INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA — CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS — DASS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

CRISTINY TRETTO LEMES PEREIRA DUTRA

ESTABELECIMENTO DE VALORES TÍPICOS DE DOSE EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO PROTOCOLO DE DOENÇAS CARDIOVASCULARES EM UM HOSPITAL PÚBLICO NO SUL DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia.

Professora Orientadora:
Dra. Daiane Cristini Barbosa de Souza

FLORIANÓPOLIS, 2024.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Dutra, Cristiny
Estabelecimento de Valores Típicos de Dose em Tomografia Computadorizada no Protocolo de Doenças Cardiovasculares em um Hospital Público no Sul do Brasil. / Cristiny Dutra; orientação de Daiane Souza. - Florianópolis, SC, 2024.
29 p.
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. CST em Radiologia. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços.
Inclui Referências.

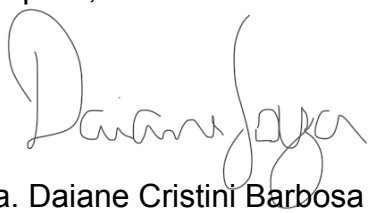
1. Tomografia computadorizada. 2. Dose de radiação. 3. DRL. 4. Radioproteção. I. Souza, Daiane. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Estabelecimento de Valores Típicos de Dose em Tomografia Computadorizada no Protocolo de Doenças Cardiovasculares em um Hospital Público no Sul do Brasil..

ESTABELECIMENTO DE VALORES TÍPICOS DE DOSE EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO PROTOCOLO DE DOENÇAS CARDIOVASCULARES EM UM HOSPITAL PÚBLICO NO SUL DO BRASIL

CRISTINY TRETTO LEMES PEREIRA DUTRA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Tecnóloga em Radiologia, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 05 de Setembro de 2024.



Profa. Dra. Daiane Cristini Barbosa de Souza
Orientadora IFSC

gov.br
Documento assinado digitalmente
MATHEUS BRUM MARQUES BIANCHI SAVI
Data: 26/09/2024 14:07:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Matheus Brum Marques Bianchi Savi Avaliador IFSC

gov.br
Documento assinado digitalmente
CAROLINA NEIS MACHADO
Data: 24/09/2024 14:01:48-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Carolina Neis Machado
Avaliadora IFSC

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, expresso minha profunda gratidão a Deus, que guiou meus passos e me concedeu saúde, determinação e força para enfrentar os desafios desta jornada acadêmica.

À minha família, meus pais Josiane e Maurício, e meus irmãos Emanuel e Clara, meu sincero agradecimento. Vocês foram meu porto seguro, compreendendo minha ausência e me incentivando nos momentos mais difíceis. Sem o apoio de vocês, não teria chegado tão longe.

E, de maneira especial, minha orientadora Daiane Cristini merece meu reconhecimento. Suas palavras de incentivo e sua dedicação foram essenciais para que eu não desistisse.

Aos amigos, em especial Katieli e Maria Fidelis, e ao meu namorado Yuri, agradeço por estarem ao meu lado durante essa jornada. Suas palavras de ânimo e companheirismo foram fundamentais. E agradeço também a Ana Paula Viero por contribuir com seu banco de dados tornando esse TCC possível.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação, meu sincero agradecimento. Juntos, construímos este caminho.

RESUMO

A tomografia computadorizada (TC) é uma técnica de imagem crucial para o diagnóstico e monitoramento de diversas doenças, incluindo as doenças cardiovasculares (DCVs). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) as DCVs são a principal causa de morte no mundo. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo principal estabelecer valores típicos de dose para protocolos de doenças cardiovasculares em um serviço de TC no sul do Brasil. Foram analisados 262 exames de tomografia computadorizada de tórax e abdome, com indicações clínicas de doenças cardiovasculares, tais como: aneurisma aórtico, infarto agudo do miocárdio, Doença Arterial Coronariana, entre outras. Foram coletados dados de exames realizados entre 2022 e 2023. Do total de 262 dados de exames analisados, 41,22% eram de pacientes do sexo feminino e 58,78% do sexo masculino. Os valores típicos de DRLs encontrados para protocolos de tórax foram: $CTDI_{vol}$ de 22,8 mGy e DLP de 486,2 mGy.cm; e para protocolos de abdome: $CTDI_{vol}$ de 53,3 mGy e DLP de 1848,1 mGy.cm, para ambos os sexos. Os resultados encontrados foram comparados com os da literatura e se observou que os valores do serviço participante são superiores aos encontrados na literatura, possivelmente devido ao fato de se tratar de um estudo específico para indicação clínica de patologias cardíacas, que tipicamente requer mais exames com maior resolução resultando em maiores doses. Além disso, a falta de dados de peso e altura e a não separação dos dados em grupos etários foi uma importante limitação deste estudo. Para futuros trabalhos, recomenda-se treinamento para os profissionais da radiologia que realizam exames de TC, que inclua orientações sobre o uso correto de técnicas de redução de dose e inserção de informações corretas relacionadas aos parâmetros do exame.

Palavras-Chave: Tomografia computadorizada; Dose de radiação; DRL; Radioproteção.

ABSTRACT

Computed tomography (CT) is a crucial imaging technique for the diagnosis and monitoring of several diseases, including cardiovascular diseases (CVDs). According to the World Health Organization (WHO), CVDs are the leading cause of death in the world. In this context, this study had as its main objective to establish typical dose values for cardiovascular disease protocols in a CT service in southern Brazil. A total of 262 chest and abdominal CT scans were analyzed, with clinical indications of cardiovascular diseases, such as: aortic aneurysm, acute myocardial infarction, Coronary Artery Disease, among others. The data were collected from exams performed between 2022 and 2023. Of the total of 262 exam data analyzed, 41.22% were from female patients and 58.78% from male patients. The typical DRL values found for chest protocols were: $CTDI_{vol}$ of 22.8 mGy and DLP of 486.2 mGy.cm; and for abdominal protocols: $CTDI_{vol}$ of 53.3 mGy and DLP of 1848.1 mGy.cm, for both sexes. The results found were compared with those in the literature and it was observed that the values of the participating service are higher than those found in the literature, possibly because it is a specific study for clinical indication of cardiac pathologies, which typically requires more exams with higher resolution resulting in higher doses. In addition, the absence of weight and height data and the lack of separation of data into age groups was an important limitation of this study. For future work, training is recommended for radiology professionals who perform CT exams, including guidance on the correct use of dose reduction techniques and insertion of correct information related to the exam parameters.

Keywords: Computed tomography; Radiation dose; DRL; Radiation protection.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……..……..…
2 MATERIAIS E MÉTODOS…….…….……..
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO……..……...12
REFERÊNCIAS……..…….

1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) é uma importante modalidade de imagem que permite diagnosticar e monitorar uma ampla gama de doenças com acurácia, precisão e segurança (ROCHITTE, 2023). Dentre essas doenças é possível destacar as Doenças Cardiovasculares (DCVs), que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), são a principal causa de morte no mundo, sendo responsáveis por cerca de 17,9 milhões de mortes só em 2020.

