



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS RADIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

MATEUS DAS NEVES FRAGNANI

**ESTUDO COMPARATIVO DE DOSE EFETIVA EM PACIENTES ONCOLÓGICOS
SUBMETIDOS À EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
MULTIFÁSICA**

FLORIANÓPOLIS

2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS RADIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

MATEUS DAS NEVES FRAGNANI

**ESTUDO COMPARATIVO DE DOSE EFETIVA EM PACIENTES ONCOLÓGICOS
SUBMETIDOS À EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
MULTIFÁSICA**

Dissertação submetida ao programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do Departamento Acadêmico de Saúde do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Câmpus Florianópolis.

Linha de pesquisa: Estimativa de dose no paciente.

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

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Edilaine Honório
da Silva

FLORIANÓPOLIS

2025

ESTUDO COMPARATIVO DE DOSE EFETIVA EM PACIENTES ONCOLÓGICOS SUBMETIDOS À EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTIFÁSICA

MATEUS DAS NEVES FRAGNANI

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Proteção Radiológica e aprovada na sua forma final pela banca examinadora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado Profissional em Proteção Radiológica, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 30 de maio de 2025.

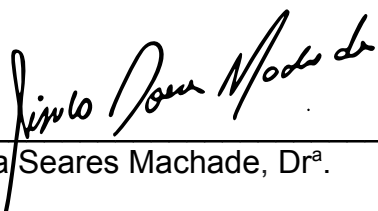
Banca examinadora:

Daiane Cristini Barbosa de Souza, Dr^a.

Edilaine Henörie da Silva , Dr^a.

Documento assinado digitalmente
 CARLA DARUICH DE SOUZA
Data: 22/05/2025 19:59:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carla Daruich de Souza, Dr^a.



Jessica Seares Machade, Dr^a.

Documento assinado digitalmente
 GERUSA RIBEIRO
Data: 22/05/2025 19:40:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gerusa Ribeiro, Dr^a.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, sabedoria e perseverança concedidas ao longo dessa jornada acadêmica, permitindo-me superar desafios e concluir este trabalho.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Daiane Cristini Barbosa de Souza, minha mais profunda gratidão por toda a paciência, disponibilidade e pelos valiosos ensinamentos transmitidos ao longo dessa trajetória. Seu comprometimento e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha co-orientadora, Prof^a. Dr^a. Edilaine Honório da Silva, pelo tempo dedicado, pela ajuda incansável e pelo conhecimento compartilhado, que foram essenciais para a realização desta pesquisa. Seu suporte foi imprescindível para o sucesso deste estudo.

Às bolsistas do CST Radiologia, Isadora Costa e Mariana Mattos, pela colaboração e auxílio ao longo da pesquisa. A dedicação e o empenho de vocês fizeram toda a diferença e contribuíram imensamente para a execução deste trabalho.

Ao serviço participante da pesquisa, pela abertura das portas e pelo acolhimento, possibilitando a realização do estudo e fornecendo um ambiente propício para a coleta e análise dos dados.

À instituição IFSC - Campus Florianópolis, pela oportunidade de realizar o mestrado e pelo suporte oferecido durante todo o período acadêmico.

À FAPESC, pelo incentivo por meio da bolsa de pesquisa do Edital de Chamada Pública FAPESC nº 18/2024 – Programa de Fomento à Pós-Graduação, que foi de grande importância e contribuiu significativamente para a viabilização deste estudo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu mais sincero agradecimento. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada momento de aprendizado compartilhado foram essenciais para esta conquista.

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa consistiu na comparação das doses efetivas estimadas em pacientes oncológicos submetidos a diferentes protocolos de TC abdominal e torácica, multifásico, para estadiamento de neoplasias, em um hospital no sul do Brasil. A revisão da literatura se fundamentou na Legislação nacional aplicável em Proteção em Radiológica; Organizações e Legislação internacional aplicáveis; Estimativa de dose em TC; Exames de TC em pacientes oncológicos; Estimativa de dose em pacientes e em TC oncológica e Aquisição das imagens/Origem das imagens de TC Sistema de Regulação. Este foi um estudo quantitativo, retrospectivo, realizado em um hospital de referência no atendimento de alta complexidade a pacientes oncológicos. A amostra do estudo foi composta por 400 relatórios de exames de pacientes submetidos a exames de TC com indicação clínica de estadiamento de neoplasias, realizados entre 2022 a junho de 2024, ambos os sexos, maiores de 18 anos e sem limite de idade máxima. A coleta dos dados foi realizada de julho a agosto de 2024. Dados que foram extraídos do sistema *Picture Archiving and Communication System (PACS)* respeitando os critérios de elegibilidade, em um tomógrafo modelo *Canon Aquilion Lightning*. A pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa do IFSC, parecer número 6.644.622, em fevereiro de 2024. A análise estatística foi conduzida nos software *Jamovi* versão 2.6. Os resultados foram apresentados em termos de mediana e quartis, obtendo-se as seguintes medianas: protocolo 4 fases - Dose efetiva 12,71 mGy; valores típicos/DRLs - $CTDI_{vol}$ 4,59 mGy e DLP 847,34 mGy.cm e e uma dose efetiva média de 12,71 mSv. Protocolo 3 fases - Dose efetiva 12,71 mGy; valores típicos/DRLs - $CTDI_{vol}$ 4,59 mGy e DLP 847,34 mGy.cm e e uma dose efetiva média de 12,71 mSv. Os valores de $CTDI_{vol}$ e DLP foram, respectivamente: 4,51 mSv e 1.051,7 mGy.cm (4 fases) e 4,47 mSv e 822,41 mGy.cm (3 fases). A variação entre os valores de DLP, de 21% a menos para o protocolo de 3 fases, mostra o potencial para revisão e otimização de protocolos na prática clínica. O número da amostra, informações como peso e altura do paciente, e a diferenciação dos registros e da tecnologia foram limitantes. O estudo apresenta uma metodologia para estimar doses em tomografia computadorizada oncológica, visando aprimorar a prática clínica e enfatizar a necessidade de revisar protocolos de exames para pacientes oncológicos.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada; Estimativa de dose; Dosimetria; Abdome; Tórax; Pacientes Oncológicos; Neoplasias.

ABSTRACT

The general objective of this study was to compare the estimated effective doses in cancer patients undergoing different multiphase abdominal and thoracic CT protocols for the staging of neoplasms in a hospital in southern Brazil. The literature review is based on national legislation applicable to radiation protection; international organizations and legislation applicable to radiation protection; dose estimation in CT; CT examinations in cancer patients; dose estimation in patients and in cancer CT; image acquisition/origin of CT images; regulation system. Method: This was a quantitative, retrospective study carried out in a referral hospital providing high-complexity care to cancer patients. The study sample consisted of 400 examination reports from patients undergoing CT scans with a clinical indication for staging neoplasms, performed between 2022 and June 2024, both sexes, over 18 years of age and with no maximum age limit. Data was collected from July to August 2024. The data was extracted from the Picture Archiving and Communication System (PACS), respecting the eligibility criteria, on a Canon Aquilion Lightning CT scanner. The research was approved by the IFSC Research Ethics Committee, opinion number 6.644.622, in February 2024. Statistical analysis was carried out using Jamovi software version 2.6. The results were presented in terms of medians and quartiles, yielding the following medians: protocol 4 phases - effective dose 12.71 mGy; typical values/DRLs - CTDIvol 4.59 mGy and DLP 847.34 mGy.cm and a mean effective dose of 12.71 mSv. Protocol 3 phases - Effective dose 12.71 mGy; typical values/DRLs - CTDIvol 4.59 mGy and DLP 847.34 mGy.cm and an average effective dose of 12.71 mSv. The CTDIvol and DLP values were, respectively: 4.51 mSv and 1,051.7 mGy.cm (4 phases) and 4.47 mSv and 822.41 mGy.cm (3 phases). The variation between DLP values, 21% less for the 3-phase protocol, shows the potential for reviewing and optimizing protocols in clinical practice. The sample size, information such as patient weight and height, and the differentiation of records and technology were limiting factors. The study presents a methodology for estimating doses in oncological computed tomography, with the aim of improving clinical practice and emphasizing the need to review examination protocols for oncological patients.

Keywords: Tomography, Computed; Dose estimation; Dosimetry; Abdomen; Chest; Oncology patients; Neoplasms.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Phantom em acrílico com respectiva furação para câmara de ionização..	21
Figura 2 - Imagem adquirida ao longo do eixo z.....	23
Figura 3 - Representação CTDIvol e DLP.....	24
Figura 4 - Fluxograma das etapas realizadas neste estudo.....	39
Figura 5 - Gráfico bloxpot demonstrando distribuição da amostra por idade e sexo	43
Figura 6 - Gráfico bloxpot demonstrando CTDIvol por sexo dos exames de tórax e abdome 4 fases.....	45
Figura 7 - Gráfico bloxpot demonstrando DLP por sexo dos exames de tórax e abdome 4 fases.....	46
Figura 8- Gráfico bloxpot demonstrando dose efetiva por sexo dos exames de tórax e abdome 4 fases.....	48
Figura 9 - Gráfico bloxpot demonstrando CTDIvol por sexo dos exames de tórax e abdome 3 fases.....	50
Figura 10 - Gráfico bloxpot demonstrando DLP por sexo dos exames de tórax e abdome 3 fases.....	51
Figura 11 - Gráfico bloxpot demonstrando dose efetiva por sexo dos exames de tórax e abdome 3 fases.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados dos protocolos realizados no serviço participante	34
Tabela 2 - Dados de caracterização de faixa etária por sexo	35
Tabela 3 - Categorização dos exames de tórax e abdome 4 fases coletados	36
Tabela 4 - Categorização dos exames de tórax e abdome 3 fases coletados	39
Tabela 5 - Teste Wilcoxon dos exames de tórax e abdome coletados	42
Tabela 6 - Comparação dos valores DLP, $CTDI_{vol}$ e E com a literatura	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CEPSH - Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
CTDI - Índice de dose de tomografia computadorizada
CTDI_{vol} - Índice de dose volumétrica de tomografia computadorizada
DLP - Produto dose-comprimento
DRL - Nível de Referência em Diagnóstico
IAEA - International Atomic Energy Agency
ICRP - International Commission on Radiological Protection
IOE - Indivíduo Ocupacionalmente Exposto
LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
PACS - Sistema de Armazenamento e Comunicação de Imagens
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada
SISREG - Sistema Nacional de Regulação
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TC - Tomografia Computadorizada
UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Pergunta de pesquisa.....	15
1.3 Objetivo geral.....	15
1.3.1 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Legislação nacional em Proteção em Radiológica.....	16
2.2 Organizações e Legislação internacional em Proteção Radiológica.....	18
2.3 Estimativa de dose em Tomografia Computadorizada (TC).....	19
2.4 Exames de TC em pacientes oncológicos.....	25
2.5 Estimativa de dose em TC.....	26
2.6 Aquisição das imagens/Origem das imagens de TC Sistema de Regulação (SISREG).....	31
3 MÉTODO.....	33
3.1 Desenho de estudo.....	33
3.2 Amostra de estudo.....	33
3.3 Local e período do estudo.....	35
3.5 Critérios de exclusão.....	36
3.6 Procedimento para a coleta de dados.....	36
3.7 Análise estatística dos dados.....	38
3.8 Aspectos éticos.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Análise Estatística.....	41
4.2 Caracterização da amostra e parâmetros técnicos das imagens.....	41
4.3 CTDIvol, DLP e E no Protocolo de tórax e abdome 4 fases.....	44
4.4 CTDIvol, DLP e E no Protocolo de tórax e abdome 3 fases.....	49
4.5 Comparação com valores de CTDIvol, DLP e E na literatura (3 fases).....	54
4.6 Limitações do estudo.....	58
5 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A - Dados coletados referentes aos relatórios de dose protocolo quatro fases.....	68
APÊNDICE B - Dados coletados referentes aos relatórios de dose protocolo três fases.....	73
APÊNDICE C - Resumo apresentado no RADIO JOINT 2024.....	78
APÊNDICE D - Resumo apresentado no SNCT 2024.....	79
APÊNDICE E - Resumo apresentado no SNCT 2024.....	80
APÊNDICE F - Poster apresentado no SNCT 2023.....	85
APÊNDICE G - Resumo apresentando no SNCT 2023.....	86

ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEPESH/IFSC.....	89
---	----

1 INTRODUÇÃO

Exames de tomografia computadorizada (TC) correspondem atualmente a mais de 9% dos métodos de imagem na prática médica atual, devido à sua contribuição no diagnóstico e no monitoramento de uma ampla gama de condições médicas. Por meio do uso de raios X e técnicas computacionais avançadas, a TC fornece imagens detalhadas do corpo humano, permitindo a detecção precoce de doenças, a avaliação de lesões traumáticas e a orientação precisa de intervenções médicas (UNSCEAR 2021; BUSHONG, 2018).

Devido à capacidade da TC fornecer informações anatômicas e funcionais em alta resolução, essa modalidade se tornou um procedimento rotineiro em especialidades como cardiologia, oncologia, neurologia, ortopedia, pediatria e cirurgia. Além disso, os constantes avanços tecnológicos como o desenvolvimento de algoritmos de reconstrução cada vez mais robustos e que oferecem cada vez mais imagens tridimensionais de alta qualidade tem entregado também doses reduzidas de radiação. Nesse sentido, a TC vem auxiliando no diagnóstico clínico precoce e preciso de cada vez mais doenças, melhorando a qualidade de vida dos pacientes (STILLER, 2018; ZENSEN *et al.*, 2022; KOETZER *et al.*, 2023).

Na oncologia, o uso da TC no estadiamento de neoplasias permite a obtenção de informações detalhadas sobre a extensão do tumor, presença de metástases, planejamento do tratamento, e prognóstico dos pacientes no estadiamento de várias neoplasias, fornecendo detalhes anatômicos determinantes para o planejamento do tratamento (LANGE *et al.*, 2021; MASCI *et al.*, 2022). Como por exemplo, no estudo de Bonde *et al.* (2021) que enfatiza a relevância da TC no estadiamento do mesotelioma pleural maligno, uma vez que fornece informações sobre a invasão tumoral local, envolvimento linfonodal e metástases à distância.

Embora a TC seja uma ferramenta valiosa para diagnóstico médico e estadiamento de neoplasias, cada vez mais estudos têm alertado para as constantes exposições e doses acumuladas que podem aumentar os riscos de desenvolvimento de câncer, e/ou câncer secundário e outras condições relacionadas à exposição à radiação ionizante (UNSCEAR, 2021; KIM *et al.*, 2021; CAO *et al.*, 2022; RIZZO *et al.*, 2024). Portanto, adotar medidas para otimizar a dose de radiação administrada durante a TC, como o uso de técnicas de otimização de dose

e a otimização dos protocolos de imagem, contribui para o uso seguro desses exames (SOUZA *et al.*, 2018).

Nesse contexto, diversas organizações internacionais e nacionais têm se dedicado à questão das doses em TC buscando estabelecer diretrizes e recomendações para garantir a segurança dos pacientes. Entre as organizações internacionais, destacam-se o Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR), a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) e a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA). No âmbito nacional, no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) são responsáveis por regulamentar e supervisionar o uso seguro da radiação ionizante em procedimentos médicos, incluindo a TC. Essas organizações fornecem base teórico-científica no estabelecimento de diretrizes para o uso adequado das doses em TC (SOUZA *et al.*, 2018; ICRP, 2017; IAEA, 2022).

No Brasil, a CNEN estabelece três princípios básicos de radioproteção: justificação, otimização e limitação de doses individuais. O princípio da justificação afirma que qualquer atividade envolvendo radiação deve ser justificada em relação a outras alternativas e produzir um benefício líquido positivo para a sociedade. O princípio da otimização estabelece que todas as exposições devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente exequíveis (*As low as reasonably achievable* -ALARA). O último princípio estabelece que as doses individuais de trabalhadores e de indivíduos do público não devem exceder os limites anuais de doses estabelecidos pela CNEN (SOUZA *et al.*, 2022).

De acordo com o Relatório nº 184 do Conselho Nacional de Radioproteção Norte-Americano (NCRP, 2019) a TC abdominal tem sido o protocolo mais utilizado, dentre os protocolos mais frequentes de TC, correspondendo à 20 milhões de exames, chegando assim a contribuir com mais de 38% das doses coletivas. Abordagens como a diminuição da energia na geração de raios X, limitação da área a ser examinada, algoritmos de reconstrução aperfeiçoados e redução do número de aquisições têm sido objeto de estudos nas últimas décadas, visando a redução da dose efetiva em exames radiológicos.

Além disso, segundo o UNSCEAR, essas estratégias têm demonstrado resultados promissores, permitindo a realização de exames de TC abdominal com

níveis de dose efetiva similares aos de exames radiológicos especializados (UNSCEAR, 2021).

Com base nas diretrizes dessas entidades de proteção radiológica, na área de estudo sobre estimativa de dose em TC, os indicadores de dose convencionais, como o índice de dose volumétrica computadorizada ($CTDI_{vol}$) e o produto dose-comprimento (DLP), têm sido complementadas pelo equivalente de dose de tamanho específico (SSDE) para fornecer uma avaliação mais precisa da dose absorvida pelos pacientes. Esses indicadores permitem estimar as doses individuais ou coletivas aprimorando a segurança dos exames de TC, (SOUZA *et al.*, 2018).

Assim, com base no exposto, o presente estudo teve por objetivo comparar as doses efetivas em pacientes oncológicos submetidos a exames de TC abdominal e torácica em diferentes protocolos para estadiamento de neoplasias em um hospital no sul do Brasil.

