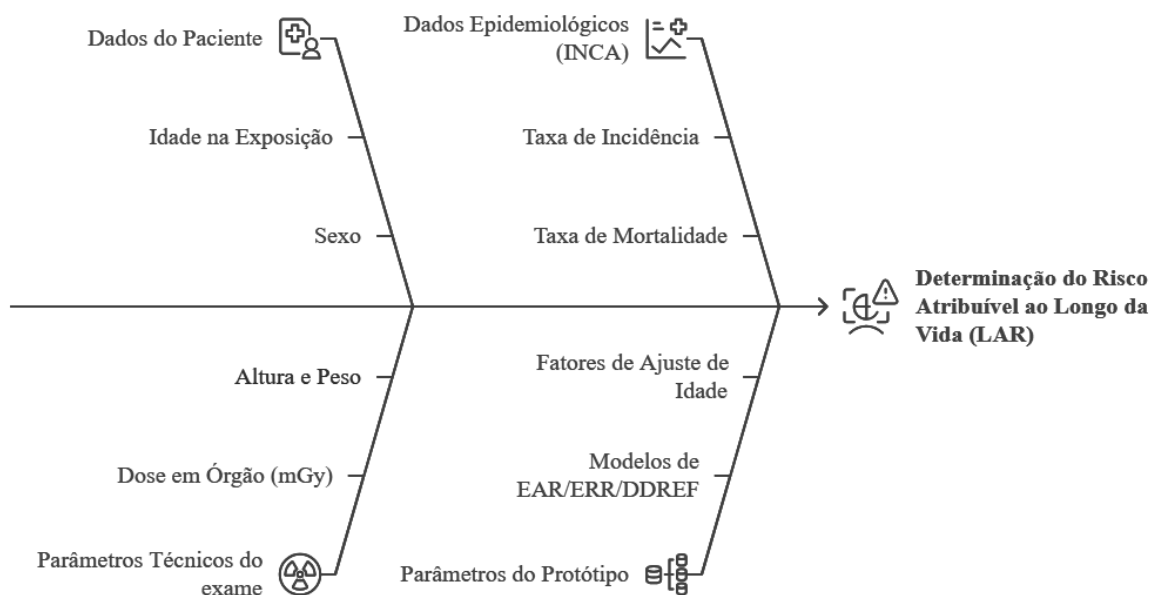
$$Taxa = \frac{N \text{ casos}}{População \text{ Estratificada por sexo, idade e período}} \times k \quad (7)$$

Em que:

- k = constante de base - adotada como 1.000.000 habitantes (INCA, 2026).

Conforme [APÊNDICE B](#), os dados foram inseridos em lote para fins de teste do protótipo os resultados obtidos são apresentados em termos de LAR. A execução dos dados no protótipo retorna dados secundários do paciente, incluindo os índices de LAR de incidência e mortalidade para os EUA e Brasil. Além disso, foram registrados os valores de dose absorvida (mGy) e os respectivos riscos de incidência e mortalidade para diversos órgãos, como: bexiga, cérebro, cólon, coração, esôfago, estômago, fígado, glândulas salivares, mamas, tecidos ósseos, ovários, pele, próstata, pulmões, rins, tireoide e útero. As etapas do funcionamento do protótipo são exemplificadas na Figura 9.

Figura 9 - Fluxograma dos parâmetros de entrada do protótipo



Fonte: A autora (2026).

3.2 Aspectos éticos

Em relação aos aspectos éticos, esta pesquisa teve como base a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466, 2012, que diz respeito aos direitos humanos e ética na pesquisa com seres humanos e também se respaldou na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) nº13.709 de 2018, respeitando e anonimizando os dados primários de exames e pacientes. Esse trabalho faz parte de um macro projeto intitulado *Avaliação das exposições médicas e análise de risco em radiodiagnóstico*, submetido e aprovado no CEPESH/IFSC e do local participante sob parecer número n.º 7.147.876 ([ANEXO C](#)). Somente após aprovação os dados que compuseram esta pesquisa foram coletados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos estruturados em três etapas seguindo a mesma ordem da metodologia: Revisão de Literatura; Pesquisa em Campo no serviço participante e Desenvolvimento do protótipo de análise de risco de câncer.

4.1 Revisão da Literatura - manuscrito

A revisão de literatura consistiu no levantamento de dados nas bases Scopus e PubMed e resultou inicialmente em 112 artigos no total (94 e 18 artigos, respectivamente). Após a triagem realizada por meio do Sistema Web *Rayyan*[®], foram selecionados 21 artigos finais, sendo 15 provenientes da Scopus e 6 da PubMed. categorizados em três temáticas: Risco ao Longo da Vida (LAR), Estimativa e Otimização de Dose, Decisão Clínica e Redução de Exames de TC. Conforme descrito no Quadro 4.

Quadro 4 - Artigos Incluídos na Revisão de Literatura

Temática Principal	Autor e Ano	Objetivo do Estudo
Risco ao Longo da Vida (LAR)	Jamshidi et al. (2023)	Determinar a dose de radiação do paciente e estimar o (LAR) de incidência de câncer para uma única TC de tórax em crianças.
	Diop et al. (2024)	Avaliar o risco excessivo de câncer induzido por radiação após exposição à radiação ionizante de baixa dose em TC pediátricas.
	Karim et al. (2021)	Avaliar a influência do tamanho pediátrico no valor SSDE e estimar a ocorrência de risco de câncer em órgãos específicos de pacientes pediátricos submetidos a exame de TC de tórax.
	Huang et al. (2020)	Revisão sistemática e meta-análise e calculado o Risco relativo (RR) de câncer agrupado por estado de TC pediátrico.
	Banerjee & Thomas (2019)	Verificar se crianças expostas a tomografias computadorizadas da coluna vertebral com radiografias e achados clínicos normais após trauma são propensas a risco futuro adicional de câncer induzido por radiação.
	Muhammad et al. (2019)	Avaliar a prática atual de parâmetros de aquisição de varredura e a incidência de risco de câncer em órgãos específicos de pacientes pediátricos submetidos à TAP por TC.
	Aipanda et al. (2023)	Explorar e descrever as experiências de radiologistas na comunicação risco-benefício da radiação durante exames de TC pediátrica em dois hospitais públicos.
Estimativa e Otimização de Dose	Etani et al. (2021)	Realizar a estimativa da dose em órgãos por meio de TC cerebrais pediátricas na região de Kyushu, Japão, em 2012 e a calculadora online WAZA-ARI
	Abdulkadir et al. (2020)	Propor novos protocolos de varredura otimizados para TC pediátrica e, posteriormente, estabelecer um DRL local para imagens de TC pediátricas em nosso estudo futuro.
	Qiu et al. (2020)	Avaliar as doses de radiação de exames de TC de cabeça e tórax de crianças em Ningxia e fornecer dados básicos para a otimização das doses de radiação de TC para crianças de diferentes idades.

Temática Principal	Autor e Ano	Objetivo do Estudo
	Alkhorayef et al. (2020)	Estudar a tendência na dose de TC de exames de cérebro, tórax e abdômen em três hospitais na Arábia Saudita, também para investigar as causas de altas doses de radiação.
	Dobson et al. (2020)	Avaliar a exposição à TC em uma coorte de crianças com derivações VP e tentar quantificar sua exposição à radiação.
Decisão Clínica e Redução de Exames	Bako et al. (2024)	Determinar a frequência de traumatismo cranioencefálico em crianças categorizadas como de risco muito baixo para tais lesões, com base nas regras de predição PECARN.
	Douglas et al. (2023)	Desenvolver uma diretriz de liberação da coluna cervical (coluna cervical) para reduzir a necessidade de TCs e a exposição à radiação em pacientes pediátricos com trauma.
	Miyagawa et al. (2023)	Avaliar estatisticamente as diferenças entre o grupo de controle e crianças com lesão cerebral traumática leve (mTBI). Além disso, o estudo visou investigar a viabilidade do aprendizado de máquina (ML) para prever a necessidade de TC em crianças com mTBI
	Purcell et al. (2023)	Fornecer orientação aos médicos sobre quando solicitar TC para avaliar concussões em pacientes pediátricos.
	Hanalioglu et al. (2022)	Analisar os preditores de imagem de ciTBI e desenvolver um algoritmo para identificar pacientes de baixo e alto risco de ciTBI para informar a tomada de decisão clínica usando uma grande coorte de pacientes pediátricos com mTBI em um único centro.
	Fishman et al. (2021)	realizou uma análise retrospectiva foi realizada com pacientes de 0 a 16 anos que sofreram TCE leve e foi realizada a comparação de pacientes que foram tratados por pediatras/médicos de emergência pediátrica e aqueles tratados por cirurgiões.
	El-Gohary et al. (2021)	Comparar a investigação de suspeita de apendicite entre um hospital infantil nos Estados Unidos e um na Espanha para identificar diferenças no uso de exames de imagem e desfechos associados.
	Yoshitake et al. (2020)	Caracterizar as razões clínicas pelas quais um número relativamente alto de exames de TC de crânio é frequentemente realizado.

Fonte: A autora (2026).

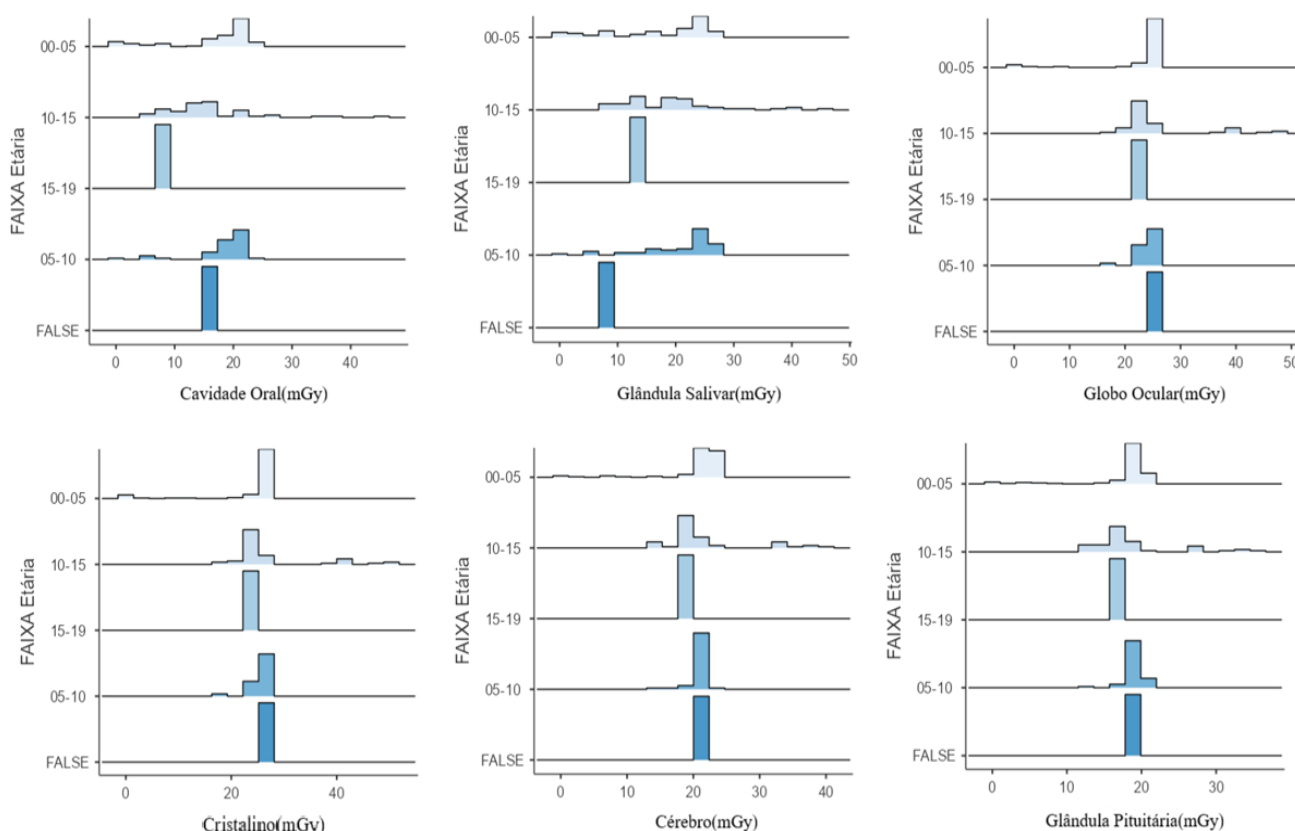
Os resultados da revisão de literatura são apresentados no [ANEXO D](#).

4.2 Pesquisa em Campo no serviço participante

4.2.1 Análise dos dados

Um teste de normalidade dos dados gerados na etapa de pesquisa em campo (Dose em Órgão e Dose Efetiva) do tipo *Shapiro-Wilk* foi realizado no *software* Jamovi®. Os valores (p) encontrados foram <0,05 o que indica a não normalidade dos dados. Os resultados detalhados do teste para os principais órgãos da região do cérebro, são exemplificados na Figura 10.

Figura 10 - Histograma indicando a não-normalidade geral dos órgãos da região do crânio



Fonte: A autora (2025).

Após verificação da não-normalidade, foi realizada uma análise estatística descritiva a fim de apresentar os resultados obtidos em termos de mínimo, máximo, mediana e quartis para todos os órgãos são apresentados no [APÊNDICE C](#).

4.2.2 Categorização dos Dados

Nesta pesquisa, foram investigados exames de TC de crânio protocolo rotina¹ abrangendo três grupos diferentes: 0 a 5 anos (n= 121), 5 a 10 anos (n= 61) e 10 a 15 anos (n= 55), a fim de facilitar a comparação com outros estudos. Estes grupos foram formados por dados de 237 pacientes pediátricos, correspondendo à 864 relatórios de dose, conforme (Tabela 1), que realizaram os exames em um hospital público do sul do Brasil.

¹ Para protocolo de rotina os parâmetros técnicos do serviço participantes eram: kVp (100) mAs (187).

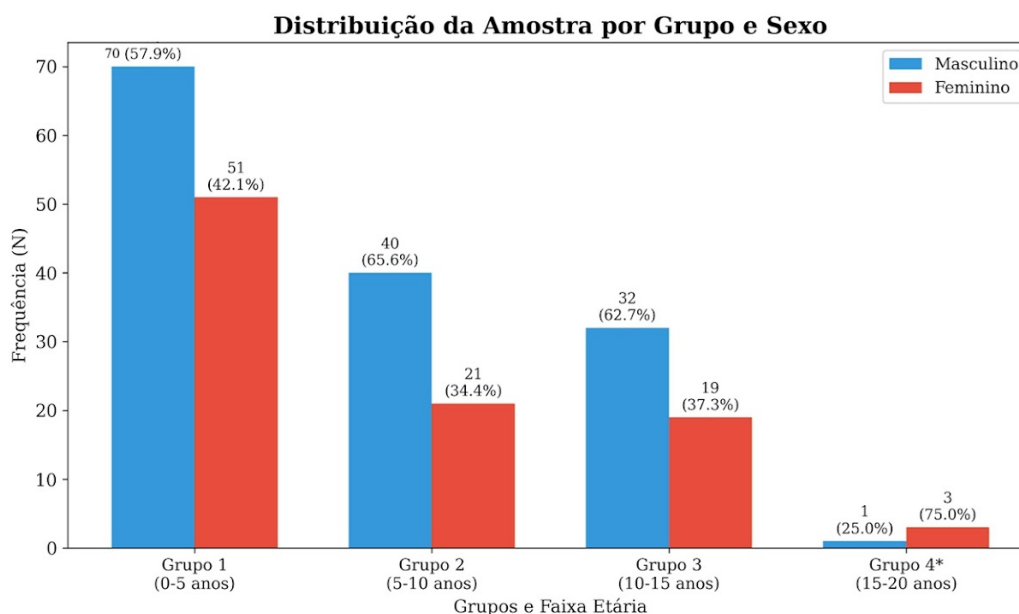
Tabela 1- Dados populacionais obtidos neste estudo - idade e sexo

Grupos	Idade Mínima (anos)	Idade Máxima (anos)	Masculino (N)	Feminino (N)	Total (N)
Grupo 1	0	5	70	51	121
Grupo 2	5	10	40	21	61
Grupo 3	10	15	32	19	51
Grupo 4*	15	20	1	3	4
TOTAL			143	94	237

Fonte: A autora (2025).

*Para essa pesquisa não foram considerados dados de exames realizados por pacientes acima de 15 anos, pois o grupo em questão era constituído de apenas 4 indivíduos dentro da amostra total obtida, tornando estatisticamente inviável a análise desse grupo.

Na Figura 11 é apresentada o percentual de idade e sexo entre os grupos.

Figura 11 - Gráfico de barras para os percentuais por grupo etário e sexo

Fonte: Autoria própria (2026).

As exposições médicas ocorridas nos 237 pacientes que compuseram a população de estudo geram 864 relatórios de dose. Em média 1 paciente realizou em média 3 exames (exposições), sendo 2 *Scouts*.

Do total de 864 relatórios de dose, 185 (21,4 %) foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Sendo assim, foram utilizados 679 relatórios restantes de exames de TC de crânio rotina, seios da face e órbitas, contando com o topograma ou também chamado de (*scout*²). Conforme descrito anteriormente foram coletados dados de 864 relatórios de exames de TC de tórax protocolo crânio rotina, composto por uma população de 237 pacientes pediátricos, com faixa etária variando de 0 a 20 anos, sendo do sexo feminino (n=94) e do masculino (n=143) correspondendo a 39,7% e 60,3%, respectivamente, da população deste estudo.

4.2.3 Dose em Órgão

Por conta da maior radiosensibilidade dos órgãos em pacientes pediátricos, é essencial que as doses sempre sejam verificadas e ajustadas de maneira a reduzir ao máximo as doses sem que a imagem seja prejudicada. Ainda, se faz necessário levar em conta o histórico do paciente, anamnese e a viabilidade de exames alternativos como USG, RM ou a perspicácia do clínico solicitante.

Conforme descrito no capítulo de Material e Método as Doses em Órgão (mGy) encontradas na população estudada foram obtidas por meio do *software* NCICT®. Os resultados encontrados são apresentados em termos de mediana, máximo, mínimo e *range* por faixa etária, conforme demonstrado na Tabela 2 e Figura 12.

² *Scout* refere-se a primeira imagem obtida pelo tomógrafo correspondendo a uma imagem de planejamento na qual não é necessária a análise de dose pois o DLP total leva em consideração essa dose referente ao topograma.

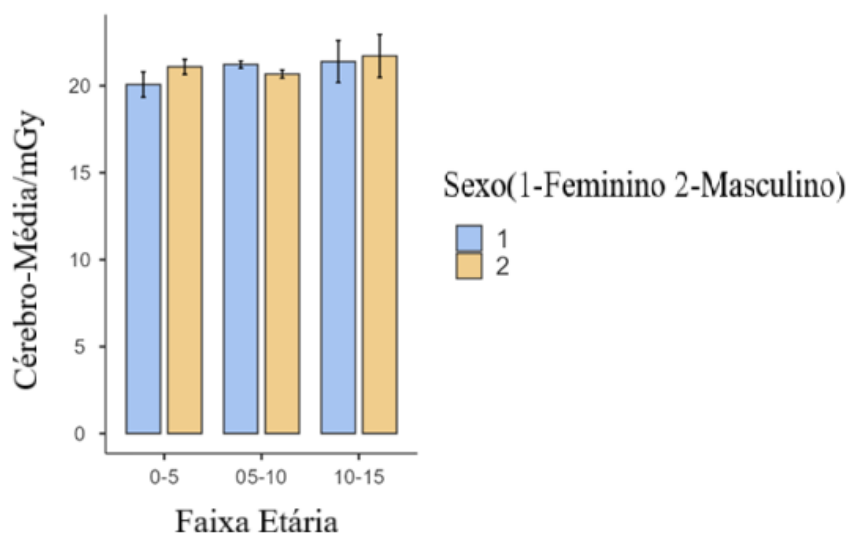
Tabela 2 - Dose em órgãos (mGy) e Dose Efetiva (mSv) obtidas no NCICT® por faixa etária

Faixa etária	0-5 anos (n = 121)				5-10 anos (n=61)				10-15 anos (n=51)			
ÓRGÃO	Média	Mín.	Máx.	Range	Média	Mín.	Máx.	Range	Média	Mín.	Máx.	Range
Pulmões	0,85	0,0	1,99	1,99	0,86	0,1	5,14	5,02	0,54	0,1	6,57	6,44
Seios	0,29	0,0	0,69	0,69	0,20	0,0	0,50	0,45	0,11	0,0	0,85	0,82
Parede do coração	0,51	0,0	1,37	1,37	0,40	0,1	1,72	1,67	0,25	0,1	2,68	2,62
Parede do Estômago	0,15	0,0	0,38	0,38	0,10	0,0	0,32	0,30	0,04	0,0	0,42	0,41
Fígado	0,18	0,0	0,41	0,41	0,13	0,0	0,38	0,35	0,06	0,0	0,64	0,63
Vesícula Biliar	0,09	0,0	0,22	0,22	0,07	0,0	0,18	0,17	0,03	0,0	0,30	0,29
Glândulas Adrenais	0,19	0,0	0,53	0,53	0,12	0,0	0,45	0,43	0,05	0,0	0,46	0,46
Pâncreas	0,08	0,0	0,19	0,19	0,06	0,0	0,16	0,14	0,03	0,0	0,26	0,25
Rins	0,11	0,0	0,29	0,29	0,07	0,0	0,23	0,21	0,03	0,0	0,24	0,24
Intestino delgado	0,03	0,0	0,08	0,08	0,02	0,0	0,06	0,06	0,01	0,0	0,07	0,07
Cólon	0,03	0,0	0,08	0,08	0,02	0,0	0,07	0,06	0,01	0,0	0,08	0,07
Reto-sigmoide	0,02	0,0	0,04	0,04	0,01	0,0	0,03	0,02	0,01	0,0	0,03	0,03
Bexiga	0,09	0,0	0,22	0,22	0,07	0,0	0,18	0,17	0,03	0,0	0,30	0,29
Próstata	0,01	0,0	0,02	0,02	0,00	0,0	0,01	0,01	0,00	0,0	0,01	0,01
Ovários	0,01	0,0	0,03	0,03	0,00	0,0	0,02	0,02	0,00	0,0	0,02	0,02
Útero	0,01	0,0	0,03	0,03	0,00	0,0	0,02	0,02	0,00	0,0	0,02	0,02
Medula óssea ativa	7,09	0,0	9,90	9,90	5,40	2,1	9,57	7,43	3,28	1,8	8,20	6,36
Medula óssea superficial	6,19	0,0	8,25	8,25	5,37	2,9	7,90	4,95	4,01	2,4	8,05	5,68
Cristalino	24,28	0,0	27,84	27,84	25,03	0,9	26,87	25,93	27,22	18,8	50,37	31,56
Globo ocular	23,15	0,0	25,90	25,90	23,69	1,2	25,69	24,45	26,10	17,5	47,90	30,41
Glândulas salivares	17,02	0,0	26,16	26,16	20,27	0,4	27,88	27,53	19,48	8,8	45,76	36,99
Pele	4,22	0,0	7,14	7,14	3,01	1,4	5,69	4,33	2,49	1,8	5,44	3,67
Músculo	0,13	0,0	0,31	0,31	0,07	0,0	0,32	0,30	0,04	0,0	0,28	0,26
Cavidade oral	16,94	0,0	23,11	23,11	18,11	0,5	22,60	22,14	16,03	4,4	45,27	40,92
Cérebro	20,69	0,0	23,00	23,00	20,74	10,0	22,78	12,78	21,71	14,4	40,05	25,68
Medula espinhal	2,08	0,0	4,98	4,98	1,86	0,1	4,67	4,57	3,13	0,5	15,05	14,53
Tireoide	4,54	0,0	24,25	24,25	5,10	0,2	31,46	31,29	4,15	0,4	49,22	48,78
Esôfago	2,50	0,0	9,69	9,69	1,92	0,1	7,75	7,64	1,10	0,1	8,91	8,78
Baço	0,21	0,0	0,53	0,53	0,13	0,0	0,43	0,41	0,06	0,0	0,54	0,52
Traqueia	2,77	0,0	17,03	17,03	2,38	0,1	13,74	13,59	1,61	0,3	16,36	16,09
Timo	1,28	0,0	4,07	4,07	1,28	0,1	11,32	11,23	1,11	0,2	13,70	13,53
Hipófise	17,83	0,0	20,95	20,95	18,62	3,9	20,08	16,15	18,80	11,6	35,62	24,07
Dose efetiva (mSv)	1,95	0,0	3,75	3,75	1,75	0,6	3,49	2,91	1,32	0,6	4,77	4,15

Fonte: A autora (2025).