Na TC é utilizada radiação ionizante para fazer a realização de imagens da anatomia humana de modo não invasivo e com alta qualidade. Além disso, permite reconstruções multiplanares e tridimensionais da região anatômica estudada associada com alta resolução espacial. Entre suas vantagens estão a ausência de sobreposições de estruturas e a possibilidade de visualização de vários tecidos com diferentes densidades (DOROW e MEDEIROS, 2019).

A TC, como método diagnóstico de imagem, evoluiu rapidamente tanto em termos de seu desempenho técnico quanto de sua aplicação clínica. No entanto, por ser um exame não invasivo que oferece rápida aquisição de imagens, sua ampla aplicação e utilização resulta em um aumento significativo na exposição da população à radiação ionizante (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022; UNSCEAR, 2022).

Apesar dos inúmeros benefícios, existem riscos associados às exposições à radiação ionizante. De acordo com o *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR, 2022) dentre os exames radiológicos mais realizados no mundo, anualmente, a TC ocupa a terceira posição (9,6%). Entretanto, mesmo não sendo o primeiro exame radiológico mais frequente, está em primeiro lugar como o exame que entrega a maior dose efetiva coletiva (61,6%).

Os riscos da exposição associados à radiação ionizante são substanciais e variados. Com base no modelo de dose-resposta Linear sem Limiar (LNT), relacionado à exposição à radiação se acredita que qualquer exposição pode resultar no aumento do risco de surgimento de efeitos estocásticos (LAURIER *et al.*, 2023)

De acordo com Rehani *et al.* (2019) cerca de 1,33% do total (33.407), de pacientes avaliados em seu estudo e que realizaram exames de TC, receberam dose efetiva cumulativa (CED) superior a 100 mSv durante um período menor que

5 anos. Esses dados indicam um potencial risco uma vez que doses efetivas superiores a 100 mSv são estatisticamente associadas a um risco aumentado de câncer (LUKOFF e OLMOS, 2017).

Os benefícios da TC são notáveis, mas, altas doses de radiação podem gerar malefícios, por isso, são necessárias medidas de proteção radiológicas em todas as práticas que envolvam exposições. Em 1996 a ICRP recomendou o uso de Níveis de Referência de Dose (DRLs) a fim de otimizar as exposições médicas, garantindo assim a segurança dos pacientes e a qualidade dos serviços radiológicos (ICRP, 2017; ALVAREZ *et al*, 2022; ROCHITTE, 2023).

Os DRLs são valores que representam a quantidade de radiação ionizante geralmente usada em exames radiológicos e que podem servir como ferramenta para auxiliar na otimização da proteção radiológica em pacientes. Ainda de acordo com a ICRP, são valores de referências que podem ser usados como ferramenta na gestão das doses a fim de manter os procedimentos radiológicos dentro dos parâmetros de qualidade de imagem que permitam o diagnóstico (ICRP, 2017; RAVAZIO *et al.*, 2021).

Eles têm sido utilizados em diversos estudos como uma ferramenta de otimização, pois por meio dos DRLs é possível conhecer as doses que têm sido recebidas provenientes de exposição médicas e a partir disso ajustar os parâmetros de exposição nos protocolos de exames radiológicos (KANAL *et al.*, 2017; ALVAREZ *et al*, 2022).

A recomendação da ICRP é para o estabelecimento de DRLs nacionais, no entanto, no Brasil os DRLs ainda não foram estabelecidos nacionalmente apesar de diversos estudos em andamento na área (BERNADO *et al*, 2023; CADAVID *et al* 2023). Assim, quando não existirem valores DRL nacionais, poderão ser introduzidos DRLs locais ou valores típicos para auxiliar e incentivar o processo de otimização (DAMILAKIS *et al.*, 2023; ICRP, 2017).

As informações necessárias para estabelecimento de DRLs são, rotineiramente, registradas nos relatórios de dose. É um componente gerado após o exame radiológico que consiste em uma imagem digital com informação textual, criado automaticamente na aquisição do exame e apresentado na interface do sistema de tomografia ao término do exame radiológico. Ele é elaborado com informações do cabeçalho DICOM e reúne, organiza e armazena os dados relacionados aos exames e a maioria das informações, o que inclui os índices de

dose tais como CTDI e DLP que são úteis na estimativa de dose de radiação. (SENSAKOVIC e WARDEN, 2016; CHAIR *et al.*, 2019). Em tomógrafos fabricados mais recentemente as informações sobre dose podem ser obtidas diretamente do cabeçalho DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), que é o arquivo padrão DICOM no qual estão contidas as informações textuais da imagem. Mas de modo geral, os relatórios de dose são a principal fonte de dados em estudos de dose em TC (SOUZA *et al*., 2022).

Apesar da disponibilidade de obter informações por meio dos relatórios de dose nos serviços radiológicos, o estabelecimento de DRLs ainda é algo recente no Brasil e, nesse contexto, diversos estudos iniciais têm sido desenvolvidos (BERNARDO *et al.,* 2023; CADAVID *et al.,* 2023). Sendo assim, este estudo tem por objetivo estabelecer DRLs, em termos de valores típicos, em um serviço de tomografia computadorizada no protocolo de doenças cardiovasculares em um hospital público no sul do Brasil, a fim de garantir a segurança dos pacientes do hospital, minimizando assim os riscos associados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A seleção da amostra neste estudo se baseia na combinação e critérios de intencionalidade e conveniência técnica. A intencionalidade decorre do fato do serviço participante ser uma instituição de referência para pacientes com doenças cardiovasculares na região Sul do país e de operar exclusivamente sob o sistema SUS. A conveniência técnica é justificada pela facilidade de acessar os dados retrospectivos dos exames de pacientes com DCVs devido ao sistema informatizado do hospital.