1.1 Justificativa

Conhecer as doses recebidas por pacientes expostos durante exames radiológicos, tais como TC, permite avaliar quantitativamente o impacto dos protocolos utilizados nas doses recebidas. Em exames que exigem múltiplas fases, tais como TC para estudo oncológico, estimar as doses permite não só a otimização dos os protocolos, mas também quantificar a redução da exposição recebida (GAO *et al.*, 2020).

Além disso, estimar as doses recebidas por pacientes oncológicos submetidos à TC permite proporcionar um equilíbrio adequado entre o benefício diagnóstico e os riscos relacionados à exposição à radiação ionizante neste grupo tipicamente mais exposto, uma vez que outros procedimentos envolvendo mais exposição à radiação, tais como radioterapia, poderão ser realizados ao longo do tratamento (LANGE *et al.*, 2021; RIZZO *et al.*, 2024).

Durante a prática clínica, os radiologistas escolhem o protocolo de imagem por TC mais apropriado de forma a garantir a obtenção das informações necessárias minimizando a exposição à radiação. A escolha do protocolo pode ser influenciada por diversos aspectos, como indicações clínicas, idade, peso e disponibilidade a exames anteriores. Além disso, considerações sobre preferências do radiologista

também têm influência na escolha do protocolo. Assim, as variações nos protocolos de imagem entre diferentes instituições, e até mesmo dentro da mesma instituição entre diferentes profissionais, se intensificam especialmente quando fica ao critério exclusivo do radiologista selecionar o protocolo (RIZZO *et al.*, 2024).

Nos estudos de TC a utilização de todas as fases de aquisição em um protocolo completo de quatro fases (sem contraste, arterial, portal e equilíbrio) pode ser evitada na avaliação de síndromes abdominais. Seguindo uma abordagem baseada nos princípios de proteção radiológica, tais como otimização (ALARA), uma avaliação clínica cuidadosa permite reduzir a quantidade de fases ao mínimo necessário. Essa estratégia se apoia na análise individualizada dos sintomas e suspeitas clínicas, resultando em uma redução significativa da dose de radiação recebida pelos pacientes, sem comprometer a qualidade diagnóstica (SINGH *et al.*, 2017).

O interesse na temática apresentada surgiu durante a experiência profissional do autor em um centro de diagnóstico médico, especificamente nos aparelhos de TC do serviço, onde são realizados exames com protocolos de abdome e tórax sem contraste ou abdome e tórax com contraste, dependendo da indicação clínica. Durante a análise de dados encontrados na literatura e das recomendações estabelecidas pelo Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR), verificou-se que é desnecessário o uso do protocolo de abdome e tórax com quatro fases em pacientes oncológicos que realizam estadiamento de neoplasias, pois foi constatado pela equipe de médicos radiologistas que, para o estadiamento de neoplasias, não é necessária a utilização da fase de equilíbrio ou tardia nas tomografias de abdome (CBR, 2015).

Assim, o protocolo de três fases, já existente no serviço, foi reativado em 2023 seguindo as recomendações do CBR, substituindo o de quatro fases. E devido a isso, no período entre 2023 e 2024 os pacientes oncológicos com indicação clínica de estadiamento de neoplasias realizaram, no mínimo, dois exames tomográficos como parte do protocolo oncológico: um no início do tratamento com protocolo de 4 fases, e outro ao final, já com o protocolo de 3 fases, adotado após a atualização ocorrida em 2023, conforme as recomendações do CBR. No entanto, nenhum estudo havia sido conduzido a fim de quantificar o real benefício da mudança de protocolo e a otimização alcançada, que poderia então incentivar a revisão de outros protocolos. Assim, este estudo coletou dados retrospectivos de

pacientes que haviam realizado exames com ambos os protocolos, de três e quatro fases, permitindo uma análise quantitativa das doses de radiação recebidas, por meio dos indicadores de dose, $CTDI_{vol}$ e DLP, E e apresentando os resultados obtidos em termos de valores típicos.

1.2 Pergunta de pesquisa

Com base nas informações apresentadas anteriormente formulou-se a seguinte pergunta: *Quais as doses efetivas recebidas por pacientes oncológicos submetidos à TC de abdome e tórax pré e pós a utilização de um protocolo de três fases em um hospital na região Sul do Brasil?*

1.3 Objetivo geral

Comparar e estimar as doses efetivas estimadas em pacientes oncológicos submetidos a diferentes protocolos de TC abdominal e torácica multifásico para estadiamento de neoplasias em um hospital no sul do Brasil.

1.3.1 Objetivos específicos

- A. Extrair dados de exames realizados com o protocolo de TC abdominal e torácica de quatro e três fases no setor de alta complexidade oncológica.
- B. Calcular as doses efetivas provenientes de exames de TC de abdome e tórax realizados com quatro fases e três fases.
- C. Comparar as doses efetivas estimadas nos diferentes protocolos e estabelecer valores típicos, em termos das grandezas fornecidas pelo tomógrafo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Legislação nacional em Proteção em Radiológica

A legislação nacional aplicável à proteção radiológica em TC inclui uma série de leis, regulamentos e normas destinadas a proteger pacientes, trabalhadores e o público contra os efeitos nocivos da radiação ionizante.

O órgão regulador na área de proteção radiológica no Brasil é a CNEN criada pela Lei nº 6.439/1977, que regulamenta a Política Nacional de Energia Nuclear. A CNEN é a agência responsável pela regulamentação e fiscalização das atividades relacionadas ao uso de radiações ionizantes no Brasil, incluindo o uso médico (CNEN, 2023).

Desde sua criação, a CNEN publicou uma série de normas que regulamentam o uso de radiação ionizante em medicina, entre elas destaca-se a Norma Nuclear (NN) 3.01 de 2024 "Diretrizes Básicas De Proteção Radiológica". Nesta norma são seguidas as recomendações da ICRP publicação nº 103 e outras normativas internacionais, principalmente quanto aos princípios de radioproteção, limites de dose, uso de dosímetro, entre outras recomendações da ICRP (ICRP, 2007; CNEN, 2024).

De forma geral, a CNEN estabelece limites de dose para exposição à radiação ionizante, que devem ser respeitados por todos os profissionais que utilizam equipamentos de diagnóstico por imagem. A NN 3.01 é a principal norma de proteção radiológica no país e a partir dela outras normas nacionais são estabelecidas, dentre elas a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 611 de /2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que especifica requisitos para a instalação e operação de equipamentos de diagnóstico por imagem (ANVISA, 2022).

A RDC 611/2022 estabelece requisitos sanitários para a organização e operação de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista e regulamenta o controle de exposições médicas, profissionais e públicas resultantes do uso de tecnologia de radiologia diagnóstica ou intervencionista. Esta norma revogou a antiga Portaria 453/1998 e incorporou as mais recentes recomendações internacionais sobre proteção radiológica. A RDC 611/2022 estabelece novos requisitos para a segurança dos pacientes, trabalhadores e público em geral,

incluindo: Limites de dose mais baixos para pacientes, melhor controle da exposição ocupacional recomenda melhorar os procedimentos de segurança para o público (ANVISA, 2022).

De modo geral, a Anvisa por meio da RDC 611/2022, orienta que os profissionais que utilizam estes equipamentos devem ser adequadamente treinados em proteção radiológica. O treinamento deve abranger os perigos da radiação ionizante, procedimentos de segurança e métodos para reduzir a exposição à radiação, um passo importante para melhorar a segurança dos serviços de radiologia no Brasil (ANVISA, 2022).

A ANVISA estabeleceu, junto com a RDC 611/2022, uma série de Instruções Normativas (IN) visando direcionar os requisitos de radioproteção por modalidade de imagem. Os requisitos de radioproteção para TC são dados na IN nº 93/2022, que define critérios para avaliação da adequação de um sistema de gestão da qualidade para serviços de diagnóstico por imagem. A IN 93/2022 é um importante instrumento para garantir a qualidade dos serviços de TC no Brasil, determinando características e processos de trabalho que os equipamentos devem ter para serem comercializados como: os equipamentos devem indicar o *Computed Tomography Dose Index* ($CTDI_{vol}$), que representa o índice de dose em TC informado para cada exame, e o *Dose Length Product* Produto Dose-Comprimento (DLP), que representa a exposição de radiação de um corte de TC multiplicado pela extensão do estudo e é medido em mGy.cm, também dispõe requisitos de desempenho e aceitação como por exemplo: os equipamentos são obrigados a emitir relatório de dose em formato DICOM (IN 93, 2022).

O atendimento à legislação nacional e as normas internacionais sobre proteção radiológica são necessárias para garantir a proteção contra os efeitos prejudiciais das radiações ionizantes em pacientes, trabalhadores e público em geral. Nesse contexto, a CNEN implementa e fiscaliza, garantindo que o uso de fontes radioativas na medicina, indústria e pesquisa da radiação ionizante seja realizado de forma segura e eficaz (CNEN, 2021). Enquanto a ANVISA tem o papel de fiscalizar o radiodiagnóstico e intervencionismo (ANVISA, 2022).

2.2 Organizações e Legislação internacional em Proteção Radiológica

A TC é uma técnica de diagnóstico por imagem amplamente utilizada na medicina, que oferece informações detalhadas sobre a anatomia interna do corpo humano. No entanto, a exposição à radiação ionizante durante a realização da TC requer medidas de proteção adequadas para garantir a segurança dos pacientes, profissionais de saúde e público em geral. Nesse contexto, várias organizações internacionais têm estabelecido normativas com o objetivo de orientar a prática da proteção radiológica na TC (UNSCEAR, 2021).

A ICRP é a principal organização internacional que estabelece recomendações para a proteção radiológica. As recomendações de radioproteção são fornecidas por meio de suas publicações, sendo a versão mais atual a Publicação nº 103. Essa recomendação define os princípios de justificação e otimização da exposição à radiação em todas as práticas radiológicas. Além disso, ela fornece orientações sobre o estabelecimento de DRLs, limites de dose para o indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE) e estratégias de otimização para minimizar a exposição desnecessária dos pacientes (ICRP, 2007).

Outro documento norteador é a Publicação nº 135, da ICRP. Esta Publicação recomenda o estabelecimento de Níveis de Referência em Diagnóstico (DRLs) em cada modalidade diagnóstica, bem como as grandezas a serem usadas. A mesma Publicação também descreve a metodologia para o estabelecimento dos DRLs, utilizando o peso, altura, sexo, indicação clínica e protocolo a ser utilizado entre outros fatores, que são utilizados na prática clínica para otimizar as doses recebidas pelos pacientes (ICRP, 2007; ICRP, 2017).

A IAEA também tem contribuído para o uso seguro das radiações ionizantes. Na área de TC, a IAEA fornece orientações detalhadas sobre controle de qualidade e DRLs, por meio de treinamentos online, cursos e publicações para profissionais. Na área de DRLs a IAEA fornece o curso online sobre o tema, permitindo a atualização profissional nessa temática (IAEA, 2022; IAEA, 2025).

Outro importante órgão na área de radioproteção que tem trazido constante atualização na área de exposições médicas é o Comitê das Nações Unidas sobre os Efeitos das Radiações Atômicas (UNSCEAR). O UNSCEAR tem como objetivo principal avaliar os efeitos das radiações ionizantes na saúde humana e no meio ambiente, reunindo especialistas de diferentes campos, como medicina, física e

biologia, para realizar pesquisas e revisões científicas sobre os efeitos das radiações (UNSCEAR, 2021).

Nesse sentido, o UNSCEAR tem realizado o projeto *Global Survey of Radiation Exposure* por meio do qual tem se conhecido as doses coletivas recebidas em diversos países participantes. Uma das vertentes do projeto envolve o estudo das exposições médicas ocorridas nos países membros que têm participado no fornecimento de dados. Os membros participantes têm fornecido dados de dose, tais como $CTDI_{vol}$ e DLP, além de informações sobre número de equipamentos e procedimentos realizados. Esses dados são então utilizados para estimar as doses efetivas coletivas nas populações nas quais os exames são realizados e também fornecem base para estudos locais menores (UNSCEAR, 2017). A comissão coleta e avalia dados epidemiológicos, realiza pesquisas sobre os efeitos biológicos das radiações ionizantes e fornece orientações baseadas em evidências científicas para minimizar os riscos relacionados à TC (UNSCEAR, 2017; 2021).

Apesar da importância de estudos globais como este, estudos locais como o proposto nesta dissertação contribuem para otimização das práticas em locais específicos de serviços participantes.

2.3 Estimativa de dose em Tomografia Computadorizada (TC)

A radiação ionizante é constituída por ondas eletromagnéticas que, ao interagirem com a matéria, desencadeiam uma série de reações, dentre elas a ionização, transferindo energia aos átomos e moléculas presentes no campo irradiado e promovendo, assim, alterações físico-químicas intracelulares (BUSHONG, 2018; BARRETO, 2020).

Diversas grandezas são utilizadas em radiologia a fim de quantificar as doses recebidas durante as exposições. A grandeza dose absorvida refere-se à quantidade de energia (em Joule) depositada pela radiação na matéria por unidade de massa (em quilograma). Sua unidade de medida no Sistema Internacional de medidas, é o Gray (Gy). Diferentes tipos de radiação ionizante promovem diferentes efeitos biológicos. Para calcular a dose em órgãos a grandeza utilizada é a dose equivalente, que leva em consideração o tipo de radiação envolvida na exposição, através de um fator de correção aplicado ao valor da dose absorvida. Para os raios X, esse fator de correção é igual a 1. Para calcular a dose recebida pelo corpo

inteiro tem-se a grandeza dose efetiva, que se baseia na dose equivalente levando em consideração a sensibilidade do órgão à radiação. Para ambas, a unidade utilizada é o Sievert (Sv) (ICRP, 2019; BARRETO, 2020).

Os efeitos biológicos provocados pela exposição à radiação ionizante podem ser divididos em reações teciduais ou efeitos estocásticos. As reações teciduais, são características, como a morte celular, as queimaduras de pele, a esterilidade ou a ocorrência de cataratas. Efeitos estocásticos, que são aqueles não aparentes e que se manifestam após meses ou anos da exposição à radiação, a partir de 100 mGy há uma relação muito bem estabelecida de causa e efeito, com a probabilidade do desenvolvimento de efeitos estocásticos, como o tamanho do câncer radioinduzido aumentando linearmente com a dose. Os efeitos estocásticos mais relevantes são a mutação e a carcinogênese (BARRETO, 2020; ICRP, 2007).

A TC é uma modalidade de diagnóstico por imagem que apesar de também utilizar os raios X, assim como na radiologia convencional, utiliza diversos recursos tecnológicos que permitem um estudo mais detalhado de estruturas e patologias. A aplicação de tecnologias mais avançadas na TC tem tornado seu uso frequente, porém ainda apresenta doses relativamente altas em pacientes, quando comparadas com outras modalidades, são motivo de preocupação (MOURÃO, 2018; ICRP, 2007).

Na TC, as imagens geradas apresentam diferentes níveis de atenuação do feixe de raios X, assim como nas radiografias convencionais. Porém, na TC a imagem representa um corte seccional anatômico (fatias) e não um volume sobreposto como ocorre na radiografia convencional. Isso é possível visto que o aparelho de TC é composto por um conjunto de tubo de raios X e detectores que giram ao redor do paciente enquanto a mesa se desloca. Essa configuração permite o estudo anatômico dos três planos em fatias (*slices*). Além disso, o tomógrafo possui outros componentes tais como *gantry*, sistema computacional e painel de controle (MOURÃO, 2018). As imagens geradas na TC são disponibilizadas via PACS¹ no formato DICOM² o que facilita o armazenamento e a comunicação para diagnósticos médicos (DICOM, 2022).

Além das imagens tomográficas, ao fim de um exame é gerado um relatório de dose, também no formato DICOM. Neste relatório são apresentadas as

¹ PACS (*Picture Archiving and Communication System*)

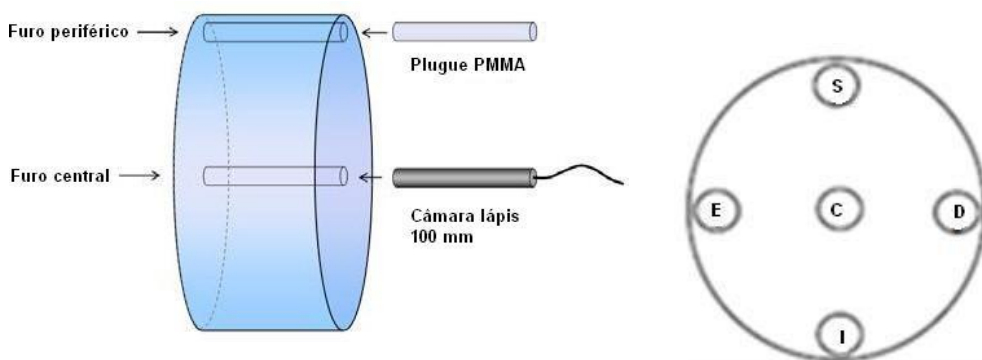
² DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*)

informações referentes à exposição recebida pelo paciente por meio dos indicadores de dose $CTDI_{vol}$ e DLP (SOUZA *et al.*, 2018; ICRP, 2017).

O $CTDI_{vol}$ é definido como uma medida da dose média absorvida em uma região específica do corpo, dado em mGy, ele é calculado com base no índice de dose de tomografia computadorizada (CTDI), que representa a dose medida em um simulador cilíndrico de acrílico de 32 cm de diâmetro (BOSCOLO *et al.*, 2002).