Uma vez que o protocolo objeto de estudo nesta pesquisa era o protocolo de crânio, foi estimada a média de dose em órgão para a região do cérebro (Figura 12).

Figura 12 - Média da Dose em órgão (mGy) do cérebro por faixa etária e sexo



Fonte: A autora (2025).

Nas faixas etárias de 0-5 e de 10-15 anos, a dose média/mGy no cérebro foi superior no sexo masculino (21,1 mGy), e (20 mGy) para o feminino. Já no grupo de 5-10 anos, observou-se uma dose média mais elevada no sexo feminino (21,2 mGy).

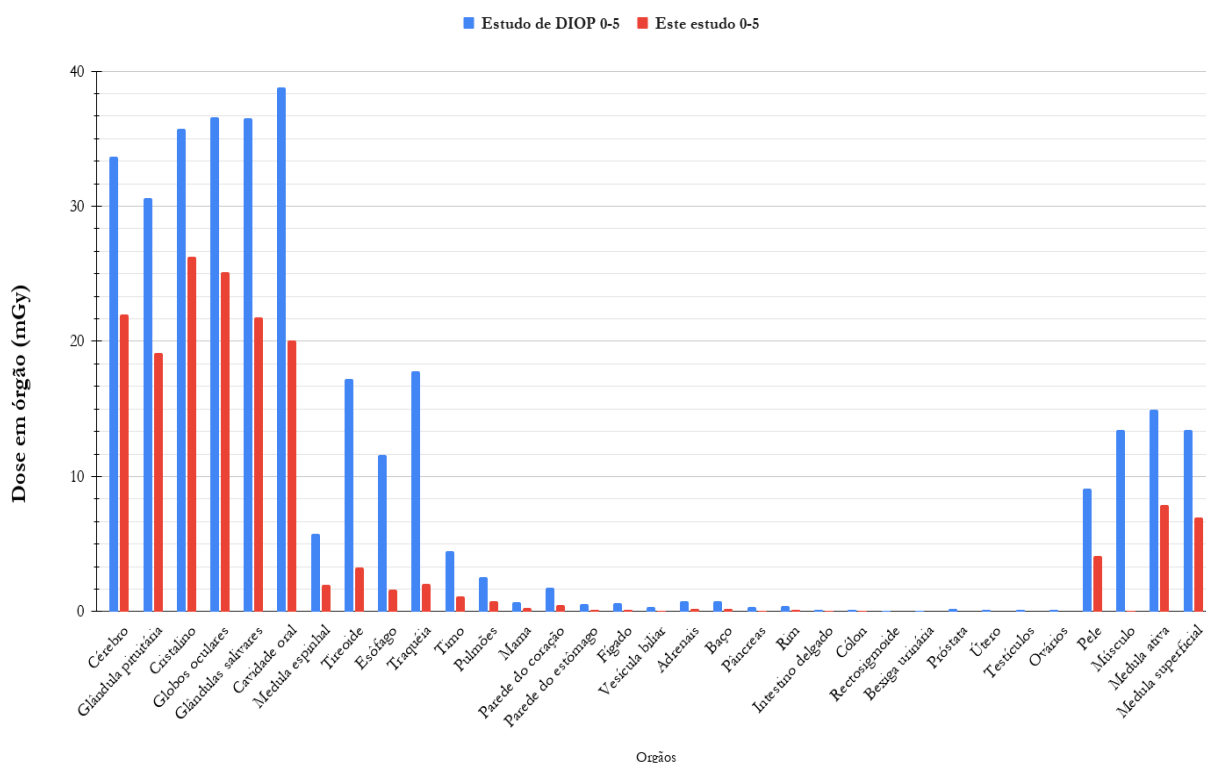
Enquanto que na Tabela 2 os valores de Dose em Órgão (mGy) são apresentados por grupos de faixa etária, no [APÊNDICE D](#) são apresentados também separados por sexo os valores de Dose em órgão calculados no *Software* NCICT®, com a finalidade de permitir a comparação dos valores obtidos nesta pesquisa, com os valores obtidos no estudo de Diop *et al.* 2024. Os resultados foram comparados com trabalhos internacionais encontrados na etapa de revisão de literatura. Dentre os estudos encontrados, o de Diop *et al.* (2024) realizou a estimativa de dose e do risco potencial, de câncer induzido pela radiação ionizante, em pacientes pediátricos que realizaram exames de TC, também utilizando o *software* NCICT®. Neste caso, os autores analisaram (153) exames/pacientes de TC protocolo de crânio - rotina, sendo que 45% dos pacientes tinham de 0 a 5 anos de idade; enquanto que no presente estudo foram analisados dados de (237) pacientes, sendo 51% com faixa etária entre 0 e 5 anos.

Em relação a Dose Órgão (mGy), neste estudo, as medianas calculadas no NCICT® encontradas para a região da cabeça, na faixa etária de 0-5 anos e para ambos os sexos foram:

cristalino (26,2 mGy); globo ocular (25,1 mGy); cérebro (21,9 mGy); glândulas salivares (21,7 mGy); cavidade oral (20 mGy) e glândula pituitária (19,1 mGy) (Figura 13).

No estudo de Diop *et al.* (2024), foram obtidos as seguintes medianas: cristalino (35,7 mGy); globo ocular (36,6 mGy); cérebro (33,6 mGy); glândulas salivares (36,5 mGy); cavidade oral (38,8 mGy) e glândula pituitária (30,6 mGy) (Figura 13). Os autores afirmaram que as doses em órgão estavam associadas a baixo risco de desenvolvimento de câncer, em contrapartida, é essencial que o exame seja justificado e que seja otimizada a dose para promover a redução dos riscos (Diop *et al.*, 2024).

Figura 13 - Comparação das medianas dos valores de dose em órgão (mGy) de pacientes de 0-5 anos deste estudo com Diop et al, (2024).



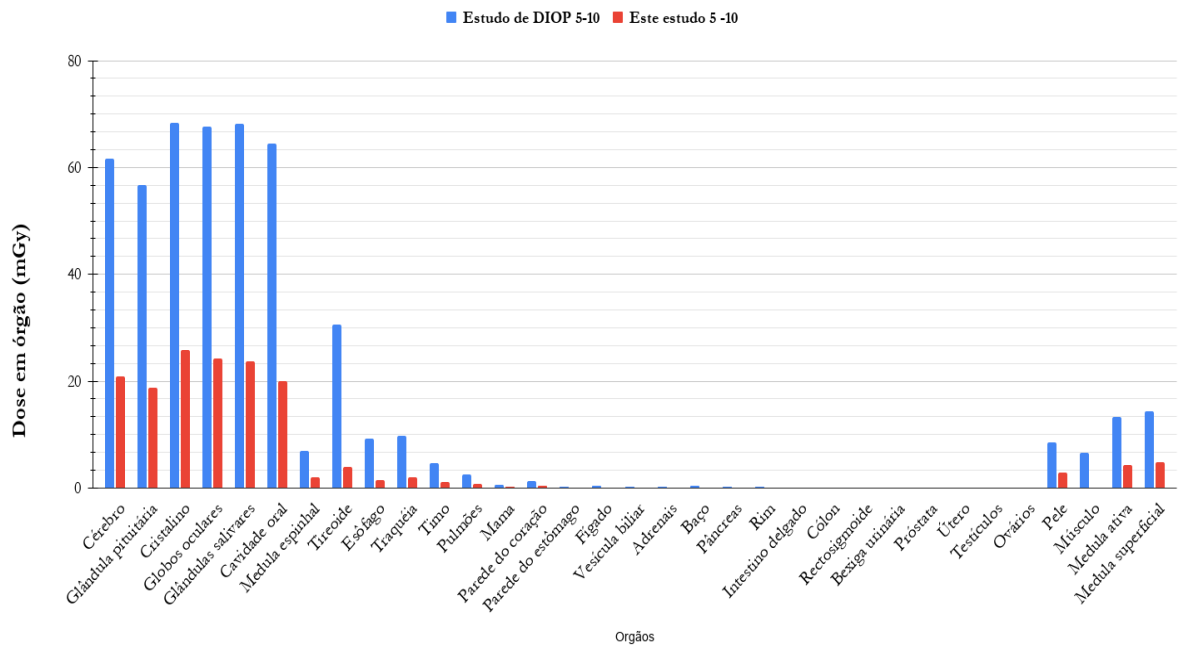
Fonte: A autora (2026).

Neste estudo, com relação a Dose em Órgão, as medianas encontradas para a região da cabeça, na faixa etária de 5-10 anos e para ambos os sexos foram: cristalino 25,9 mGy; globo ocular (24,2 mGy); cérebro (21 mGy); glândulas salivares (23,7 mGy); cavidade oral (19,9 mGy) e glândula pituitária (18,8 mGy) (Figura 14).

Enquanto que, os valores de mediana do estudo de Diop *et al.* (2024), foram as seguintes: cristalino (68,4 mGy); globo ocular 67,7 (mGy); cérebro (61,6 mGy); glândulas salivares (68,1 mGy); cavidade oral (64,4 mGy) e glândula pituitária (56,7 mGy).

A comparação dos valores das medianas encontradas neste estudo, foram comparadas com os valores obtidos por Diop *et al.* (2024), conforme (Figura 14).

Figura 14 - Comparação das medianas dos valores de dose em órgão (mGy) de pacientes de 5-10 anos deste estudo com Diop et al, (2024).

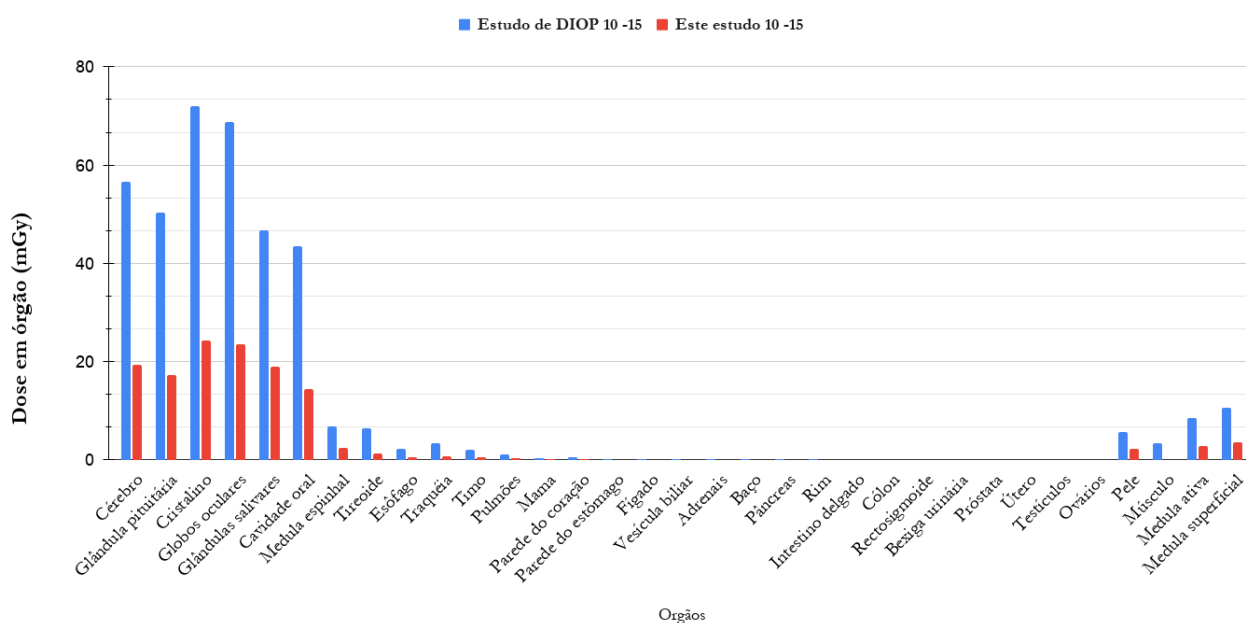


Fonte: A autora (2026).

Neste estudo, com relação a Dose em Órgão, as medianas encontradas para a região da cabeça, na faixa etária de 10-15 anos e para ambos os sexos foram: cristalino 24,3 mGy; globo ocular 23,5 mGy; cérebro (19,4 mGy); glândulas salivares (18,9 mGy); cavidade oral (14,5 mGy) e glândula pituitária (17,3 mGy) (Figura 15).

Em contrapartida, na pesquisa de Diop *et al.* (2024), foram obtidos as seguintes medianas: cristalino (71,9 mGy); globo ocular (68,7 mGy); cérebro (56,6 mGy); glândulas salivares (46,6 mGy); cavidade oral (43,5 mGy) e glândula pituitária (50,3 mGy), conforme (Figura 15).

Figura 15 - Comparação da mediana dos valores de dose em órgão (mGy) de pacientes de 10-15 anos deste estudo com Diop et al, (2024).



Fonte: A autora (2026).

Do ponto de vista amostral, ambos os estudos compartilham características populacionais relevantes. Os autores Diop *et al.* (2024) analisaram 153 exames, com predominância de pacientes na faixa etária de 0 a 5 anos (45%), e este estudo contemplou uma amostra superior, composta por 237 pacientes, com 51% pertencentes à mesma faixa etária.

Essa similaridade na distribuição etária favorece a comparação dos resultados, especialmente considerando que crianças menores apresentam maior radiosensibilidade e,

consequentemente, maior risco de efeitos decorrentes da exposição à radiação ionizante.

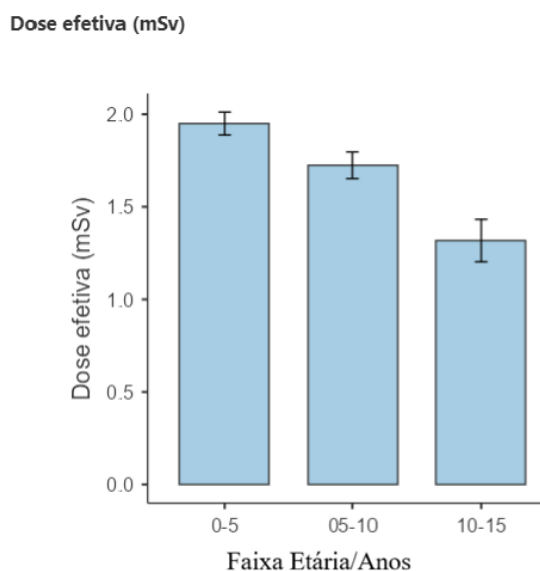
De forma geral, para os três grupos etários avaliados em ambos os estudos (Figura 13,14 e 15), a mediana das Doses em Órgão nesta pesquisa foi 73,6% inferior aos valores encontrados no Estudo de Diop *et al.* (2024). A maior diferença absoluta entre os estudos ocorreu na faixa 5-10 anos, com uma diferença de 10,3 (15,1 - 4,79 mGy).

As diferenças observadas entre os estudos podem ser atribuídas a múltiplos fatores, como por exemplo, equipamentos de TC distintos, sistemas de modulação de dose, variações nos parâmetros e nos critérios de justificação dos exames.

4.2.4 Dose efetiva

Com relação a E (mSv), os valores de média foram calculados para faixa etária em ambos os sexos: 0 a 5 anos (2 mSv); 5 - 10 anos (1,6 mSv) e de 10-15 anos (1 mSv). Conforme exemplificado na (Figura 16).

Figura 16 - Média da Dose Efetiva (mSv) geral por faixa etária (anos)



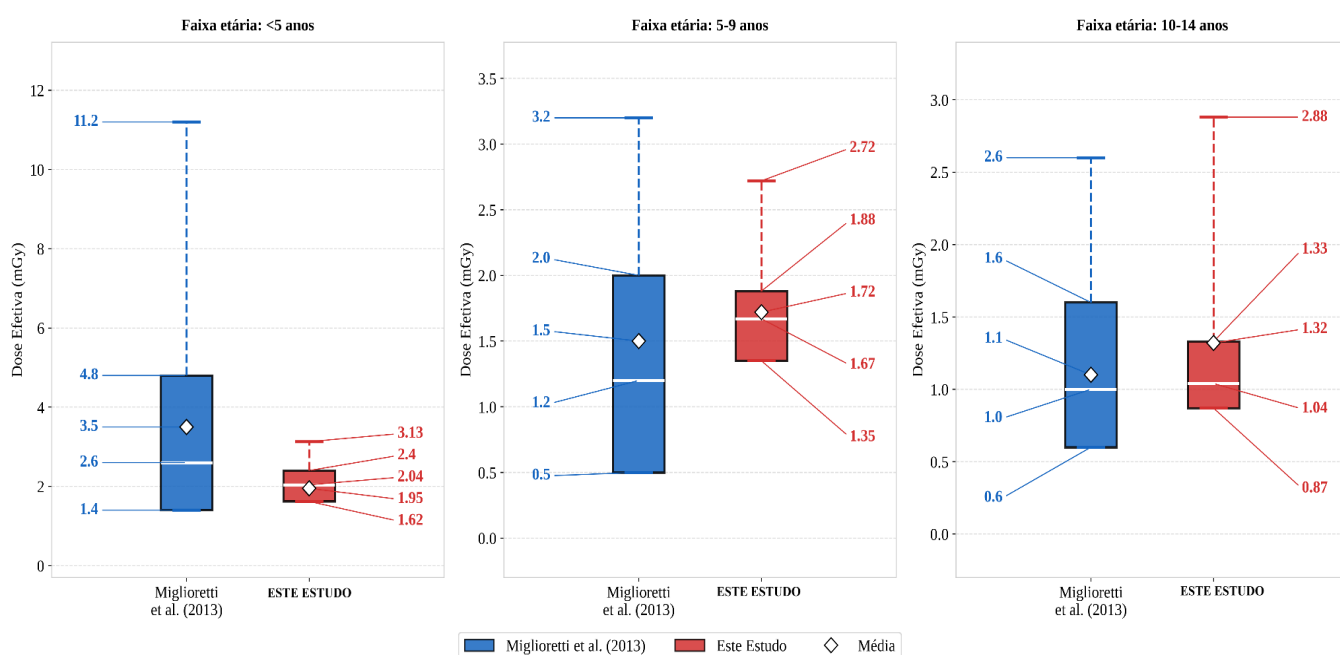
Fonte:A autora (2026).

Os valores de média de E (mSv) calculados, foram comparados com valores obtidos no estudo de Miglioretti *et al.* (2013), em que estimaram as doses em 279 exames de crânio

de pacientes pediátricos que realizaram TC.

Neste estudo, para a faixa etária e para ambos os sexos foram de: <5 anos (1,9 mSv); 5-9 (1,7 mSv); 10-14 (1,3 mSv). Em contrapartida, na pesquisa de Miglioretti *et al.* (2013) foram obtidos os seguintes valores de média de E (mSv): <5 anos (3,5 mSv); 5-9 anos (1,5 mSv); 10-14 (1,1 mSv). As médias de E (mSv) entre ambos os estudos foram comparadas, e são apresentadas na Figura 17.

Figura 17 - Comparação das Doses Efetivas (mSv) deste estudo com Miglioretti et al. (2013) por Faixa Etária (anos)



Fonte: A autora (2026).

Na faixa etária <5 anos, os valores de média de E (mSv) foram considerados inferiores aos obtidos no estudo de Miglioretti *et al.* (2013). Essa diferença pode ocorrer devido a amostra do estudo de Miglioretti *et al.* (2013) ser maior em comparação com esta pesquisa e pela estimativa de dose ter sido realizada por meio do (SSDE).

4.2.5 Estimativa de dose com o uso da ferramenta WAZA-ARI®

Foram calculados os valores de Média (mGy), Mediana (mGy), Mínimo (mGy), Máximo (mGy), por meio da ferramenta web WAZA-ARI®, conforme [APÊNDICE E](#). Além

disso, os resultados foram separados por órgão da região do crânio e por grupos na faixa etária de: 0, 1, 5, 10 e 15 anos, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Mediana da Dose em Órgão (mGy) calculadas neste estudo por meio da ferramenta WAZA-ARI®.

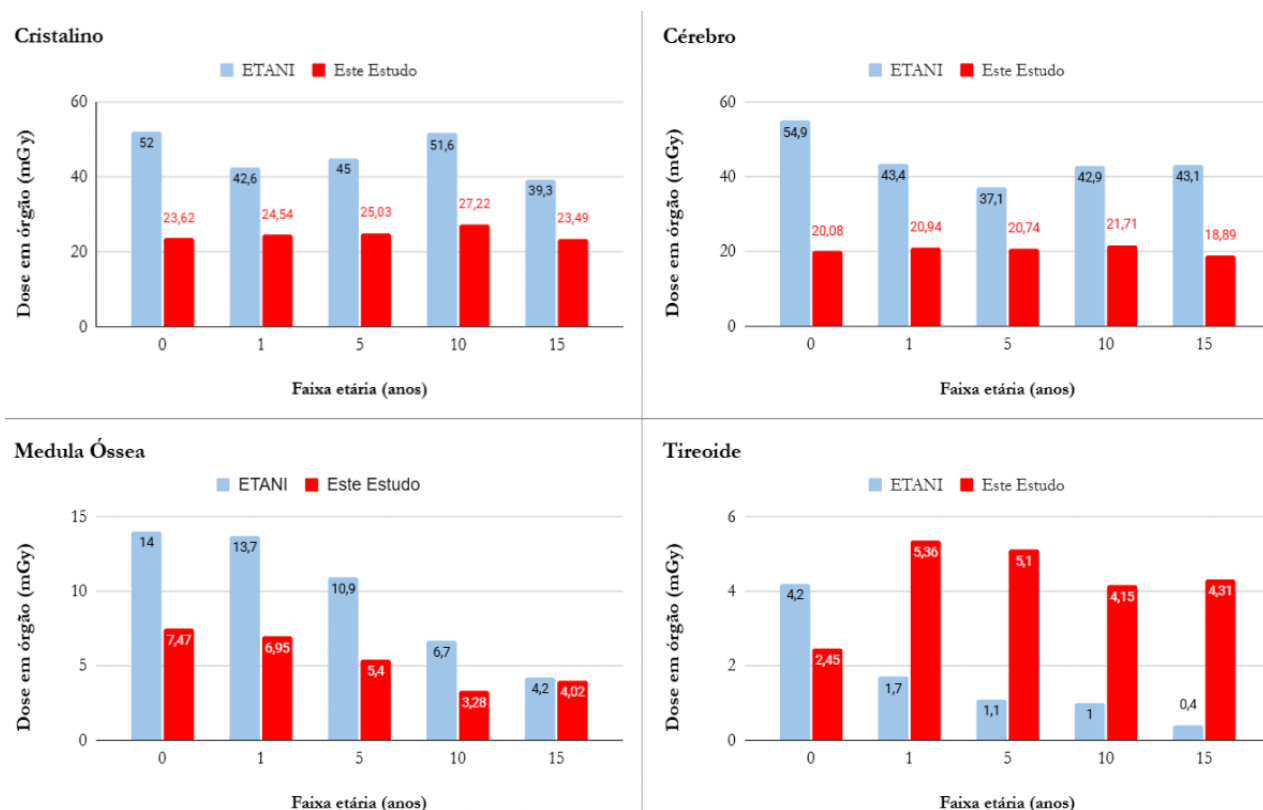
Órgão	Faixa Etária (anos)	N	Dose em Órgão Mediana (mGy)
Tireoide	0	34	0,2
	1	87	0,1
	5	61	0,1
	10	51	0
	15	4	5,6
Cristalino	0	34	5,3
	1	87	5
	5	61	1,5
	10	51	5,8
	15	4	5
Cérebro	0	34	4,9
	1	87	1,3
	5	61	1,9
	10	51	1,5
	15	4	0,7
Medula ativa	0	34	0,1
	1	87	0,2
	5	61	0,1
	10	51	0,1
	15	4	0

Fonte: A autora (2026).