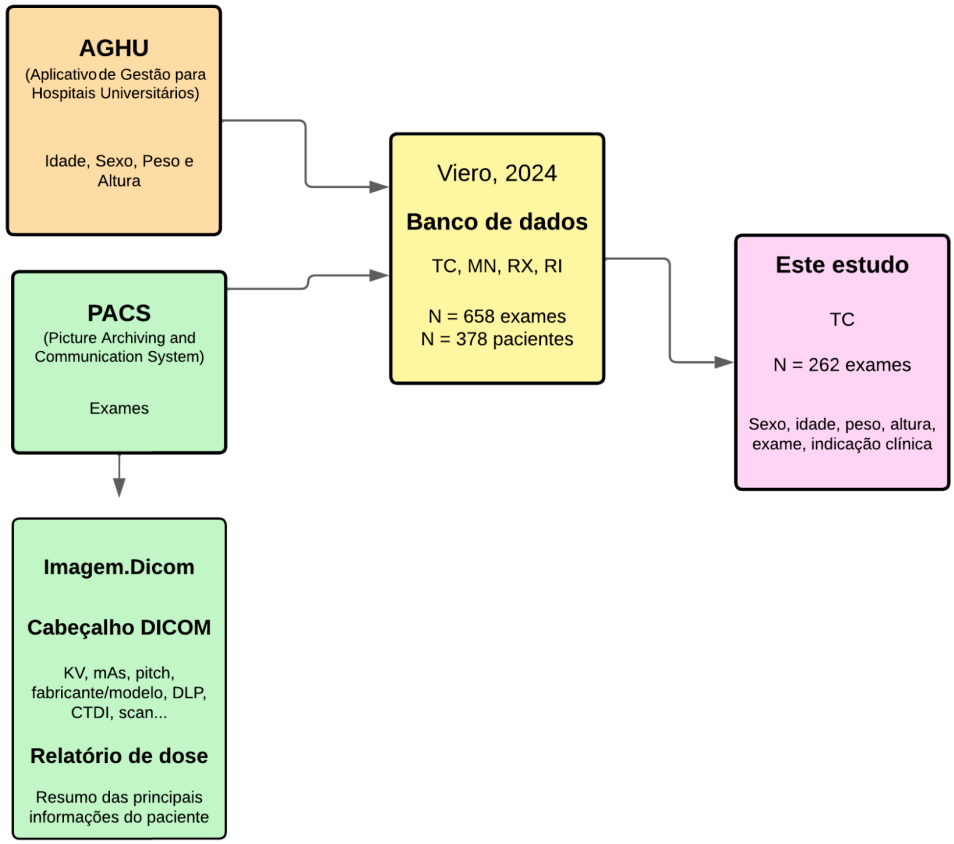
Este trabalho foi desenvolvido como parte de uma iniciação científica vinculada a uma dissertação de mestrado intitulada "Estimativa da Dose Efetiva Acumulada em Pacientes com Doenças Cardiovasculares Submetidos a Múltiplos Procedimentos Radiológicos" (Viero, 2024). Para a realização deste estudo, foram coletados dados secundários da base de dados do projeto principal (Viero, 2024). Esses dados foram obtidos a partir do Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários (AGHU) e do Sistema de Armazenamento e Distribuição de Imagens (PACS[1]), incluindo procedimentos radiológicos realizados em pacientes com indicação clínica de doenças cardiovasculares (DCVs) no período de janeiro de 2022 a janeiro de 2023, em um hospital público na região sul do país.

Estes dados, foram obtidos por meio de termo de colaboração estabelecido via projeto de pesquisa já aprovado no CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) com o CAAE: 57675822.0.0000.5346, parecer de aprovação nº 5.402.845 e nº6.259.493 .

Foram utilizados dados de 262 exames tomográficos realizados em pacientes com indicação clínica de doenças cardiovasculares (DCVs) no período de 1º de janeiro de 2022 a 31 de janeiro de 2023, em um hospital público localizado na região sul do país. As informações extraídas do banco de dados e utilizadas neste estudo incluíram: fabricante e modelo do equipamento utilizado no exame, além de parâmetros técnicos provenientes do cabeçalho DICOM disponíveis nos relatórios de dose (mAs, *pitch*, $CTDI_{vol}$, DLP, número de exposições e comprimento de varredura) (Figura 1).

[1] PACS: *Picture Archiving and Communication System.*

Figura 1 - Fluxograma das etapas realizadas neste estudo.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Os critérios de inclusão foram: ter pelo menos uma solicitação de exame com indicação clínica de DCV; pacientes adultos, faixa etária entre 18-90 anos; ambos os sexos; e que tenham realizado os exames radiológicos dentro do hospital no período do estudo.

Foram excluídos desta pesquisa os exames de pacientes fora da faixa etária proposta, bem como procedimentos que não apresentavam dados completos ou impossibilitando a estimativa correta do DRL.

Após a extração dos dados secundários, listados anteriormente, foram calculados os DRLs. Para esse cálculo foi utilizado os valores de $CTDI_{vol}$ e DLP dos exames de tomografia computadorizada realizados com a indicação clínica de DCVs. Conforme estabelece a ICRP, para serviços nos quais tenham uma única

sala com equipamento são aplicáveis DRLs em termos de valores típicos. Os valores típicos são apresentados neste estudo como a mediana (2º quartil), dos valores de $CTDI_{vol}$ e DLP, enquanto os DRLs são representados pelo 3º quartil (ICRP, 2017).

Os dados coletados foram inseridos no instrumento de coleta de dados e, em seguida, foi realizada uma análise estatística descritiva usando a ferramenta DATATab®, na qual se calculou a média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo, além da organização dos dados em quartis, proporcionando uma visão estruturada das informações coletadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra deste estudo foi composta por 262 exames e procedimentos da modalidade de tomografia computadorizada, realizados em pacientes maiores de 18 anos no período de 01 janeiro de 2022 a 31 janeiro de 2023 em um hospital universitário no sul do país.

A seguir os resultados são apresentados em dois tópicos: Caracterização da amostra e Valores típicos de CTDIvol e DLP.

Caracterização da amostra

Em termos de sexo, dos 262 exames cujos os dados foram coletados 108 (41,22%) eram do sexo feminino e 154 (58,78%) do sexo masculino. Em relação a idade, no sexo feminino a média foi de 62,5 (±12,1) anos e no sexo masculino 60,4 (±12,4) anos. Na tabela 1 são apresentados os dados da amostra utilizada nesse estudo separados por região anatomica, sexo e idade.

Tabela 1 - Caracterização da amostra por sexo e idade para os protocolos de tórax e abdome:

Região anatômica	Sexo	N (%)	Idade (média e DP)
Abdome (n=92)	Masculino	53 (57,6)	64,4 ± 12,5
	Feminino	39 (42,4)	57,5 ± 11,7
Tórax (n=170)	Masculino	101 (59,4)	61,5 ± 11,8
	Feminino	69 (40,6)	62,0 ± 12,6
Total	Ambos os sexos	262 (100)	61,7 ± 12,1

Fonte: Elaboração da autora (2024).

Neste estudo, não foi possível obter dados de peso e altura de todos os exames coletados. Do total de dados coletados, 262 exames, em 48 (18,3%) havia informações de peso; nenhum dos dados coletados (0%) possuíam informações de altura, o que limitou este estudo. Outros autores também têm encontrado limitações na coleta de dados de peso e altura. No estudo de ALKHYBARI *et al.*, (2018) os autores também tiveram dificuldades em encontrar informações de peso para todos os pacientes. Já no estudo realizado por WATANABE *et al*., (2016) se observou também que o peso dos pacientes não era especificado na fonte de dados.

O fornecimento de dados de peso e altura contribuem para a determinação de DRLs e valores típicos por meio da segregação de grupos de peso e altura e por meio do índice de massa corporal (IMC), o que permite uma estimativa de dose mais precisa, e tem sido realizado em outros estudos e recomendado pela ICRP (BERNARDO *et al*, 2023; Lange *et al.*, 2021; ICRP, 2017).

Em relação a região anatômica este estudo analisou dados de exames de tomografia computadorizada de duas regiões abdome (92 exames) e tórax (170 exames), totalizando 262 exames. Para essas duas regiões foram escolhidos exames que tinham indicação clínica de doenças cardiovasculares.