Para realizar a medição da exposição é necessário uma varredura axial no ar ou em um dos simuladores de polimetilmetacarilato (PMMA, Figura 1) que resulta em um índice de dose calculado, $CTDI_{100}$ (AAPM, 2008). Este índice pode ser medido e calculado para a localização central, bem como em pelo menos uma das posições periféricas (1 cm abaixo da superfície) dentro do simulador para descrever variações dentro do plano de varredura (BOSCOLO *et al.*, 2002).

Figura 1 - Phantom em acrílico com respectiva furação para câmara de ionização.



Fonte: Relatório de Dose de Radiação AAPM, 2010

O $CTDI_w$ foi criado para fornecer uma média ponderada de medições no centro e das periferias das fatias (equação 1). Este índice é usado para superar as limitações do $CTDI_{100}$ e sua dependência de posição dentro do plano de varredura. Os tomógrafos helicoidais possuem o parâmetro chamado de $CTDI_{vol}$ (volumétrico) considerando-se a distância percorrida pela mesa durante uma rotação de 360° do gantry e sua respectiva espessura (BOSCOLO *et al.*, 2002).

$$CTDI_w = \frac{1}{3} \cdot (CTDI_{100,central} + \frac{2}{3} \cdot CTDI_{100,periférico})$$

(Equação 01)

em que:

$CTDI_{100\text{centro}}$ é o valor medido no centro do *phantom*;

$CTDI_{100\text{periférico}}$ é a média aritmética das medidas realizadas nas quatro posições da periferia do *phantom*.

Levando em consideração os parâmetros relacionados a um protocolo de imagem específico, como o *pitch* helicoidal ou o espaçamento da varredura axial, define-se o $CTDI_{vol}$ (BOSCOLO *et al.*, 2002). O produto N.T destina-se a refletir a largura nominal total do feixe de Raios X durante a aquisição, portanto se um scanner for usado com quatro canais (linhas) de 1,25 mm cada para aquisição de varredura, então, independente da largura do corte reconstruído, $NT = 4 \cdot 1,25 \text{ mm} = 5 \text{ mm}$. Logo, $N.T/I$ é o *pitch*. O $CTDI_{vol}$ é o $CTDI_w$ corrigido pelo *pitch* (equação 2).

$$CTDI_{vol} = CTDI_w \cdot \frac{N.T}{I}$$

(Equação 02)

em que:

N é o número de seções adquiridas por Scan (também conhecido como o número de canais de dados usados durante a aquisição).

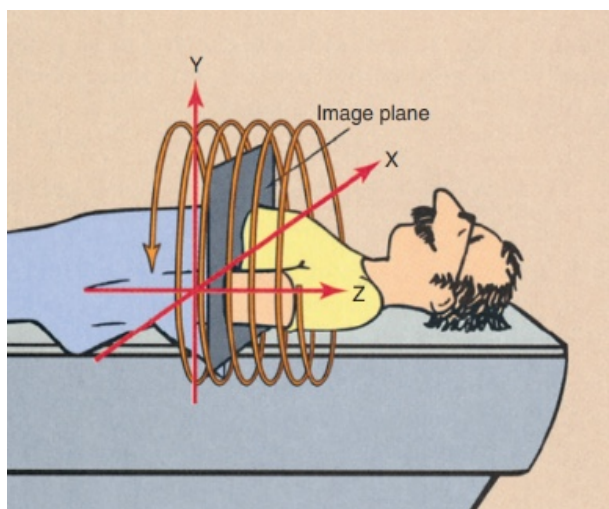
T é a largura nominal de cada seção adquirida;

I é o deslocamento da mesa por rotação.

Porque a câmara de ionização mede uma exposição integrada ao longo de seu comprimento de 100 mm, L é o comprimento ativo da área sensível, $CTDI_w$ é a média ponderada do $CTDI_{100}$ central e periférico, *Pitch* é o deslocamento da mesa dividido espessura do corte e multiplicado pelo número de fileiras detectoras (BUSHONG, 2017).

Desse modo, $CTDI_w$ representa a dose média de radiação absorvida considerando as direções x e y do plano de rotação da TC, já o $CTDI_{vol}$ representa a dose média de radiação dentro do volume irradiado nas direções X, Y e Z, (figura 2).

Figura 2 - Imagem adquirida ao longo do eixo z



Fonte: Bushong, 2017.

Para sequências helicoidais, o cálculo deste parâmetro utiliza-se as equações 03 e 04 conforme o AAPM Report N°96 (AAPM Report N°96, 2008). O *pitch*, mostrado na equação 03, é usado para descrever a distância percorrida pela mesa de exame e a espessura do corte durante uma rotação de 360° do tubo de Raios X. Quando a alimentação da mesa e a colimação do feixe são idênticas, por exemplo, se a mesa se move 5 mm em uma rotação e a colimação do feixe é de 5 mm, então o pitch é 1.0 (ou seja, 5 mm / 5 mm = 1.0). A relação do pitch com o $CTDI_{vol}$ é mostrado na equação 04 (BUSHONG, 2017).

$$\frac{NT}{I} = 1 \text{ Pitch}$$

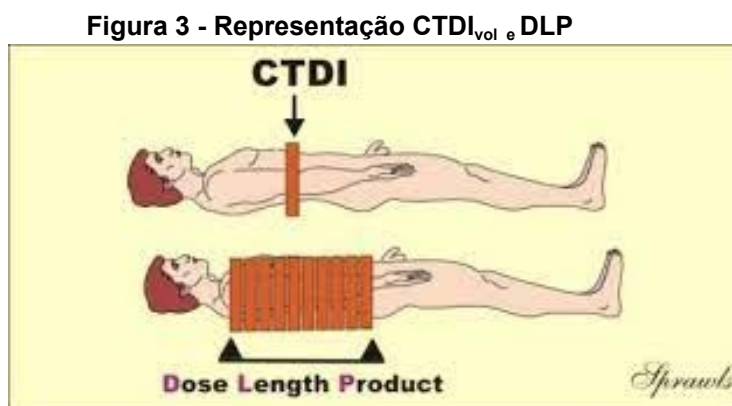
(Equação 03)

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{pitch}$$

(Equação 04)

Um pitch >1.0 resulta em uma dose de radiação menor, porém a qualidade da imagem é reduzida, ao passo que o pitch <1.0 resulta em qualidade melhor, além de evitar a descontinuidade da cobertura anatômica e maior dose ao paciente (BASHIR

et al., 2012). O ajuste adequado do pitch é de suma importância para o equilíbrio de qualidade da imagem e a dose de radiação. DLP: é o produto do $CTDI_{vol}$ pelo comprimento do volume examinado ($mGy.cm^{-1}$), a figura 3 ilustra a diferença entre $CTDI_{vol}$ e DLP.



Fonte: Sprawls, 2000.

Em TC, é possível estimar a dose efetiva partir do DLP e considerando-se um fator de conversão, k , conforme a equação a seguir (Equação 5):

$$Dose\ Efetiva = k \cdot DLP$$

(Equação 5)

Em que:

Effective Dose: dose efetiva (mSv)

k : fator de conversão $mSv.(mGy.cm)^{-1}$

Os valores de k dependem da região a ser estudada. Neste estudo de tórax, abdome e pelve o valor de conversão usado foi de $0,015\ mSv.(mGy.cm)^{-1}$ conforme recomendação do *UNSCEAR's global survey of radiation exposure* (UNSCEAR, 2017).

No entanto, como o DLP se baseia no $CTDI_{vol}$, que é definido para o simulador de 32 cm, essas medidas não consideram as características individuais do paciente, e por isso outra grandeza têm sido implementada, como a Estimativa de Dose por Tamanho do Paciente (SSDE). O SSDE leva em conta o tamanho do paciente, permitindo uma estimativa mais personalizada da dose absorvida. Além disso,

técnicas avançadas de dosimetria estão sendo desenvolvidas, como a combinação de simulação Monte Carlo e imagens de TC para calcular a dose absorvida em órgãos e tecidos específicos (SOUZA *et al.*, 2018).

Como não há limite de dose para pacientes, a ICRP recomenda o estabelecimento de DRLs. Os DRLs referem-se a um conjunto de valores de dose usados como valores norteadores para auxiliar na otimização da proteção radiológica em diversas áreas. Essas diretrizes são definidas como níveis de referência em termos das grandezas fornecidas pelos equipamentos geradores de radiação. Elas fornecem uma base para avaliar o desempenho das práticas de imagem radiológicas e facilitam a identificação de variações indesejáveis de dose em pacientes assim como sua otimização, minimizando os riscos associados à exposição à radiação ionizante. Os DRLs são uma ferramenta de promoção da qualidade e segurança dos procedimentos radiológicos, garantindo a proteção adequada dos pacientes sem comprometer o diagnóstico médico. No entanto, no Brasil, ainda não há implementação de DRLs (SOUZA *et al.*, 2018; ICRP, 2017).

2.4 Exames de TC em pacientes oncológicos

A TC de abdome é uma ferramenta no tratamento em estadiamento de neoplasias em pacientes oncológicos. Ela fornece informações sobre a localização, extensão e metástases tumorais, para o planejamento terapêutico. O estadiamento adequado das neoplasias é utilizado para determinar o tratamento mais adequado e prever o prognóstico dos pacientes oncológicos. A TC de abdome desempenha um papel nesse processo, fornecendo informações detalhadas sobre o envolvimento tumoral de órgãos abdominais e a presença de metástases em outros locais (GAO *et al.*, 2020; MASCI *et al.*, 2022).

A frequência de realização da TC de abdome e tórax para estadiamento de neoplasias varia dependendo do tipo de câncer, do estágio da doença, das características clínicas individuais e das diretrizes clínicas estabelecidas. Geralmente, o exame é realizado no momento do diagnóstico inicial para avaliar a extensão da doença. Além disso, pode ser repetido ao longo do curso do tratamento para monitorar a resposta terapêutica, identificar possíveis recidivas ou progressão da doença, ou ainda avaliar a necessidade de intervenções adicionais (GAO *et al.*, 2020; CALANDRINO *et al.*, 2013; KARPITSCHKA *et al.*, 2013).

Embora a TC de abdome seja um exame valioso para o estadiamento de neoplasias, é importante considerar o possível impacto no paciente. O procedimento envolve a exposição à radiação ionizante, o uso de meio de contraste intravenoso e a necessidade de manter uma posição imóvel durante o exame. Esses fatores podem gerar desconforto e ansiedade no paciente (RAZALI *et al.*, 2020).

2.5 Estimativa de dose em TC

Diversos pesquisadores têm trabalhado no desenvolvimento de *softwares* que permitem estimar a dose de radiação recebida pelos pacientes durante a TC: NCICT; CT EXPO; VIRTUAL DOSE. Esses *softwares* consideram fatores como a anatomia do paciente, o tipo de exame realizado, os parâmetros de aquisição de imagem e as características do equipamento. Ao utilizar esses modelos, é possível obter estimativas de dose e identificar estratégias de otimização (LEE *et al.*, 2015; GAO *et al.*, 2020; VIRTUAL DOSE, 2022).

Com os resultados das estimativas de dose em exames de TC, por meio da utilização de *softwares*, diversos estudos têm sido realizados para otimizar os protocolos de aquisição de imagem em pacientes oncológicos, levando em consideração o equilíbrio entre a qualidade da imagem e a dose de radiação. Isso envolve a determinação dos parâmetros ideais, como a intensidade da corrente de mA, a quilovoltagem (kV), o tempo de aquisição e a espessura dos cortes. De forma geral, o objetivo dos procedimentos em TC, do ponto vista da proteção radiológica ideal, é obter imagens de alta qualidade com a menor dose de radiação possível (SOUZA *et al.*, 2018).

Além disso, outros estudos têm investigado técnicas avançadas para reduzir a dose de radiação em pacientes à TC. Isso inclui o uso de técnicas de modulação automática de dose, que adaptam a quantidade de radiação emitida de acordo com a densidade do tecido, reduzindo a dose em áreas menos densas. Além disso, a reconstrução iterativa de imagens tem sido explorada como uma abordagem para reduzir o ruído da imagem, permitindo a redução da dose sem comprometer a qualidade diagnóstica (LANGE *et al.*, 2021; KARPITSCHKA *et al.*, 2013).

É sabido que a exposição à radiação ionizante durante a TC pode aumentar o risco de câncer secundário a longo prazo (KIM *et al.*, 2021; CAO *et al.*, 2022).

Portanto, os estudos também têm se concentrado em estimar o risco de câncer relacionado à exposição à radiação em pacientes oncológicos. Isso envolve a utilização de modelos matemáticos e dados epidemiológicos para estimar o risco individualizado e fornecer informações aos médicos e pacientes para tomadas de decisão informadas (LANGE *et al.*, 2021; CALANDRINO *et al.*, 2013).

As formas de otimizar as doses recebidas em exames de TC, mantendo a qualidade diagnóstica do exame, também têm sido objeto de estudo. No estudo de Karpitschka *et al.*, (2013) foram incluídos dados de 40 pacientes com câncer previamente diagnosticado e que foram submetidos a exame de TC de tórax, abdome e pelve. Os pacientes foram divididos em dois grupos: um grupo foi submetido a uma TC com uso de técnica de reconstrução imagem interativa (RI) e o outro grupo recebeu uma TC sem uso da RI. Os resultados do estudo mostraram que a técnica de reconstrução RI resultou em uma redução média da dose em 44,4% em comparação com a reconstrução tradicional. Os autores ainda relataram que a qualidade da imagem das tomografias com RI é semelhante à qualidade da imagem das tomografias sem RI, o que indica a contribuição na redução das doses quando se usa sistemas com RI (KARPITSCHKA *et al.*, 2013).

O risco de um câncer secundário decorrente da exposição à radiação ionizante durante exames de TC também tem sido estudado. No estudo de Calandrino *et al.*, (2013) foram selecionados pacientes que tivessem sido tratados com cirurgia e/ou quimioterapia para o câncer sem terapia adjuvante ou radioterapia radical. Foram coletados dados de TC realizadas durante o acompanhamento. As doses efetivas e os resultados foram calculados usando o software IMPACT. O risco carcinogênico foi estimado pelo modelo de risco de eficácia. A pesquisa mostrou que o risco absoluto de causar um segundo tumor está entre 0,1% e 10%, dependendo principalmente da idade e da patologia. Os autores relatam que pacientes mais jovens e aqueles com câncer hematológico têm maior risco de desenvolver um segundo câncer. Como conclusão observou-se que o risco de aparecimento de um segundo câncer devido ao acompanhamento por TC em pacientes com câncer de longo prazo é uma questão importante, mas pode ser minimizada considerando protocolos e estratégias de tratamento de acompanhamento (CALANDRINO *et al.*, 2013).

O artigo de Kim *et al.*, (2021) investigou o risco de malignidade primária secundária em pacientes com câncer gástrico precoce expostos a TC recorrentes,

que se refere ao surgimento de um novo câncer primário, independente do tumor original, em outro órgão ou tecido. Esse tipo de malignidade pode ser causado por fatores como predisposição genética, exposição a carcinógenos. Os autores conduziram um estudo de coorte retrospectivo utilizando dados de 1.214 pacientes com câncer gástrico precoce submetidos à gastrectomia radical entre 2005 e 2015. Os autores concluíram que os pacientes com câncer gástrico precoce expostos a TC recorrentes apresentavam um risco aumentado de uma segunda malignidade primária. Eles recomendam limitar o uso de tomografias computadorizadas em pacientes com câncer gástrico inicial e discutir os riscos e benefícios de tomografias computadorizadas recorrentes com os pacientes.

Já o estudo realizado por Cao *et al.*, (2022) realizou uma revisão sistemática e meta-análise dose-resposta que investigou a associação entre TC e risco de câncer. Foram analisados dados de 111,6 milhões de adultos de três continentes (Ásia, Europa e América). Os resultados mostraram uma correlação positiva entre a dose de radiação da TC e o risco de vários tipos de câncer, incluindo câncer de pulmão, mama, cólon e leucemia. Os autores também identificaram que o risco de câncer aumentou com o número de exames de TC realizados. Os autores concluíram que os médicos devem ser cautelosos ao solicitar exames de TC para pacientes, e que os riscos e benefícios devem ser discutidos com os pacientes. Este estudo fornece evidências científicas significativas sobre a relação entre o TC e o risco de câncer. Os resultados do estudo sugerem que os médicos devem ser cautelosos ao solicitar os exames para os pacientes, e que os riscos e benefícios devem ser discutidos.

Independentemente da TC, os pacientes que realizaram já podem apresentar risco aumentado de desenvolver câncer. Mais pesquisas são necessárias para confirmar a associação entre a TC e risco de câncer e para identificar pacientes com risco aumentado de desenvolver câncer após um exame de TC (CAO *et al.*, 2022)

Outro aspecto importante de proteção radiológica em TC que tem sido estudado mais recentemente é a dose acumulada por pacientes submetidos a múltiplos procedimentos de TC. Brambilla *et al.*, (2021) investigou o número de pacientes que receberam uma dose efetiva cumulativa (CED) superior a 100 mSv por TC em um dia ou uma sessão de atendimento. O estudo foi realizado em um centro terciário na Itália durante um período de 2,5 anos. Um total de 28.870 pacientes foram submetidos a 49.834 tomografias durante este período. Os

pesquisadores descobriram que 1,5% dos pacientes (427 pacientes) receberam um CED ≥ 100 mSv por um dia ou um mês. Este grupo representou 24% de todos os pacientes durante o período de observação. As indicações clínicas de referência incluíram câncer em 132 pacientes (31%) e indicações não oncológicas em 295 pacientes (69%). Os pesquisadores também descobriram que 70 pacientes receberam uma CED ≥ 100 mSv em um dia. Este grupo representou 1,5% de todos os pacientes que receberam tomografia computadorizada e 24% daqueles que receberam uma CED ≥ 100 mSv em um dia. As indicações clínicas de referência incluíram câncer em 31 pacientes (44%) e indicações não oncológicas em 39 pacientes (56%) (BRAMBILLA *et al.*, 2021).