Entre os órgãos avaliados, o cérebro e o cristalino apresentam as maiores medianas de Dose em Órgão (mGy), em todas as faixas etárias, com valores máximos observados na faixa etária de 0 anos de 4,9 (mGy) para o cérebro e 5,3 (mGy) para o cristalino.

Além disso, foi realizada a comparação dos valores de média de Dose em órgão (mGy), com os valores obtidos por Etani et al. (2021), que estimaram as médias de Dose em Órgão (mGy), em TC cerebral pediátrica de um total de 62 procedimentos, com o uso da ferramenta WAZA-ARI®, essa comparação é exemplificada na Figura 18.

Figura 18 - Comparação das médias de Dose em Órgão (mGy) deste estudo com os valores obtidos por Etani *et al.* 2021 por idade (anos)

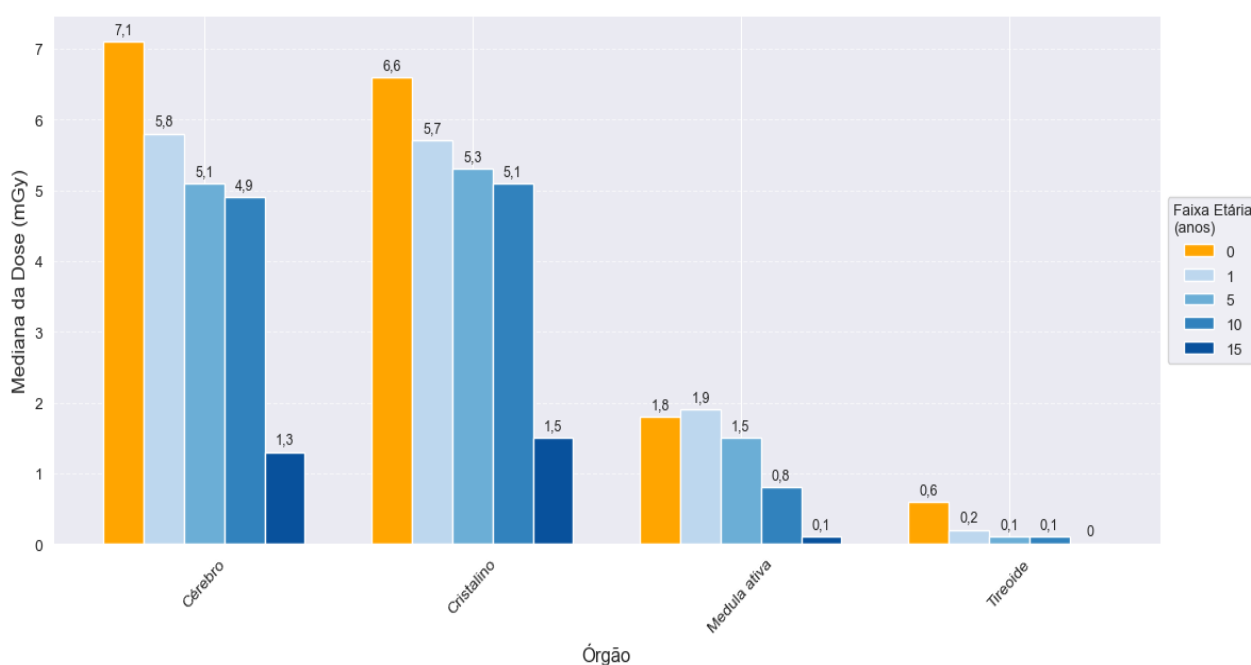


Fonte: A autora (2026).

O valor médio de Dose em Órgão na tireóide, para a faixa etária de 0 anos neste estudo foi de (0,4 mGy), enquanto que no estudo de Etani *et al.* (2021) foi de (4,2 mGy), valor 10 vezes maior que a dose média desta pesquisa. O Cérebro representou as maiores diferenças absolutas nas faixas de 0, 1 e 15 anos.

Além disso, foram calculados as medianas dos valores de Dose em órgão no software WAZA-ARI® (mGy), dos órgãos que obtiveram maiores doses para região do crânio na faixa etária de 0,1,5,10 e 15 anos, conforme (Figura 19).

Figura 19 - Mediana das Doses em Órgão (mGy) da região do crânio por faixa etária (anos) para ambos os sexos



Fonte: A autora (2026).

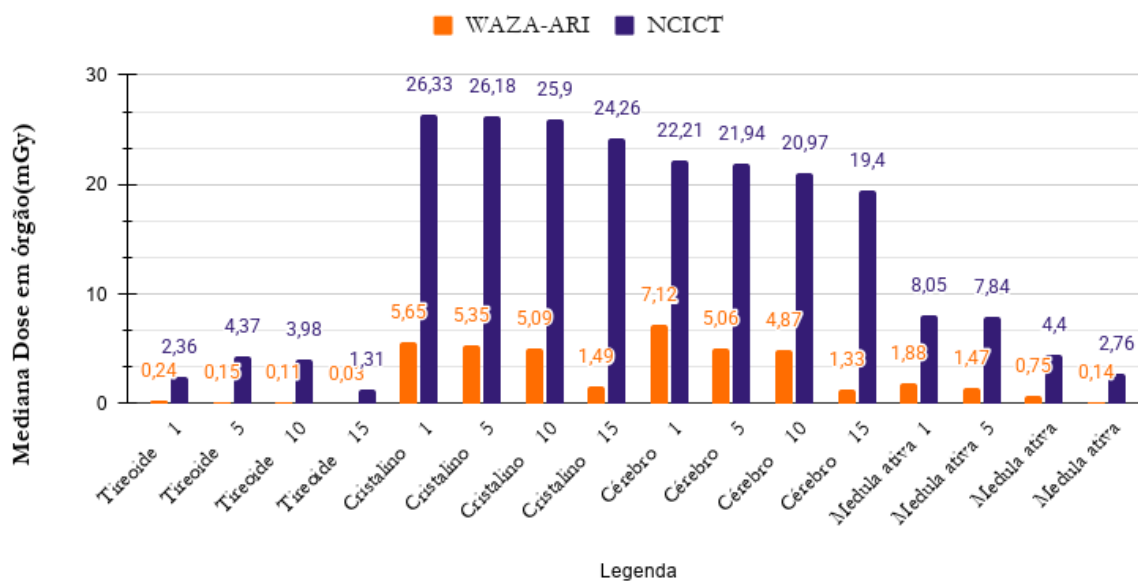
Os maiores valores de mediana (mGy), ocorreram na faixa etária de 0 anos, especificamente no cérebro (7,1 mGy), no cristalino (6,6 mGy) e na tireoide (0,6 mGy). Em contrapartida, para o grupo de 15 anos as menores medianas (mGy) foram: cérebro (1,3 mGy); cristalino (1,5 mGy); medula ativa (0,1 mGy) e tireoide (0,0 mGy).

4.3 Comparação dos valores médios de dose entre as ferramentas de estimativa WAZA-ARI e NCICT

Com dados de 237 pacientes foram calculadas as médias de Dose em órgão (mGy) a fim de comparar os valores obtidos nos *softwares* de estimativa de dose NCICT® e WAZA-ARI®, conforme Figura 20 e Tabela 4 respectivamente.

Figura 20 - Comparação das medianas (mGy) estimadas no NCICT® e WAZA-ARI®

NCICT X WAZA-ARI



Fonte: A autora (2026).

De modo geral, as doses medianas por órgão (mGy) estimadas pela ferramenta NCICT® foram superiores às do *software* WAZA-ARI® em todas as faixas etárias analisadas.

A maior diferença ocorreu na região do cristalino para a faixa etária de 1 ano, onde o NCICT® a mediana foi de 24,3 (mGy), valor significativamente superior aos 5,6 (mGy) obtidos no WAZA-ARI®, conforme comparação apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Mediana das Doses em Órgão (mGy) WAZA-ARI® e NCICT®

Faixa Etária	Órgão	WAZA-ARI [®]	NCICT [®]
		Mediana(mGy) Wazari [®]	Mediana(mGy) NCICT [®]
1	Tireoide	0,2	2,4
5	Tireoide	0,1	4,4
10	Tireoide	0,1	4
15	Tireoide	0	1,3
1	Cristalino	5,6	26,3
5	Cristalino	5,4	26,2
10	Cristalino	5	25,9
15	Cristalino	1,5	24,3
1	Cérebro	7,1	22,2
5	Cérebro	5	21,9
10	Cérebro	4,9	21
15	Cérebro	1,3	19,4
1	Medula ativa	1,9	8
5	Medula ativa	1,4	7,8
10	Medula ativa	0,7	4,4
15	Medula ativa	0,1	2,8

Fonte: A autora (2026).

Essas diferenças nos valores de mediana (mGy), podem ocorrer devido a metodologias distintas, como por exemplo, no uso de modelos anatômicos diferentes e outros parâmetros de referência. Dessa forma, a diferença dos valores entre as ferramentas não necessariamente retratam falhas e sim métodos diferentes empregados. As diferenças metodológicas empregadas por cada ferramenta são evidenciadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Principais diferenças entre as ferramentas de estimativa de dose WAZA-ARI® e NCICT®

Característica	NCICT®	WAZA-ARI®
Origem	NCI / NIH (EUA)	QST / JAEA (Japão)
Phantom Adulto	População dos EUA	População Japonesa (JM Phantom) com variações de obesidade
Phantom Pediátrico	UF/NCI Híbridos	UF/NCI Híbridos
Modulação (mA)	Curva genérica baseada em força de modulação (0.0, 0.25, 0.5, 0.75, e 1.0)	Definição manual de mA em pontos anatômicos com interpolação linear (AEC - Controle automático de exposição)
Entrada Principal	Foca no CTDI _{vol} fornecido pelo usuário	Calcula baseado em CTDI _{free air} e geometria detalhada

Fonte: A autora (2026).

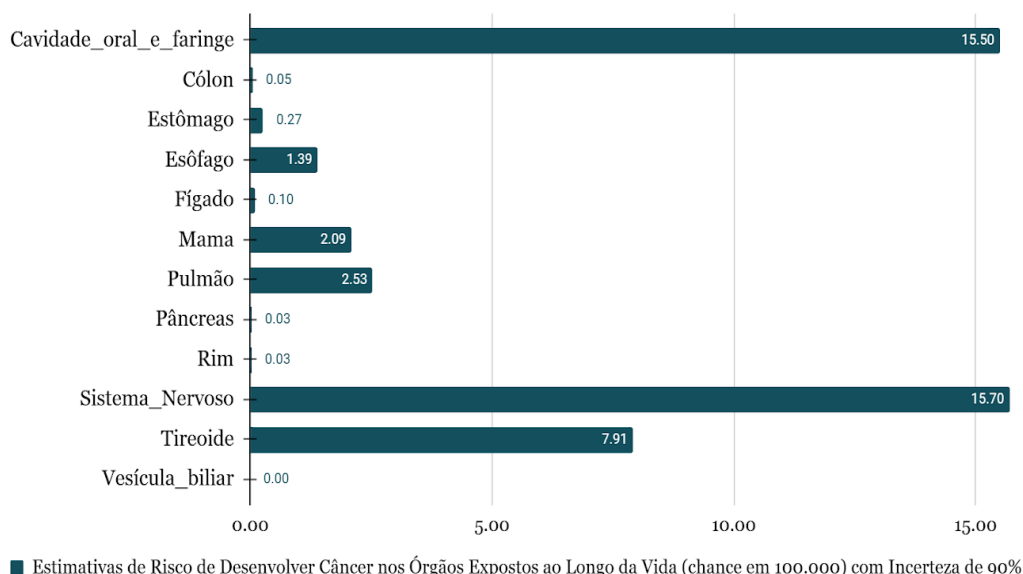
Contudo, a variação entre as ferramentas pode ocorrer por conta de ajustes internos dos desenvolvedores, variação populacional, diferenças nos cálculos de dose e modulação de corrente, como consta nos manuais do usuário de ambas as ferramentas.

4.4 Risco Atribuível ao Longo da Vida (LAR)

O LAR não possui uma unidade de medida física tradicional. O valor retornado pelo RadRAT® representa uma frequência ou taxa dentro de uma população, apresentado como o número de casos ou mortes excedentes a cada 100.000 pessoas expostas.

A análise de risco foi realizada com o auxílio da ferramenta RadRAT® versão 4.3.1 e do *software* Jamovi® versão 2.6.44. O risco de câncer ao longo da vida foi estimado a partir da inserção de dados de 237 exames no RadRAT®. Os valores retornados pelo *software* são expressos em número de casos por um grupo de pessoas. Conforme descrito na (Figura 21), foram calculadas as médias do risco (LAR) por órgão/chance em 100.000 pessoas.

Figura 21 - Média do risco geral por órgão/chances em 100 mil pessoas



Fonte: A autora (2026).

Os maiores riscos extras de risco LAR, foram observados no sistema nervoso (15,7), na cavidade oral/faringe (15,5) e na tireóide (7,9). O resultado da tireóide (7,91) reflete sua alta radiosensibilidade e localização cervical. Em contrapartida, a vesícula biliar apresentou risco nulo (0,0), devido ao seu baixo coeficiente no RadRAT e à falta de exposição direta. Os órgãos pâncreas e rins registraram 0,03 cada, valores consistentes com a baixa dose recebida por esses órgãos.

4.5 Desenvolvimento do protótipo de análise de risco de câncer

Esta dissertação faz parte de um programa de Mestrado Profissional e como parte dos requisitos dessa categoria de mestrado foram gerados produtos técnico-tecnológicos (PTT) como fruto da pesquisa principal. Primeiramente, foi produzido um banco de dados com informações secundárias de exames de TC pediátricos que além de constituir a base deste trabalho poderá ser utilizado em estudos populacionais maiores. Os dados coletados foram anonimizados e publicados na base de dados Kaggle® e está disponível no link: <https://www.kaggle.com/datasets/florenciaagustina/coleta-dados-tomografia-computadorizada-peditrica>.

Um segundo PPT foi o desenvolvimento de um protótipo de avaliação de risco de câncer atribuído ao longo da vida em TC. Essa etapa contou com o auxílio de um engenheiro de Automação e Controle, discente do curso de especialização em computação científica para indústria do IFSC para o desenvolvimento do protótipo. Após a estruturação do código em Html e Javascript, dados oficiais do INCA e relatório BEIR VII, 2006, foram utilizados como base na estruturação do código, de onde foram extraídas as informações, como fórmulas e tabelas manualmente, e estruturadas para compor o código do protótipo. Além disso, o protótipo foi idealizado para facilitar a análise de dados em uma amostra grande permitindo a inserção de dados em lote, dessa forma, sendo um diferencial e uma facilidade. Além disso, o protótipo realiza cálculos estatísticos baseados no relatório BEIR VII.

Como referência, foi adotado o trabalho de Berrington de González *et al.* (2012), que descreve o desenvolvimento da ferramenta RadRAT[®] a partir do mesmo relatório, baseado nos modelos de risco criados pelo comitê BEIR VII (2006), destinados à população dos EUA. O RadRAT[®] é uma ferramenta web desenvolvida para estimar o risco cumulativo ao longo da vida de desenvolver câncer associado à exposição à radiação ionizante. A principal diferença entre o protótipo desenvolvido e a ferramenta web RadRAT[®], está na população de referência utilizada, na qual o protótipo utiliza dados oficiais brasileiros do INCA sobre mortalidade e incidência de câncer, enquanto que o RadRAT[®], utiliza dados da população dos EUA.

Contudo, o protótipo está sendo registrado junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A interface do protótipo é destacada na Figura 22.

Figura 22 - Interface do Protótipo de Avaliação de risco de câncer em TC

Análise de Risco de Câncer em TC Pediátrica
ARCAPED-TC

Calculadora Manual

ID do Paciente
Ex: Paciente001

Sexo
Masculino

Idade
Ex: 8 Anos

Peso (kg)
Ex: 25

Altura (cm)
Ex: 130

Doses nos Órgãos (mGy)

Bexiga (mGy)
Ex: 5.2

Cerebro (mGy)
Ex: 5.2

Colon (mGy)

Processamento em Lote

Para processar múltiplos casos, carregue um arquivo CSV. Use o modelo para garantir o formato correto.

Baixar Modelo CSV

Carregar Arquivo CSV

Escolher arquivo Nenhum arquivo escolhido

Processar Arquivo

Fonte: A autora (2026).

Limitações do estudo

Diferente de ferramentas consolidadas como o RadRAT[®], que utiliza simulações de Monte Carlo para o tratamento de incertezas, este protótipo não teve esse método incorporado devido à complexidade técnica e às restrições de cronograma do projeto.

Uma limitação importante deste estudo foi a ausência da ativação do relatório de dose mais completo, o RDSR, no tomógrafo utilizado. A falta desse relatório estruturado impediu a extração automatizada de dados, exigindo a coleta manual dos parâmetros de exame, o que limitou a agilidade no acesso às informações e demandou maior trabalho e rigor na conferência dos dados para assegurar a integridade dos dados coletados.

5 CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi estimar as Doses Efetivas (E) e Dose em Órgãos, bem como analisar o risco de incidência de câncer ao longo da vida associado à exposição médica decorrente de exames de TC de crânio realizados em pacientes pediátricos, utilizando *softwares* de estimativa de dose e risco. Os valores de dose em órgão e dose efetiva foram obtidos por meio dos *softwares* WAZA-ARI[®] e NCICT[®]. A análise de risco LAR, foi calculada por meio da ferramenta RadRAT[®] e, posteriormente, os valores de Dose em Órgão obtidos nesta pesquisa, foram comparados com a literatura. Com relação a E (mSv), os valores medianos encontrados, para faixa etária em ambos os sexos, foram: 0 a 5 anos (2 mSv); 5 - 10 anos (1,6 mSv) e de 10-15 anos (1 mSv). As maiores medianas de Dose em Órgão (mGy) foram obtidas na faixa etária de 0 anos, para o cérebro (7,1 mGy), cristalino (6,6 mGy) e tireoide (0,6 mGy). Quanto ao LAR, as regiões com maiores riscos extras de malignidade, para as exposições ocorridas na região do crânio, foram o sistema nervoso (15,7), a cavidade oral e faringe (15,5) e a tireoide (7,9).

De modo geral, tanto as Doses em Órgãos quanto a E, apresentaram valores inferiores aos reportados na literatura. Além disso, para conferir a precisão entre as ferramentas, realizou-se a comparação dos valores de Dose em Órgão (mGy) entre o WAZA-ARI[®] e o NCICT[®]. O resultado da comparação, demonstrou elevada variação devido às diferentes metodologias empregadas pelos desenvolvedores, como o modelo anatômico e os parâmetros de cálculo. Por fim, neste estudo foi desenvolvido um protótipo que calcula o LAR em exames de TC, por meio da base em dados nacionais do Instituto Nacional de Câncer (INCA) e relatório BEIR VII(2006). Para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação do método de Monte Carlo ao protótipo desenvolvido a fim de aumentar a maior precisão dos resultados e

incertezas.

Além disso, recomenda-se a expansão da base de dados utilizada, visando aumentar a robustez estatística e a representatividade dos resultados obtidos. A inclusão de uma amostra mais ampla e diversificada permitiria uma análise mais profunda de diferentes cenários e variáveis estatísticas. Além disso, a ativação do Relatório Estruturado de Dose RDSR no tomógrafo é fundamental para a otimização da coleta de dados, permitindo a automatização desse processo. O RDSR agiliza o acesso aos parâmetros técnicos permitindo maior integridade das informações arquivadas no PACS, evitando assim, possíveis erros da coleta manual.

REFERÊNCIAS

ABDULKADIR, Muhammad Kabir et al. Dose optimisation in paediatric CT examination: Assessment on current scanning protocols associated with radiation dose. **Radiation Physics and Chemistry**, [S. l.], v. 170, p. 108665, maio 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0969806X19305535>. Acesso em: 24 nov. 2024.

AGIR, 2013. Human Radiosensitivity. Report of the Independent Advisory Group on Ionising Radiation. Doc. HPA, RCE-21. **Health Protection Agency, Chilton**. Disponível em: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/333058/RCE-21_v2_for_website.pdf. Acesso em: 16 fev. 2026.

AIPANDA, C. N. et al. Radiation risk-benefit communication during paediatric CT imaging: Experiences of radiographers at two public hospitals. **Radiography**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 163-169, fev. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36680869/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

ALKHORAYEF, M. et al. Survey of paediatric imaging exposure from computed tomography examinations. **Radiation Physics and Chemistry**, [S. l.], v. 159, p. 238-246, jun. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X18314518>. Acesso em: 6 nov. 2024.

ALVES, Fabricio Maia Torres; CALDAS, Linda Viola Ehlin. Determinação da dose em pacientes submetidos a exames de tomografia computadorizada de abdome em um serviço de radiologia e diagnóstico por imagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 55-61, jun. 2020. Disponível em: <https://www.sbpr.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/view/1204/625>. Acesso em: 2 jul. 2022.

BAKO, Derya; ÖZER, Utku; BEYDOĞAN, Engin. Computed Tomography Overuse in Pediatric Minor Head Trauma: Insights from a Single-Center Experience. **Pediatric Emergency Care**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 89-94, fev. 2024. Disponível em: <https://www-scopus-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/record/display.uri?eid=2-s2.0-85174391858>. Acesso em: 18 set. 2024.

BANERJEE, Purnajyoti; THOMAS, Mark. CT scans to exclude spine fractures in children after negative radiographs may lead to increase in future cancer risk. **European Spine**

Journal, [S. l.], v. 28, p. 1290-1296, 2019. Disponível em: <https://link-springer-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00590-019-02396-5>. Acesso em: 24 nov. 2024.

BECK, Thomas R. Study on the radiation detriment. 2022. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/ac7915>. Acesso em: 20 fev. 2026.

BOUFFLER, Simon D. Evidence for variation in human radiosensitivity and its potential impact on radiological protection. **Annals of the ICRP**. 2016;45(1_suppl):280-289. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0146645315623158>. Acesso em: 16 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN nº 93, de 27 de maio de 2021. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 31 maio 2021. Seção 1, p. 182. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-93-de-27-de-maio-de-2021-323016253>. Acesso em: 25 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 611, de 9 de março de 2022. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 16 mar. 2022. Seção 1, p. 107.

BUSHBERG, J. T. et al. Modern CT Dosimetry: A Call to Action. *Radiology*, [s. l.], v. 283, n. 3, p. 627-632, jun. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28524933/>. Acesso em: 20 fev. 2026.