Em relação à tecnologia empregada nos exames, nesta pesquisa foram coletados dados de equipamentos de tomografia com duas tecnologias diferentes. Os exames, cujo os dados foram coletados, foram realizados em dois tomógrafos: *Philips* modelo MX 16 *slice* que foi utilizado em 144 (54,96%) exames e *Canon* modelo *Aquilion* 64 TSX-101 AE, utilizado em 118 (45,04%) exames.

Valores típicos de $CTDI_{vol}$ e DLP - Tórax

A organização dos dados coletados foi realizada em uma planilha virtual no *Google* Planilhas. Essa ferramenta foi selecionada pois permite a organização dos dados de forma compartilhada com os demais pesquisadores envolvidos no estudo. Os dados foram organizados inicialmente de acordo com o sexo e a região anatomica (tórax ou abdome) informada no nome do protocolo de exame (Tabela 1).

Após a organização e tabulação dos dados na planilha foi realizada a etapa de análise estatística utilizando a ferramenta DATAtab, uma ferramenta *web online* especializada em análise de dados, desenvolvida por pesquisadores na Áustria (DATAtab, 2023). Dados de DLP e $CTDI_{vol}$ foram inseridos no DATAtab para realizar análise estatística descritiva apresentando valores de mínimo, máximo, terceiro quartil, média, mediana e desvio padrão a fim de obter os DRLs em termos de valores típicos (Tabela 2). Ainda nessa etapa os *outliers* foram removidos utilizando as ferramentas disponíveis no DATAtab. Os valores típicos são representados pela mediana dos valores de DLP e $CTDI_{vol}$ obtidos para cada região anatômica (ICRP, 2017).

Tabela 2. $CTDI_{vol}$ e DLP para TC de Tórax para ambos os sexos

(mGy)

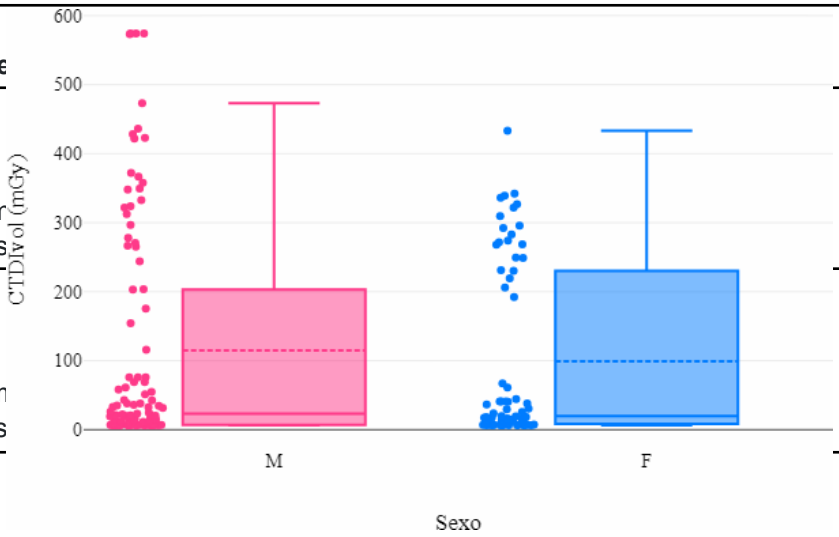
(mGy.cm)

Fonte: Elaboração da autora (2024).

Para os valores de $CTDI_{vol}$ se observou que pacientes do sexo feminino apresentaram menor valor típico, 19,6 mGy quando comparado com o sexo masculino 23,4 mGy. Para este estudo, também optou-se por apresentar os valores típicos de $CTDI_{vol}$ para ambos os sexos, 22,8 mGy, a fim de permitir a comparação com diferentes estudos. Na figura 2 e 3 são apresentados os valores típicos de $CTDI_{vol}$ a forma gráfica.

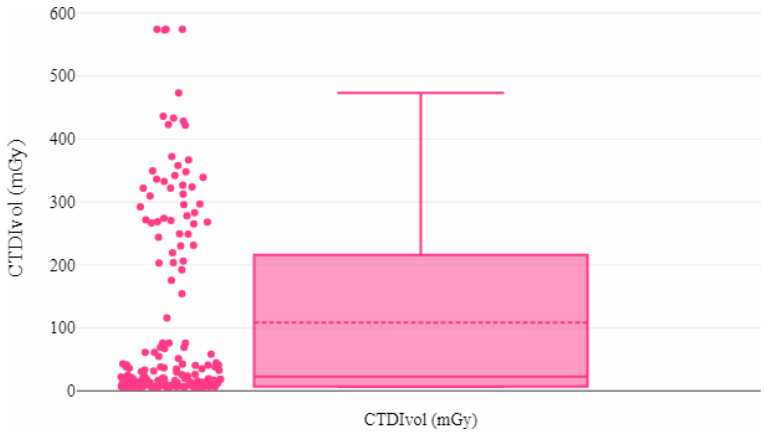
Figura 2 - Gráfico Box plot $CTDI_{vol}$ para TC de Tórax para sexo feminino e masculino

Se		Média ± Desvio padrão
$CTDI_{vol}$		114,6 ± 163
		99,2 ± 126,7
	Am	108,3 ± 149,1
	s	
DLP		970,8 ± 1009,9
		780,6 ± 696,1
	Am	893,6 ± 898,5
	s	



Fonte: Elaboração da autora (2024).

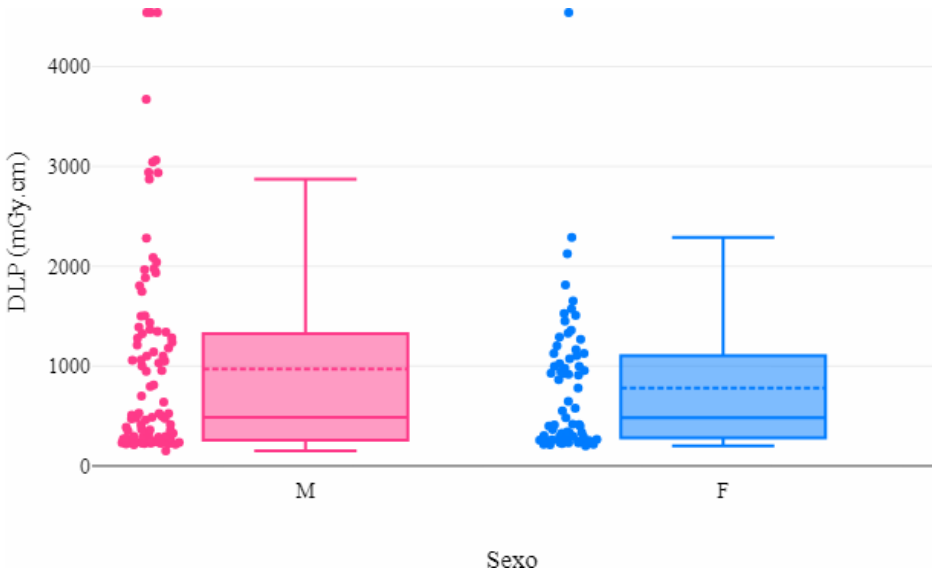
Figura 3 - Gráfico Box plot CTDIvol para TC de Tórax para ambos os sexos



Fonte: Elaboração da autora (2024).