Os resultados do estudo de Brambilla *et al.*, (2021) sugerem que um número pequeno, mas significativo, de pacientes que receberam significantes valores de dose efetiva cumulativa na TC. Isso é particularmente preocupante para pacientes que fizeram múltiplas tomografias em um curto período de tempo. Os pesquisadores recomendam que os critérios de relevância da imagem sejam usados para reduzir o número de TC desnecessárias e que os procedimentos de rotina sejam modificados para minimizar a dose de radiação (BRAMBILLA *et al.*, 2021).

Essas são apenas algumas das áreas de estudo relacionadas à proteção radiológica e a importância da estimativa de dose em pacientes oncológicos na TC. Pesquisas contínuas nesse campo aprimoram a segurança e a eficácia dos exames de TC, reduzindo a exposição à radiação e melhorando a qualidade diagnóstica para pacientes com câncer.

2.5.1 Teste De Wilcoxon

Nesses estudos diversas análises estatísticas podem ser realizadas para comparar a relação entre diferentes grupos ou amostras, dentre elas destaca-se o Teste de Wilcoxon.

O teste de Wilcoxon é um teste estatístico não paramétrico utilizado para comparar duas amostras relacionadas ou pareadas. Ele é uma alternativa ao teste t pareado quando os dados não seguem uma distribuição normal. Em vez de analisar as médias das amostras, o teste de Wilcoxon analisa as diferenças entre os pares de observações, classificando essas diferenças em ordem crescente de magnitude e considerando os sinais dessas diferenças (TRIOLA, 2008).

Ele funciona por:

- Cálculo das Diferenças: Para cada par de observações (por exemplo, a dose de radiação de um paciente com o protocolo de 4 fases e a dose do mesmo paciente com o protocolo de 3 fases), calcula-se a diferença entre os valores.
- Classificação das Diferenças: As diferenças são classificadas em ordem crescente de magnitude, ignorando o sinal (positivo ou negativo). Se houver empates (diferenças com a mesma magnitude), atribui-se a cada uma a média das posições que elas ocupariam se não houvesse empates.
- Atribuição de Sinais: Após a classificação, os sinais originais (positivo ou negativo) são atribuídos às classificações.
- Cálculo das Estatísticas de Teste: Calcula-se a soma das classificações positivas (W^+) e a soma das classificações negativas (W^-). A estatística de teste de Wilcoxon (W) é geralmente o menor dos dois valores absolutos (W^+ ou W^-).
- Interpretação: O valor de W é comparado com um valor crítico ou utilizado para calcular um valor p (p -value). Se o valor de p for menor que um nível de significância pré definido (geralmente 0,05), rejeita-se a hipótese nula de que não há diferença entre as amostras.

No teste de Wilcoxon são formuladas duas hipóteses principais: a hipótese nula (H_0), que postula a inexistência de diferença entre as distribuições das duas amostras relacionadas, ou seja, as medianas das diferenças entre os pares são consideradas iguais a zero; e a hipótese alternativa (H_1), que propõe a existência de uma diferença entre as distribuições das duas amostras relacionadas, indicando que as medianas das diferenças entre os pares não são iguais a zero. O objetivo do teste é determinar qual dessas hipóteses é mais consistente com os dados observados (FERREIRA, 2015).

A correta aplicação do teste de Wilcoxon exige a verificação de alguns pressupostos fundamentais. Primeiramente, os dados devem ser pareados, ou seja, as duas amostras precisam ser relacionadas, como medidas obtidas do mesmo paciente em diferentes condições. Em segundo lugar, os dados devem estar em escala ordinal ou intervalar, o que possibilita a classificação das diferenças entre os pares de observações. Por fim, é importante que as diferenças entre os pares apresentem uma distribuição aproximadamente simétrica em torno da mediana. No contexto desta dissertação, esses pressupostos são atendidos, uma vez que os

dados são pareados (cada paciente foi submetido a ambos os protocolos), as doses de radiação estão em escala intervalar e o teste de Shapiro-Wilk confirmou a não normalidade dos dados (TRIOLA, 2008).

A interpretação dos resultados deve ser cuidadosa, considerando o valor de W (a estatística de teste) e o valor de p (a significância estatística). Um valor de p baixo indica que há evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de que não há diferença entre os protocolos (FERREIRA, 2015).

2.6 Aquisição das imagens/Origem das imagens de TC Sistema de Regulação (SISREG)

A regulação do acesso aos serviços de saúde tem se tornado um assunto cada vez mais discutido, especialmente em um contexto onde a demanda por exames e tratamentos médicos está em constante crescimento. Nesse cenário, o (Sistema de Regulação) SISREG é uma ferramenta centralizada para o agendamento de exames, permitindo que pacientes sejam encaminhados de forma adequada, com base em critérios clínicos e prioridades estabelecidas. Isso contribui para a racionalização dos recursos disponíveis evitando filas desnecessárias e distribuindo os exames de maneira mais justa, de acordo com a gravidade da condição de cada paciente. Sua importância reside na organização e gestão dos serviços de saúde, visando otimizar a oferta de exames e garantir um acesso mais igualitário aos pacientes (SODER *et al.*, 2018).

Entretanto, a demora nos exames de TC pode ocorrer por diversos motivos. Entre eles um dos principais fatores é a alta demanda de exames, a disponibilidade limitada de equipamentos e profissionais qualificados, bem como possíveis problemas logísticos e de gestão nos serviços de saúde (PINTO, 2017).

Essa demora pode gerar impactos negativos aos pacientes, como atrasos no diagnóstico e tratamento de condições médicas, além de aumentar a ansiedade e insatisfação dos indivíduos que aguardam os exames. Para reduzir o tempo de espera, é importante investir em infraestrutura adequada, aumentar a capacidade de atendimento, garantindo melhor acesso aos exames de TC e outros procedimentos.

Em oncologia, a regulação assistencial deve organizar o acesso aos serviços elegíveis, como os Cacons e Unacons, priorizando consultas médicas, exames

diagnósticos e procedimentos terapêuticos para pacientes de maior risco ou necessidade encaminhados por diversos pontos de atenção (GOMES, 2022).

3 MÉTODO

3.1 Desenho de estudo

Este estudo consistiu em um estudo documental, quantitativo e retrospectivo, por meio do qual foram avaliados dados de 400 relatórios de dose de exames de tomografia computadorizada abdominal e torácica realizados com protocolos de 4 e 3 fases de 200 pacientes. A pesquisa quantitativa é uma abordagem científica que visa coletar e analisar dados numéricos para responder a perguntas de pesquisa e testar hipóteses. É uma prática sistemática e objetiva que utiliza métodos estatísticos e análises numéricas para investigar fenômenos, estabelecer relações e identificar padrões em uma população-alvo. Esse tipo de pesquisa é amplamente utilizado em diversas áreas, como psicologia, sociologia, educação, saúde e economia, entre outras (DALFOVO *et al.*, 2008).

Um estudo retrospectivo é um tipo de estudo que analisa eventos passados. Pode ser usado para entender o que aconteceu, por que aconteceu e quais foram as consequências. Estudos retrospectivos podem ser usados em uma variedade de configurações, incluindo negócios, governo e educação. Existem vários métodos de pesquisa retrospectiva. Um método comum é entrevistar pessoas envolvidas no evento. Outro método é analisar registros como documentos, e-mails e registros de chamadas. Um estudo retrospectivo também pode envolver a observação de eventos ou a análise de dados. A pesquisa retrospectiva pode ser uma ferramenta útil para entender o passado. Isso pode ajudar a identificar padrões e tendências e fornecer informações que podem ser usadas para melhorias futuras (FLICK, 2013).

3.2 Amostra de estudo

A amostra de estudo foi constituída por dados de 400 relatórios de exames realizados entre 2022-2024 com protocolos de TC de abdome total e tórax provenientes de exames de 200 pacientes maiores de 18 anos sem limite de idade máxima, de ambos os sexos, encaminhados do setor de alta complexidade oncológica do hospital participante após o tratamento de neoplasias malignas para realização de estadiamento.

Os dados utilizados neste estudo foram dados secundários³ de exames obtidos por meio de relatórios de dose disponibilizados automaticamente, no sistema PACS disponível no serviço participante, ao término de cada exame no sistema digital disponível no serviço participante. O sistema PACS permite a extração de dados dos exames como CTDI_{vol} e DLP necessários para calcular a dose efetiva de exames médicos realizados no serviço, bem como outros parâmetros técnicos como kV, mAs e tempo de exposição.

As recomendações da Publicação 135 da ICRP, normativa que norteou este trabalho, informam que, no caso de exames de TC, devem ser coletados dados de pelo menos 20 exames a fim de estabelecer DRLs. No entanto, com o intuito de aumentar a qualidade representativa da amostra e estatística dos dados, para este estudo, essencial para assegurar as estimativas dentro de um nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%, um cálculo amostral foi realizado (Equação 3). A definição do tamanho da amostra levou em conta situações em que a população é conhecida ($n = 2.000$ pacientes) (MONTGOMERY *et al.*, 2004):

$$n = \frac{\left(z_{\frac{\alpha}{2}}\right)^2 \times \sigma^2 \times N}{[|\mu - \bar{x}|]^2 \times (N - 1) + \left(z_{\frac{\alpha}{2}}\right)^2 \times \sigma^2}$$

(Equação 6)

Em que:

n : tamanho da amostra

$Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1,96$ representa o valor crítico da distribuição normal padronizada para o

intervalo de confiança de 95%

$\sigma = 4,06$ é o desvio padrão (LANGE *et al.*, 2021)

$|\mu - \bar{x}| = 0,534$ erro amostral aceito

$N = 2.000$ refere-se ao tamanho total da população conhecida.

Substituindo os valores propostos na fórmula de cálculo de tamanho de amostra encontramos o seguinte resultado:

$$n = ((1,96)^2 \times (4,06)^2 \times 2.000) / (((0,534)^2 \times (2.000-1)) + ((1,96)^2 \times (4,06)^2))$$

$$n = (3,8416 \times 16,4836 \times 2.000) / ((0,2852 \times 1.999) + (3,8416 \times 16,4836))$$

³ Dados secundários são dados anonimizados e que não permitem a identificação da população ou do participante do estudo.

$$n = (126.646,7955) / (570,1148 + 63,3234)$$

$n = (126.646,7955) / (633,4382) \Rightarrow n = 199,94$, logo o tamanho da amostra será de 200 exames de pacientes no serviço participante.

Considerando que, em março de 2023, o serviço realizou a troca do protocolo de 4 fases para 3 fases e que o objetivo deste estudo era analisar quantitativamente o impacto dessa mudança, os 200 dados de exames coletados de ambas as fases totalizaram 400 relatórios/exames para análise de estudo.

3.3 Local e período do estudo

A pesquisa foi desenvolvida em um centro de medicina e diagnóstico de um hospital filantrópico referência em alta complexidade oncológica situado na região Sul do Brasil. O serviço realiza exames em pacientes internados e agendados, por intermédio do encaminhamento de Unidades Básicas de Saúde, via Sistema Nacional de Regulação (SISREG).

A coleta de dados foi realizada após aprovação no CEPESH/IFSC. Os dados extraídos do sistema PACS consistiram em exames realizados entre janeiro de 2022 a junho de 2024, sendo a coleta de dados realizada em julho de 2024.

Todos os dados foram tabulados no instrumento de coleta de dados desenvolvido para este estudo (APÊNDICE A e B).

3.4 Critérios de inclusão

Como critérios de inclusão para esse estudo foram considerados apenas exames de TC protocolo abdome e tórax realizados com 4 e 3 fases⁴ de aquisição com indicação clínica para estadiamento de neoplasia em pacientes de ambos os sexos, adultos, a partir de 18 anos de idade, provenientes do setor de alta complexidade oncológica, encaminhados via SISREG, dentro da instituição hospitalar participante e dentro do período de coleta de dados de janeiro de 2022 a junho de 2024. Os critérios de inclusão adotados neste estudo visam garantir a homogeneidade da amostra, assegurando que os dados coletados reflitam com o objetivo proposto. A escolha por exames de TC com protocolo de abdome e tórax,

⁴ Os protocolos de 4 e 3 fases, citados neste estudo, correspondem à: fase sem contraste, fase portal, fase arterial, fase tardia. O protocolo de 3 fases consiste na não realização da fase tardia.

especificamente realizados com três e quatro fases de aquisição, justifica-se pela padronização necessária para avaliação do mesmo paciente, essencial no contexto do estadiamento de neoplasias. A inclusão de pacientes adultos, de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos, garante maior consistência nos parâmetros anatômicos analisados. Ao restringir a amostra aos indivíduos provenientes do setor de alta complexidade oncológica e encaminhados via SISREG, dentro da própria instituição hospitalar, busca-se manter a uniformidade no fluxo de atendimento e nos critérios de encaminhamento, além de assegurar o acesso a exames com qualidade e protocolos compatíveis. Por fim, a delimitação do período de coleta entre janeiro de 2022 e junho de 2024 permite o controle temporal dos dados, contemplando um intervalo suficientemente para análise estatística.

3.5 Critérios de exclusão

Após o agrupamento dos dados obtidos pelo critério de inclusão, foram removidos da amostra os dados de exames relativos a pacientes que faleceram durante o período de estudo de 2022-2024, e/ou que tinham informações incompletas, a fim de preservar a validade dos resultados do estudo. A exclusão de exames referentes a pacientes que foram a óbito durante o período de coleta se deu devido à falta de informações visto que o estudo comparou o protocolo de 4 e 3 fases realizadas no mesmo paciente. Da mesma forma, a remoção de casos com informações incompletas assegura a consistência das análises estatísticas, evitando lacunas que comprometam a confiabilidade e a comparabilidade dos resultados obtidos.

3.6 Procedimento para a coleta de dados

Etapas 1: Dados de exames de TC torácica e abdominal (400 relatórios de exames)

A coleta de dados, via sistema PACS, foi iniciada após a aprovação deste projeto no CEPISH/IFSC. O sistema PACS consiste em um local virtual no qual são armazenados automaticamente todos os exames de imagem e relatórios de dose de cada exame realizado do hospital participante. No período de julho a agosto de 2024

foram coletados os dados referentes a exames de TC realizados na instituição hospitalar no período compreendido de janeiro de 2022 a junho de 2024.

A extração dos dados foi realizada a partir do sistema PACS, após a devida aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Inicialmente, foram selecionados exames de TC de abdome total e tórax, divididos em dois grupos: protocolo de 4 fases e protocolo de 3 fases, com 200 exames em cada grupo, totalizando 400 relatórios.

A coleta dos exames foi realizada com base nos critérios de inclusão previamente definidos, e os dados foram extraídos diretamente dos relatórios dos exames em formato DICOM. A partir dos arquivos DICOM, foram extraídas informações técnicas dos exames, incluindo o equipamento utilizado, tipo de exame, quilovoltagem, miliamperagem, *pitch*, tempo de rotação do tubo, comprimento da varredura, $CTDI_{vol}$ e DLP.

Além dos dados técnicos, foram coletadas informações secundárias a partir dos relatórios dos exames, como o sexo e a idade dos pacientes. Todos os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, utilizando *Google Sheets*, e posteriormente exportados para análise estatística. A análise foi realizada no software Jamovi, com aplicação do teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*), teste não paramétrico (*Wilcoxon*) e análise estatística descritiva (mínimo, máximo e quartis). Por fim, os resultados foram apresentados por meio de gráficos e tabelas elaborados na plataforma DataTab.

Dados secundários como a idade, sexo e ID codificado foram coletados exclusivamente com a finalidade de gerar uma base de dados que possibilitasse a formação de estratos na população pesquisada. Dados que pudessem caracterizar individualmente a amostra, como nome, CPF, endereço, etc não foram coletados.

Etapa 2: Dados do equipamento (1 tomógrafo computadorizado)

Os exames coletados foram realizados em um tomógrafo *Canon Aquilion Lighting* de 80 canais, localizado no setor de oncologia do serviço participante. Por meio do acesso ao relatório de dose, via sistema PACS, foram extraídos os seguintes dados dos exames: $CTDI_{vol}$, DLP, tensão do tubo (kV), corrente (mAs),

tempo de rotação do tudo, colimação, *pitch* e tipo de protocolo. Esses dados foram coletados e inseridos no instrumento de coleta de dados (APÊNDICE A e B)

3.7 Análise estatística dos dados

Após a etapa de coleta de dados, foi iniciada a análise estatística dos dados, que consistiu na análise de normalidade dos dados. 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.

Conforme explicado no item 3.2, no início deste estudo foi realizado um cálculo amostral a fim de se determinar um volume de exames a ser coletado que representasse estatisticamente a rotina do serviço participante (Equação 3). A análise da amostragem indicou que seriam necessários 200 dados de exames pacientes.