BUSHBERG, Jerrold T. et al. The essential physics of medical imaging. 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012. 1048 p. Disponível em: <https://eprints.poltekkesadisutjipto.ac.id/id/eprint/2058/1/The%20Essential%20Physics%20for%20Medical%20Imaging%2C%20%203rd%20ed..pdf>. Acesso em: 20 fev. 2026.

BUSHONG, Stewart Carlyle. CIÊNCIA RADIOLÓGICA para tecnólogos: física, biologia e proteção. 9. ed. Houston, Texas: **Elsevier Editora Ltda.**, 2010. 1580 p. Disponível em: <https://perfusaobrasil.com.br/wp-content/uploads/2024/09/ciencia-radiologica-para-tecnologos-fisica-biologia-e-protecao-bushong-9a-ed.-3.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2026.

CIDRAL, Maria Eduarda Vieira. Estimativa de dose em pacientes submetidos a procedimentos de tomografia computadorizada abdominal em um hospital público do sul do Brasil. 2022. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Física Médica) – Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

CHAURASIA, R. K.; SAPRA, B. K. Effects of Low Dose Ionizing Radiation on Human Health: Evidence for Revisiting Radiation Protection Policies. 2024. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-2795-7_14. Acesso em: 20 fev. 2026.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (Brasil). **Norma CNEN NN 3.01:** Requisitos Básicos de Proteção Radiológica e Segurança Radiológica de Fontes de Radiação. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/aceso-rapido/normas/grupo-3/NormaCNENNN3.01.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2024.

DALMAZO, Juciléia et al. Otimização da dose em exames de rotina em tomografia computadorizada: estudo de viabilidade em um hospital universitário. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 241-248, ago. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/rJLYDpfSywYY9pV9QPsbmRd/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2022.

DIOP, Adjı Yaram et al. Feasibility study for the evaluation of doses received by organs during medical exposure for pediatric patient undergoing CT scan and estimation of the potential risk of radiation-induced cancers. **Radiation Physics and Chemistry**, [S. l.], v. 215, fev. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X23006783>. Acesso em: 9 set. 2024.

DOBSON, Gareth M. et al. CT scan exposure in children with ventriculo-peritoneal shunts: single centre experience and review of the literature. **Child's Nervous System**, [S. l.], v. 35, p. 1913-1921, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31428872/>. Acesso em: 1 abr. 2025.

DORNELES, Cristina Manera et al. Ultra-low-dose chest computed tomography without anesthesia in the assessment of pediatric pulmonary diseases. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 94, n. 6, p. 675-681, dez. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jped/a/VvQLDMSfVcTVGMqRGXXxdtS/?lang=pt>. Acesso em: 5 out. 2023.

DOUGLAS, Geoffrey P. et al. A Pediatric Cervical Spine Clearance Guideline Leads to Fewer Unnecessary Computed Tomography Scans and Decreased Radiation Exposure. **Pediatric Emergency Care**, [S. l.], v. 39, n. 5, p. 301-305, maio 2023. Disponível em: https://journals.lww.com/pec-online/abstract/2023/05000/a_pediatric_cervical_spine_clearance_guideline.4.aspx. Acesso em: 13 nov. 2024.

EL-GOHARY, Yousef et al. The use of computed tomography versus clinical acumen in diagnosing appendicitis in children: A two-institution international study. **Journal of Pediatric Surgery**, [S. l.], v. 56, n. 10, p. 1746-1750, out. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33339568/>. Acesso em: 1 abr. 2025.

ETANI, Reo et al. Estimating Organ Doses from Pediatric Cerebral Computed Tomography Using the WAZA-ARI Web-Based Calculator. **Journal of Radiation Protection and Research**, [S. l.], v. 45, n. 4, p. 227-234, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14407/JRPR.2020.00227>. Acesso em: 18 set. 2024.

FISHMAN, Yuri et al. Pediatricians as Case Managers Reduce the Exposure to Computerized Tomography in Children Experiencing Minor Head Trauma. **Pediatric Emergency Care**, [S. l.], v. 37, n. 12, p. e1688-e1691, dez. 2021. Disponível em: https://journals.lww.com/pec-online/abstract/2021/12000/pediatricians_as_case_managers_reduce_the_exposure.172.aspx. Acesso em: 28 out. 2024.

GHOLAMI, Narjes et al. Simultaneous Comparison of Image Quality and Radiation-Induced Cancer Risk in Brain CT Scans among Different Scanners. **Radiation Protection Dosimetry**, [S. l.], v. 200, n. 5-6, p. 247-255, 2024. Disponível em: <https://www-scopus-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/record/display.uri?eid=2-s2.0-85192088566>. Acesso em: 23 ago. 2024.

GOMEZ, Magda Bosch de Basea et al. Risk of hematological malignancies from CT radiation exposure in children, adolescents and young adults. **Nature Medicine**, [S. l.], v. 29, p. 3111-3119, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02620-0>. Acesso em: 4 dez. 2024.

GONZÁLEZ, Amy Berrington de et al. RadRAT: A Radiation Risk Assessment Tool for Lifetime Cancer Risk Projection. **Journal of Radiological Protection**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. N1-N4, mar. 2012. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3816370/pdf/nihms-395969.pdf>. Acesso em: 27

set. 2025.

GOMEZ, Magda Bosch de Basea et al. Risk of hematological malignancies from CT radiation exposure in children, adolescents and young adults. **Nature Medicine**, [S. l.], v. 29, p. 3111-3119, nov. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02620-0>. Acesso em: 27 set. 2025.

HAMAD, Mohamed S. Aboul et al. Assessment of diagnostic reference levels for paediatric cardiac computed tomography in accordance with European guidelines. **Pediatric Radiology**, [S. l.], v. 53, p. 2073-2081, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00411-023-01031-6>. Acesso em: 9 set. 2024.

HANALIOGLU, Sahin et al. A Novel Decision-Support Tool (IniCT Score) for Repeat Head Computed Tomography in Pediatric Mild Traumatic Brain Injury. **World Neurosurgery**, [S. l.], v. 164, p. e504-e513, ago. 2022. Disponível em: <https://www-sciencedirect-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1878875022007434>. Acesso em: 28 out. 2024.

HUANG, Ruixue et al. Radiation Exposure Associated With Computed Tomography in Childhood and the Subsequent Risk of Cancer: A Meta-Analysis of Cohort Studies. **Frontiers in Oncology**, [S. l.], v. 10, maio 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32425727/>. Acesso em: 24 nov. 2024.

INOUE, Yusuke et al. Age-Dependent Changes in Effective Dose in Pediatric Brain CT: Comparisons of Estimation Methods. **Tomography**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 11-20, jan. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/tomography10010002>. Acesso em: 9 set. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. **Atlas da mortalidade por câncer**. Rio de Janeiro: INCA, 2025. Disponível em: <https://mortalidade.inca.gov.br/MortalidadeWeb/pages/Modelo01/consultar.xhtml>. Acesso em: 20 fev. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Registros de Câncer de Base Populacional (RCBP): **Incidência de Câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2026. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/BasePopIncidencias/PrepararConsultarRelatorioValorAbsoluto.action?tipoFaixaEtaria=2>. Acesso em: 20 fev. 2026.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ottawa: Annals of the ICRP, v. 46, n. 1, 2017a. Acesso em: 27 set. 2025.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. **ICRP Publication 121**. Ottawa: Annals of the ICRP, v. 42, n. 2, 2013b. Acesso em: 27 set. 2025.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Radiopharmaceutical Therapy. ICRP Publication 122. Ann. ICRP 42(3). Oxford: Pergamon, 2013c. Acesso em: 27 set. 2025.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. ICRP Publication 146: radiological protection of people and the environment in the event of a large nuclear accident. Oxford: SAGE, 2020d. 144 p. (Annals of the ICRP, v. 49, n. 4). Disponível em: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20146>. Acesso em: 20 fev. 2026.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. ICRP, 2021e. Use of dose quantities in radiological protection. ICRP Publication 147. Ann. ICRP 50(1). Disponível em: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20147>. Acesso em: 16 fev. 2026.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. The 2007f Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: ICRP Publication 103. Oxford: Elsevier, 2007e. Disponível em: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103>. Acesso em: 16 fev. 2026.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. ICRP Publication 152: radiation detriment calculation methodology. Ottawa: SAGE, 2022g. 124 p. (Annals of the ICRP, v. 51, n. 3). Disponível em: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20152>. Acesso em: 20 fev. 2026.

JAMSHIDI, Mohammad Hossein et al. Estimation of Lifetime Attributable Risk (LAR) of

Cancer Associated with Chest Computed Tomography Procedures in Children. **Frontiers in Biomedical Technologies**, [S. l.], v. 10, n. 4, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.18502/fbt.v10i4.13726>. Acesso em: 18 set. 2024.

KARIM, M. K. A. et al. Paediatric radiation dose and cancer risk associated with body effective diameter during CT thorax examination. **Physica Medica**, [S. l.], v. 87, p. 111-118, jul. 2021. Disponível em: <https://www-scopus-com.ez130.periodicos.capes.gov.br/record/display.uri?eid=2-s2.0-85109423165>. Acesso em: 18 set. 2024.

LEE, Choonsik et al. NCICT: a computational solution to estimate organ doses for pediatric and adult patients undergoing CT scans. **Physics in Medicine and Biology**, [S. l.], v. 61, n. 1, p. 200-221, jan. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26609995/>. Acesso em: 6 set. 2024.

Lowe D, Roy L, Tabocchini MA, Rühm W, Wakeford R, Woloschak GE, Laurier D. Radiation dose rate effects: what is new and what is needed? **Radiat Environ Biophys**. 2022 Nov;61(4):507-543. Disponível em: 10.1007/s00411-022-00996-0. Epub 2022 Oct 15. PMID: 36241855; PMCID: PMC9630203. Acesso em: 20 fev. 2026.

MAHMOODI, Maede; CHAPARIAN, Ali. Organ Doses, Effective Dose, and Cancer Risk From Coronary CT Angiography Examinations. **Journal of Medical Signals and Sensors**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 55-62, jan. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32097032/>. Acesso em: 2 out. 2024.

MASJEDI, H. R. et al. Estimating the risks of exposure-induced death associated with common computed tomography procedures. **International Journal of Radiation Research**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 573-581, jul. 2022. Disponível em: <https://ijrr.com/article-1-4090-en.pdf>. Acesso em: 6 set. 2024.

MATHEWS, John D. et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. **The BMJ**, [S. l.], v. 346, maio 2013. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/346/bmj.f2360>. Acesso em: 4 out. 2024.

MEULEPAS, Johanna M. et al. Radiation Exposure From Pediatric CT Scans and Subsequent Cancer Risk in the Netherlands. **Journal of the National Cancer Institute**, [S. l.], v. 111, n. 3, p. 279-287, mar. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30020493/>. Acesso

em: 4 out. 2024.

MIGLIORETTI, Diana L. et al. The Use of Computed Tomography in Pediatrics and the Associated Radiation Exposure and Estimated Cancer Risk. 2013. **JAMA Pediatrics** Vol. 167, No.8. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/fullarticle/1696279>. Acesso em: 27 set. 2025.

MIYAGAWA, Tadashi et al. Statistical and machine learning approaches to predict the necessity for computed tomography in children with mild traumatic brain injury. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 13, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez130.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&id=W4313461065>. Acesso em: 28 out. 2024.

MUHAMMAD, N. A. et al. Estimation of effective dose and organ cancer risk from paediatric computed tomography thorax – Abdomen - Pelvis examinations. **Radiation Physics and Chemistry**, [S. l.], v. 165, p. 108422, dez. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X19304943>. Acesso em: 18 set. 2024.

NATIONAL CANCER INSTITUTE. **NCICT: National Cancer Institute Dosimetry System for Computed Tomography**. Bethesda: NIH, 2022. Disponível em: <https://dceg.cancer.gov/tools/radiation-dosimetry-tools/computed-tomography>. Acesso em: 4 dez. 2024.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation**: BEIR VII Phase 2. Washington, DC: The National Academies Press, 2006.

OSIPOV, Mikhail et al. Cancer Morbidity and Computed Tomography: “After” and “Due to” Challenge. *SciMedicine Journal*, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 316-324, Dec. 2021. DOI: 10.28991/SciMedJ-2021-0304-1. Disponível em: <https://scimedjournal.org/index.php/SMJ/article/view/387>. Acesso em: 22 maio 2024.

OZASA, Kotaro et al. Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950–2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases. 2012. Disponível em: <https://www.rerf.or.jp/uploads/2017/08/rr1104-1.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2026.

PEARCE, Mark S. et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. **The Lancet**, [S. l.], v. 380, n. 9840, p. 499-505, ago. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22681860/>. Acesso em: 4 out. 2023.

PURCELL, Laura; PERSSON, Erika; HOUGHTON, Kristin. Curb unnecessary computed tomography scans for pediatric concussions. **Canadian Medical Association Journal**, [S. l.], v. 194, n. 36, p. E1242-E1243, set. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36100389/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

QIU, Haijing et al. Analysis of radiation doses from head and chest CT scanning for children in Ningxia. **Chinese Journal of Radiology**, [S. l.], v. 54, n. 10, p. 959-963, out. 2020. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/wpr-868534>. Acesso em: 24 nov. 2024.

RÜHM, Werner. Dose and dose-rate effects of ionizing radiation: a discussion in the light of radiological protection. **Radiation and Environmental Biophysics**, [S. l.], v. 54, n. 4, p. 379-401, set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00411-015-0613-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00411-015-0613-6>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SANTOS JUNIOR, Jorge Augusto dos; JANSONNEY, Mônica Silva Costa; FONSECA, Giuliana Vasconcelos de Souza. Dose efetiva de radiação nos exames de tomografia computadorizada: um estudo retrospectivo e descritivo. **Revista de Divulgação em Saúde para Debate**, Rio de Janeiro, n. 62, p. 29-41, dez. 2019. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/07/1115997/rdt_0252001_29-05.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.

SEEL, P. J.; STEIN, Adam. Drawing the Line: The Linear No-Threshold Model, and When are Doses Too Small to Matter? Washington, D.C.: Breakthrough Institute, 16 jul. 2025. 51 p. Disponível em: <https://www.nrc.gov/docs/ML2519/ML25197A463.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2026.

SILVA, Patrícia Dias da; BISSOLI, Cleber Frigi. Análise Do Aumento De Solicitações De Exame De Tomografia Computadorizada De Tórax Pós-Pandemia Por Covid-19. 2025. Disponível Em: https://www.researchgate.net/publication/398343658_analise_do_aumento_de_solicitacoes

_de_exame_de_tomografia_computadorizada_de_torax_pos-Pandemia_por_covid-19. Acesso em: 11 Fev. 2026.

SMITH-BINDMAN, Rebecca et al. Projected Lifetime Cancer Risks From Current Computed Tomography Imaging. **JAMA Internal Medicine** 2025. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2832778>. Acesso em: 27 set. 2025.

SOUZA, Daiane Cristini Barbosa et al. Dose estimation in abdominal CT scans using CT-Expo software. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, [S. l.], v. 10, n. 3B, 2022. Disponível em: https://www.bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/pt_BR/article/view/2012. Acesso em: 4 nov. 2024.

SOUZA, Daiane Cristini Barbosa et al. Proteção radiológica nas exposições médicas: aspectos legais e históricos. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. e54511326736, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/359132250_Protecao_radiologica_nas_exposicoes_medicas_aspectos_legais_e_historicos. Acesso em: 27 set. 2025.

SHIN, B. Y. et al. Organ Dose and Lifetime Attributable Risk of Cancer from Computerized Tomography in Korea, 2006–2018. *Journal of Korean Medical Science*, [s. l.], v. 36, n. 19, e131, maio 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8133899/>. Acesso em: 20 fev. 2026.

SUTIL, Maria Rita et al. Estimativa de dose em tomografia computadorizada pediátrica utilizando o software Virtual Dose®. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. e17411427800, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27800/24352>. Acesso em: 5 nov. 2024.

TAPIOVAARA, Markku; SIISKONEN, Teemu. **PCXMC 2.0. User's Guide**. Helsinki: STUK, 2008. (STUK-TR 7). Disponível em: https://stuk.fi/documents/150192312/162083087/PCXMC_stuk-tr7.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC

RADIATION. Sources, effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2020/2021a Report, Annex A. **New York: United Nations**, 2022. Disponível em: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2020_21_Annex-A.pdf. Acesso em: 4 nov. 2024.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR). Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: UNSCEAR 2019d report. New York: United Nations, 2020. 182 p. ISBN 978-92-1-139184-8. Disponível em: <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2019.html>. Acesso em: 8 abr. 2026.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: UNSCEAR 2012c Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. **New York: United Nations**, 2013. Disponível em: <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2012.html>. Acesso em: 16 fev. 2026.

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). Sources, effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2017b Report to the General Assembly with Scientific Annexes. New York: United Nations, 2018. 164 p. Disponível em: <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2017.html>. Acesso em: 18 fev. 2026.

VAÑÓ, E. et al. ICRP publication 135: diagnostic reference levels in medical imaging. **Annals of the ICRP**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. 1-144, 2017. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0146645317717209>. Acesso em: 6 out. 2024.

WANG, Wei Hao et al. Risks of leukemia, intracranial tumours and lymphomas in childhood and early adulthood after pediatric radiation exposure from computed tomography. **Nature Medicine**, [S. l.], v. 29, p. 897-906, abr. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37094867/>. Acesso em: 4 out. 2024.

Wall, Barry F., Richard G E Haylock, Jan T M Jansen, M C Hillier, D. Hart and Paul C. Shrimpton. “Radiation Risks from Medical X-ray Examinations as a Function of the Age and Sex of the Patient.” **Semantic Scholar**.(2011).Acesso em: 16 fev. 2026.

YOSHITAKE, Takayasu et al. Quantitative Analysis of the Clinical Reasons Influencing the Frequency of Pediatric Head CT Examinations: A Single-Center Observation Study. **Journal of Imaging**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 67, fev. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2379-139X/9/2/67>. Acesso em: 23 nov. 2024.

APÊNDICE A – Dados Coleta protocolo de crânio

Altura (cm)	ID paciente	EP name	Grupo do phantom (1-pediatric female, 2-pediatric male)	Peso (kg)	Idade	Protocolo	DLPmGy.cm	kVp	CTDIvol mGy	posição relativa da mesa inicial (Cm)	posição relativa da mesa final (Cm)	mAs tensão do tubo (olhar no scout também)	total DLP	Scan Lenght (cm) scout incluído	Scan start (cm)
127	1	Crânio	2	22	6	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
127	2	Crânio	2	22	6	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
127	3	Crânio	2	22	6	GG-Hel	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,91	20,54	39,04
163	4	Crânio	2	60	13	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	622,12	24,20	
163	5	Crânio	2	60	13	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
163	6	Crânio	2	60	13	GG-Hel	619,70	100	26,90	0,0	21,0	187		23,04	44,04
130	7	Crânio	2	28	7	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	595,22	24,20	
130	8	Crânio	2	28	7	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	595,22	24,20	
130	9	Crânio	2	28	7	GG-Hel	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187		22,04	42,04
70	10	Crânio	2	8.1	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	514,62	24,20	
70	11	Crânio	2	8.1	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	514,62	24,20	
70	12	Crânio	2	8.1	1	GG-Hel	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
107	13	Crânio	1	21	4	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	568,42	24,20	
107	14	Crânio	1	21	4	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
107	15	Crânio	1	21	4	GG-Hel	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187		21,04	40,04
75	16	Crânio	2	8	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	554,92	24,20	
75	17	Crânio	2	8	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
75	18	Crânio	2	8	1	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187		20,54	39,04
63	19	Crânio	2	6.5	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	434,12	24,20	
63	20	Crânio	2	6.6	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
63	21	Crânio	2	6.7	1	GG-HEL	431,70	100	26,90	0,0	14,0	187		16,05	30,05
182	22	Crânio	2	76	14	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	702,72	24,20	
182	23	Crânio	2	76	14	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
182	24	Crânio	2	76	14	GG-HEL	700,30	100	26,90	0,0	24,0	187		26,03	50,03
70	25	Crânio	1	9	1	Dualscan	0,69	80	0,05	0,0	0,0	40	325,58	13,80	
70	26	Crânio	1	9	1	Dualscan	0,69	80	0,05	0,0	0,0	40		13,80	
70	27	Crânio	1	9	1	GG-HEL	324,20	100	26,90	0,0	10,0	187		12,05	22,05
120	28	Crânio	2	24	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	1080,62	24,20	
120	29	Crânio	2	24	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	1080,62	24,20	
120	30	Crânio	2	24	10	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	1080,62	20,04	38,04
120	31	Crânio	2	24	10	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	1080,62	20,04	38,04
96	32	Crânio	2	14	3	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	528,12	24,20	
96	33	Crânio	2	14	3	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
96	34	Crânio	2	14	3	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
106	35	Crânio	2	33	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	187	608,72	24,20	
106	36	Crânio	2	33	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
106	37	Crânio	2	33	10	GG-HEL	606,30	100	26,90	0,0	20,5	187		22,54	43,04
160	38	Crânio	1	68	14	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	1208,22	24,20	
160	39	Crânio	1	68	14	Dualscan			0,05	0,0	0,0	72		0,00	
160	40	Crânio	1	68	14	helical	1.205,80	120	53,40	0,0	20,5	225	1208,22	22,58	43,08
121	41	Crânio	1	39	5	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	541,52	24,20	
121	42	Crânio	1	39	5	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
121	43	Crânio	1	39	5	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
140	44	Crânio	1	35	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	554,92	24,20	
140	45	Crânio	1	35	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	46	Crânio	1	35	10	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
76	47	Crânio	2	12	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
76	48	Crânio	2	12	1	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	

76	49	Crânio	2	12	1	GG-HEL	606,30	100	26,90	0,0	20,5	187	1015,23	22,54	43,04
76	50	Crânio	2	12	1	Dualscan	0,86	80	0,05	7,0	0,0	50		17,20	
76	51	Crânio	2	12	1	Dualscan	0,85	80	0,05	0,0	0,0	50		17,00	
76	52	Crânio	2	12	1	GG-HEL	404,80	100	26,90	0,0	13,0	187		15,05	28,05
154	53	Crânio	1	49	10	Dualscan	1,21	80	0,05	4,0	0,0	72	541,52	24,20	
154	54	Crânio	1	49	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
154	55	Crânio	1	49	10	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
150	56	Crânio	1	37,9	9	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	541,52	24,20	
150	57	Crânio	1	37,9	9	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
150	58	Crânio	1	37,9	9	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
1.1	59	Crânio	2	25,8	5	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	581,82	24,20	
1.1	60	Crânio	2	25,8	5	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	581,82	24,20	
1.1	61	Crânio	2	25,8	5	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	581,82	21,54	41,04
82	62	Crânio	2	12,2	2	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
82	63	Crânio	2	12,3	2	GG-HEL	221,10	100	26,90	8,0	16,0	187	1029,82	8,22	24,17
82	64	Crânio	2	12,4	2	GG-HEL	308,90	100	26,90	0,0	8,9	187		11,48	20,38
82	65	Crânio	2	12,5	2	GG-HEL	497,40	100	26,90	0,0	16,0	187		18,49	34,44
107	66	Crânio	2	18	4	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	568,42	24,20	
107	67	Crânio	1	18	4	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
107	68	Crânio	1	18	4	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
125	69	Crânio	2	25	6	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	554,92	24,20	
125	70	Crânio	2	25	6	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
125	71	Crânio	2	25	6	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187		20,54	39,04
140	72	Crânio	2	31,8	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	541,52	24,20	
140	73	Crânio	2	31,8	10	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	74	Crânio	2	31,8	10	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187		20,04	38,04
84	75	Crânio	2	13,9	2	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	514,62	24,20	
84	76	Crânio	2	13,9	2	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
84	77	Crânio	2	13,9	2	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187		19,04	36,04
1.6	78	Crânio	1	42,3	15	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	541,52	24,20	
1.6	79	Crânio	1	42,3	15	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
1.6	80	Crânio	1	42,3	15	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187		20,04	38,04
100	81	Crânio	1	19,8	8	Dualscan	0,84	80	0,05	0,0	0,0	49	325,88	16,80	
100	82	Crânio	2	19,8	8	Dualscan	0,84	80	0,05	0,0	0,0	49		16,80	
100	83	Crânio	2	19,8	8	GG-HEL	324,20	100	26,90	0,0	10,0	187		12,05	22,05
140	84	Crânio	2	41	9	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72	554,92	24,20	
140	85	Crânio	2	41	9	Dualscan	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	86	Crânio	2	41	9	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187		20,54	39,04
64	87	Crânio	2	8	5 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
64	88	Crânio	2	8	5 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
64	89	Crânio	2	8	5 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	7,0	15,0	187	460,92	17,04	32,04
155	90	Crânio	1	70	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	80		24,20	
155	91	Crânio	1	70	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
155	92	Crânio	1	70	13	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
135	93	Crânio	2	24	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	94	Crânio	2	24	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	95	Crânio	2	24	6	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
93	96	Crânio	2	14,7	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
93	97	Crânio	2	14,7	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
93	98	Crânio	2	14,7	3	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187		20,04	38,04