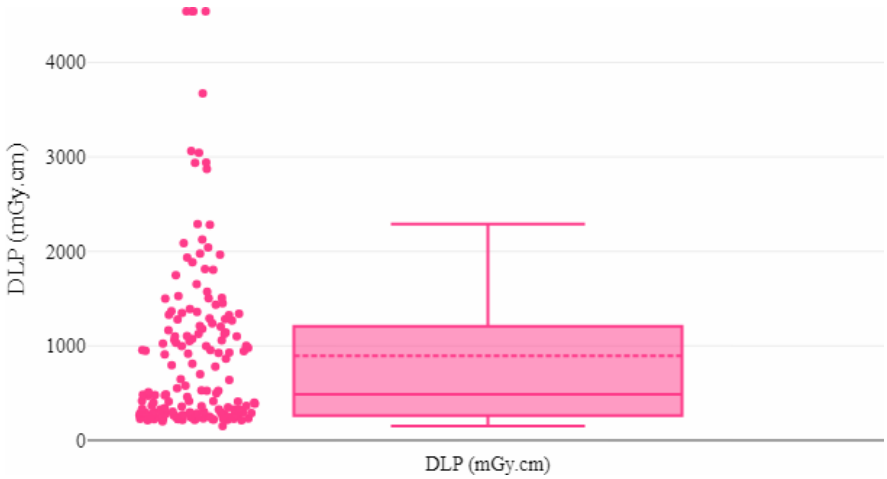
Para os valores típicos de DLP, o sexo masculino apresentou valores ligeiramente maiores, sendo 487,6 mGy.cm e 484,9 para feminino, já para ambos os sexos o valor encontrado foi de 486,2 mGy.cm. Na figura 4 e 5 são apresentados os valores de DLP na forma gráfica.

Figura 4 - Gráfico Box plot DLP para TC de Tórax para sexo feminino e masculino



Fonte: Elaboração da autora (2024).

Figura 5 - Gráfico Box plot DLP para TC de Tórax para ambos os sexos



Fonte: Elaboração da autora (2024).

Comparando os valores de $CTDI_{vol}$ (22,8 mGy) e DLP (486,2 mGy.cm) para ambos os sexos, com os valores encontrados no estudo de Savi (2014), $CTDI_{vol}$ de 10,26 mGy e DLP de 276,40 mGy.cm, observamos que os valores do presente estudo foram significativamente maiores, sendo praticamente o dobro. Além disso, é importante notar que este estudo utilizou uma amostra com 170 dados de exames de TC de tórax, enquanto o estudo de Savi contou com dados de 108 exames. Entretanto, a diferença entre os valores pode ser explicada pelo tipo de

indicação clínica. A indicação clínica dos exames cujo os dados foram utilizados neste estudo era relacionada à doenças cardíacas, tais como: Dissecção Aorta; Aneurisma Aorta; Infarto Agudo do Miocárdio, Dor Torácica; Doença Arterial Coronariana, entre outras. Tais patologias tipicamente envolvem exames de TC com protocolos mais complexos como TC angio coronariana que entregam maiores doses aos pacientes expostos (Borges *et al*., 2022; Nasab *et al*., 2020). Além disso, a tecnologia empregada nos equipamentos também foi diferente, enquanto neste estudo foram utilizados dados de dois equipamentos MX 16 *slice* e *Aquilion* 64 TSX-101AE, no estudo de Savi (2014) o autor relata ter coletado dados de 11 equipamentos com tecnologias diferentes das utilizadas neste estudo (SAVI, 2014).

No estudo de Oliveira *et al.* (2020) realizado no Estado do Rio Grande do Sul o $CTDI_{vol}$ encontrado, para estudo cardíaco de TC tórax ambos os sexos, foi de 19,1 mGy. Já o valor de DLP foi de 1390,2 mGy.cm. Quando comparado com os dados obtidos neste estudo, o $CTDI_{vol}$ foi de 22,8 mGy e DLP 486,2 mGy.cm. Os valores comparados variaram para mais neste estudo com 1,19 no $CTDI_{vol}$, e para menos com 2,86 no DLP. O estudo de Oliveira *et al.* utilizou cerca de 436 exames divididos em 17 tipos de protocolos, cada protocolo com o mínimo de exames solicitados pela ICRP de 20 amostras por descrição. Enquanto este estudo coletou 170 amostras de exames para protocolo de tórax. Além disso, neste estudo não foi utilizado amostras de peso, enquanto que no de Oliveira possuía como paciente padrão peso entre 55 a 88 Kg (Oliveira *et al.,* 2020; ICRP, 2017).

Já ao analisar o estudo de Castanheira (2023), realizado com dados de 180 pacientes, foi possível notar uma diferença significativa entre os valores de $CTDI_{vol}$ e DLP. No estudo atual, o valor de $CTDI_{vol}$ foi 22,8 mGy enquanto no estudo de Castanheira foi de 11,33 mGy. Já em relação aos valores de DLP os valores de Castanheira (2023) foi superior ao deste estudo 640,02 e 486,2 mGy.cm, respectivamente. Castanheira (2023) utilizou o equipamento *General Electric Revolution Evo*, enquanto neste estudo foram utilizados dois outros equipamentos: MX 16 slice e *Aquilion* 64 TSX-101AE. Diferentemente do estudo atual, que não considerou o peso dos pacientes, o estudo de Castanheira utilizou um peso padrão de 70 kg (CASTANHEIRA, 2023).

Valores típicos de $CTDI_{vol}$ e DLP - Abdome

Na Tabela 3 são apresentados os valores de $CTDI_{vol}$ e DLP para ambos os sexos para exames de abdome.

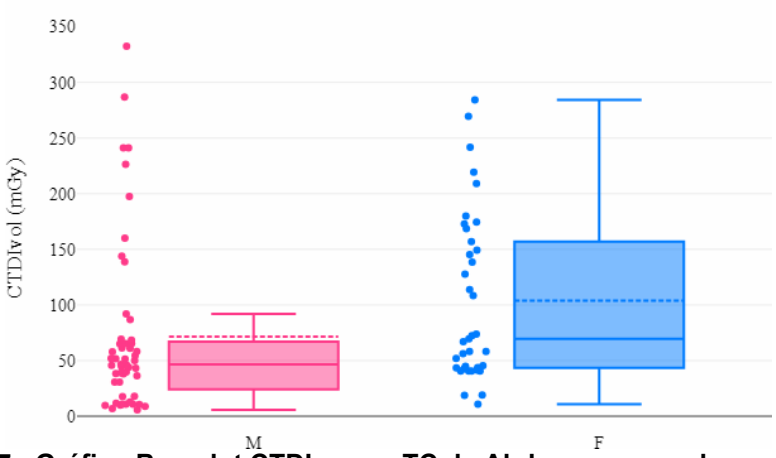
Tabela 3. CTDIvol e DLP para TC de Abdome para ambos os sexos

	Sexo	Número (%)	Mínimo	Máximo	Quartil 2	Quartil 3	Média ± Desvio padrão
$CTDI_{vol}$ (mGy)	M	53 (57,6)	5,7	332,5	46,6	66,9	71,5 ± 76,6
	F	39 (42,4%)	10,7	284,2	69,5	156,8	103,8 ± 75,6
	Ambos os sexos	92 (100%)	5,72	332,5	53,3	130,4	85,1 ± 77,4
DLP (mGy.cm)	M	53 (57,6%)	391,8	3765,0	1659,5	2021,1	1613,6 ± 878,8
	F	39 (42,4%)	563,4	4531,2	1986,9	2645,7	2183,1 ± 958,2
	Ambos os sexos	92 (100%)	391,8	4531,2	1848,1	2263,7	1846,9 ± 949,2

Fonte: Elaboração da autora (2024).