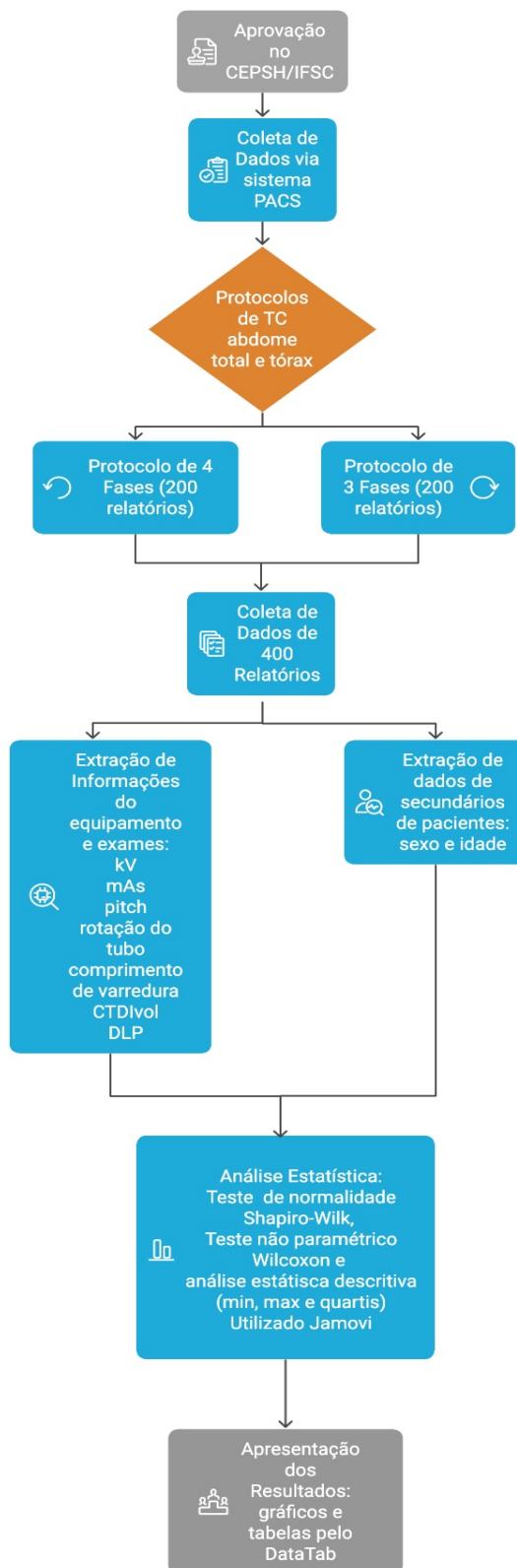
Após a coleta dos dados, os valores foram tabulados no instrumento de coleta de dados e analisados a fim de categorizar a população estudada em grupos de diferentes protocolos e sexo.

Posteriormente foram realizados os teste de normalidade *Shapiro-Wilk* com as variáveis quantitativas coletadas neste estudo, e o teste não-paramétrico *Wilcoxon* para comparação entre as variáveis $CTDI_{vol}$, DLP e E para os dois protocolos: 4 fases e 3 fases. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Jamovi* versão 2.3.28 e *DATA tab Team* (2025).

Para calcular a dose efetiva (E) foram utilizados os valores de $CTDI_{vol}$, DLP e o fator de conversão (k) de 0,015 mSv/mGy.cm (UNSCEAR, 2017; HUDA 2008), que é o (valor de referência para estimativa dose efetiva em abdome e pelve) então, utilizada para comparação entre os protocolos (Equação 3).

Os valores de DRLs foram então comparados com DRLs internacionais, para equipamentos de tecnologia semelhante, a fim de avaliar a conformidade com as recomendações disponíveis.

Os resultados deste estudo são apresentados por meio de tabelas e gráficos no capítulo de Resultados, e as etapas do trabalho são apresentadas na Figura 2.

Figura 4 - Fluxograma das etapas realizadas neste estudo

3.8 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa que deu início a este estudo foi inicialmente submetido para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEPSH/IFSC) via Plataforma Brasil. Considerando que se trata de uma pesquisa com coleta de dados de exames a partir do sistema PACS, do próprio serviço de radiologia no hospital participante, foi solicitado dispensa do Termo De Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O projeto foi aprovado sob parecer nº 6.644.622 em fevereiro de 2024 (ANEXO A).

Neste estudo, os dados foram analisados de forma anônima, com a remoção ou codificação de todas as informações pessoais que poderiam identificar os participantes, as informações foram anonimizadas no momento da tabulação dos dados. Além disso, este estudo baseou-se em informações disponibilizadas no sistema PACS do hospital participante. Deste modo, não ocorreu nenhuma intervenção direta dos pacientes relacionados aos exames coletados, sendo assim classificado como risco mínimo. Os dados coletados foram tratados anonimamente, respeitando a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709/2018.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos, bem como uma discussão dos achados observados. Os resultados são apresentados em sete tópicos, a saber: Análise Estatística, Caracterização da amostra e parâmetros técnicos das imagens, $CTDI_{vol}$, DLP e E no protocolo de tórax e abdome 4 fases, $CTDI_{vol}$, DLP e E no protocolo de tórax e abdome 3 fases, correlação $CTDI_{vol}$, DLP e E entre os diferentes protocolos, comparação com valores de $CTDI_{vol}$, DLP e E na literatura (3 fases) e limitações do estudo.

4.1 Análise Estatística

A fim de avaliar a normalidade dos dados e então determinar o método de apresentação dos resultados foi realizado o teste de normalidade *Shapiro-Wilk*, com as variáveis quantitativas coletadas neste estudo ($CTDI_{vol}$, DLP e E). Os valores-p encontrados foram abaixo de 0,05 indicando a não normalidade dos dados. Para $CTDI_{vol}$, DLP e E os valores de p foram 0,001; 0,001; 0,001, respectivamente. Consequentemente, os resultados foram então apresentados em termos de mediana e quartis e são apresentados nos tópicos de 4.2 e 4.3.

Além disso, também foi realizado o teste não-paramétrico *Wilcoxon* para comparação entre as variáveis $CTDI_{vol}$, DLP e E para os dois protocolos: 4 fases e 3 fases, a fim de responder à pergunta que norteou este estudo “*Quais as doses efetivas recebidas por pacientes oncológicos submetidos à TC de abdome e tórax pré e pós a utilização de um protocolo de três fases em um hospital na região Sul do Brasil?*”. Os resultados das análises não-paramétricas são apresentados no tópico 4.4 deste capítulo.

4.2 Caracterização da amostra e parâmetros técnicos das imagens

Como parte da rotina oncológica do serviço participante, os 200 pacientes, cujos dados de exames foram coletados neste estudo realizaram, no mínimo, dois exames tomográficos como parte do protocolo de estadiamento oncológico: um no início do tratamento, no qual foi realizado o protocolo de 4 fases, e outro exame ao

final do tratamento, já com o protocolo de 3 fases, adotado após a atualização ocorrida em 2023, conforme as recomendações do CBR. Assim, esse trabalho teve por objetivo quantificar os resultados dessa mudança de protocolo, uma vez que nenhum estudo havia sido conduzido a fim de quantificar o real benefício da mudança de protocolo e a otimização alcançada, que poderia então incentivar a revisão de outros protocolos.

Neste contexto, conforme explicado no capítulo Método, a amostra deste estudo foi então composta por dados de 400 exames (relatórios de exames) de TC oncológica realizada em 200 pacientes que realizaram, cada, dois exames tomográficos, em diferentes momentos como parte rotineira de seus tratamentos oncológicos (2023 e 2024) com diferentes protocolos (4 fases e 3 fases), perfazendo um total de 400 exames de abdome e tórax com indicação clínica de estadiamento de neoplasia maligna. Os exames tomográficos, cujo os dados foram coletados, foram realizados com os seguintes protocolos:

- protocolo de quatro fases: com fases pré-contraste, fase arterial, fase portal e fase tardia;
- protocolo de três fases, a saber: fase pré-contraste, fase arterial e fase portal.

Ambos os protocolos foram realizados no tomógrafo *Canon/Aquilion Lighting* 80 canais com aquisição helicoidal. As informações do protocolo realizado no serviço participante são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados dos protocolos realizados no serviço participante

Parâmetros do protocolo	Tórax e abdome ambos protocolos (3 e 4 fases)
Tensão do Tubo (kVp)	120
Produto corrente Tempo (mAs)	Modulada
<i>Pitch</i>	1
Rotação do tubo (segundos)	0,75
Comprimento de varredura (mm)	800

Fonte: Elaboração própria (2025).

A faixa etária da população deste estudo (n=200) variou de 21 a 92 anos. Os resultados foram categorizados em dois protocolos: 4 e 3 fases, idade e sexo. Foram coletados dados de 400 relatórios de exames de tórax e abdome em 4 fases, sendo do sexo feminino (n=112) e do masculino (n=88). Para o protocolo de tórax e

abdome em 3 fases foram coletados 200 exames, sendo os mesmos pacientes do sexo feminino (n=112) e do masculino (n=88). Os dados de caracterização são apresentados na Tabela 2.

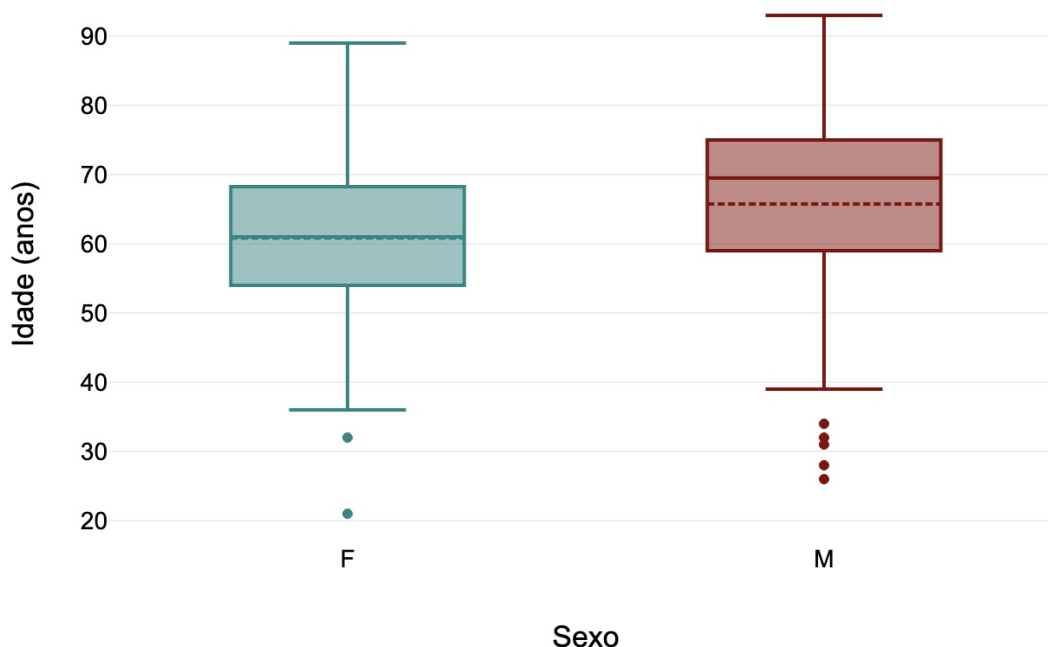
Tabela 2 - Dados de caracterização de faixa etária por sexo

Sexo	Percentual de pacientes (%)	Mínimo	Máximo	Quartil 1	Quartil 2 (mediana)	Quartil 3
F	112 (56)	21	89	54	61	68
M	88 (44)	26	93	59	69	75

Fonte: Elaboração própria (2025).

A mediana das idades para o sexo feminino foi de 61 e para o sexo masculino foi de 69. De forma geral, pode-se considerar que a amostra de dados coletados foi representativa para ambos os sexos com uma ligeira diferença a mais para o sexo feminino, representando 56% dos dados utilizados e 44% masculino (Figura 3).

Figura 5 - Gráfico *bloxpote* demonstrando distribuição da amostra por idade e sexo



Fonte: Elaboração própria (2025).

Na Figura 3 os *outliers* correspondem a dados de pacientes com faixa etária abaixo de 34 anos, que para o sexo feminino corresponde à 21 e 32 anos, e para o

masculino houve valores entre 26 e 34 anos. Os *outliers* foram mantidos neste estudo uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal de probabilidade, assim foi utilizada a mediana para a análise dos testes estatísticos, sem a necessidade de remover os valores *outliers*, pois eles influenciam a média em testes estatísticos paramétricos, o que não ocorre com a mediana.

O estudo de Lange *et al.*, (2021), também avaliou identificar os aspectos essenciais que influenciam na dose de radiação na TC de tórax, abdome e pelve, a faixa etária da população de estudo variou entre 18 a 91 anos com mediana de 62 anos, para ambos sexos, uma vez que o estudo não categorizou os resultados por sexo.

No estudo de Cao *et al.*, (2022) os dados etários dos exames coletados, também não foram separados por sexo, e sim apresentados em termos de média de idade dos participantes, que foi de 45,37 anos para ambos os sexos. O estudo incluiu uma população de 111.649.943 adultos, com uma predominância de 83,4% de mulheres.

Apesar dos estudos citados não separarem os resultados por sexo, não foi encontrada alguma recomendação ou normativa que não recomende tal separação. Assim, neste estudo optou-se realizar tal separação a fim poder visualizar se houve variação entre o sexo feminino e masculino e fazer uma análise mais detalhada.

4.3 CTDI_{vol}, DLP e E no Protocolo de tórax e abdome 4 fases

Os indicadores de dose CTDI_{vol} e DLP foram utilizados no levantamento de dados de dose dos exames coletados. Neste estudo, os dados referentes a esses indicadores foram examinados para estimar a quantidade de radiação recebida durante exames de tórax e abdome em quatro fases. Considerando a não-normalidade dos dados a avaliação levou em conta os valores mínimos e máximos e quartis, visando descrever as características da população de estudo - dados de pacientes do sexo masculino e feminino. Além disso, seguindo as recomendações da ICRP 135 (ICRP, 2017) os resultados de CTDI_{vol} e DLP também são apresentados em termos de 2º quartil (mediana) a fim de permitir comparação dos valores típicos do serviço participantes com os disponíveis na literatura. Na Tabela 3 são apresentadas essas informações.

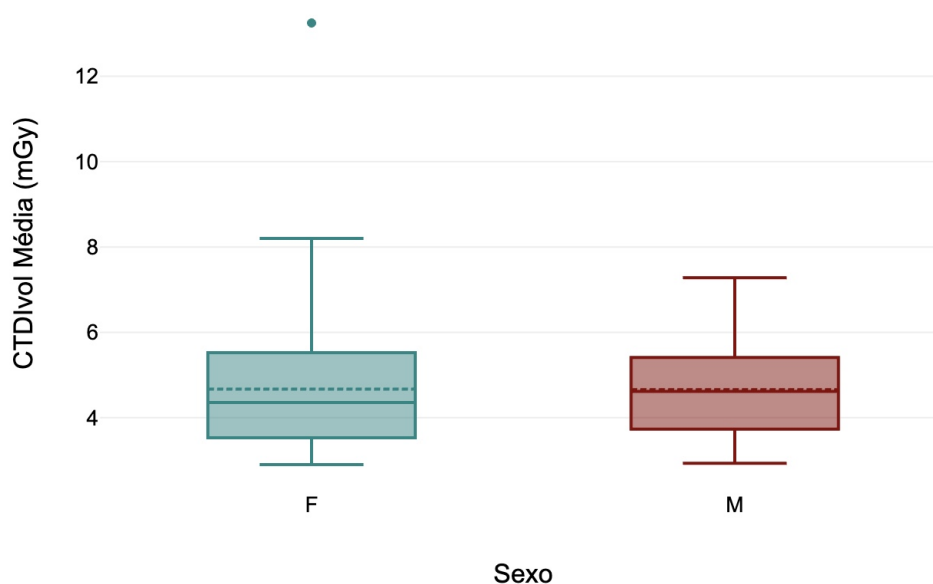
Tabela 3 - Categorização dos exames de tórax e abdome 4 fases coletados

	Sexo	Mínimo	Máximo	Quartil 1	Quartil 2 (mediana)	Quartil 3
CTDI_{vol} (mGy)	F	2,9	13,25	3,53	4,36	5,53
	M	2,93	7,28	3,73	4,62	5,41
DLP (mGy.cm)	F	576,99	3085,47	788,66	968,78	1236,25
	M	643,2	1839,4	895,32	1101,36	1305,67
Dose efetiva (mSv)	F	8,65	46,28	11,83	14,53	18,55
	M	9,65	27,59	13,43	16,52	19,59

Fonte: Elaboração própria (2025).

A mediana para CTDI_{vol}, DLP e dose efetiva apresentadas na Tabela 3 foram: CTDI_{vol} de 4,36 mGy para sexo feminino e 4,62 para o sexo masculino; DLP de 968,78 mGy.cm para o sexo feminino e 1101,36 mGy.cm para o sexo masculino; Dose efetiva de 14,53 mSv para o sexo feminino e 16,52 mSv para o sexo masculino. Na Figura 4 são apresentadas as medianas dos valores encontrados para CTDI_{vol} em ambos os sexos.

Figura 6 - Gráfico bloxpot demonstrando CTDI_{vol} por sexo dos exames de tórax e abdome 4 fases



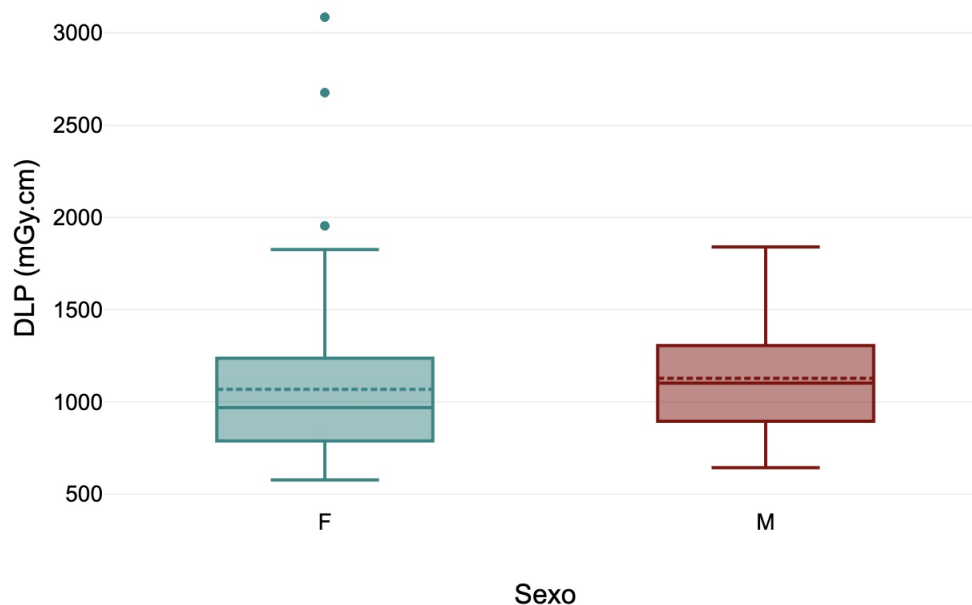
Fonte: Elaboração própria (2025).