157	99	Crânio	2	48	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
157	100	Crânio	2	48	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
157	101	Crânio	2	48	13	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
160	102	Crânio	1	58	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
160	103	Crânio	1	58	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
160	104	Crânio	1	58	14	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
85	105	Crânio	2	17	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	106	Crânio	2	17	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	107	Crânio	2	17	2	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
113	108	Crânio	1	27	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
113	109	Crânio	1	27	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
113	110	Crânio	1	27	4	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
120	111	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	112	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	113	Crânio	2	18	4	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
58	114	Crânio	1	5,6	3 M	Dualscano	1,18	80	0,05	0,0	0,0	70		23,60	
58	115	Crânio	1	5,6	3 M	Dualscano	1,18	80	0,05	0,0	0,0	70		23,60	
58	116	Crânio	1	5,6	3 M	GG-HEL	356,10	100	21,50	0,0	14,5	150	358,46	16,56	31,06
111	117	Crânio	1	19	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
111	118	Crânio	1	19	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
111	119	Crânio	1	19	5	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
121	120	Crânio	1	21	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
121	121	Crânio	1	21	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
121	122	Crânio	1	21	8	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
83	123	Crânio	1	8,2	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
83	124	Crânio	1	8,2	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	80		24,20	
83	125	Crânio	1	8,2	2	GG-HEL	48,80	100	26,90	0,0	16,5		501,22	1,81	18,31
70	126	Crânio	2	7,5	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
70	127	Crânio	2	7,5	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
70	128	Crânio	2	7,5	3 M	GG-HEL	498,80	100	26,90	0,0	16,5	187	501,22	18,54	35,04
160	129	Crânio	1	42,3	15	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
160	130	Crânio	1	42,3	15	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
160	131	Crânio	1	42,3	15	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
84	132	Crânio	2	13,9	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
84	133	Crânio	2	13,9	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
84	134	Crânio	2	13,9	2	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
170	135	Crânio	2	87	13	Dualscano	3,18	80	0,05	0,0	0,0	191		63,60	
170	136	Crânio	2	87	13	Dualscano	3,17	80	0,05	0,0	0,0	191		63,40	
170	137	Crânio	2	87	13	helical	1.018,80	120	53,40	0,0	17,0	225	1025,15	19,08	36,08
170	138	Crânio	2	87	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
170	139	Crânio	2	87	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
170	140	Crânio	2	87	13	helical	1.152,40	120	53,40	0,0	19,5	225	1154,82	21,58	41,08
140	141	Crânio	2	31,8	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	142	Crânio	2	31,8	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	143	Crânio	2	31,8	10	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
107	144	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
107	145	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
107	146	Crânio	2	18	4	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
159	147	Crânio	1	49	13	Dualscano	1,50	80	0,05	0,0	0,0	90		30,00	
159	148	Crânio	1	49	13	Dualscano	1,50	80	0,05	0,0	0,0	90		30,00	

159	149	Crânio	1	49	13	GG-HEL	1.338,70	120	44,50	0,0	28,0	187	1341,7	30,08	58,08
150	150	Crânio	2	42	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
150	151	Crânio	2	42	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
150	152	Crânio	2	42	14	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	581,82	21,54	41,04
99	153	Crânio	2	15	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
99	154	Crânio	2	15	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
99	155	Crânio	2	15	4	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
157	156	Crânio	2	48	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
157	157	Crânio	2	48	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
157	158	Crânio	2	48	13	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
160	159	Crânio	2	58	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
160	160	Crânio	2	58	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
160	161	Crânio	2	58	14	GG-HEL	552,50	80	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
120	162	Crânio	2	17	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	163	Crânio	2	14	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	164	Crânio	2	14	6	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
83	165	Crânio	1	8,2	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
83	166	Crânio	1	8,2	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
83	167	Crânio	1	8,2	2	GG-HEL	498,80	100	26,90	0,0	16,5	187	501,22	18,54	35,04
121	168	Crânio	1	22	10	Dualscano	2,33	80	0,05	0,0	0,0	140		46,60	
121	169	Crânio	1	22	10	Dualscano	2,33	80	0,05	0,0	0,0	139		46,60	
121	170	Crânio	1	22	10	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	557,16	20,54	39,04
	171	Tórax	1			GG-HEL	41,80	100	1,50	-0,5	-24,5	40	41,8	27,87	3,37
121	172	Crânio	2	21	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
121	173	Crânio	1	21	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
121	174	Crânio	1	211	8	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
111	175	Crânio	1	19	5	Dualscano	1,21	80	0,00	0,0	0,0	72		#DIV/0!	
111	176	Crânio	1	19	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
111	177	Crânio	1	19	5	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,2	19,04	36,04
58	178	Crânio	1	5,6	3 M	Dualscano	1,18	80	0,05	0,0	0,0	70		23,60	
58	179	Crânio	1	5,6	3 M	Dualscano	1,18	80	0,05	0,0	0,0	70		23,60	
58	180	Crânio	1	5,6	3 M	GG-HEL	356,10	100	21,50	0,0	14,5	150	358,46	16,56	31,06
120	181	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	182	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	183	Crânio	2	18	4	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
113	184	Crânio	1	27	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
113	185	Crânio	1	27	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
113	186	Crânio	1	27	4	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
85	187	Crânio	2	17	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	188	Crânio	2	17	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	189	Crânio	2	17	2	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
93	190	Crânio	2	14,7	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
93	191	Crânio	2	14,7	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
93	192	Crânio	2	14,7	3	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
135	193	Crânio	2	24	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	194	Crânio	2	24	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	195	Crânio	2	24	6	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
155	196	Crânio	1	70	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
155	197	Crânio	1	70	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
155	198	Crânio	1	70	13	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04

64	199	Crânio	2	8	5 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
64	200	Crânio	2	8	5 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
64	201	Crânio	2	8	5 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	0,0	15,0	187	460,92	17,04	32,04
110	202	Crânio	1	17	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	203	Crânio	1	17	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	204	Crânio	1	17	6	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
150	205	Crânio	1	34	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
150	206	Crânio	2	34	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
150	207	Crânio	2	34	11	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
110	208	Crânio	1	29	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	209	Crânio	1	29	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	210	Crânio	1	29	4	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
120	211	Crânio	1	27	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	212	Crânio	1	27	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	213	Crânio	1	27	7	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
140	214	Crânio	1	47	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	215	Crânio	1	47	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	216	Crânio	1	47	12	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
85	217	Crânio	1	12	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	218	Crânio	1	12	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	219	Crânio	1	12	2	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
143	220	Crânio	2	33	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
143	221	Crânio	2	33	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
168	222	Crânio	1	65	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
168	223	Crânio	1	65	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
168	224	Crânio	1	65	12	GG-HEL	606,30	100	26,90	0,0	20,5	187	608,72	22,54	43,04
73	225	Crânio	2	8,3	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
73	226	Crânio	2	8,3	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
73	227	Crânio	2	8,3	1	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
60	228	Crânio	2	8,5	9 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60	229	Crânio	2	8,5	9 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60	230	Crânio	2	8,5	9 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	0,0	15,0	187	460,92	17,04	32,04
58	231	Crânio	1	6	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
58	232	Crânio	1	6	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
58	233	Crânio	1	6	6 M	GG-HEL	471,90	100	26,90	0,0	15,5	187	474,32	17,54	33,04
96	234	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
96	235	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
96	236	Crânio	2	18	4	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	541,82	21,54	41,04
150	237	Crânio	2	45	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
150	238	Crânio	2	45	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
150	239	Crânio	2	45	12	GG-HEL	646,50	100	26,90	0,0	22,0	187	648,92	24,03	46,03
135	240	Crânio	2	40	7	Dualscano		80	0,05	0,0	0,0	72		0,00	
135	241	Crânio	2	40	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	242	Crânio	2	40	7	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187	595,22	22,04	42,04
140	243	Crânio	1	34	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	244	Crânio	1	34	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	245	Crânio	1	34	10	GG-HEL	633,10	100	26,90	0,0	21,5	187	635,52	23,54	45,04
130	246	Crânio	2	42	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
130	247	Crânio	2	42	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
130	248	Crânio	2	42	6	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187	595,22	22,04	42,04

110	249	Crânio	2	21	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	250	Crânio	2	21	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0			24,20	
110	251	Crânio	2	21	3	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
102	252	Crânio	2	17	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
102	253	Crânio	2	17	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
102	254	Crânio	2	17	5	GG-HEL	259,20	100	26,90	0,0	7,1	187	261,62	9,64	16,69
102	255	Crânio	2	17	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
102	256	Crânio	2	17	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
102	257	Crânio	2	17	5	GG-HEL	606,30	100	26,90	0,0	20,5	187	608,72	22,54	43,04
120	258	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	259	Crânio	2	18	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	260	Crânio	2	18	4	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,92	20,54	39,04
109	261	Crânio	2	22	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0			24,20	
109	262	Crânio	2	22	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0			24,20	
109	263	Crânio	2	22	4	GG-HEL	549,30	100	26,90	0,0	17,9	187	551,72	20,42	38,27
72	264	Crânio	2	9,4	10 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
72	265	Crânio	2	9,4	10 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
72	266	Crânio	2	9,4	10 M	GG-HEL	208,20	100	26,90	0,0	5,2	187	722,82	7,74	12,89
72	267	Crânio	2	9,4	10 M	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0			19,04	36,04
68	268	Crânio	2	8,3	7 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
68	269	Crânio	2	8,3	7 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
68	270	Crânio	2	8,3	7 M	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
85	271	Crânio	1	13	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	272	Crânio	1	13	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
85	273	Crânio	1	13	3	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	824,82	20,04	38,04
85	274	Crânio	1	13	3	GG-HEL	283,30	100	26,90	0,6	8,5	187		10,53	19,03
100	275	Crânio	2	15	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	276	Crânio	2	15	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	277	Crânio	2	15	4	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
100	278	Crânio	1	17	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	279	Crânio	1	17	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	280	Crânio	1	17	4	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187	595,22	22,04	42,04
61	281	Crânio	2	6,3	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
61	282	Crânio	2	6,3	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
61	283	Crânio	2	6,3	3 M	GG-HEL	445,10	100	26,90	0,0	14,5	187	447,52	16,55	31,05
90,0	284	Crânio	2	11	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
90,0	285	Crânio	2	11	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
90	286	Crânio	2	11	1	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
100	287	Crânio	2	21	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	288	Crânio	2	21	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	289	Crânio	2	21	3	GG-HEL	313,90	100	26,90	0,0	20,0	187	531,22	11,67	31,67
100	290	Crânio	2	21	3	GG-HEL	214,90	100	26,90	0,0	0,0	187		7,99	
100	291	Crânio	2	21	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	292	Crânio	2	21	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	293	Crânio	2	21	3	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	0,0	187	595,22	22,04	
90	294	Crânio	1	12	1	Dualscano	1,21	80	26,90	0,0	0,0	72	525,7	0,04	
90	295	Crânio	1	12	1	Dualscano	1,21	80	26,90	0,0	0,0	72	525,7	0,04	
90	296	Crânio	1	12	1	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
90	297	Crânio	2	13,2	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
90	298	Crânio	2	13,2	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	

90	299	Crânio	2	13,2	1	GG-HEL	529,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,69	37,19
97	300	Crânio	1	15	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
97	301	Crânio	1	15	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
97	302	Crânio	1	15	3	GG-HEL	485,40	100	26,90	0,0	16,0	187	487,82	18,04	34,04
155	303	Crânio	1	31	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
155	304	Crânio	1	31	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
155	305	Crânio	1	31	11	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
55	306	Crânio	1	37	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
55	307	Crânio	1	37	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
55	308	Crânio	1	37	3 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	0,0	15,0	187	460,92	17,04	32,04
115	309	Crânio	2	19	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
115	310	Crânio	2	19	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
115	311	Crânio	2	19	7	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187	595,22	22,04	42,04
97	312	Crânio	1	14	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
97	313	Crânio	1	14	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
97	314	Crânio	1	14	3	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
140	315	Crânio	2	45	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	316	Crânio	2	45	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	317	Crânio	2	45	10	GG-HEL	646,50	100	26,90	0,0	22,0	187	648,92	24,03	46,03
110	318	Crânio	2	16	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	319	Crânio	2	16	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	320	Crânio	2	16	5	GG-HEL	485,40	100	26,90	0,0	16,0	187	487,82	18,04	34,04
140	321	Crânio	1	27	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	322	Crânio	1	27	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
140	323	Crânio	1	27	10	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
83	324	Crânio	1	10	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
83	325	Crânio	1	10	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
83	326	Crânio	1	10	2	GG-HEL	485,40	100	26,90	0,0	16,0	187	487,82	18,04	34,04
140	327	Crânio	2	24	9	Dualscano	1,02	80	0,05	0,0	0,0	60		20,40	
140	328	Crânio	2	24	9	Dualscano	1,02	80	0,05	0,0	0,0	60		20,40	
140	329	Crânio	2	24	9	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,54	20,54	39,04
152	330	Crânio	1	53	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
152	331	Crânio	1	53	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
152	332	Crânio	1	53	14	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
160	333	Crânio	2	35	12	Dualscano	1,35	80	0,05	0,0	0,0	80		27,00	
160	334	Crânio	2	35	12	Dualscano	1,35	80	0,05	0,0	0,0	80		27,00	
160	335	Crânio	2	35	12	GG-HEL	1.004,80	120	44,50	0,0	20,5	187	(head): 1722,90	22,58	43,08
120	336	Crânio	1	18	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	337	Crânio	1	18	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
120	338	Crânio	1	18	6	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
112	339	Crânio	2	23	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
112	340	Crânio	2	23	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
112	341	Crânio	2	23	5	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	844,02	20,04	38,04
135	342	Crânio	1	29	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	343	Crânio	1	29	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	344	Crânio	1	29	9	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
155	345	Crânio	1	45	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
155	346	Crânio	1	45	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
155	347	Crânio	1	45	13	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
160	348	Crânio	2	34,4	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	

160	349	Crânio	2	34,4	12	GG-HEL	619,70	100	26,90	0,0	21,0	187		23,04	44,04
160	350	Crânio	2	34,4	12	GG-HEL	619,70	100	26,90	0,0	21,0	187	1241,82	23,04	44,04
61	351	Crânio	2	6,3	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
61	352	Crânio	2	6,3	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
61	353	Crânio	2	6,3	3 M	GG-HEL	445,10	100	26,90	0,0	14,5	187	447,52	16,55	31,05
90	354	Crânio	2	11	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
90	355	Crânio	2	11	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
90	356	Crânio	2	11	1	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
173	357	Crânio	2	68	15	Dualscano	1,21'	80	0,05	0,0	0,0	72		#VALUE!	
173	358	Crânio	2	68	15	Dualscano	1,21'	80	0,05	0,0	0,0	72		#VALUE!	
173	359	Crânio	2	68	15	GG-HEL	767,40	100	26,90	0,0	26,5	187	769,82	28,53	55,03
110	360	Crânio	1	26	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	361	Crânio	1	26	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	362	Crânio	1	26	4	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
71	363	Crânio	2	7	4 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
71	364	Crânio	2	7	4 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
71	365	Crânio	2	7	4 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	0,0	15,0	187	460,92	17,04	32,04
106	366	Crânio	1	17	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
106	367	Crânio	1	17	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
106	368	Crânio	1	17	6	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
110	369	Crânio	2	18	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	370	Crânio	2	18	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	371	Crânio	2	18	6	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	581,82	21,54	41,04
109	372	Crânio	1	20	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
109	373	Crânio	1	20	6	Dualscano				0,0	0,0			#DIV/0!	
109	374	Crânio	1	20	6	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
127	375	Crânio	2	14	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
127	376	Crânio	2	14	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
127	377	Crânio	2	14	7	GG-HEL	525,70	100	26,90	0,0	17,5	187	528,12	19,54	37,04
60	378	Crânio	1	10	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60	379	Crânio	1	10	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60	380	Crânio	1	10	1	GG-HEL	403,30	100	26,90	0,0	12,5	187		14,99	27,44
60	381	Crânio	1	10	1	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	944,82	20,04	38,04
97	382	Crânio	1	16	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
97	383	Crânio	1	16	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
97	384	Crânio	1	16	3	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
143	385	Crânio	1	41	11	Dualscano	1,41	80	0,05	0,0	0,0	84		28,20	
143	386	Crânio	1	41	11	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	555,32	20,54	39,04
83	387	Crânio	1	12	2	Dualscano	0,85	80	0,05	0,0	0,0	50		17,00	
83	388	Crânio	1	12	2	Dualscano	0,84	80	0,05	0,0	0,0	49		16,80	
83	389	Crânio	1	12	2	GG-HEL	552,50	100	26,90	0,0	18,5	187	554,19	20,54	39,04
110	390	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	391	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	392	Crânio	2	26	7	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	581,82	21,54	41,04
149	393	Crânio	2	40	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
149	394	Crânio	2	40	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
149	395	Crânio	2	40	7	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187	595,22	22,04	42,04
50	396	Crânio	2	13	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
50	397	Crânio	2	13	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
50	398	Crânio	2	13	3	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04

80	399	Crânio	2	10	11 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
80	400	Crânio	2	10	11 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
80	401	Crânio	2	10	11 M	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
153	402	Crânio	1	43	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
153	403	Crânio	1	43	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
153	404	Crânio	1	43	10	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
115	405	Crânio	2	20,7	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
115	406	Crânio	2	20,7	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
115	407	Crânio	2	20,7	7	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	581,82	21,54	41,04
120	408	Crânio	2	52	6	Dualscano	1,75	80	0,05	0,0	0,0	105		35,00	
120	409	Crânio	2	52	6	Dualscano	1,75	80	0,05	0,0	0,0	105		35,00	
120	410	Crânio	2	52	6	GG-HEL	498,80	100	26,90	0,0	16,5	187	1014,5	18,54	35,04
100	411	Crânio	2	15	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	412	Crânio	2	15	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
100	413	Crânio	2	15	2	GG-HEL	512,20	100	26,90	0,0	17,0	187	514,62	19,04	36,04
130	414	Crânio	2	18	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
130	415	Crânio	2	18	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
130	416	Crânio	2	18	8	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187	595,22	22,04	42,04
133	417	Crânio	2	23	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
133	418	Crânio	2	23	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
133	419	Crânio	2	23	9	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	581,82	21,54	41,04
60,5	420	Crânio	2	5,5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60,5	421	Crânio	2	5,5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60,5	422	Crânio	2	5,5	2 M	GG-HEL	485,40	100	26,90	0,0	16,0	187	487,82	18,04	34,04
135	423	Crânio	1	36	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	424	Crânio	1	36	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
135	425	Crânio	1	36	8	GG-HEL	592,80	100	26,90	0,0	20,0	187	595,22	22,04	42,04
103	426	Crânio	2	19	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
103	427	Crânio	2	19	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
103	428	Crânio	2	19	3	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
110	429	Crânio	1	18	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	430	Crânio	1	18	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
110	431	Crânio	1	18	5	GG-HEL	566,00	100	26,90	0,0	19,0	187	568,42	21,04	40,04
172	432	Crânio	2	53,99	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
172	433	Crânio	2	53,99	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
172	434	Crânio	2	53,99	14	GG-HEL	606,30	100	26,90	0,0	20,5	187	608,72	22,54	43,04
60	435	Crânio	2	8,3	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60	436	Crânio	2	8,3	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
60	437	Crânio	2	8,3	6 M	GG-HEL	485,40	100	26,90	0,0	16,0	187	487,82	18,04	34,04
128	438	Crânio	1	29	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
128	439	Crânio	1	29	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
128	440	Crânio	1	29	7	GG-HEL	579,40	100	26,90	0,0	19,5	187	581,82	21,54	41,04
143	441	Crânio	2	52,5	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
143	442	Crânio	2	52,5	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0,0	0,0	72		24,20	
143	443	Crânio	2	52,5	9	GG-HEL	539,10	100	26,90	0,0	18,0	187	541,52	20,04	38,04
161	444	Crânio	1	71	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
161	445	Crânio	1	71	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
161	446	Crânio	1	71	12	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
100	447	Crânio	2	15	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	448	Crânio	2	15	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	

100	449	Crânio	2	15	3	GG-HEL	524,90	100	26,90	0	17,05	187	527,32	19,51301115	36,56301115
47	450	Crânio	1	4	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
47	451	Crânio	1	4	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
47	452	Crânio	1	4	3 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	0	15	187	460,92	17,04460967	32,04460967
130	453	Crânio	2	21	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	454	Crânio	2	21	5	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	455	Crânio	2	21	5	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
147	456	Crânio	2	49	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
147	457	Crânio	2	49	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
147	458	Crânio	2	49	10	GG-HEL	606,30	100	26,90	0	20,5	187	608,72	22,53903346	43,03903346
150	459	Crânio	1	45	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
150	460	Crânio	1	45	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
150	461	Crânio	1	45	10	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
128	462	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
128	463	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
128	464	Crânio	2	26	7	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
100	465	Crânio	2	17	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	466	Crânio	2	17	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	467	Crânio	2	17	3	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
90	468	Crânio	1	7	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	469	Crânio	1	7	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	470	Crânio	1	7	1	GG-HEL	485,40	100	26,90	0	16	187	487,82	18,04460967	34,04460967
71	471	Crânio	2	7,5	10 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
71	472	Crânio	2	7,5	10 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
71	473	Crânio	2	7,5	10 M	GG-HEL	445,10	100	26,90	0	14,5	187	447,52	16,5464684	31,0464684
100	474	Crânio	1	13	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	475	Crânio	1	13	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	476	Crânio	1	13	3	GG-HEL	1,21	80	0,05	0	17	187	514,62	24,2	41,2
84	477	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
84	478	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
84	479	Crânio	1	13	2	GG-HEL	552,50	100	26,90	0	18,5	187	554,92	20,53903346	39,03903346
95	480	Crânio	1	13	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
95	481	Crânio	1	13	14	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
95	482	Crânio	1	13	14	GG-HEL	552,50	100	26,90	0	18,5	187	554,92	20,53903346	39,03903346
100	483	Crânio	2	16	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	484	Crânio	2	16	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	485	Crânio	2	16	4	GG-HEL	512,20	100	26,90	0	17	187	514,62	19,04089219	36,04089219
154	486	Crânio	2	47	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
154	487	Crânio	2	47	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
154	488	Crânio	2	47	12	GG-HEL	579,40	100	26,90	0	19,5	187	581,82	21,53903346	41,03903346
165	489	Crânio	2	65	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
165	490	Crânio	2	65	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
165	491	Crânio	2	65	13	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
130	492	Crânio	2	30,8	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	493	Crânio	2	30,8	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	494	Crânio	2	30,8	11	GG-HEL	606,30	100	26,90	0	20,5	187	608,72	22,53903346	43,03903346
112	495	Crânio	1	26	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
112	496	Crânio	1	26	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
112	497	Crânio	1	26	6	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
105	498	Crânio	1	15	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	