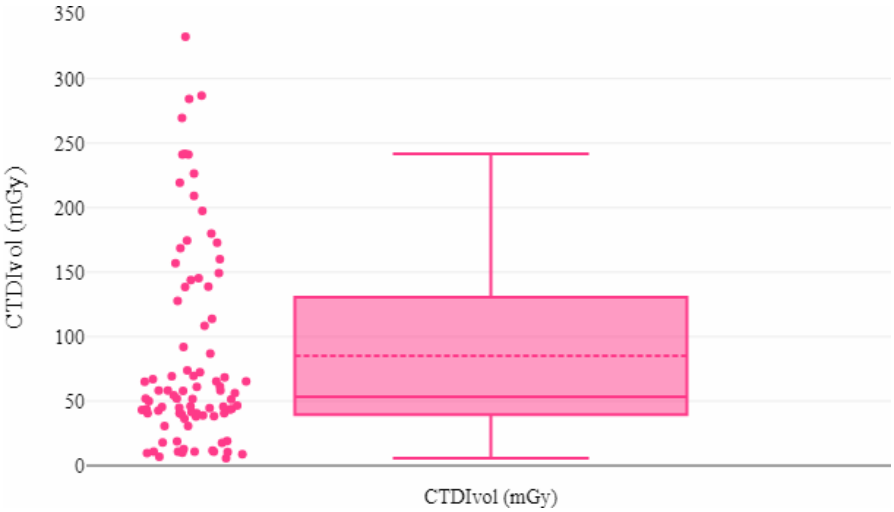
Observou-se que os valores de $CTDI_{vol}$ foram maiores em pacientes do sexo feminino, com um valor típico de 69,5 mGy, enquanto para o sexo masculino foi de 46,6 mGy. Optou-se também por apresentar os valores típicos de $CTDI_{vol}$ para ambos os sexos, que foi de 53,3 mGy. Nas Figuras 6 e 7 são os valores na forma gráfica.

Figura 6 - Gráfico Box plot $CTDI_{vol}$ para TC de Abdome para ambos os sexos



Fonte: Elaboração da autora (2024).

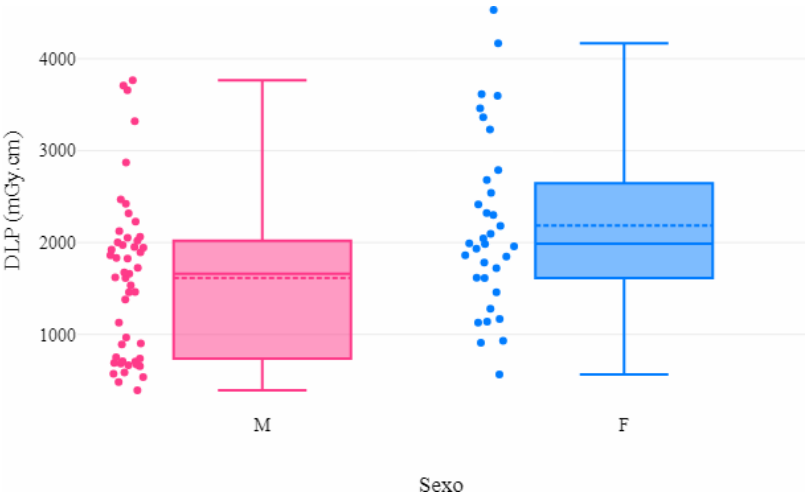
Figura 7 - Gráfico Box plot $CTDI_{vol}$ para TC de Abdome para ambos os sexos



Fonte: Elaboração da autora (2024).

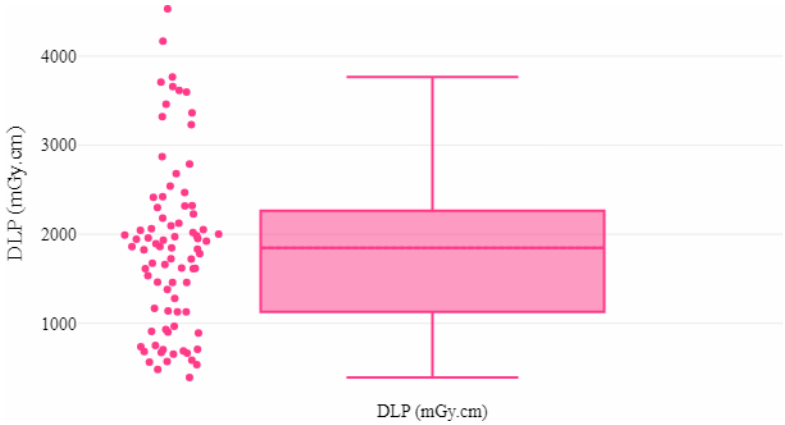
Já os valores típicos de DLP foram maiores no sexo feminino, com 1986,9 mGy.cm, enquanto no sexo masculino foram de 1659,5 mGy.cm. Para ambos os sexos, o valor típico foi de 1848,1 mGy.cm. Na Figura 8 são apresentados esses valores de DLP em forma gráfica.

Figura 8 - Gráfico Box plot DLP para TC de Abdome para ambos os sexos



Fonte: Elaboração da autora (2024).

Figura 9 - Gráfico Box plot DLP para TC de Abdome para ambos os sexos



Fonte: Elaboração da autora (2024).

Quando comparado o $CTDI_{vol}$ (53,3 mGy) e o DLP (1848,1 mGy.cm) deste estudo com o de Matsunaga *et al.* (2019) os dados diferem significativamente, uma vez que Matsunaga *et al.* encontrou valores de $CTDI_{vol}$ 15,1 mGy e DLP de 827,7 mGy.cm. Nota-se que a quantidade de exames dos estudos também foi diferente, pois o estudo atual coletou 92 dados de exames de TC abdominal, enquanto Matsunaga *et al*. teve diferentes valores de n para os descritores de dose: $CTDI_{vol}$ n= 342 e DLP n= 345 (MATSUNAGA *et al.*, 2019).

Já no estudo realizado por Alves e Caldas (2020), foi observado que, entre os dois hospitais analisados, o hospital B apresentou valores de 10,3 mGy para o $CTDI_{vol}$ e 1088,4 mGy.cm para o DLP. Comparando esses dados com os resultados do presente estudo, onde o $CTDI_{vol}$ foi de 53,3 mGy e o DLP de 1848,1 mGy.cm, nota-se que os valores obtidos neste estudo são significativamente maiores. Além da indicação clínica, uma diferença importante entre os estudos é o número de exames analisados: enquanto Alves e Caldas coletaram dados de aproximadamente 578 exames, este estudo considerou apenas 92 exames. Ambos os estudos utilizaram equipamentos da marca *Philips*, porém, no estudo de Alves e Caldas, o modelo dos equipamentos não foi especificado.