Na Figura 4 é apresentado um único valor de *outlier* que corresponde ao valor de 13,25 mGy obtido em um exame de uma paciente do sexo feminino. Uma possível explicação para o valor discrepante é que o exame em questão tenha sido realizado em um paciente com sobrepeso, que poderia exigir, nestes casos, ajustes nos parâmetros técnicos para a aquisição das imagens resultando em aumento da dose. Entretanto, neste estudo não foi possível coletar dados de peso e altura visto que não são obrigatórios na realização do exame e por isso não são registrados.

Sobre o $CTDI_{vol}$ é importante considerar que representa a dose média de radiação absorvida dentro de determinado volume irradiado, ou seja, ele não representa a dose total de um exame, e sim apenas uma fatia ou corte. Nesse sentido, o sexo que apresentou maior variação nesse parâmetro foi o sexo feminino com o valor máximo de 13,25 mGy e mínimo de 2,9 mGy. O sexo feminino também apresentou a maior mediana (13,25 mGy) de $CTDI_{vol}$ em relação ao masculino (7,28 mGy).

Para DLP os valores encontrados neste estudo são também apresentados graficamente na Figura 5.

Figura 7 - Gráfico bloxpot demonstrando DLP por sexo dos exames de tórax e abdome 4 fases

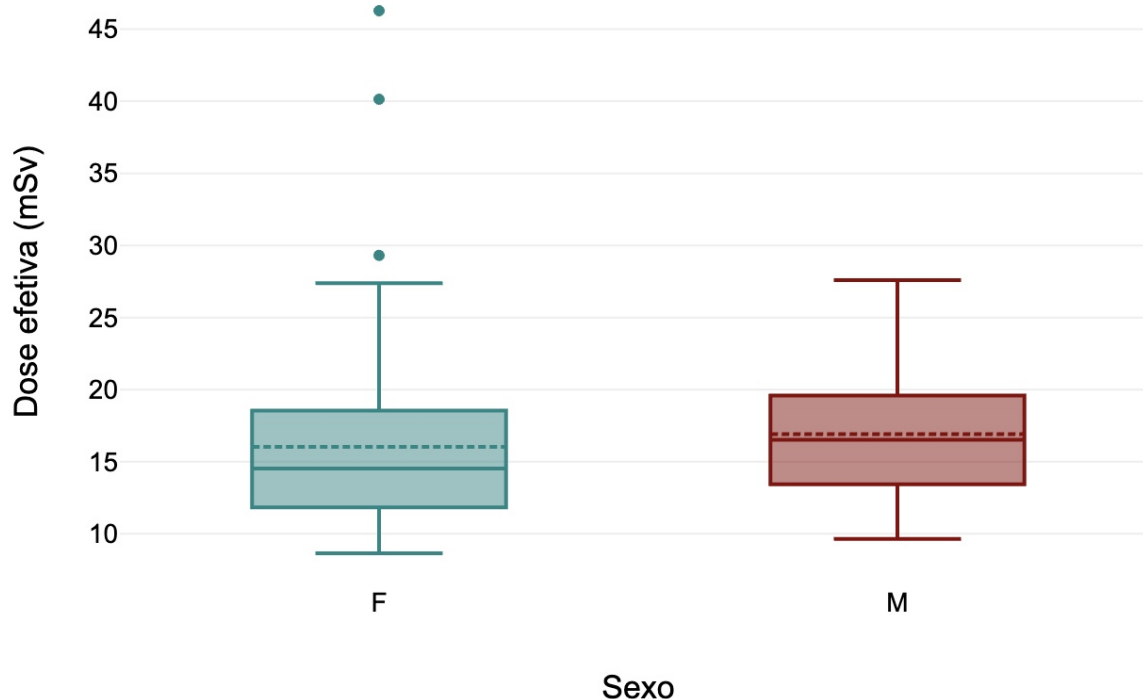


Fonte: Elaboração própria (2025).

Os *outliers* que são apresentados na Figura 5 correspondem a dados de relatórios de dose de exames de TC de pacientes do sexo feminino, são demonstrados três *outliers* com os valores de: 3.085,47 mGy.cm, 2.676,26 mGy.cm e 1.954,18 mGy.cm. Como mencionado anteriormente, os *outliers* foram mantidos neste estudo uma vez que os dados apresentaram distribuição anormal de probabilidade.

Além dos valores de $CTDI_{vol}$ e DLP, este estudo estimou os valores de Dose Efetiva (E). Na figura 6 são apresentados esses valores para o protocolo de 4 fases.

Figura 8- Gráfico bloxpot demonstrando dose efetiva por sexo dos exames de tórax e abdome 4 fases



Fonte: Elaboração própria (2025).

Na Figura 6 é possível observar três valores de *outlier* que correspondem ao valor de 46,28 mSv; 40,14 mSv e 29,31 mSv respectivamente obtidos em relatórios de exames de paciente do sexo feminino. Uma possível explicação para o valor discrepante é que fatores como a morfologia corporal ou tecido adiposo excessivo podem afetar a quantidade de radiação necessária para obtenção de imagens diagnósticas necessárias.

Ainda na Figura 6 observa-se que os valores de média e mediana para pacientes do sexo masculino estão bem próximos indicando que a maioria das

doses de radiação recebidas pelos pacientes do sexo masculino está concentradas em torno de um valor central.

Ao relacionar o resultado desta pesquisa com o estudo de Lange *et al.*, (2021), que avaliou 581 casos de exames de TC de tórax e abdome total realizados por pacientes oncológicos, observa-se uma correlação dos resultados nos seguintes aspectos: as varreduras foram de 120 kVp. As diferenças no que diz respeito ao *pitch* variaram de 0,63 a 1,75, à corrente do tubo variou de acordo com o controle automático de exposição que considera o tamanho e densidade da região escaneada (Lange *et al.*, 2021). Neste estudo o valor de *pitch* foi de 1 e a corrente do tubo também foi modular (sistema *SureExposure 3D*). Uma análise entre os valores de $CTDI_{vol}$ deste estudo e o de Lange *et al.*, (2021) e outros autores, são comparados no tópico 4.4.

4.4 $CTDI_{vol}$, DLP e E no Protocolo de tórax e abdome 3 fases

Na Tabela 4 observa-se a caracterização da população feminina e masculino pelo $CTDI_{vol}$, DLP, e Dose efetiva com a descrição dos valores de mínima, máxima, primeiro quartil, segundo quartil (mediana) e terceiro quartil para o protocolo de tórax e abdome em 3 fases.

Tabela 4 - Categorização dos exames de tórax e abdome 3 fases coletados

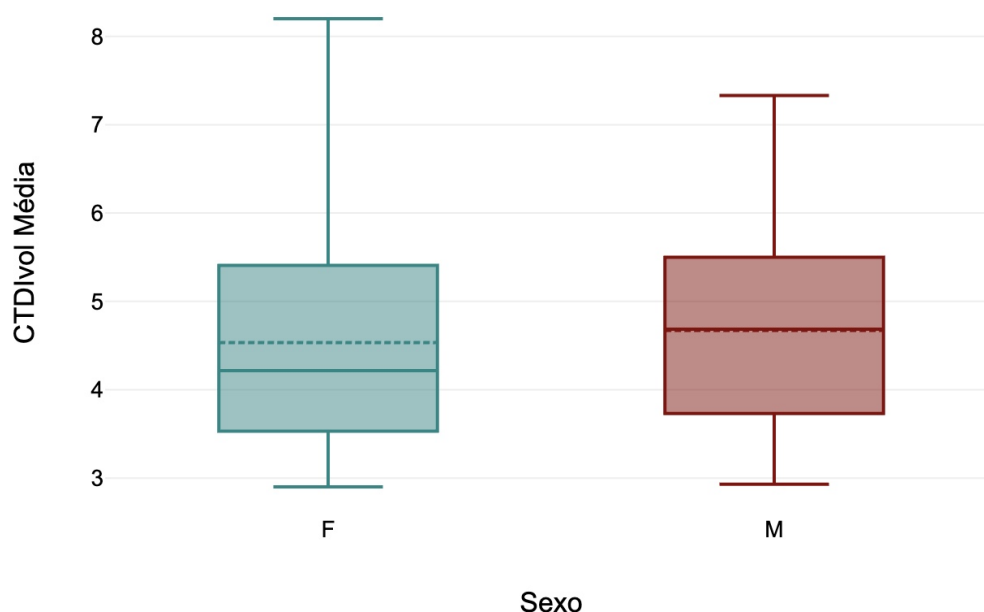
	Sexo	Mínimo	Máximo	Quartil 1	Quartil 2 (mediana)	Quartil 3
$CTDI_{vol}$ (mGy)	F	2,9	8,2	3,53	4,22	5,41
	M	2,93	7,33	3,73	4,69	5,5
DLP (mGy.cm)	F	486,6	1480,83	633,74	775,1	953,68
	M	500	1603,2	695,97	860,97	1049,9
Dose efetiva (mSv)	F	7,3	22,21	9,5	11,63	14,31
	M	7,5	24,05	10,44	12,92	15,75

Fonte: Elaboração própria (2025).

As medianas dos valores de $CTDI_{vol}$, DLP e Dose efetiva demonstrados na Tabela 4 foram as seguintes: para o sexo feminino, o $CTDI_{vol}$ teve um valor de 4,22 mGy, enquanto que para o sexo masculino esse número foi de 4,69 mGy. O DLP apresentou uma mediana de 775,10 mGy.cm para mulheres e 860,97 mGy.cm para homens. Em relação à dose efetiva, os resultados foram de 11,63 mSv no caso do

sexo feminino e 12,92 mSv para o masculino. As medianas dos valores obtidos para $CTDI_{vol}$ em ambos os sexos estão ilustradas na Figura 7.

Figura 9 - Gráfico bloxpot demonstrando $CTDI_{vol}$ por sexo dos exames de tórax e abdome 3 fases



Fonte: Elaboração própria (2025).

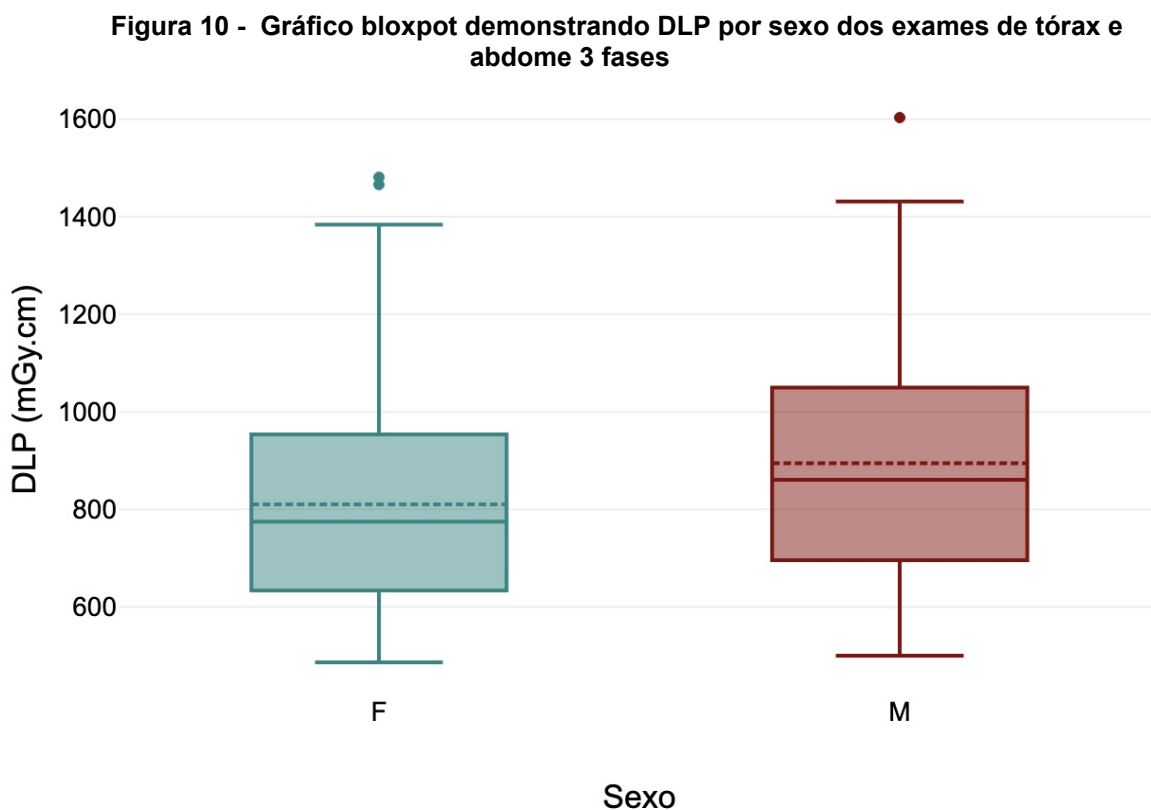
O sexo que apresentou maior variação no $CTDI_{vol}$ foi o feminino com o valor máximo de 8,2 mGy e mínimo de 2,9 mGy, neste estudo o sexo feminino apresentou também maior mediana (4,53 mGy) de $CTDI_{vol}$ em relação ao masculino (4,67 mGy).

Em relação aos valores de $CTDI_{vol}$ e DLP o estudo de Lange *et al.*, (2021) no qual foi realizado estimativa de dose para exames de pacientes oncológicos que realizaram 2 exames consecutivos em um período inferior a 22 meses para estadiamento de neoplasias e acompanhamento de tumores resultados obtidos foram $CTDI_{vol}$ $12,22 \pm 4,06$ mGy; DLP $841,45 \pm 301,23$ mGy.cm, ligeiramente semelhantes a este estudo.

Já no estudo de Zensen *et al.*, (2022) a metodologia utilizada consistiu em avaliar a dose de radiação de biópsias hepáticas guiadas por TC e a influência dos parâmetros da lesão, além de estabelecer um nível de referência de diagnóstico local. Os resultados encontrados foram mediana de $CTDI_{vol}$ de 9,91 mGy e DLP 542

mGy.cm, diferindo significativamente deste estudo. Isso ocorreu possivelmente devido a metodologia utilizada, uma vez que neste estudo a indicação clínica era estadiamento de neoplasia maligna e no estudo de Zensen *et al.*, (2022) biopsia hepática orientada por TC.

Para DLP os valores encontrados neste estudo são também apresentados graficamente na Figura 8.

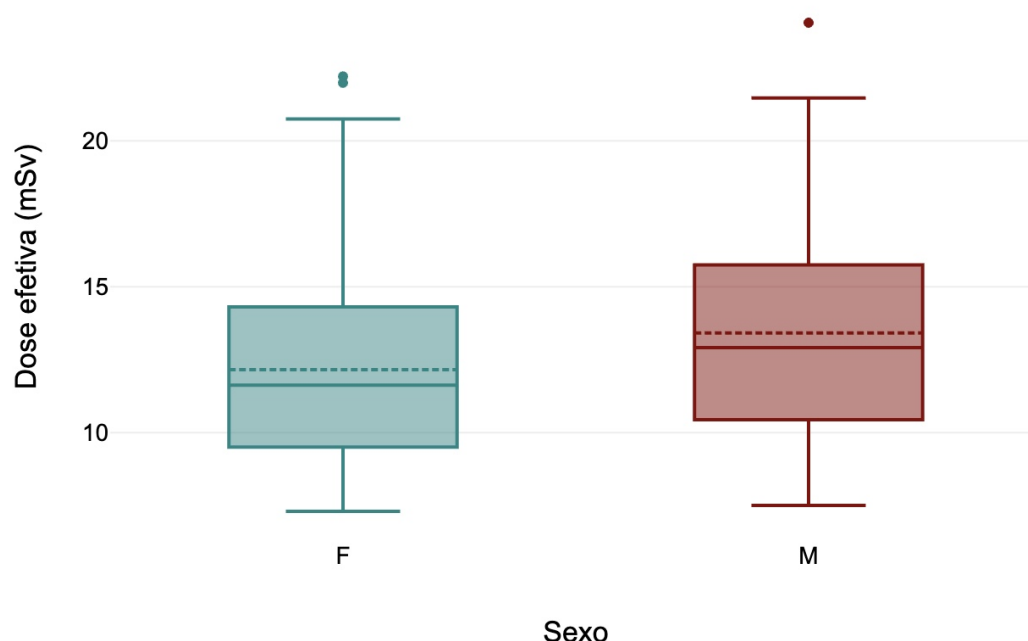


Fonte: Elaboração própria (2025).