105	499	Crânio	1	15	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
105	500	Crânio	1	15	7	GG-HEL	606,30	100	26,90	0	20,5	187	608,72	22,53903346	43,03903346
40	501	Crânio	1	3,8	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
40	502	Crânio	1	3,8	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
40	503	Crânio	1	3,8	2 M	GG-HEL	418,20	100	26,90	0	13,5	187	423,04	15,5464684	29,0464684
40	504	Crânio	1	3,8	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
40	505	Crânio	1	3,8	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
162	506	Crânio	2	54	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
162	507	Crânio	2	54	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
162	508	Crânio	2	54	12	GG-HEL	633,10	100	26,90	0	21,5	187	635,52	23,53531599	45,03531599
160	509	Crânio	2	56	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
160	510	Crânio	2	56	12	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
160	511	Crânio	2	56	12	GG-HEL	619,70	100	26,90	0	21	187	622,12	23,03717472	44,03717472
136	512	Crânio	2	35	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
136	513	Crânio	2	35	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
136	514	Crânio	2	35	10	Dualscano	579,40	100	26,90	0	19,5	187	581,82	21,53903346	41,03903346
90	515	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	516	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	517	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	518	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	519	Crânio	1	13	2	GG-HEL	552,50	100	26,90	0	18,5	187	557,34	20,53903346	39,03903346
90	520	Crânio	1	11	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	521	Crânio	1	11	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
90	522	Crânio	1	11	1	GG-HEL	579,40	100	26,90	0	19,5	187	581,82	21,53903346	41,03903346
91	523	Crânio	2	10,58	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
91	524	Crânio	2	10,58	4	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
91	525	Crânio	2	10,58	4	GG-HEL	238,60	100	26,90	0	3,35	187	241,02	8,869888476	12,21988848
130	526	Crânio	2	35	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	527	Crânio	2	35	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	528	Crânio	2	35	7	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
68	529	Crânio	2	9,8	9 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
68	530	Crânio	2	9,8	9 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
68	531	Crânio	2	9,8	9 M	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
110	532	Crânio	2	13,9	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
110	533	Crânio	2	13,9	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
110	534	Crânio	2	13,9	2	GG-HEL	512,20	100	26,90	0	17	187	514,62	19,04089219	36,04089219
138	535	Crânio	1	54	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
138	536	Crânio	1	54	10	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
138	537	Crânio	1	54	10	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
150	538	Crânio	2	52	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
150	539	Crânio	2	52	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
150	540	Crânio	2	52	13	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
170	541	Crânio	2	62	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
170	542	Crânio	2	62	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
170	543	Crânio	2	62	13	GG-HEL	579,40	100	26,90	0	19,5	187	581,82	21,53903346	41,03903346
100	544	Crânio	2	15	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	545	Crânio	2	15	3	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
100	546	Crânio	2	15	3	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187		19,54275093	37,04275093
100	547	Crânio	2	15	3	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	1053,82	19,54275093	37,04275093
50	548	Crânio	1	4,2	4 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	

50	549	Crânio	1	4,2	4 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
50	550	Crânio	1	4,2	4 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	0	15	187	460,92	17,04460967	32,04460967
111	551	Crânio	1	23	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
111	552	Crânio	1	23	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
111	553	Crânio	1	23	7	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
43	554	Crânio	1	3,5	7 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
43	555	Crânio	1	3,5	7 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
43	556	Crânio	1	3,5	7 M	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
57	557	Crânio	2	10,3	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
57	558	Crânio	2	10,3	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
57	559	Crânio	2	10,3	1	GG-HEL	512,20	100	26,90	0	17	187	514,62	19,04089219	36,04089219
160	560	Crânio	2	70	13	GG-HEL	1.526,30	120	53,40	0	26,5	225	1530,02	28,582397	55,082397
58	561	Crânio	2	6	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
58	562	Crânio	2	6	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
58	563	Crânio	2	6	2 M	GG-HEL	423,00	100	26,90	0	13,4	187		15,72490706	29,12490706
58	564	Crânio	2	6	2 M	GG-HEL	418,20	100	26,90	0	13,5	187	843,62	15,5464684	29,0464684
176	565	Crânio	2	54	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
176	566	Crânio	2	54	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
176	567	Crânio	2	54	13	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
140	568	Crânio	2	44	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
140	569	Crânio	2	44	9	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
140	570	Crânio	2	44	9	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
165	571	Crânio	2	90	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
165	572	Crânio	2	90	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
165	573	Crânio	2	90	13	helical	1.179,10	120	53,40	0	20	225	1181,52	22,08052434	42,08052434
82	574	Crânio	2	11,2	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
82	575	Crânio	2	11,2	1	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
82	576	Crânio	2	11,2	1	GG-HEL	485,40	100	26,90	0	16	187	487,82	18,04460967	34,04460967
130	577	Crânio	2	40	7	Dualscano	0,70	80	0,05	0	0	41		14	
130	578	Crânio	2	40	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	579	Crânio	2	40	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	580	Crânio	2	40	7	GG-HEL	606,30	100	26,90	0	20,5	187	609,42	22,53903346	43,03903346
115	581	Crânio	1	30	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72	528,12	24,2	
115	582	Crânio	1	30	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72	528,12	24,2	
115	583	Crânio	1	30	7	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
50	584	Crânio	1	2,76	2 D	Dualscano	0,79	80	0,05	0	0	46		15,8	
50	585	Crânio	1	2,76	2 D	Dualscano	0,79	80	0,05	0	0	46		15,8	
50	586	Crânio	1	2,78	2 D	GG-HEL	148,90	80	10,60	0	12	80	150.48 head	14,04716981	26,04716981
69	587	Crânio	2	5,5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
69	588	Crânio	2	5,5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
69	589	Crânio	2	5,5	2 M	GG-HEL	175,40	80	10,60	0	14,5	150	177,82	16,54716981	31,04716981
152	590	Crânio	1	33,5	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
152	591	Crânio	1	33,5	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
152	592	Crânio	1	33,5	11	GG-HEL	512,20	100	26,90	0	17	187	514,62	19,04089219	36,04089219
56	593	Crânio	2	6	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
56	594	Crânio	2	6	3 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
56	595	Crânio	2	6	3 M	GG-HEL	471,90	100	26,90	0	15,5	187	474,32	17,54275093	33,04275093
115	596	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
115	597	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
115	598	Crânio	2	26	7	GG-HEL	497,00	100	26,90	0	15,95	187	985,62	18,47583643	34,42583643

87	599	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
87	600	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
87	601	Crânio	1	13	2	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
61	602	Crânio	1	5	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
61	603	Crânio	1	5	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
61	604	Crânio	1	5	6 M	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
67	605	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
67	606	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
67	607	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
67	608	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
67	609	Crânio	1	8	8 M	GG-HEL	458,50	100	0,05	0	15	187	460,92	9170	9185
142	610	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	611	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	612	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	613	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	614	Crânio	1	46	13	GG-HEL	552,50	100	26,90	0	18,5	187	554,92	20,53903346	39,03903346
142	615	Crânio	1	46	13	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
58	616	Crânio	2	5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
58	617	Crânio	2	5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
58	618	Crânio	2	5	2 M	GG-HEL	471,90	100	26,90	0	15,5	187	474,32	17,54275093	33,04275093
130	619	Crânio	2	28	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	620	Crânio	2	28	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	621	Crânio	2	28	8	GG-HEL	592,80	100	26,90	0	20	187	595,22	22,03717472	42,03717472
147	622	Crânio	2	30	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
147	623	Crânio	2	30	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
147	624	Crânio	2	30	11	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
158	625	Crânio	2	50	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
158	626	Crânio	2	50	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
158	627	Crânio	2	50	13	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
152	628	Crânio	1	54	13	Dualscano	1,50	80	0,05	0	0	90		30	
152	629	Crânio	1	54	13	Dualscano	1,50	80	0,05	0	0	90		30	
152	630	Crânio	1	54	13	GG-HEL	780,80	100	26,90	0	27	187	783,8	29,0260223	56,0260223
115	631	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
115	632	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
115	633	Crânio	2	26	7	GG-HEL	497,80	100	26,90	0	15,95	187		18,50557621	34,45557621
115	634	Crânio	2	26	7	GG-HEL	485,40	100	26,90	0	16	187	985,62	18,04460967	34,04460967
87	635	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
87	636	Crânio	1	13	2	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
87	637	Crânio	1	13	2	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
61	638	Crânio	1	5	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
61	639	Crânio	1	5	6 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
61	640	Crânio	1	5	6 M	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
67	641	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
67	642	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72	2,42	24,2	
67	643	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
67	644	Crânio	1	8	8 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
67	645	Crânio	1	8	8 M	GG-HEL	458,50	100	26,90	0	15	187	460,92	17,04460967	32,04460967
142	646	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	647	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	648	Crânio	1	46	13	GG-HEL	552,50	100	26,90	0	18,5	187	554,92	20,53903346	39,03903346

142	649	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	650	Crânio	1	46	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
142	651	Crânio	1	46	13	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
58	652	Crânio	2	5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
58	653	Crânio	2	5	2 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
58	654	Crânio	2	5	2 M	Dualscano	471,90	100	26,90	0	15,5	187	474,32	17,54275093	33,04275093
130	655	Crânio	2	28	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	656	Crânio	2	28	8	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
130	657	Crânio	2	28	8	GG-HEL	592,80	100	26,90	0	20	187	595,22	22,03717472	42,03717472
147	658	Crânio	2	30	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
147	659	Crânio	2	30	11	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
147	660	Crânio	2	30	11	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
158	661	Crânio	2	50	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
158	662	Crânio	2	50	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
158	663	Crânio	2	50	13	GG-HEL	566,00	100	26,90	0	19	187	568,42	21,04089219	40,04089219
115	664	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
115	665	Crânio	2	26	7	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
115	666	Crânio	2	26	7	GG-HEL	497,80	100	26,90	0	15,95	187		18,50557621	34,45557621
115	667	Crânio	2	26	7	GG-HEL	485,40	100	26,90	0	16	187	958,62	18,04460967	34,04460967
110	668	Crânio	1	20	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
110	669	Crânio	1	20	6	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
110	670	Crânio	1	20	6	GG-HEL	539,10	100	26,90	0	18	187	541,52	20,04089219	38,04089219
55	671	Crânio	1	5	5 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
55	672	Crânio	1	5	5 M	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
55	673	Crânio	1	5	5 M	Dualscano	471,90	100	26,90	0	15,5	187	474,32	17,54275093	33,04275093
152	674	Crânio	1	39	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	720		24,2	
152	675	Crânio	1	39	13	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	720		24,2	
152	676	Crânio	1	39	13	GG-HEL	525,70	100	26,90	0	17,5	187	528,12	19,54275093	37,04275093
155	677	Crânio	1	56	16	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
155	678	Crânio	1	56	16	Dualscano	1,21	80	0,05	0	0	72		24,2	
155	679	Crânio	1	56	16	GG-HEL	552,50	100	26,90	0	18,5	187	554,92	20,53903346	39,03903346
	680									0,0	0,0			#DIV/0!	
	681									0,0	0,0			#DIV/0!	
	682									0,0	0,0			#DIV/0!	
	683									0,0	0,0			#DIV/0!	
	684									0,0	0,0			#DIV/0!	
	685									0,0	0,0			#DIV/0!	
	686									0,0	0,0			#DIV/0!	
	687									0,0	0,0			#DIV/0!	
	688									0,0	0,0			#DIV/0!	
	689									0,0	0,0			#DIV/0!	
	690									0,0	0,0			#DIV/0!	
	691									0,0	0,0			#DIV/0!	
	692									0,0	0,0			#DIV/0!	
	693									0,0	0,0			#DIV/0!	
	694									0,0	0,0			#DIV/0!	
	695									0,0	0,0			#DIV/0!	
	696									0,0	0,0			#DIV/0!	
	697									0,0	0,0			#DIV/0!	
	698									0,0	0,0			#DIV/0!	

	699								0,0	0,0			#DIV/0!	
	700								0,0	0,0			#DIV/0!	
	701								0,0	0,0			#DIV/0!	
	702								0,0	0,0			#DIV/0!	
	703								0,0	0,0			#DIV/0!	
	704								0,0	0,0			#DIV/0!	
	705								0,0	0,0			#DIV/0!	
	706								0,0	0,0			#DIV/0!	
	707								0,0	0,0				
	708								0,0	0,0				
	709								0,0	0,0				
	710								0,0	0,0				
	711								0,0	0,0				
	712								0,0	0,0				
	713									0,0				
	714									0,0				
	715									0,0				
	716									0,0				
	717									0,0				
	718									0,0				
	719									0,0				
	720									0,0				
	721									0,0				
	722									0,0				

**APÊNDICE B – Dados calculados extraídos do Protótipo para Risco de Vida Atribuível
(LAR) - Casos extras por 100.000 pessoas por órgão e mortalidade**

APÊNDICE C – Teste de normalidade Shapiro-Wilk

Teste de normalidade Shapiro-Wilk

Órgão	Faixa Etária	Sexo	Número de pessoas na amostra	Shapiro_statistic	Shapiro_p_value	Shapiro_normal
Brain	Geral	Geral	237	0.70020743	0.00000000	FALSE
Pituitary gland	Geral	Geral	237	0.70168610	0.00000000	FALSE
Lens	Geral	Geral	237	0.60128686	0.00000000	FALSE
Eye balls	Geral	Geral	237	0.59218837	0.00000000	FALSE
Salivary glands	Geral	Geral	237	0.91871522	0.00000000	FALSE
Oral cavity	Geral	Geral	237	0.86393566	0.00000000	FALSE
Spinal cord	Geral	Geral	237	0.76883672	0.00000000	FALSE
Thyroid	Geral	Geral	237	0.57519273	0.00000000	FALSE
Esophagus	Geral	Geral	237	0.83269209	0.00000000	FALSE
Trachea	Geral	Geral	237	0.69806605	0.00000000	FALSE
Thymus	Geral	Geral	237	0.50937108	0.00000000	FALSE
Lungs	Geral	Geral	237	0.68714848	0.00000000	FALSE
Breast	Geral	Geral	237	0.93962783	0.00000003	FALSE
Heart wall	Geral	Geral	237	0.84271027	0.00000000	FALSE
Stomach wall	Geral	Geral	237	0.93494664	0.00000001	FALSE
Liver	Geral	Geral	237	0.93852543	0.00000002	FALSE
Gall bladder	Geral	Geral	237	0.94191551	0.00000004	FALSE
Adrenals	Geral	Geral	237	0.92698834	0.00000000	FALSE
Spleen	Geral	Geral	237	0.93913514	0.00000002	FALSE
Pancreas	Geral	Geral	237	0.92792793	0.00000000	FALSE
Kidney	Geral	Geral	237	0.93677525	0.00000001	FALSE
Small	Geral	Geral	237	0.91	0.00	FALSE

Órgão	Faixa Etária	Sexo	Número de pessoas na amostra	Shapiro_statistic	Shapiro_p_value	Shapiro_normal
intestine						
Colon	Geral	Geral	237	0.92	0.00	FALSE
Rectosigmoid	Geral	Geral	237	0.88	0.00	FALSE
Urinary bladder	Geral	Geral	237	0.81	0.00	FALSE
Prostate	Geral	Geral	237	0.59	0.00	FALSE
Uterus	Geral	Geral	237	0.578	0.00	FALSE
Testes	Geral	Geral	237	0.57	0.00	FALSE
Ovaries	Geral	Geral	237	0.59	0.00	FALSE
Skin	Geral	Geral	237	0.96	0.00	FALSE
Muscle	Geral	Geral	237	0.88	0.00	FALSE
Active marrow	Geral	Geral	237	0.91	0.00	FALSE
Shallow marrow	Geral	Geral	237	0.93	0.00	FALSE
Effective dose(mSv)	Geral	Geral	237	0.98	0.00	FALSE
Effective dose(mSv).	Geral	Geral	237	0.98	0.00	FALSE

Fonte: A autora (2026).

APÊNDICE D – Dose em órgão (mGy) calculados no NCICT[®] separada por faixa etária e sexo

Dose em órgão (mGy) calculados no NCICT® separada por faixa etária e sexo

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
Cérebro	0-5	1	20,07	21,96	0,00	23,00	20,54	21,96	22,73
		2	21,09	21,97	1,25	22,83	21,73	21,97	22,56
	05-10	1	21,22	21,30	19,05	22,11	20,68	21,30	21,97
		2	20,67	20,93	15,20	22,40	20,31	20,93	21,28
	10-15	1	21,39	19,23	18,37	40,05	18,90	19,23	20,30
		2	21,71	19,40	14,37	38,84	18,05	19,40	21,40
Glândula pituitária	0-5	1	17,28	18,87	0,00	20,95	17,93	18,87	19,66
		2	18,21	19,16	0,51	20,88	18,62	19,16	19,70
	05-10	1	19,16	19,12	17,48	20,08	18,71	19,12	19,88
		2	18,59	18,82	12,90	20,10	18,28	18,82	18,99
	10-15	1	19,17	17,65	15,87	35,62	17,33	17,65	17,98
		2	18,36	16,67	11,55	33,42	14,72	16,67	18,97
Cristalino	0-5	1	23,54	26,26	0,00	27,84	24,93	26,26	26,85
		2	24,76	26,21	0,10	27,80	26,04	26,21	26,62
	05-10	1	25,61	26,00	23,65	26,87	25,55	26,00	26,09
		2	25,13	25,80	19,20	26,79	24,84	25,80	26,10
	10-15	1	26,20	24,03	23,27	48,82	23,65	24,03	24,38
		2	27,60	24,58	18,81	50,37	23,16	24,58	25,74
Globos oculares	0-5	1	22,39	25,17	0,00	25,90	23,67	25,17	25,67
		2	23,60	25,14	0,14	25,74	24,76	25,14	25,55
	05-10	1	24,38	24,28	22,98	25,31	24,17	24,28	24,84
		2	23,76	24,11	16,82	25,33	23,79	24,11	24,66

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
	10-15	1	25,13	23,51	21,02	45,18	22,84	23,51	23,94
		2	26,40	23,46	17,49	47,90	22,19	23,46	24,41
Glândulas salivares	0-5	1	15,93	20,08	0,00	25,31	8,20	20,08	22,96
		2	18,20	23,35	0,07	26,16	13,86	23,35	25,03
	05-10	1	21,72	23,00	14,59	25,93	21,16	23,00	24,63
		2	20,08	23,84	0,96	27,90	16,79	23,84	25,52
	10-15	1	17,54	14,68	8,77	40,49	11,21	14,68	19,51
		2	20,56	20,03	9,09	45,76	15,98	20,03	22,11
Cavidade oral	0-5	1	15,82	19,31	0,00	22,40	15,53	19,31	20,99
		2	17,93	20,93	0,07	23,11	17,18	20,93	21,79
	05-10	1	18,99	19,74	9,05	21,62	18,57	19,74	20,55
		2	17,92	20,14	1,28	23,40	17,64	20,14	20,96
	10-15	1	15,93	14,47	5,80	38,35	9,13	14,47	16,53
		2	15,96	14,62	4,35	45,27	12,04	14,62	16,65
Medula espinhal	0-5	1	1,98	2,05	0,00	4,88	1,14	2,05	3,02
		2	2,15	1,98	0,03	4,98	1,14	1,98	3,02
	05-10	1	2,08	2,14	0,87	4,67	1,51	2,14	2,42
		2	1,91	1,94	0,21	8,90	0,95	1,94	2,32
	10-15	1	2,65	1,96	0,52	13,22	1,06	1,96	2,83
		2	3,23	3,20	0,51	15,05	1,83	3,20	3,73
Tireoide	0-5	1	4,21	3,27	0,00	24,25	1,67	3,27	4,65
		2	4,93	3,43	0,04	23,25	2,23	3,43	4,66
	05-10	1	5,15	3,23	0,94	23,09	2,90	3,23	5,77
		2	5,41	4,09	0,42	31,50	1,99	4,09	5,67

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
	10-15	1	5,34	1,32	0,71	49,22	0,93	1,32	1,84
		2	2,97	1,31	0,44	28,10	1,02	1,31	1,65
Esôfago	0-5	1	2,27	1,58	0,00	6,03	0,91	1,58	3,74
		2	2,67	1,64	0,03	9,69	1,35	1,64	4,08
	05-10	1	1,91	1,42	0,30	5,83	1,04	1,42	2,64
		2	1,89	1,53	0,24	7,60	0,76	1,53	2,48
	10-15	1	1,39	0,34	0,21	8,79	0,27	0,34	0,63
		2	0,91	0,43	0,13	8,90	0,32	0,43	0,51
Traquéia	0-5	1	2,50	2,08	0,00	6,30	1,21	2,08	3,34
		2	2,99	2,07	0,04	17,03	1,83	2,07	3,52
	05-10	1	2,08	1,83	0,48	4,65	1,48	1,83	2,50
		2	2,49	2,05	0,31	13,70	1,10	2,05	2,43
	10-15	1	1,91	0,64	0,37	13,47	0,45	0,64	0,99
		2	1,41	0,70	0,27	16,40	0,59	0,70	0,81
Timo	0-5	1	1,19	1,13	0,00	2,37	0,60	1,13	1,72
		2	1,35	1,13	0,03	4,07	1,00	1,13	1,76
	05-10	1	1,13	1,08	0,43	2,18	0,86	1,08	1,35
		2	1,41	1,12	0,21	11,30	0,67	1,12	1,25
	10-15	1	1,24	0,47	0,32	10,16	0,40	0,47	0,58
		2	0,98	0,48	0,17	13,70	0,41	0,48	0,56
Pulmões	0-5	1	0,81	0,77	0,00	1,83	0,41	0,77	1,20
		2	0,90	0,86	0,04	1,99	0,62	0,86	1,19