Já no estudo de Savi (2014) foram analisados 98 exames de TC abdominal, obtendo um $CTDI_{vol}$ de 11,28 e um DLP de 348,07. No estudo atual, foram coletados 92 exames, com resultados de $CTDI_{vol}$ de 53,3 mGy e DLP de 1848,1 mGy.cm. Além disso, a tecnologia dos equipamentos variou entre os estudos. No presente estudo, foram utilizados dados de dois equipamentos, o *MX* 16 slice e o

Aquilion 64 TSX-101AE, enquanto Savi utilizou dados de 11 equipamentos com diferentes tecnologias (SAVI, 2014).

Os valores típicos encontrados neste estudo foram comparados com os da literatura e estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Comparação dos valores típicos (mediana ou 2ºquartil) obtidos neste estudo com os encontrados na literatura

	Este estudo (2024)		Savi (2014)		Matsunaga et al. (2018)		Alves e Caldas 2020)		Oliveira et al. (2020)		Castanheira (2023)	
Região anatômica	**$CTDI_{vol}$ (mGy)**	**DLP (mGy.cm)**	**$CTDI_{vol}$ (mGy)**	**DLP (mGy.cm)**	**$CTDI_{vol}$ (mGy)**	**DLP (mGy.cm)**	**$CTDI_{vol}$ (mGy)**	**DLP (mGy.cm)**	**$CTDI_{vol}$ (mGy)**	**DLP (mGy.cm)**	**$CTDI_{vol}$ (mGy)**	**DLP (mGy.cm)**
Tórax	22,8	486,2	10,3	276,4	11,3	476,1	-	-	19,1	1390,2	11,3	640,0
Abdome	53,3	1848,1	11,3	348,1	15,1	827,7	10,3	1088,4	22,6	1235,5	8,8	922,4

Fonte: Elaboração da autora (2024).

Limitações deste estudo

Durante o estudo foram identificadas algumas limitações, como a falta de informações relacionadas ao peso e altura dos pacientes. Quando disponíveis, esses dados contribuem com a estimativa das doses de radiação, pois permite agrupar os dados de pacientes de acordo com o biotipo e consequentemente o protocolo utilizado, o que permite uma estimativa de dose mais próxima do praticado. A ausência dessas informações restringiu a avaliação dos resultados apenas pela indicação clínica e tipo de protocolo.

Outra limitação foi a inconsistência na documentação dos tipos de exames realizados. Foram encontrados casos em que a descrição do exame e a indicação clínica (justificativa) estava escrita de forma incorreta ou incompleta, por não mencionar o tipo de procedimento específico realizado ou com erros de digitação. Além disso, a indicação clínica muitas vezes não estava alinhada com o tipo de exame realizado. Nestes casos, os dados não puderam ser utilizados, o que limitou o tamanho da amostra deste estudo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo consistiu em estabelecer DRLs, em termos de valores típicos, no protocolo de doenças cardiovasculares em um em um serviço de tomografia computadorizada no sul do Brasil.

Para este estudo, os principais protocolos utilizados foram de tórax e abdome com indicações clínicas relacionadas às doenças cardiovasculares, tais como infarto agudo do miocárdio, aneurisma de aorta, miocardiopatia isquêmica, derrame pericárdico, entre outros. Ao todo foi utilizada uma amostra contendo dados de 262 exames tomográficos.

Os valores encontrados neste estudo foram apresentados separadamente para protocolo de tórax e abdome. Para protocolos de tórax os valores encontrados para ambos os sexos foram $CTDI_{vol}$ 22,8 mGy e DLP 486,2 mGy.cm. Para exames de abdome foram encontrados os seguintes valores: $CTDI_{vol}$ 53,3 mGy e DLP 1848,1 mGy.cm, para ambos os sexos.

Quando comparados com os dados encontrados na literatura, observou-se que os valores do serviço participante são superiores. Isso pode ser atribuído ao

fato de o estudo ser específico para a indicação clínica de patologias cardíacas, que tipicamente requerem mais exames, resultando em doses maiores.

Para futuros trabalhos, recomenda-se treinamento para os profissionais da radiologia que realizam exames de TC, que inclua orientações sobre: ajustes de parâmetros técnicos, o uso correto de técnicas de redução de dose e inserção de informações corretas relacionadas aos parâmetros do exame (indicação clínica, dados de peso e altura e protocolo utilizado). Além disso, habilitar a utilização de relatórios de dose estruturados (*Dose Structured Report* - SR) nos equipamentos de TC, que permitirá a coleta completa de dados relacionados à estimativa de dose.

REFERÊNCIAS

ALKHYBARI, Essam M et al. **Determining and updating PET/CT and SPECT/CT diagnostic reference levels: a systematic review.** Radiation Protection Dosimetry, [S.L.], v. 182, n. 4, p. 532-545, 22 ago. 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncy113. Acesso em: 20 jul. 2024.

ALVAREZ, Matheus. et al. **Dose Efetiva e Nível de Referência de Dose (DRL) em radiologia em um hospital terciário.** Revista Brasileira de Física Médica, São Paulo, v. 16, p. 678, 2022. DOI: 10.29384/rbfm.2022.v16.19849001678. Disponível em: https://rbfm.org.br/rbfm/article/view/678. Acesso em: 25 abr. 2024.

ALVES, Fabrício 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.** Brazilian Journal Of Radiation Sciences, São Paulo, v. 3, n. 8, p. 1-18, mar. 2020. Disponível em: https://www.bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/view/1204/625. Acesso em: 27 ago. 2024.

BERNARDO, Mônica Oliveira *et al*. **Establishing national clinical diagnostic reference levels and achievable doses for CT examinations in Brazil: a prospective study.** European Journal Of Radiology, [S.L.], v. 169, p. 1-2, dez. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2023.111191. Acesso em: 10 jun. 2024.

BORGES, Raquel Rodrigues *et al*. **Avaliação de diferentes tempos de trânsito do meio de contraste intravascular em exames de tomografia computadorizada coronariana.** Radiologia Brasileira, Brasilia, v. 55, n. 3, p. 161-166, maio 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2021.0063. Acesso em: 20 ago. 2024.

CADAVID, Lina *et al*. S**etting up regional diagnostic reference levels for pediatric computed tomography in Latin America: preliminary results, challenges and the work ahead.** Pediatric Radiology, [S.L.], v. 54, n. 3, p. 457-467, 25 maio 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s00247-023-05676-9. Acesso em: 7 jul. 2024.