Na Figura 8 é possível observar três valores de *outlier* que correspondem aos valores de 1.480,83 mGy.cm e 1.383,6 mGy.cm respectivamente obtidos em dois relatórios de dose de exames do sexo feminino e 1.603,2 mGy.cm obtido de um relatório de dose de paciente do sexo masculino. Prevalece a justificativa anterior referente aos outliers.

Na Figura 9, podem ser identificados três valores *outlier*: 22,21 mSv e 21,99 mSv, que foram registrados em dois relatórios de dose referentes a exames femininos; além disso, há um valor de 24,05 mSv proveniente de um relatório referente a um paciente do sexo masculino.

Figura 11 - Gráfico bloxpot demonstrando dose efetiva por sexo dos exames de tórax e abdome 3 fases



Fonte: Elaboração própria (2025).

A dose de radiação recebida por paciente na TC depende tanto do tamanho da área exposta como da quantidade de radiação emitida pelo equipamento (AAPM, 2011). Neste contexto, o $CTDI_{vol}$ representa a quantidade de radiação emitida pelo equipamento em uma única fatia de corte. Ele é importante para, junto com o comprimento de varredura, determinar a exposição ocorrida em termos de DLP ($DLP = CTDI_{vol} \times \text{Comprimento}$). Os valores de $CTDI_{vol}$ encontrados neste estudo, pois o $CTDI_{vol}$ permite estimar a exposição, por meio de DLP e posteriormente E, e é também utilizado como grandezas de DRL.

Tabela 5 - Teste *Wilcoxon* dos exames de tórax e abdome coletados

		Valor de W - Wilcoxon	Valor de p
CTDI_{vol} Média (mGy) 4 fases	CTDI_{vol} Média (mGy) 3 fases	4617 ^a	229
DLP (mGy.cm) 4 fases	DLP (mGy.cm) 3 fases	19027	<0,001
Dose efetiva (mSv) 4 fases	Dose efetiva (mSv) 3 fases	19029	<0,001

Nota. H_a μ Medida 1 - Medida 2 $\neq$ 0

^a 56 par(es) de valores empatados

Fonte: Elaboração própria (2025).

Comparando DLP dos dois protocolos o valor estatístico de W foi 19027. Esta é apenas a soma das classificações das diferenças observadas, ou seja quanto maior for o número de W maior será a diferença entre os dois valores comparados. Porém, o que realmente importa no teste é o valor de p (*p-value*) calculado que indica a probabilidade de o resultado observado ocorrer dada a hipótese nula, que assumiria que não há diferença entre DLP (mGy.cm) em 4 fases e DLP (mGy.cm) em 3 fases. Como o valor de p, inferior a 0,001, é menor que o nível de significância de 0,05, conclui-se que o resultado é estatisticamente significativo, portanto, rejeita-se a hipótese nula.

Comparando o $CTDI_{vol}$ o valor estatístico de W foi 4617. O valor de p calculado indica a probabilidade de o resultado observado ocorrer dada a hipótese nula, que assumiria que não há diferença entre $CTDI_{vol}$ em 4 fases e $CTDI_{vol}$ em 3 fases. Como o valor de p 0,229 é maior que o nível de significância 0,05, conclui-se que o resultado não é estatisticamente significativo, portanto, não rejeita-se a hipótese nula.

Na análise de dose efetiva o valor de W foi 19029. O valor p ilustra a probabilidade de obter o achado observado quando a hipótese nula é verdadeira (nenhuma diferença na Dose Efetiva entre os protocolos de 4 e 3 fases). O valor p é muito menor ($< 0,001$) do que o nível de significância de 0,05; portanto, exclui-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa que realmente há uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos.

A análise comparativa entre os protocolos de 4 e 3 fases revela que existem diferenças estatisticamente significativas em relação ao DLP e à Dose Efetiva, indicando que esses protocolos impactam de forma distinta essas métricas. No entanto, a comparação do $CTDI_{vol}$ (Índice de Dose Tomográfica Computadorizada Volumétrica) não demonstra uma diferença estatisticamente significativa entre os dois protocolos analisados. Isso provavelmente se deve ao fato de o $CTDI_{vol}$ ser projetado para medir a dose de radiação em um ponto ou volume específico, tipicamente no centro e na periferia do dispositivo de medição (phantom). Ele representa a dose média dentro de um volume específico e não leva em consideração a distribuição da dose ao longo de todo o exame ou as variações nas diferentes partes do corpo do paciente. Por isso, mesmo que haja diferenças significativas na extensão da varredura, na distribuição da dose ou nas configurações de dose em outras áreas, o $CTDI_{vol}$ pode não refletir essas variações.

Na revisão da literatura, realizada ao longo deste trabalho, não foram encontrados estudos na literatura sobre estimativa de dose em tomografia computadorizada com protocolos de tórax e abdome, com indicação clínica de estadiamento de neoplasias comparando dois protocolos com fases diferentes em um mesmo grupo de pacientes. A falta de estudos para indicações clínicas específicas nessa área indica a necessidade de mais pesquisas e sugere que a análise de estudos em estimativa de dose na TC com indicação clínica para estadiamento de neoplasias ainda não é amplamente investigada. Assim, isso destaca a relevância da presente dissertação, que buscou contribuir para o campo de estimativa de dose em TC ao usar métodos estatísticos para avaliar diferenças entre os resultados gerados.

4.5 Comparação com valores de $CTDI_{vol}$, DLP e E na literatura (3 fases)

Na TC os DRLs são expressos nas grandezas $CTDI_{vol}$ e DLP. Os valores achados para essas grandezas foram inicialmente comparados com os DRLs encontrados em estudos internacionais, a fim de situar o serviço com a realidade praticada em outras instituições, permitindo uma reflexão, e então possível o aprimoramento da prática local.

As exposições ocorridas no protocolo de quatro e três fases foram comparadas com a dados da literatura. Esta comparação apresentou os seguintes resultados: Para o protocolo de 3 fases, medianas de $CTDI_{vol}$ 4,59 mGy e DLP de 847,34 mGy.cm. Em relação ao $CTDI_{vol}$, que é significativamente inferior aos valores obtidos por Lange *et al.*, e Bos *et al.*, que relataram $CTDI_{vol}$ de 12,22 mGy e 11 mGy, respectivamente. Essa diferença pode ser justificada devido às diferentes indicações clínicas e tecnologias empregadas em cada equipamento de TC utilizado nos diferentes estudos.

Para as exposições ocorridas no protocolo de quatro e três fases, protocolo atual, comparando com a literatura observou-se o seguinte: Para o protocolo de 3 fases, que está em uso no serviço participante, os valores encontrados foram as medianas de $CTDI_{vol}$ 4,59 mGy e DLP de 847,34 mGy.cm. Em relação ao $CTDI_{vol}$, neste estudo foi encontrado o valor de 4,59 mGy para protocolo de três fases, que é significativamente inferior aos valores obtidos por Lange *et al.*, e Bos *et al.*, que relataram $CTDI_{vol}$ de 12,22 mGy e 11 mGy, respectivamente. Essa diferença pode

ser justificada devido às diferentes indicações clínicas e tecnologias empregadas em cada equipamento de TC utilizado nos diferentes estudos.

Lange *et al.*, (2021) utilizaram um protocolo de apenas uma fase, alcançando um DLP total de $841,45 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^{-1}$ e comprimento de varredura médio de 676.75 mm. Da mesma forma, Bos *et al.*, (ano) também empregaram uma única fase em seu protocolo, obtendo um DLP total de $686 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^{-1}$ e não apresentou o seu comprimento de varredura. De maneira geral, observa-se que as doses reportadas por Lange e Bos são superiores às encontradas nesse estudo, o que pode ser atribuído ao fato de que ambos os estudos realizaram estudos de apenas uma fase com maior tempo de exposição ou comprimento de varredura.

E por fim, em relação a dose efetiva, considerando os valores para o protocolo estudo de 3 fases, o valor encontrado no presente estudo foi significativamente menor (12,71 mSv) em comparação com Lange *et al.*, (12,22 mSv) e Bos *et al.*, (2023) (11 mSv), que realizaram somente 1 fase.

Na tabela 6 é apresentada uma comparação entre os estudos semelhantes encontrados na literatura com os resultados do protocolo atualmente utilizado no serviço participante protocolo 3 fases.

Tabela 6 - Comparação dos valores DLP, CTDI_{vol} e E com a literatura

Estudo	CTDI_{vol} (mGy)	DLP (mGy.cm)	Dose efetiva (mSv)
Fragnani, 2025 (Protocolo 3 fases)	4,59	847,34	12,71
Lange <i>et al.</i>, 2021	12,22	841,45	
Bos <i>et al.</i>, 2023	11	686	11

Fonte: Elaboração própria (2025).

Os achados mostram que a utilização de um protocolo de 3 fases permite uma redução na dose efetiva sem afetar a qualidade diagnóstica, o que é um ponto chave no estadiamento de neoplasias. Apesar da aceitação clínica das imagens geradas com protocolo de três fases, a equipe médica do serviço participante não ter sido objeto de estudo dessa dissertação, foi observado pelo autor que a aceitação foi ampla o que permitiu a troca dos protocolos. A exposição reduzida à radiação ionizante ajuda a minimizar os riscos estocásticos, especialmente aplicável em populações oncológicas que frequentemente são submetidas a estudos de imagem repetitivos como parte do acompanhamento clínico.

Além disso, este estudo destaca a importância de personalizar os protocolos de tomografia dependendo da real necessidade clínica de cada fase obtida. A eliminação de etapas desnecessárias auxilia enormemente na otimização da dose, de acordo com as recomendações de proteção radiológica internacionais (por exemplo, ALARA: tão baixo quanto razoavelmente exequível). Assim, a implementação do protocolo de 3 fases pode ser um passo significativo à frente na radiologia oncológica, proporcionando segurança ao paciente sem comprometer o rendimento diagnóstico e afirmando-se como uma prática clínica mais segura e eficaz.

Os DRLs são considerados ferramentas fundamentais para a otimização de protocolos de TC pois permitem que a exposição à radiação de um serviço específico seja comparada com outros serviços, quando possível, e principalmente, permite estabelecer valor referencial para nortear as ações de otimização das doses, sempre balizada na qualidade diagnóstica (SOUZA *et al.*, 2018).

No Brasil, os DRLs disponíveis são geralmente apresentados em termos de valores típicos, que são DRLs específicos para um único serviço. Para TC demonstram grandes diferenças entre instituições e regiões devido à ausência de uma padronização nacional. Para exames de tórax, o DLP tem sido reportado, em estudos nacionais, variando de 200 a 600 mGy.cm, e para abdome e pelve são frequentemente relatados valores entre 500 e 1.000 mGy.cm. Assim, o DLP deste estudo (protocolo 3 fases) 847,34 mGy.cm está dentro dos intervalos relatados para protocolos abdominais, em contextos clínicos onde justificado, e em que a aquisição em três fases é necessária (ANVISA, 2021; SANTO JUNIOR, 2020).

Ao contrário disso, o $CTDI_{vol}$ encontrado (protocolo 3 fases) 4,59 mGy foi menor que os valores de $CTDI_{vol}$ relatados em SANTOS JUNIOR (2020), nos quais os valores médios frequentemente atingem valores em torno de 10 mGy para exames multifásicos do abdome, sugerindo um possível equilíbrio de caminho preferencial entre a dose e a qualidade da imagem (ANVISA, 2021; SANTOS JUNIOR, 2020).

Na Europa, os DRLs para diferentes grupos populacionais e práticas clínicas também foram definidos com base nas diretrizes RPC (Comissão Europeia de Radioproteção (RP 180)), que fornecem valores de referência para exames de TC de diferentes regiões anatômicas. Os DRLs para exames de abdome e pelve estabelecem valores de m DLP de 780 a 900 mGy.cm, e para o tórax entre 300 e 500 mGy.cm. O DLP no estudo atual foi de 847,34 mGy.cm (protocolo 3 fases). Este

é um valor recomendado pela *EUROPEAN COMMISSION* para exames de abdome, mas acima de seus valores de referência para exames de tórax, o que, para esses exames, pode ser justificável, dado que foram obtidos em três fases e, consequentemente, maior exposição (EUROPEAN COMMISSION, 2014).

Como o $CTDI_{vol}$ médio encontrado 4,59 mGy (protocolo 3 fases) foi inferior ao $CTDI_{vol}$ europeu médio aproximadamente 10-12 mGy para exames de abdome e pelve, sem uma indicação clínica específica, esses resultados também indicaram que o protocolo implementado atualmente atinge níveis de dose relativamente baixos em comparação com os valores de referência europeus (EUROPEAN COMMISSION, 2014).

Nos EUA, para exames multifásicos de abdome e pelve sem indicação clínica específica, o $CTDI_{vol}$ é de 25 mGy e o DLP de 1.000 mGy.cm. No exame de tórax, os valores de referência médios de $CTDI_{vol}$ e DLP estão em torno de 7-10 mGy e 300-500 mGy.cm, respectivamente, para aquisições padrão. Comparados com esses números, o estudo atual mostra um DLP total inferior ao limite definido pelo American College of Radiology (ACR) para exames multifásicos, sem considerar a indicação clínica que nem sempre está disponível, indicando um controle aceitável da exposição à radiação na estratégia adotada. O $CTDI_{vol}$ de 4,59 mGy, por sua vez, é muito inferior aos valores normalmente aplicados nos EUA (ACR, 2024).

Neste estudo a mediana da Dose efetiva encontrada foi de 12,71 mSv utilizando protocolo de 3 fases que pode ser comparada com valores encontrados na literatura internacional. No estudo de Bos *et al.*, foram encontrados valores médios de 8 a 15 mSv. Além disso, diretrizes como *European Commission* estabelecem valores de referência para a região abdominal de 10 a 20 mSv. Entretanto, o ACR recomenda valores entre 10 e 25 mSv. Assim, as doses apresentadas estão dentro das recomendações internacionais.

As medianas de DLP e dose efetiva deste estudo foram comparados entre as duas técnicas, demonstrando que a retirada da fase tardia (quarta fase) produziu uma redução de 21% na dose total recebida pelos pacientes. A tendência para um aumento da exposição à radiação com o protocolo de quatro fases foi evidente, com o protocolo de três fases demonstrando um DLP e uma dose efetiva mais baixos, apoiando o uso deste protocolo adaptado para reduzir a exposição à radiação sem perda de dados clínicos importantes.

A relevância deste estudo consistiu no fato de que pacientes oncológicos muitas vezes são submetidos a múltiplos exames radiológicos durante todo o curso do seu tratamento. Considerando que os efeitos estocásticos da radiação incluem o risco potencial para cânceres secundários, esse risco aumenta com o número de exposições, seguindo a relação Linear Sem Limiar (LNT) (ICRP, 2017; RIZZO, 2021). Dessa forma, são necessárias estratégias de otimização que reduzam a dose integrada durante o tratamento para garantir que os exames de imagem possam continuar sendo uma parte fundamental do acompanhamento em oncologia evitando exposições desnecessárias. Além da melhoria direta da segurança do paciente, a revisão e padronização de protocolos com menos fases e doses otimizadas aumentam os benefícios para a atividade clínica no hospital, avançando em direção a uma proteção radiológica sustentável. A sustentabilidade na proteção radiológica é uma abordagem que visa equilibrar os riscos associados à exposição à radiação com necessidade de proteção do meio ambiente, eficiência econômica, economia da máquina resultado em menos manutenção e responsabilidade social (MADRUGA, 2019).

Assim, o uso de protocolos adaptados à necessidade clínica real, considerando as recomendações internacionais baseadas em estudos científicos como este, ajuda a garantir um uso mais racional dos recursos médicos e zela pelos princípios de justificativa e otimização. Com base nessas observações, este estudo objetivou também destacar a importância de revisar e otimizar os protocolos institucionais de TC, de forma a reduzir a dose mantendo a qualidade diagnóstica.

4.6 Limitações do estudo

Embora o estudo atual tenha trazido contribuições para a otimização da dose de radiação em exames de TC em pacientes oncológicos, houveram algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

As principais limitações incluíram o tamanho da amostra, que, embora suficiente para análise estatística e estabelecimento de DRLs (valores típicos), poderia ser ampliado para incluir um maior número de exames e pacientes de diferentes instituições. Essa ampliação facilitaria uma maior generalização dos resultados, ao mesmo tempo em que permitiria a comparação dos valores de DRL

com dados nacionais e internacionais semelhantes. No entanto, devido a troca do sistema PACS ocorrida durante o estudo, não foi possível ampliar a amostra.

Outra limitação do estudo foi a qualidade dos dados coletados. A pesquisa foi realizada retrospectivamente a partir de relatórios de dose encontrados no sistema PACS do hospital participante. Embora essa metodologia tenha sido amplamente utilizada, é importante destacar que a precisão dos dados é influenciada pelo processo de preenchimento das informações dos pacientes no momento do exame, informações estas inseridas pelos profissionais do setor, que não possuem necessariamente treinamento e orientação sobre o impacto desses dados em estudos de estimativa de dose. Além disso, não foi possível recuperar informações detalhadas sobre as características individuais dos pacientes (por exemplo, peso, composição corporal, local do tumor etc.) que trariam mais detalhes para as doses recebidas.

Diferenças nos parâmetros técnicos dos estudos são outra explicação possível para a variabilidade dos resultados. As doses registradas para os exames foram realizadas sob protocolos padronizados, mas dependiam dos parâmetros técnicos selecionados pelos operadores, que podem diferir de acordo com a anatomia do paciente. A variabilidade também pode ter surgido da diferente experiência e treinamento dos profissionais que operaram o equipamento, uma vez que os fatores de exposição (mAs, kVp e tamanho da varredura, por exemplo) podem ser ajustados manualmente por esses profissionais, resultando em doses diferentes.