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
	05-10	1	0,84	0,85	0,25	1,73	0,71	0,85	0,92
		2	0,86	0,71	0,25	5,10	0,51	0,71	0,82
	10-15	1	0,55	0,27	0,19	2,75	0,22	0,27	0,41
		2	0,53	0,28	0,13	6,60	0,25	0,28	0,35
Mama	0-5	1	0,24	0,23	0,00	0,52	0,16	0,23	0,33
		2	0,32	0,32	0,01	0,69	0,23	0,32	0,41
	05-10	1	0,18	0,17	0,08	0,37	0,16	0,17	0,20
		2	0,20	0,18	0,07	0,50	0,14	0,18	0,23
	10-15	1	0,13	0,08	0,06	0,44	0,07	0,08	0,09
		2	0,11	0,09	0,03	0,90	0,06	0,09	0,10
Parede do coração	0-5	1	0,48	0,49	0,00	0,96	0,29	0,49	0,66
		2	0,53	0,45	0,02	1,37	0,36	0,45	0,70
	05-10	1	0,40	0,41	0,13	0,73	0,34	0,41	0,45
		2	0,39	0,36	0,11	1,70	0,24	0,36	0,40
	10-15	1	0,28	0,14	0,10	1,23	0,11	0,14	0,20
		2	0,24	0,14	0,06	2,70	0,10	0,14	0,17
Parede do estômago	0-5	1	0,14	0,15	0,00	0,28	0,08	0,15	0,19
		2	0,16	0,15	0,01	0,38	0,10	0,15	0,21
	05-10	1	0,10	0,10	0,02	0,20	0,08	0,10	0,12
		2	0,09	0,08	0,04	0,20	0,06	0,08	0,09
	10-15	1	0,06	0,02	0,02	0,28	0,02	0,02	0,04
		2	0,04	0,02	0,00	0,40	0,02	0,02	0,03
Fígado	0-5	1	0,17	0,17	0,00	0,30	0,11	0,17	0,23

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
	05-10	2	0,18	0,17	0,01	0,41	0,12	0,17	0,24
		1	0,14	0,14	0,03	0,26	0,12	0,14	0,15
	10-15	2	0,12	0,11	0,05	0,40	0,09	0,11	0,12
		1	0,08	0,04	0,03	0,30	0,03	0,04	0,07
		2	0,05	0,03	0,00	0,60	0,02	0,03	0,04
Vesícula biliar	0-5	1	0,08	0,09	0,00	0,16	0,06	0,09	0,12
		2	0,09	0,09	0,01	0,22	0,07	0,09	0,12
	05-10	1	0,07	0,07	0,02	0,12	0,06	0,07	0,08
		2	0,06	0,06	0,00	0,20	0,05	0,06	0,07
	10-15	1	0,04	0,02	0,01	0,16	0,02	0,02	0,04
		2	0,03	0,02	0,00	0,30	0,01	0,02	0,02
Adrenais	0-5	1	0,18	0,19	0,00	0,37	0,10	0,19	0,24
		2	0,20	0,19	0,01	0,53	0,13	0,19	0,27
	05-10	1	0,12	0,12	0,02	0,26	0,09	0,12	0,15
		2	0,11	0,09	0,05	0,30	0,08	0,09	0,10
	10-15	1	0,07	0,03	0,02	0,37	0,02	0,03	0,05
		2	0,05	0,03	0,00	0,50	0,02	0,03	0,04
Baço	0-5	1	0,19	0,20	0,00	0,38	0,13	0,20	0,27
		2	0,22	0,22	0,01	0,53	0,15	0,22	0,29
	05-10	1	0,14	0,13	0,03	0,29	0,11	0,13	0,15
		2	0,12	0,11	0,06	0,30	0,08	0,11	0,12
	10-15	1	0,08	0,03	0,02	0,37	0,03	0,03	0,06
		2	0,05	0,03	0,00	0,50	0,03	0,03	0,04

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
Pâncreas	0-5	1	0,08	0,09	0,00	0,14	0,05	0,09	0,11
		2	0,09	0,08	0,01	0,19	0,06	0,08	0,11
	05-10	1	0,06	0,06	0,01	0,11	0,05	0,06	0,07
		2	0,05	0,05	0,00	0,10	0,04	0,05	0,05
	10-15	1	0,03	0,01	0,01	0,14	0,01	0,01	0,03
		2	0,02	0,01	0,00	0,30	0,01	0,01	0,02
Rim	0-5	1	0,11	0,12	0,00	0,21	0,07	0,12	0,15
		2	0,12	0,12	0,01	0,29	0,08	0,12	0,15
	05-10	1	0,07	0,07	0,02	0,16	0,06	0,07	0,08
		2	0,07	0,06	0,03	0,20	0,05	0,06	0,07
	10-15	1	0,04	0,02	0,02	0,20	0,02	0,02	0,04
		2	0,03	0,02	0,00	0,20	0,01	0,02	0,03
Intestino delgado	0-5	1	0,03	0,04	0,00	0,06	0,02	0,04	0,04
		2	0,03	0,04	0,00	0,08	0,02	0,04	0,04
	05-10	1	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02
		2	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02
	10-15	1	0,01	0,01	0,00	0,06	0,01	0,01	0,01
		2	0,01	0,01	0,00	0,10	0,00	0,01	0,01
Cólon	0-5	1	0,03	0,04	0,00	0,06	0,02	0,04	0,05
		2	0,04	0,04	0,00	0,08	0,02	0,04	0,04
	05-10	1	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,03
		2	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02
	10-15	1	0,01	0,01	0,00	0,06	0,01	0,01	0,01
		2	0,01	0,01	0,00	0,10	0,00	0,01	0,01

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
Testículos	0-5	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01
	05-10	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	10-15	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ovários	0-5	1	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02
		2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	05-10	1	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01
		2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10-15	1	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
		2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pele	0-5	1	3,85	3,91	0,00	6,21	3,10	3,91	5,06
		2	4,39	4,32	0,63	7,14	3,51	4,32	5,47
	05-10	1	3,09	3,00	2,00	4,33	2,68	3,00	3,49
		2	2,84	2,86	1,87	4,04	2,60	2,86	3,06
	10-15	1	2,60	2,15	1,83	5,44	1,89	2,15	2,52
		2	2,47	2,24	1,78	4,79	1,91	2,24	2,71
Músculo	0-5	1	0,12	0,10	0,00	0,24	0,08	0,10	0,18
		2	0,14	0,11	0,01	0,32	0,08	0,11	0,20
	05-10	1	0,07	0,07	0,05	0,10	0,05	0,07	0,08
		2	0,06	0,05	0,00	0,10	0,05	0,05	0,08
	10-15	1	0,06	0,04	0,01	0,24	0,04	0,04	0,06
		2	0,04	0,02	0,00	0,30	0,02	0,02	0,03

Órgão	Faixa Etária	1-Feminino 2-Masculino	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo(mGy)	Máximo (mGy)	Percentis		
							25th	50th	75th
Medula ativa	0-5	1	6,71	7,89	0,00	9,39	4,97	7,89	8,32
		2	7,30	8,05	1,30	9,90	7,23	8,05	8,61
	05-10	1	5,65	4,52	2,14	8,08	4,35	4,52	7,25
		2	4,92	4,35	3,50	7,52	4,09	4,35	5,90
	10-15	1	3,49	2,25	1,97	9,39	2,14	2,25	3,79
		2	3,26	2,76	1,85	6,69	2,59	2,76	4,01
Medula superficial	0-5	1	5,91	6,76	0,00	8,00	4,79	6,76	7,39
		2	6,39	6,96	1,14	8,25	5,96	6,96	7,48
	05-10	1	5,60	4,94	2,95	7,69	4,74	4,94	6,64
		2	5,04	4,75	4,02	7,05	4,35	4,75	5,71
	10-15	1	4,06	3,09	2,72	7,71	2,95	3,09	4,06
		2	4,02	3,50	2,37	8,05	3,28	3,50	4,84

Fonte: A autora (2026)

APÊNDICE E – Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI[®] por faixa etária

Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária							Shapiro-Wilk		Percentis		
Órgão	Faixa Etária	N	Média (mGy)	Mediana (mGy)	Mínimo (mGy)	Máximo (mGy)	W	p	25th	50th	75th
Tireoide Dose(mGy)	0	34	0,4	0,57	0,01	0,57	0,72	<,001	0,17	0,57	0,57
	1	87	0,24	0,24	0,01	0,57	0,61	<,001	0,24	0,24	0,24
	5	61	0,17	0,15	0,01	0,57	0,6	<,001	0,15	0,15	0,15
	10	51	0,16	0,11	0,01	0,57	0,7	<,001	0,11	0,11	0,23
	15	4	0,03	0,03	0,01	0,05	0,73	0,024	0,01	0,03	0,05
Cristalino Dose(mGy)	0	34	5,77	6,58	0,01	6,58	0,53	<,001	5,35	6,58	6,58
	1	87	5,46	5,65	0,01	6,58	0,39	<,001	5,65	5,65	5,66
	5	61	5,38	5,35	0,01	15,29	0,45	<,001	5,35	5,35	5,35
	10	51	5,48	5,09	0,01	11,22	0,72	<,001	5,09	5,09	5,65
	15	4	2,06	1,49	0,01	5,27	0,86	0,273	0,01	1,49	3,54
Cérebro Dose(mGy)	0	34	6,06	7,12	0,01	7,12	0,62	<,001	5,22	7,12	7,12
	1	87	5,57	5,81	0,01	7,12	0,5	<,001	5,8	5,81	5,81
	5	61	5,18	5,06	0,01	14,46	0,52	<,001	5,06	5,06	5,06
	10	51	5,34	4,87	0,01	10,81	0,76	<,001	4,86	4,87	5,8
	15	4	1,81	1,33	0,01	4,55	0,86	0,268	0,01	1,33	3,13
Medula ativa Dose(mGy)	0	34	1,57	1,82	0,01	1,88	0,59	<,001	1,47	1,82	1,82
	1	87	1,72	1,88	0,01	1,88	0,47	<,001	1,85	1,88	1,88
	5	61	1,46	1,47	0,01	4,21	0,61	<,001	1,47	1,47	1,47
	10	51	1,03	0,75	0,01	1,88	0,81	<,001	0,75	0,75	1,47
	15	4	0,17	0,14	0,01	0,4	0,85	0,224	0,01	0,14	0,3
Gônada	0	34	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01

Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária							Shapiro-Wilk		Percentis		
Dose(mGy)	1	87	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Próstata / útero Dose(mGy)	0	34	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Bexiga urinária Dose(mGy)	0	34	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Cólon Dose(mGy)	0	34	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Intestino delgado Dose(mGy)	0	34	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01

Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária							Shapiro-Wilk		Percentis		
Rim Dose(mGy)	0	34	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Pâncreas Dose(mGy)	0	34	0,01	0,01	0,01	0,02	0,61	<,001	0,01	0,01	0,02
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,02	0,21	<,001	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,02	0,17	<,001	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,02	0,12	<,001	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Vesícula biliar Dose(mGy)	0	34	0,02	0,02	0,01	0,02	0,63	<,001	0,01	0,02	0,02
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,02	0,25	<,001	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,02	0,17	<,001	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,02	0,25	<,001	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Estômago Dose(mGy)	0	34	0,02	0,02	0,01	0,02	0,62	<,001	0,01	0,02	0,02
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,02	0,3	<,001	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,02	0,22	<,001	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,02	0,25	<,001	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Baço Dose(mGy)	0	34	0,02	0,03	0,01	0,03	0,69	<,001	0,01	0,03	0,03
	1	87	0,02	0,02	0,01	0,03	0,63	<,001	0,02	0,02	0,02
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,03	0,49	<,001	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,03	0,48	<,001	0,01	0,01	0,01

Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária							Shapiro-Wilk		Percentis		
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Adrenais Dose(mGy)	0	34	0,02	0,02	0,01	0,02	0,57	<,001	0,01	0,02	0,02
	1	87	0,02	0,02	0,01	0,02	0,46	<,001	0,02	0,02	0,02
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,02	0,47	<,001	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,02	0,46	<,001	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Fígado Dose(mGy)	0	34	0,02	0,03	0,01	0,03	0,62	<,001	0,01	0,03	0,03
	1	87	0,01	0,01	0,01	0,03	0,3	<,001	0,01	0,01	0,01
	5	61	0,01	0,01	0,01	0,03	0,22	<,001	0,01	0,01	0,01
	10	51	0,01	0,01	0,01	0,03	0,25	<,001	0,01	0,01	0,01
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Coração Dose(mGy)	0	34	0,06	0,09	0,01	0,09	0,7	<,001	0,03	0,09	0,09
	1	87	0,04	0,04	0,01	0,09	0,65	<,001	0,04	0,04	0,04
	5	61	0,02	0,02	0,01	0,09	0,58	<,001	0,02	0,02	0,02
	10	51	0,02	0,01	0,01	0,09	0,6	<,001	0,01	0,01	0,03
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Pulmões Dose(mGy)	0	34	0,07	0,1	0,01	0,1	0,73	<,001	0,04	0,1	0,1
	1	87	0,05	0,05	0,01	0,1	0,79	<,001	0,05	0,05	0,06
	5	61	0,04	0,04	0,01	0,13	0,67	<,001	0,04	0,04	0,04
	10	51	0,03	0,02	0,01	0,1	0,74	<,001	0,02	0,02	0,05
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Seios Dose(mGy)	0	34	0,04	0,06	0,01	0,06	0,68	<,001	0,02	0,06	0,06
	1	87	0,02	0,02	0,01	0,06	0,4	<,001	0,02	0,02	0,02
	5	61	0,02	0,02	0,01	0,06	0,42	<,001	0,02	0,02	0,02

Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária							Shapiro-Wilk		Percentis		
	10	51	0,02	0,01	0,01	0,06	0,5	<,001	0,01	0,01	0,02
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Esôfago Dose(mGy)	0	34	0,12	0,15	0,01	0,16	0,67	<,001	0,07	0,15	0,15
	1	87	0,14	0,16	0,01	0,25	0,6	<,001	0,16	0,16	0,16
	5	61	0,07	0,06	0,01	0,17	0,66	<,001	0,06	0,06	0,06
	10	51	0,06	0,04	0,01	0,16	0,73	<,001	0,04	0,04	0,08
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,01	NaN	NaN	0,01	0,01	0,01
Timo Dose(mGy)	0	34	0,13	0,18	0,01	0,18	0,71	<,001	0,06	0,18	0,18
	1	87	0,09	0,1	0,01	0,18	0,7	<,001	0,1	0,1	0,1
	5	61	0,05	0,04	0,01	0,18	0,63	<,001	0,04	0,04	0,04
	10	51	0,05	0,03	0,01	0,18	0,7	<,001	0,03	0,03	0,07
	15	4	0,01	0,01	0,01	0,02	0,73	0,024	0,01	0,01	0,02
Glândulas salivares Dose(mGy)	0	34	0,62	0,76	0,01	0,79	0,76	<,001	0,47	0,76	0,79
	1	87	0,56	0,56	0,01	1,62	0,53	<,001	0,54	0,56	0,56
	5	61	0,45	0,44	0,01	1,2	0,67	<,001	0,42	0,44	0,44
	10	51	0,42	0,35	0,01	0,84	0,84	<,001	0,34	0,35	0,55
	15	4	0,21	0,17	0,01	0,51	0,86	0,252	0,01	0,17	0,37
Cavidade oral Dose(mGy)	0	34	0,72	0,81	0,01	0,85	0,64	<,001	0,64	0,81	0,85
	1	87	0,79	0,8	0,01	2,63	0,39	<,001	0,77	0,8	0,8
	5	61	0,64	0,63	0,01	1,72	0,63	<,001	0,6	0,63	0,63
	10	51	0,61	0,53	0,01	1,26	0,84	<,001	0,51	0,53	0,79
	15	4	0,17	0,15	0,01	0,36	0,81	0,123	0,01	0,15	0,31
Fora do tórax Dose(mGy)	0	34	1,74	1,92	0,01	1,99	0,56	<,001	1,7	1,92	1,99
	1	87	1,68	1,7	0,01	2,11	0,53	<,001	1,64	1,7	1,7

Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária							Shapiro-Wilk		Percentis		
	5	61	1,83	1,96	0,01	5,4	0,53	<,001	1,89	1,96	1,96
	10	51	1,49	1,32	0,01	3	0,83	<,001	1,27	1,32	1,7
	15	4	0,48	0,45	0,01	1,02	0,79	0,082	0,01	0,45	0,92
Linfadeno Dose(mGy)	0	34	0,4	0,5	0,01	0,51	0,72	<,001	0,27	0,5	0,51
	1	87	0,37	0,41	0,01	0,51	0,61	<,001	0,41	0,41	0,41
	5	61	0,25	0,22	0,01	0,63	0,73	<,001	0,22	0,22	0,22
	10	51	0,2	0,14	0,01	0,51	0,82	<,001	0,13	0,14	0,26
	15	4	0,04	0,03	0,01	0,08	0,84	0,189	0,01	0,03	0,07
Músculo Dose(mGy)	0	34	0,44	0,52	0,01	0,65	0,77	<,001	0,29	0,52	0,52
	1	87	0,56	0,64	0,01	0,65	0,56	<,001	0,64	0,64	0,65
	5	61	0,3	0,25	0,01	0,73	0,69	<,001	0,25	0,25	0,25
	10	51	0,24	0,14	0,01	0,65	0,74	<,001	0,14	0,14	0,27
	15	4	0,04	0,04	0,01	0,08	0,79	0,084	0,01	0,04	0,07
Pele Dose Dose(mGy)	0	34	0,85	1,09	0,01	1,1	0,74	<,001	0,56	1,09	1,09
	1	87	0,73	0,78	0,01	1,1	0,68	<,001	0,78	0,78	0,79
	5	61	0,53	0,49	0,01	1,39	0,73	<,001	0,49	0,49	0,49
	10	51	0,45	0,33	0,01	1,1	0,83	<,001	0,33	0,33	0,62
	15	4	0,1	0,08	0,01	0,23	0,86	0,243	0,01	0,08	0,17
Osso Dose(mGy)	0	34	2,28	3,06	0,01	3,06	0,74	<,001	1,37	3,06	3,06
	1	87	1,54	1,56	0,01	3,06	0,59	<,001	1,56	1,56	1,56
	5	61	1,34	1,3	0,01	3,71	0,61	<,001	1,3	1,3	1,3
	10	51	1,09	0,8	0,01	3,06	0,79	<,001	0,8	0,8	1,52
	15	4	0,24	0,19	0,01	0,56	0,85	0,232	0,01	0,19	0,42
Dose efetiva	0	34	0,36	0,43	0,01	0,43	0,67	<,001	0,31	0,43	0,43

Dose em órgão (mGy) calculados no WAZA-ARI® por faixa etária							Shapiro-Wilk		Percentis		
mSv (ICRP103)	1	87	0,35	0,38	0,01	0,43	0,57	<,001	0,37	0,38	0,38
	5	61	0,3	0,3	0,01	0,84	0,65	<,001	0,29	0,3	0,3
	10	51	0,24	0,18	0,01	0,43	0,82	<,001	0,18	0,18	0,36
	15	4	0,06	0,05	0,01	0,12	0,83	0,179	0,01	0,05	0,1
Dose efetiva mSv (ICRP 60)	0	34	0,3	0,36	0,01	0,36	0,67	<,001	0,25	0,36	0,36
	1	87	0,3	0,32	0,01	0,36	0,55	<,001	0,32	0,32	0,32
	5	61	0,24	0,24	0,01	0,69	0,66	<,001	0,24	0,24	0,24
	10	51	0,19	0,14	0,01	0,36	0,82	<,001	0,14	0,14	0,27
	15	4	0,04	0,03	0,01	0,09	0,86	0,25	0,01	0,03	0,07

Fonte:A autora (2026).

**ANEXO A – TAXAS DE INCIDÊNCIA E MORTALIDADE POR FAIXA ETÁRIA,
SEXO E CID (INCA)**

Taxa Mortalidade Masculina

Cid	FAIXA ETÁRIA																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
C22 - Fígado E Vías Biliares Intra-Hepáticas	1,7 7	2,6 7	1,2 8	1,0 9	0,4 8	0,8 4	0,7 2	0,2 4	0,5 9	0,4 1	0,5 7	0,6 8	0,5 0,5	0,4 4	0,5 4	0,3 8	0,8 0,8	0,8 1	1,0 1	1,0 7
C40 - Ossos E Articulações Dos Membros	0,0 6	0,2 4	0,1 2	0 0	0,0 6	0,0 6	0,2 4	0,4 7	0,4 1	0,7 0,7	0,8 6	0,6 2	1,1 7	1,5 9	1,7 9	2,7 5	3,4 8	3,6 3,2	3,6 2	2,7 2
C41 - Ossos E Articulações De Outras Localizações	0,3 7	0,4 3	0,4 9	0,6 1	0,3 0,3	0,7 2	0,7 2	0,9 5	1,5 3	1,8 1,8	1,4 9	3,0 5	2,8 4	4,0 1	3,6 4	3,8 8	6,5 3	5,7 6	6,6 6,6	7,3 5
C49 - Tecido Conjuntivo E Outros Tecidos Moles	1,0 4	1,0 3	1,2 1	2,2 4	1,8 1	1,8 1,8	1,2 5	1,1 9	1,4 7	1,0 4	1,1 4	1,0 7	1,5 1,5	1,1 5	1,4 7	2,4 2	2,4 1	2,9 9	2,8 2	3,5 2
C64 - Rim	2,0 1	1,5 8	1,5 2	1,5 8	2,2 9	2,1 6	1,1 9	1,3 6	0,7 6	0,6 4	0,6 9	0,6 2	0,4 5	0,6 0,6	0,5 5	0,5 9	0,7 0,7	0,6 4	0,4 8	0,5 3
C71 - Encéfalo	7,8	9,3	10,02	9,9 4	11,76	10,2	10,12	10,85	8,4 5	8,6 5	8,3 8,3	6,6 6,6	9,1 3	7,8 7,8	8,3 7	7,7 6	7,4 4	8,0 5	7,1 3	8,5 3
C72 - Medula Espinhal E Outras Partes S.N.C.	2,2 5	2,4 3	1,8 8	1,8 8	2,8 9	2,1 6	1,9 1	1,8 4	1,7 1,7	1,2 8	1,6 6	1,4 7	1,7 3	0,9 3	1,3 6	1,2 4	1,1 2	1,2 8	1,2 2	0,8 0,8
C74 - Glândula Supra-Renal	2,3 1	4,5 6	6,6 8	5,5 2	4,7 6	4,9 2	2,9 3	2,4 3	1,6 4	1,6 2	0,9 7	0,9 0,9	0,5 6	0,5 0,6	0,5 4	0,0 5	0,5 9	0,2 7	0,6 4	0,2 7
C76 - Outras Localizações Mal Definidas	2,0 1	1,5 8	0,7 9	1,1 5	0,7 8	0,8 4	0,3 0,3	0,4 1	0,8 8	0,4 6	0,4 6	0,4 5	0,4 5	0,8 8	1,0 3	0,8 6	0,6 4	1,0 1	1,3 8	0,8 5
C80 - Localização Primária Desconhecida	1,1 6	0,7 3	1,0 3	0,8 5	0,9 0,9	0,5 4	0,8 4	0,7 7	0,4 7	0,8 1	0,6 9	0,7 3	0,7 8	0,7 1	1,4 1	2,1 6	2,0 4	1,4 9	2,4 5	3,0 4