CASTANHEIRA, Clara. **Níveis de Referência de Diagnóstico Locais em Tomografia Computorizada.** Roentgen, Portugal, v. 4, n. 2, p. 66-74, maio. 2023. Disponível em: file:///C:/Users/Yuris/Downloads/110-Texto%20Artigo-608-1-10-20230728.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

CHAIR, Jonas Andersson *et al*. **Estimating Patient Organ Dose with Computed Tomography: a review of present methodology and required dicom information a joint report of aapm task group 246 and the european federation of organizations for medical physics (efomp).** American Association Of Physicists In Medicine, Usa, p. 1-46, ago. 2019. Disponível em: https://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_246.pdf. Acesso em: 26 ago. 2023.

DAMILAKIS, John *et al*. **How to establish and use local diagnostic reference levels: an esr eurosafe imaging expert statement.** Insights Into Imaging, Europa, v. 14, n. 1, p. 1-6, 6 fev. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1186/s13244-023-01369-x. Acesso em: 11 jun. 2024.

DATAtab Team (2023). **DATAtab: Online Statistics Calculator.** DATAtab e.U. Graz, Austria. URL https://datatab.net/. Acesso em: 7 jul. 2024.

DOROW, Patrícia Fernanda; MEDEIROS, Caroline de (org.). **Proteção radiológica no diagnóstico e terapia.** Publicações do IFSC, Florianópolis, p. 138. 2019.
Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/documents/30701/523474/PROTEÇÃO+RADIOLOGICA+e b ook+final.pdf/10be750c-0d7c-484f-8baf-c33053f203cd. Acesso em: 13 ago. 2023.

ICRP - INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Diagnostic reference levels in medical imaging.** ICRP Publication 135, v. 46. 2017. Disponível em: https://icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20136. Acesso em: 10 dez. 2023.

KANAL, Kalpana M. *et al*. U.S**. Diagnostic Reference Levels and Achievable Doses for 10 Adult CT Examinations.** Radiological Society Of North America, EUA, v. 284, n. 1, p. 120-133, fev. 2017. Disponível em: https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.2017161911. Acesso em: 25 abr. 2024.

LANGE, Isabel *et al*. **Intraindividual variation of dose parameters in oncologic CT imaging.** Plos One, Eua, v. 16, n. 4, p. 1-10, 23 abr. 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0250490. Acesso em: 20 ago. 2024.

LAURIER, Dominique *et al*. **The scientific basis for the use of the linear no-threshold (LNT) model at low doses and dose rates in radiological protection.** Journal Of Radiological Protection, França, v. 43, n. 2, p. 1-17, 29 jun. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1088/1361-6498/acdfd7. Acesso em: 11 jun. 2024.

LUKOFF, Jonathan; OLMOS, Jaime. **Minimizing Medical Radiation Exposure by Incorporating a New Radiation "Vital Sign" into the Electronic Medical Record: quality of care and patient safety**. The Permanente Journal, California, v. 21, n. 4, p. 1-8, dez. 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.7812/tpp/17-007. Acesso em: 10 set. 2023.

MATSUNAGA, Yuta *et al*. **Diagnostic reference levels and achievable doses for common computed tomography examinations: results from the Japanese** nationwide dose survey. The British Journal Of Radiology, Japão, v. 92, n. 1094, p. 20180290, fev. 2019. Oxford University Press (OUP). http://dx.doi.org/10.1259/bjr.20180290. Disponível em: https://academic.oup.com/bjr/article-abstract/92/1094/20180290/7452055?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 20 ago. 2024.

NASAB, Seyed Mohammad Bagher Hosseini *et al*. O**RGAN EQUIVALENT DOSE AND LIFETIME ATTRIBUTABLE RISK OF CANCER INCIDENCE AND MORTALITY ASSOCIATED WITH CARDIAC CT ANGIOGRAPHY.** Radiation Protection Dosimetry, Eua, v. 189, n. 2, p. 213-223, 20 mar. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncaa033. Acesso em: 20 ago. 2024.

OLIVEIRA, Christian M. *et al*. **IMPLEMENTAÇÃO DA ICRP 135 NA DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE REFERÊNCIA PARA DIAGNÓSTICO EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.** Revista Brasileira de Física Médica, Porto Alegre. jan. 2020. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/205866/001111835.pdf. Acesso em: 7 ago.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Doenças cardiovasculares.** Organização Mundial da Saúde. 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases. Acesso em: 29 de dezembro de 2023.

RAVAZIO, Rafaela C. *et al*. **ESTUDO PRELIMINAR DOS NÍVEIS DE REFERÊNCIA DIAGNÓSTICO EM CARDIOLOGIA INTERVENCIONISTA - APLICAÇÃO DA PUBLICAÇÃO ICRP 135.** 2021. Disponível em: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/097/49097669.pdf. Acesso em: 25 abr. 2024.

REHANI, Madan M. *et al.* **Patients undergoing recurrent CT scans: assessing the magnitude.** European Radiology, EUA, v. 30, n. 4, p. 1828-1836, 2 dez. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s00330-019-06523-y. Acesso em: 17 ago. 2023.

ROCHITTE, Carlos E. **A Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada Cardiovascular na Cardiologia do Presente e Futuro.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, São Paulo, v. 120, n. 1, p. 1-3. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.36660/abc.20230021. Acesso em: 25 ago. 2024.

SANTOS JUNIOR, Jorge Augusto dos, et al. **Dose efetiva de radiação nos exames de tomografia computadorizada: um estudo retrospectivo e descritivo.** Diagnóstico e Tratamento, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 46-51, abr. 2022. Disponível em: https://www.apm.org.br/wp-content/uploads/Diagnostico-Tratamento-v25n2_2020.pdf#page=10. Acesso em: 11 set. 2023.

SAVI, Matheus Brum Marques Bianchi. **ESTUDO DOS NÍVEIS DE REFERÊNCIA DE DIAGNÓSTICO PARA PROCEDIMENTOS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO ESTADO DE SANTA CATARINA**. 2014. 111 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Ciências Médicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/30400611.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

SENSAKOVIC, William F.; WARDEN, David R. **What Is the CT Dose Report Sheet and Why Is It Useful?** American Journal Of Roentgenology, Orlando, v. 207, n. 5,

p. 929-930, nov. 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.2214/ajr.16.16686. Acesso em: 26 ago. 2023.

SOUZA, Daiane Cristini Barbosa de *et al.* **Use of the Radiation Dose Structured Report (RDSR) in dose estimation in computed tomography**. Research, Society And Development, Florianópolis, v. 11, n. 8, p. 1-11, 22 jun. 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30822. Acesso em: 17 ago. 2023.

UNSCEAR - UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Sources, effects and risks of ionizing radiation.** 2022. Disponível em: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2020_21_Annex-A.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

VIERO, Ana Paula. **Estimativa da dose efetiva acumulada em pacientes com doenças cardiovasculares submetidos a múltiplos procedimentos radiológicos**. 2024. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Radiologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Porto Alegre, 2024.

WATANABE, Hiroshi et al. **Report of a nationwide survey on actual administered radioactivities of radiopharmaceuticals for diagnostic reference levels in Japan.** Annals Of Nuclear Medicine, Japão, v. 30, n. 6, p. 435-444, 6 maio 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s12149-016-1079-6. Acesso em: 20 jul. 2024.