Taxa Mortalidade Feminina

Cid	FAIXA ETÁRIA																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
C22 - Fígado E Vias Biliares Intra-Hepáticas	1,5 3	1,3 4	1,2 7	1,2 1	0,7 6	0,5 7	0,3 1	0,1 9	0,1 2		0,2 4	0,6 5		0,2 3	0,2 8	0,6 1	0,5 5	0,7 6	0,9 2	1,0 2
C40 - Ossos E Articulações Dos Membros	0,0 6				0,1 9	0,1 3	0,3 8		0,3 1	0,7 3	1,2 5	1,3 5	1,7 3	1,5 4	1,9 6	2,2 7	1,5 4	1,1 4	1,1 3	1,0 2
C41 - Ossos E Articulações De Outras Localizações	0,8 3	0,5 1	0,6 4	0,5 7	1,1 4	0,6 3	0,6 3	0,9 9	1,6 6	2,0 6	2,2 1	2,0 6	3,1 2	3,1 9	3,7 6	4,0 5	4,6 6	3,2 6	3,6 7	2,5 8
C49 - Tecido Conjuntivo E Outros Tecidos Moles	0,8 3	1,1 5	1,2 7	1,3 3	1,9 6	1,1 9	1,4 4	0,9 3	0,8 6	1,1 5	1,7 9	1,7 6	1,3 3	1,5 4	2,0 8	1,8 3	1,8 1	2,3 4	2,5 9	1,7 2
C56 - Ovário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4 7	0,9 3	1,0 3	1,2 3		1,5 4	1,9 6	2,2 1	2,2 6
C64 - Rim	1,5 3	1,6 6	2,3 6	1,9 1	3,0 3	2,5 2		2,3 6		1,1 5	0,6 6	0,7 6	0,8 7	0,4 6	0,3 4	0,4 4	0,5 5	1,0 3	0,6 5	0,3 8
C71 - Encéfalo	8,1 1	9,4 3	9,0 4	9,3 4	9,5 4	11, 32	11, 58	9,6 3	8,4 2	7,5 8	6,8 7	7,1 7	7,5 2	6,7 2			5,6 5	5,7 6	5,0 2	5,7 5
C72 - Medula Espinhal E Outras Partes S.N.C.	2,6 2	2,9 9	1,6 5	2,1 6	2,5 3	2,0 1		2,3 2	1,6 1,6	2	0,8 4	1,5 9	1,6 2	1,5 9	0,8 4	1,0 5		0,8 7	0,8 1	0,7 5
C74 - Glândula Supra-Renal	2,5 5		4,4 6	3,4 3	4,1 1	3,9 6	2,9 4	2,0 5	1,8 4	1,5 8		0,8 0,9	0,7 2	0,5 5	0,5 7	0,3 6	0,3 9	0,5 8	0,5 4	0,3 2
C76 - Outras Localizações Mal Definidas	1,4 7	1,4 7	0,8 3	0,9 5	0,6 3	0,6 9	0,6 9	0,8 7	0,1 8	0,4 9		0,5 0,6	0,5 9	0,9 8	0,7 1	0,6 1		0,9 1,1		1,0 0,7
C80 - Localização Primária Desconhecida	1,0 9	1,0 2	0,9 5	1,2 7	0,5 7	0,6 9	0,6 3		0,4 0,5	0,4 3	0,8 9	0,4 4	0,8 7	0,9 1	1,1 8	1,2 2	1,8 6		1,0 1,9	1,7 3

Taxa De Incidência Masculina

Cid	FAIXA ETÁRIA																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
C22 - Fígado E Vias Biliares Intra-Hepaticas	1,3 4	1,0 3	0,5 5	0,2 4	0,1 8	0,2 4	0,3 0	0,2 4	0,2 3	0,2 9	0,0 6	0,0 6	0,1 7	0,1 1	0,1 6	0,0 5	0,2 7	0,1 1	0,1 1	0,2 7
C40 - Ossos E Articulações Dos Membros	0,1 8	0,1 8	0,1 2	0,1 8	0,2 4	0,4 8	0,3 0	0,5 9	0,7 0	0,9 9	0,9 2	1,5 8	1,5 0	1,9 8	1,6 3	2,7 5	2,7 9	2,4 5	2,6 6	1,2 8
C41 - Ossos E Articulações De Outras Localizações	0,3 0	0,3 6	0,1 8	0,2 4	0,4 8	0,4 2	0,3 0	0,2 4	0,4 7	0,4 1	0,5 7	1,1 8	0,3 3	1,1 0	0,6 0	1,1 3	1,5 0	0,8 5	0,7 5	1,0 1
C49 - Tecido Conjuntivo E Outros Tecidos Moles	1,4 6	0,7 9	0,6 1	0,7 9	1,3 9	1,0 2	0,5 4	0,8 3	0,7 6	0,8 7	0,4 6	0,5 6	0,7 2	0,6 6	1,2 0	0,7 0	1,1 8	0,8 5	0,9 1	0,8 5
C64 - Rim	1,7 7	3,1 0	2,4 3	2,1 2	1,5 7	1,0 2	0,3 6	0,3 6	0,1 8	0,1 2	0,4 6	0,2 8	0,2 2	0,1 6	0,1 6	0,1 6	0,1 1	0,1 6	0,2 1	0,2 7
C71 - Encéfalo	2,5 0	3,7 1	3,7 6	3,2 7	3,8 6	3,0 6	3,7 6	3,7 4	2,9 9	3,0 8	2,1 7	1,8 0	3,0 0	2,6 9	2,6 6	2,6 4	2,5 2	1,2 8	1,6 5	1,9 2
C72 - Medula Espinhal E Outras Partes S.N.C.	0,1 2	0,4 9	0,3 6	0,0 6	0,3 6	0,2 4	0,3 6	0,0 6	0,1 2	0,1 7	0,1 1	0,0 0	0,1 1	0,2 2	0,1 6	0,3 8	0,2 1	0,1 6	0,1 1	0,1 1
C74 - Glândula Supra-Renal	1,8 9	1,1 5	1,5 8	1,2 7	0,7 2	0,4 2	0,8 4	0,1 2	0,3 5	0,2 3	0,1 1	0,0 6	0,0 6	0,0 5	0,0 5	0,1 6	0,0 5	0,0 5	0,1 1	0,0 0
C76 - Outras Localizações Mal Definidas	0,7 3	0,5 5	0,6 1	0,6 7	0,7 2	0,4 8	0,0 6	0,2 4	0,1 2	0,0 0	0,1 1	0,1 1	0,2 8	0,1 1	0,2 7	0,1 1	0,0 0	0,1 6	0,2 1	0,2 1
C80 - Localização Primária Desconhecida	1,1 6	0,7 3	0,8 5	0,3 6	0,6 6	0,7 2	0,6 6	0,4 7	0,2 9	0,4 1	0,6 3	0,4 5	0,4 5	0,6 0	0,6 5	0,9 7	1,1 8	1,0 1	1,1 7	0,8 0

Taxa De Incidência Feminina

Cid	FAIXA ETÁRIA																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
C22 - Fígado E Vias Biliares Intra-Hepaticas	1,0 9	0,9 6	0,5 1	0,1 3	0,0 6	0,0 0	0,1 3	0,1 2	0,1 2	0,0 6	0,0 0	0,0 0	0,0 6	0,1 7	0,1 1	0,0 6	0,0 0	0,0 5	0,2 7	0,0 5
C40 - Ossos E Articulações Dos Membros	0,0 0	0,2 5	0,0 0	0,1 9	0,1 9	0,1 9	0,5 0	0,3 1	0,6 1	1,0 3	1,3 1	1,1 2	2,1 4	1,7 1	2,1 9	1,6 1	1,4 8	1,0 9	0,8 1	0,5 9
C41 - Ossos E Articulações De Outras Localizações	0,3 8	0,3 2	0,1 3	0,2 5	0,2 5	0,2 5	0,3 1	0,3 7	0,3 7	0,3 0	0,7 2	0,4 1	1,3 9	0,8 0	0,7 9	0,5 5	0,8 8	0,4 9	0,5 9	0,4 8
C49 - Tecido Conjuntivo E Outros Tecidos Moles	0,9 6	0,5 7	0,7 0	0,8 9	0,5 7	0,1 9	0,5 6	0,3 7	0,3 1	0,4 2	0,6 6	0,4 7	0,9 3	0,3 4	0,8 4	0,5 5	0,8 2	1,3 6	1,1 3	1,2 9
C56 - Ovário	0,5 1	0,0 6	0,3 8	0,2 5	0,1 3	0,3 1	0,1 9	0,1 9	0,4 9	0,6 1	0,8 4	1,3 5	1,1 0	0,9 1	1,7 4	2,1 6	1,3 7	1,4 7	1,5 7	1,7 7
C64 - Rim	1,6 6	3,2 5	2,8 0	3,3 0	3,0 3	1,8 2	1,2 5	0,3 1	0,6 8	0,2 4	0,2 4	0,4 1	0,1 7	0,4 0	0,2 2	0,2 2	0,1 6	0,1 1	0,2 7	0,2 2
C71 - Encéfalo	3,2 6	3,7 6	3,7 6	3,6 9	3,6 6	3,7 1	3,8 8	3,4 8	2,8 9	2,0 0	1,7 9	2,1 7	2,6 0	1,4 2	1,9 1	2,3 8	2,1 4	1,4 1	1,3 0	1,2 9
C72 - Medula Espinhal E Outras Partes S.N.C.	0,0 0	0,0 6	0,1 9	0,1 3	0,3 2	0,3 1	0,1 9	0,1 9	0,1 8	0,3 6	0,3 0	0,2 9	0,2 3	0,1 1	0,2 2	0,1 7	0,1 1	0,1 1	0,2 2	0,1 1
C74 - Glândula Supra-Renal	2,1 1	2,4 8	1,5 3	1,4 0	0,5 1	0,5 0	0,3 8	0,3 7	0,1 2	0,5 5	0,2 4	0,1 8	0,1 7	0,0 0	0,1 1	0,1 7	0,0 5	0,1 1	0,1 6	0,1 1
C76 - Outras Localizações Mal Definidas	0,7 7	0,3 2	0,3 2	0,3 2	0,0 6	0,1 9	0,0 0	0,1 2	0,1 8	0,3 0	0,3 0	0,2 3	0,1 7	0,2 3	0,0 0	0,0 0	0,1 1	0,1 1	0,3 2	0,4 3
C80 - Localização Primária Desconhecida	0,5 7	0,5 7	0,6 4	0,7 0	0,6 3	0,7 5	0,5 0	0,3 7	0,2 5	0,1 2	0,3 0	0,7 6	0,2 9	0,5 1	0,9 5	0,6 7	0,8 8	0,4 9	1,1 9	0,7 5

Fonte: Adaptado de Inca (2025).

ANEXO B – Modelos ERR e EAR utilizados pelo BEIR VII para estimar a incidência e mortalidade de câncer sólido em locais específicos

TABLE 12-2 Committee's Preferred ERR and EAR Models for Estimating Site-Specific Solid Cancer Incidence and Mortality^a

Cancer Site	No. of Cases	ERR Models				EAR Models			
		β_M^b (95% CI)	β_F^b (95% CI)	γ^c	η^d	β_M^e (95% CI)	β_F^e (95% CI)	γ^c	η^d
Stomach	3602	0.21 (0.11, 0.40)	0.48 (0.31, 0.73)	-0.30	-1.4	4.9 (2.7, 8.9)	4.9 (3.2, 7.3)	-0.41	2.8
Colon	1165	0.63 (0.37, 1.1)	0.43 (0.19, 0.96)	-0.30	-1.4	3.2 (1.8, 5.6)	1.6 (0.8, 3.2)	-0.41	2.8
Liver	1146	0.32 (0.16, 0.64)	0.32 (0.10, 1.0)	-0.30	-1.4	2.2 (1.9, 5.3)	1.0 (0.4, 2.5)	-0.41	4.1 (1.9, 6.4)
Lung	1344	0.32 (0.15, 0.70)	1.40 (0.94, 2.1)	-0.30	-1.4	2.3 (1.1, 5.0)	3.4 (2.3, 4.9)	-0.41	5.2 (3.8, 6.6)
Breast	952	—	0.51 (0.28, 0.83)	0	-2.0	—	9.9 ^f (7.1, 14)	-0.51	3.5, 1.1 ^g
Prostate	281	0.12 (<0, 0.69)	—	-0.30	-1.4	0.11 (<0, 1.0)	—	-0.41	2.8
Uterus	875	—	0.055 (<0, 0.22)	-0.30	-1.4	—	1.2 (<0, 2.6)	-0.41	2.8
Ovary	190	—	0.38 (0.10, 1.4)	-0.30	-1.4	—	0.70 (0.2, 2.1)	-0.41	2.8
Bladder	352	0.50 (0.18, 1.4)	1.65 (0.69, 4.0)	-0.30	-1.4	1.2 (0.4, 3.7)	0.75 (0.3, 1.7)	-0.41	6.0 (3.1, 9.0)
Other solid cancers	2969	0.27 (0.15, 0.50)	0.45 (0.27, 0.75)	-0.30	-2.8 (-4.1, -1.5)	6.2 (3.8, 10.0)	4.8 (3.2, 7.3)	-0.41	2.8
Thyroid ^h		0.53 (0.14, 2.0)	1.05 (0.28, 3.9)	-0.83	0				

NOTE: Estimated parameters with 95% CIs. PY = person-years.

Fonte: BEIR VII, 2006 (tabela 12-2).

Em que:

- **D** = Dose (Sv)
- **e** = Idade na exposição
- $e^* = (e - 30) / 10$ para $e < 30$ e zero para $e \geq 30$
- **a** = Idade atingida (anos).
- ^b ERR/Sv = exposição aos 30+ anos de idade na idade atingida de 60 anos.
- ^c = Aumento por década na idade de exposição no intervalo de 0–30 anos (γ)
- ^d = Expoente da idade atingida (η).
- ^e = EAR por 10^4 PY-Sv (Pessoas-Ano-Sievert) para exposição aos 30+ anos e idade atingida de 60; *estes valores são para incidência de câncer e devem ser ajustados conforme descrito no texto para estimar os riscos de mortalidade por câncer.*
- ^f = Baseado em uma análise combinada de Preston e outros (2002a).
- ^g = O primeiro número é para idades atingidas menores que 50; o segundo número é para idades atingidas de 50 anos ou mais.
- ^h = Baseado em análises combinadas de Ron e outros (1995a) e NIH (2003). *Os intervalos de confiança são baseados em erros padrão de estimativas não específicas por sexo, com margem para heterogeneidade entre os estudos* (BEIR, 2006, p. 289).

ANEXO C – Parecer Consubstanciado do CEP SH

INSTITUTO FEDERAL DE
SANTA CATARINA IFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação das exposições médicas e análise de risco em radiodiagnóstico

Pesquisador: DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82482924.7.1001.0185

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.147.876

Apresentação do Projeto:

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar as doses de radiação, bem como o risco de incidência de potenciais efeitos biológicos associado às exposições médicas em procedimentos de radiodiagnóstico na Grande Florianópolis. Para isso, serão coletados dados secundários de exames radiológicos mais frequentes a partir do Relatório Estruturado de Dose (RDSR) dos serviços participantes. Espera-se extrair dados de aproximadamente 3.000 RDSR disponíveis em sistemas PACS, abrangendo exames de pacientes adultos e pediátricos. As informações coletadas

incluirão características do paciente (idade, gênero, peso, altura, diâmetros AP e LAT) e parâmetros técnicos dos exames (CTDIvol, DLP, DAP, DGM, comprimento de varredura, kV, mAs, pitch, colimação, tempo de rotação do tubo, algoritmo de reconstrução, e nome do protocolo). O tamanho exato da amostra será determinado por cálculos amostrais específicos para cada serviço participante. Os parâmetros coletados serão inseridos nos softwares PCXMC®, CT-Expo® e NCICT® para estimar a dose em órgãos (mGy), a dose efetiva (mSv) e a dose ajustada ao tamanho do paciente (SSDE), utilizando regulamentações internacionais e nacionais. Posteriormente os dados coletados serão analisados estatisticamente para identificar órgãos mais radiosensíveis e apresentar dados descritivos, como valores máximos, mínimos, médios, erro percentual, desvio padrão, medianas e quartis, utilizando os softwares Statistica 14.0 e DataTab. Após essa etapa, serão estabelecidos e comparados os DRLs,

Endereço: Rua 14 de julho nº150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.147.876

permitindo aos serviços participantes adotar práticas de otimização de dose, e os resultados serão comparados com estudos nacionais e internacionais para aprimorar a proteção radiológica e melhorar os serviços. Por fim, a correlação entre a dose estimada recebida e o potencial risco biológico será analisada utilizando o software PCXMC®. Este estudo possibilitará a definição de DRLs para os serviços estudados e análise do risco de incidência de potenciais efeitos biológicos associado às exposições médicas, facilitando a comparação com os valores praticados em um contexto nacional e internacional e fornecendo base para a otimização das práticas de radiologia e garantia da segurança de pacientes expostos à radiação ionizantes nos serviços participantes. Foram definidos como critério de inclusão exames radiológicos das seguintes modalidades: tomografia

computadorizada, mamografia, radiografia, radiologia intervencionista, medicina nuclear, radiologia odontológica, densitometria óssea nos seguintes protocolos de crânio, face, coluna total e suas segmentações, tórax, abdome, pelve, membros superiores e inferiores e articulações, de acordo com a rotina dos serviços participantes. Somente serão incluídos exames que apresentem indicação clínica ou informação equivalente (patologias associadas ou hipótese diagnóstica). A faixa etária compreendida serão entre 0 anos e sem limite máximo de idade, ambos os sexos, dentro do período de coleta de dados. Como critério de exclusão serão excluídos exames com séries de aquisição repetidas ou não concluídas por falta de colaboração do paciente (ex: movimento, apnéia) e exames com dados incompletos, a fim de evitar a seleção de exames

que possam comprometer a análise de dados (Informações extraídas do documento PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2387865.pdf anexado a plataforma Brasil em 19/08/2024).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar as doses de radiação bem como o risco de incidência de potencial risco de efeitos biológicos associado às exposições médicas em procedimentos de radiodiagnóstico na Grande Florianópolis.

Objetivo Secundário:

- Coletar dados secundários de exames radiológicos mais frequentes a partir do relatório estruturado de dose (RDSR) dos serviços participantes;
- Classificar as informações obtidas com base no sexo, faixa etária e diâmetro efetivo; Tabular e

Endereço: Rua 14 de julho n°150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.147.876

inserir os dados extraídos dos RDSR nas ferramentas de estimativa de dose NCICT 3.0; PCXMC; CT Expo. Determinar os valores de CTDIvol, DLP, SSDE, dose em órgão (mGy) e dose efetiva (mSv) por meio dos softwares utilizados por faixa etária e sexo.

- Realizar a análise dos riscos de incidência de potenciais riscos de efeitos biológicos associados às exposições médicas utilizando o software PCXMC® Realizar análise estatística (software Statistica®) com a finalidade de estabelecer os valores típicos e DRLs do serviço e permitir comparação com os valores praticados no cenário nacional.

(Informações extraídas do documento PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2387865.pdf anexado a plataforma Brasil em 19/08/2024).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Esta pesquisa visa estimar valores de dose recebidos, em diferentes modalidades de acordo com os serviços participantes, com base em dados secundários tais como gênero, idade, altura e peso corporal dos pacientes submetidos a esses procedimentos. É um estudo caracterizado por riscos mínimos para os participantes, uma vez que envolve pouca ou nenhuma possibilidade de dano ou desconforto. No entanto, os autores reconhecem a importância de considerar e minimizar riscos potenciais associados a esse tipo de pesquisa: viés de seleção, viés de informação e violação da confidencialidade. Viés de Seleção: O risco de viés de seleção será minimizado ao se utilizar todos os dados disponíveis no período da pesquisa. Não serão excluídos dados de exames, a menos que os dados estejam incompletos ou ausentes conforme descrito em critérios de exclusão, o que será documentado. Dessa forma, buscará garantir que a amostra seja representativa de todos os exames de pacientes submetidos a exames radiológicos durante o período analisado. Viés de Informação: O viés de informação será minimizado pela utilização de dados secundários já registrados em procedimentos radiológicos. Esses dados são rotineiramente coletados e registrados no sistema RDSR, minimizando a probabilidade de erros ou viés nas informações. Violação da Confidencialidade: Para evitar a violação da confidencialidade dos dados dos pacientes, todos os dados coletados serão tratados de forma anonimizada, em conformidade com as diretrizes da LGPD. O que significa que qualquer

Endereço: Rua 14 de julho nº150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.147.876

informação que possa identificar individualmente um paciente, como nomes, números de prontuário ou outros dados identificadores, será removida ou substituída por códigos. Apenas a equipe de pesquisa terá acesso aos dados brutos, e todas as informações serão armazenadas de forma segura. O grau de risco que os participantes estarão expostos durante esta pesquisa trata-se de risco mínimo. A coleta de dados é não invasiva, e os dados secundários já

são parte dos registros hospitalares padrão, não envolvendo contato com pacientes em nenhuma fase do estudo, ocorrendo apenas coleta em banco de dados via sistema PACS. Todas as medidas de segurança e confidencialidade serão estritamente seguidas, minimizando a possibilidade de risco adicional. A pesquisa seguirá todas as regulamentações e normas éticas, garantindo a integridade e a privacidade dos dados dos participantes.

Benefícios:

Como potenciais benefícios, a pesquisa visa a entregar para os locais participantes, dados significativos para a otimização de dose, gerenciamento e análise de risco associado às exposições radiológicas, ampliando o controle das doses decorrentes de exposições médicas, quando submetidos aos exames radiológicos. Conhecer e estabelecer DRLs têm se mostrado uma ferramenta valiosa e eficaz na gestão dos serviços participantes, pois ao estabelecer os DRLs nos locais de pesquisa, os pacientes são beneficiados por exames de qualidade diagnóstica e com otimização de dose, alcançando a segurança do paciente, minimizando os potenciais efeitos nocivos à saúde do paciente decorrentes das exposições à radiação ionizante. Com este estudo, espera-se contribuir com a determinação e estabelecimento dos valores típicos de DRLs e análise de risco nas mais diversas modalidades dos serviços participantes. Criando e fortalecendo a cultura de proteção radiológica e segurança de pacientes (Informações extraídas do documento PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2387865.pdf anexado a plataforma Brasil em 19/08/2024).

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

De acordo com o pesquisador trata-se de uma pesquisa documental, retrospectiva, descritiva e exploratória. É uma pesquisa de relevância científica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo conclusões ou pendência e Lista de Inadequações.

Recomendações:

Vide campo conclusões ou pendência e Lista de Inadequações.

Endereço: Rua 14 de julho n°150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.147.876

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

1. Termos

1.1 Anexar a Plataforma Brasil o Termo de Sigilo e Confidencialidade dos dados. Neste termo deverá ser explicitado a anonimato dos participantes da pesquisa e a forma como este anonimato será assegurado.

RESPOSTA: Incluído Termo de Sigilo e Confidencialidade dos dados.

ANÁLISE: Pendência Atendida

2. Projeto Básico

2.2 Consta no Projeto Básico na etapa desenho do estudo, que serão coletados

dados secundários de cerca de 1.000 exames de tomografia adulto e/ou pediátrica, no entanto, na folha de rosto e no método é informado 3.000 exames. Recomenda-se ajustar.

RESPOSTA: Realizado ajuste conforme recomendação

ANÁLISE: Pendência Atendida

3. Quanto a divulgação dos resultados da pesquisa é necessário informar que serão

encaminhados os resultados da pesquisa para publicação com os devidos créditos aos

pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto e assegurando o anonimato dos participantes (Resolução CNS nº 466 de 2012, item XI.g).

RESPOSTA: Inserido na página 15 do projeto Brochura o texto "Quanto à divulgação dos resultados da pesquisa, serão encaminhados para publicação com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto e assegurando o anonimato dos participantes".

ANÁLISE: Pendência Atendida

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa. Ao final do projeto deverá ser enviado relatório final conforme modelo disponível no site do CEP-IFSC.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Rua 14 de julho n.º 150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANÓPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

ANEXO D – Submissão de Manuscrito

Submissão de Manuscrito

em Academic Radiology

HomeMain MenuSubmit a ManuscriptAbout▼Help▼

← Submissions Being Processed for Author ⓘ

Page: 1 of 1 (1 total submissions)Results per page 10▼

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
View Submission Send E-mail		Dose Optimization In Pediatric Computed Tomography: Tools For Dose Estimation And Risk Analysis	Apr 06, 2026	Apr 06, 2026	Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total submissions)Results per page 10▼