A tecnologia empregada no equipamento radiológico também impacta significativamente nos valores de dose. Isso foi uma limitação deste estudo na comparação entre estudos, pois os estudos foram realizados em equipamento com diferentes tecnologias.

5 CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi comparar as doses efetivas de 200 exames de TC, abdominal e torácica de 4 e 3 fases, realizados em pacientes oncológicos para estadiamento de neoplasias em um hospital no sul do Brasil. Para compor a amostra foram coletados dados de 400 relatórios de dose (200 de exames de 4 fases e 200 de exames de 3 fases) realizados entre 2022 e 2023.

O serviço participante realizava exames de TC com protocolo de 4 fases, sendo substituído por um de três fases em 2023 e nenhum estudo de possíveis impactos na dose do paciente havia sido realizado. Os métodos estatísticos utilizados, como o teste de Wilcoxon, visam verificar as diferenças quantitativas entre os protocolos. Neste contexto, este estudo mostrou que a utilização de um protocolo de quatro fases resultava em uma Dose efetiva de 15,77 mSv (4 fases ambos os sexos) e após a troca pelo protocolo de três fases passo a para 12,71 mSv (3 fases ambos sexos), uma redução de 21%, mostrando a importância da revisão e troca do protocolo.

Já os valores de $CTDI_{vol}$ e DLP encontrados foram, respectivamente, 4,51 mSv e 1.051,7 mGy.cm (4 fases) e 4,47 mSv e 822,41 mGy.cm (3 fases). A variação entre os valores de DLP, de 21% a menos para o protocolo de 3 fases, mostra o potencial impacto da revisão e otimização de protocolos na prática clínica.

Em relação aos DRLs, apresentados neste estudo como valores típicos, para o protocolo de três fases encontrados foram: DLP de 847,34 mGy.cm e $CTDI_{vol}$ 4,59 mGy para o exame de TC da região abdominal e torácica, que quando comparados com outros estudos, são considerados menores do que os praticados.

O estudo teve algumas limitações, como a falta de informações específicas sobre as características individuais dos pacientes, incluindo seu peso e altura. Pesquisas futuras podem incluir outras variáveis como avaliar qualidade da imagem por meio de uma equipe de médicos radiologistas, comparar o tempo de exame e aumento de produtividade devido a otimização do protocolo e a realização de estudos prospectivos.

De modo geral, este estudo auxilia o serviço de radiologia do hospital participante e também aquelas instituições que desejam otimizar seus protocolos de TC. A revisão regular dos valores de DRLs previamente estabelecidos, em particular, após a introdução de novas tecnologias ou alteração de protocolos como no hospital

participante, servem para garantir que esses valores sejam apropriados e continuem a proteger os pacientes e a desenvolver exames eficazes.

Em conclusão, devido à ausência de estudos para estimativa de dose em TC específicos para no campo de oncologia, este trabalho é uma contribuição potencial para as estimativas de dose em TC oncológica, por fornecer uma sugestão de metodologia nessa temática, possibilitando a melhoria da prática clínica e reforçando a necessidade da revisão de protocolos de exames de TC em pacientes oncológicos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY. **Radiation Dosimetry: CT** (Revised 3-25-2024). ACR Accreditation Support, 2024.

AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, “**AAPM Report No. 204: Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in Pediatric and Adult Body CT Examinations**”, 1, pp. 1-30 (2011).

AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE (AAPM). ***The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT: report of AAPM Task Group 23 of the Diagnostic Imaging Council CT Committee***. College Park: AAPM, 2008. (AAPM Report No. 96). Disponível em: https://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_96.pdf. Acesso em: 7 jan 2025.

BARRETO, Mônica Sena. **Doses absorvidas em órgãos-alvo em TCFC e TCMD. 2020**. Tese (Doutorado) – Curso de Odontologia e Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

BASHIR, U.; KNIPE, H.; MURPHY, A. ***Pitch (CT)***. Radiopaedia.org. [S.l.], 2013. Disponível em: <https://radiopaedia.org/articles/pitch-ct>. Acesso em: 7 jan 2025.

BRAMBILLA *et al.* **Patients undergoing multiphase CT scans and receiving a cumulative effective dose of ≥ 100 mSv in a single episode of care**. Eur Radiol. 2021 Jul;31(7):4452-4458. doi: 10.1007/s00330-020-07665-0. Epub 2021 jan 15. PMID: 33449187.

BRASIL. **Lei n. 6.439, de 1º de setembro de 1977**. Institui o Sistema Nacional de Previdência e Assistência Social e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2 set. 1977. Seção 1, p. 11617.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 611, de 9 de março de 2022**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 mar. 2022. Seção 1, p. 216.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa - IN Nº 93, de 27 de maio de 2021**. Dispõe sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de tomografia computadorizada médica, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 mai. 2021. Seção 1, p. 121.

BOS, Denise *et al.* **Radiation exposure in computed tomography**. Deutsches Ärzteblatt International, v. 120, n. 9, p. 135, 2023.

BOSCOLO, Riccardo; BROWN, Matthew S.; MCNITT-GRAY, Michael F. Medical image segmentation with knowledge-guided robust active contours. **Radiographics**, v. 22, n. 2, p. 437-448, 2002.

BUSHONG, Stewart C. **Radiologia**. 10^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

CALANDRINO *et al.* **Evaluation of second cancer induction risk by CT follow-up in oncological long-surviving patients**. Health Phys. 2013 Jan;104(1):1-8. doi: 10.1097/HP.0b013e3182690c8e. PMID: 23192082.

CAO, Chun-feng *et al.* **CT scans and cancer risks: A systematic review and dose-response meta-analysis**. BMC cancer, v. 22, n. 1, p. 1238, 2022.

CBR. **Protocolos de Tomografia Computadorizada**. 1. ed. Rio de Janeiro: Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, 2022. Disponível em: <https://cbr.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Protocolos-de-Tomografia-Computadorizada-1.pdf>. Acesso em: 26 de setembro de 2023.

CHEKROUD, S. R. *et al.* **Association between physical activity and mental health in 1.2 million individuals in the USA between 2011 and 2015: A cross-sectional study**. The Lancet Psychiatry, v. 5, n. 9, p. 739-746, 2018. doi: 10.1016/S2215-0366(18)30227-X.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN NN 3.01: Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Rio de Janeiro: CNEN; 2024.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Comissão Nacional de Energia Nuclear: 50 anos de atuação**. Revista Brasileira de Energia Nuclear, vol. 38, nº 1, 2021.

DATAtab: DATAtab Team (2025). **DATAtab: Online Statistics Calculator**. DATAtab e.U. Graz, Austria. Disponível em: <https://datatab.net>. Acesso em: 01 jul. 2024.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista interdisciplinar científica aplicada, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2008. Acesso em 10 ago. 2022.

DICOM®. (13 de 02 de 2022). PS3.1 DICOM PS3.1 2022a - **Introduction and Overview**. Disponível em: <https://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part01.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.

EUROPEAN COMMISSION. (2014). **Radiation Protection No. 180: Diagnostic Reference Levels in Thirty-six European Countries**. Disponível em: <https://www.eurosafeimaging.org/wp/wp-content/uploads/2015/05/Radiation-protection-180-part2.pdf>

FERREIRA, Juliana Carvalho; PATINO, Cecilia Maria. **O que realmente significa o valor-p?**. Jornal Brasileiro de Pneumologia, v. 41, p. 485-485, 2015.

FU W, *et al.* **Patient-Informed Organ Dose Estimation in Clinical CT: Implementation and Effective Dose Assessment in 1048 Clinical Patients**. AJR Am J

Roentgenol. 2021 Mar;216(3):824-834. doi: 10.2214/AJR.19.22482. Epub 2021 Jan 21. PMID: 33474986; PMCID: PMC8018383.

GAO Y, MAHMOOD U, LIU T, QUINN B, GOLLUB MJ, XU XG, DAUER LT. **Patient-Specific Organ and Effective Dose Estimates in Adult Oncologic CT.** AJR Am J Roentgenol. 2020 Apr;214(4):738-746. doi: 10.2214/AJR.19.21197. Epub 2019 Aug 15. PMID: 31414882; PMCID: PMC7393764.

GOMES, Geovana Murta; DA COSTA, Geraldo Marques. **Principais causas de devolução de solicitações via SISREG em uma UBS do DF: desafios e barreiras de acesso aos serviços especializados do SUS.** Research, Society and Development, v. 11, n. 14, p. e364111436440-e364111436440, 2022.

HUDA, Walter; OGDEN, Kent M.; KHORASANI, Mohammad R. **Converting dose-length product to effective dose at CT.** Radiology, v. 248, n. 3, p. 995-1003, 2008.

IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **Radiation Protection of Patients (RPOP). Computed tomography (CT) - what patients need to know.** Disponível em: <https://www.iaea.org/resources/rpop/patients-and-public/computed-tomography#1>. 2022a. Acesso em 21 jun. 2023.

IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **Online Training in Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging.** Disponível em: <https://www.iaea.org/resources/rpop/resources/online-training-in-diagnostic-reference-levels-in-medical-imaging>. Acesso em 07 mar. 2025.

ICRP, 2007. **The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103.** Ann. ICRP 37 (2-4).

ICRP, 2017. **Diagnostic reference levels in medical imaging.** ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).

FLICK, UWE. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes.** Porto Alegre: Penso, 2013.

KARPITSCHKA M, AUGART D, BECKER HC, REISER M, GRASER A. **Dose reduction in oncological staging multidetector CT: effect of iterative reconstruction.** Br J Radiol. 2013 Jan;86(1021):20120224. doi: 10.1259/bjr.20120224. PMID: 23255541; PMCID: PMC4651062.

KIKUTI, C.F.; Salvadori, P. S. ,Costa, D.M.C, D'Ippolito, G.; Medeiros, R.B., **Estimativa da dose em exames de tomografia de abdome com base nos valores de DLP,** IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety - IRPA 2013 Rio de Janeiro, RJ, Brazil, April 15-19, 2013.

KIM, TAE JUN *et al.* **Risk of second primary malignancies among patients with early gastric cancer exposed to recurrent computed tomography scans.** *Cancers*, v. 13, n. 5, p. 1144, 2021.

KOETZIER LR *et al.* **Deep Learning Image Reconstruction for CT: Technical Principles and Clinical Prospects.** *Radiology*. 2023 Mar;306(3):e221257. doi: 10.1148/radiol.221257. Epub 2023 Jan 31. PMID: 36719287; PMCID: PMC9968777.

LANGE I, ALIKHANI B, WACKER F, RAATSCHEN HJ. **Intraindividual variation of dose parameters in oncologic CT imaging.** *PLoS One*. 2021 Apr 23;16(4):e0250490. doi: 10.1371/journal.pone.0250490. PMID: 33891632; PMCID: PMC8064522.

LEE C, KIM KP, BOLCH WE, MOROZ BE, FOLIO L. **NCICT: a computational solution to estimate organ doses for pediatric and adult patients undergoing CT scans.** *J Radiol Prot*. 2015 Dec;35(4):891-909. doi: 10.1088/0952-4746/35/4/891. Epub 2015 Nov 26. PMID: 26609995.

NCRP. **Medical Radiation Exposure of Patients in the United States.** Report nº 184 of National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Md: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2019.

Madruga MJ, Miró C, Reis M, Silva L. **RADIATION EXPOSURE FROM NATURAL RADIONUCLIDES IN BUILDING MATERIALS.** *Radiat Prot Dosimetry*. 2019 Nov 30;185(1):49-57. doi: 10.1093/rpd/ncy256. PMID: 30544172.

MASCI GM, CICCARELLI F, MATTEI FI, GRASSO D, ACCARPIO F, CATALANO C, LAGHI A, SAMMARTINO P, IAFRATE F. **Role of CT texture analysis for predicting peritoneal metastases in patients with gastric cancer.** *Radiol Med*. 2022 Mar;127(3):251-258. doi: 10.1007/s11547-021-01443-8. Epub 2022 Jan 23. PMID: 35066804.

MONTGOMERY, D. C. / RUNGER, G. C. / HUBELE, N. F. **Estatística Aplicada à Engenharia.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MOURÃO, A. P. **Tomografia computadorizada: tecnologias e aplicações.** Difusão Editora. 2018.

RIZZO, Stefania *et al.* **Do oncologists prefer subspecialty radiology reports? A quality care study.** *Insights into Imaging*, v. 12, n. 1, p. 64, 2021.

RAZALI MASM, AHMAD MZ, SHUAIB IL, OSMAN ND. **Optimization of radiation dose in ct imaging: establishing the institutional diagnostic reference levels and patient dose auditing.** *Radiat Prot Dosimetry*. 2020 Jun 13;188(2):213-221. doi: 10.1093/rpd/ncz278. PMID: 31885043.

PINTO LF, SORANZ D, SCARDUA MT, SILVA IM. **Ambulatory municipal regulation of the Unified Health System services in Rio de Janeiro: advances,**

limitations and challenges. *Cien Saude Colet.* 2017 Apr;22(4):1257-1267. Portuguese, English. doi: 10.1590/1413-81232017224.26422016. PMID: 28444050.

SANTOS JUNIOR, J. A., *et al.* **Dose efetiva de radiação nos exames de tomografia computadorizada.** *Diagnóstico & Tratamento* 25.2 (2020): 1-7.

SINGH D, SCHIFMAN LA, WATSON-WRIGHT C, SOTIRIOU GA, OYANEDEL-CRAVER V, WOHLLEBEN W, DEMOKRITOU P. **Nanofiller Presence Enhances Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Profile on Nanoparticles Released during Thermal Decomposition of Nano-enabled Thermoplastics: Potential Environmental Health Implications.** *Environ Sci Technol.* 2017 May 2;51(9):5222-5232. doi: 10.1021/acs.est.6b06448. Epub 2017 Apr 20. PMID: 28397486.

STILLER, Wolfram. **Basics of iterative reconstruction methods in computed tomography:** a vendor-independent overview. *European journal of radiology*, v. 109, p. 147-154, 2018.

SODER, RAFAEL *et al.* **Desafios da gestão do cuidado na atenção básica:** perspectiva da equipe de enfermagem. *Enfermagem em Foco*, v. 9, n. 3, 2018.

SOUZA, D. C. B. de; COLLARES, A. T. S.; CONTINI, C. L. F.; SILVEIRA, E. da; VOLTOLINI, J. R. **Radiological protection in medical exposures: legal and historical aspects.** *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 11, n. 3, p. e54511326736, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i3.26736. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26736>. Acesso em: 28 sep. 2022.

SOUZA, D. L. M., FRANCISCO, M. F. F., PIMENTEL, R. B., *et al.* (2018). **Novo indicador de dose em CT (SSDE) determinado por meio de parâmetro geométrico extraído do cabeçalho DICOM.** *Revista Brasileira De Física Médica*, 12(2), 18–22.

SPRAWLS, P. (2000). **The physical principles of medical imaging** (2nd ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

TRIOLA, F.M. **Introdução à ESTATÍSTICA, 10 edição.** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: *Introdução à estatística: Triola, Mario F: Free Download, Borrow, and Streaming: Internet Archive.* Acesso em: 05 mar. 2025. <https://archive.org/details/introducaoaestat0000trio/mode/2up>

UNSCEAR (UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION). **UNSCEAR's global survey of radiation exposure.** *Medica Exposure: a user manual.* Versão outubro, 2017. Disponível em: http://www.survey.unscear.org/lib/exe/fetch.php/unscear_medical_exposure_surve_manual_v2.pdf. Acesso em 29 ago. 2023.

UNSCEAR (UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION). **Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, United**

Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2020/2021 Report, Volume I: Report to the General Assembly, with Scientific Annex A-Evaluation of Medical Exposure to Ionizing Radiation. 2022. Disponível em: www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear_reports/UNSCEAR_2020_21_Report_Vol.I.pdf. Acesso em 21 jun. 2023.

Virtual Dose. **Virtual Dose:** A web-based tool to estimate safe medication doses for children. Disponível em: <https://www.virtual-dose.com>. Acesso em: 21 ago. 2023.

ZENSEN S, OPITZ MK, GRUENEISEN JS, LI Y, HAUBOLD J, STEINBERG HL, FORSTING M, THEYSOHN JM, BOS D, SCHAARSCHMIDT BM. **Radiation exposure, organ and effective dose of CT-guided liver biopsy as a function of lesion depth and size.** J Radiol Prot. 2022 Jul 27;42(3). doi: 10.1088/1361-6498/ac7e80. PMID: 3579

APÊNDICE A - Dados coletados referentes aos relatórios de dose protocolo quatro fases

Dados dos pacientes			Tórax e abdome quatro fases						
Nº	Sexo	Idade (anos)	CTDI_{vol} 1 (mGy)	CTDI_{vol} 2 (mGy)	CTDI_{vol} 3 (mGy)	CTDI_{vol} 4 (mGy)	CTD_{lvol} Média (mGy)	DLP (mGy.cm)	Dose efetiva (mSv)
1	F	61	4.00	4.20	4.20	4.00	4.10	907.32	13.61
2	F	54	6.20	6.20	6.10	6.20	6.18	2676.26	40.14
3	F	60	3.80	3.60	3.60	3.80	3.70	820.36	12.31
4	F	61	6.20	6.20	6.80	6.20	6.35	1349.50	20.24
5	M	27	5.70	5.90	5.50	5.70	5.70	1528.10	22.92
6	F	67	3.60	3.80	3.50	3.60	3.63	886.61	13.30
7	M	89	3.80	3.70	3.70	3.80	3.75	714.76	10.72
8	M	74	2.90	3.00	2.90	2.90	2.93	643.20	9.65
9	M	71	4.90	5.30	4.80	4.90	4.98	1259.96	18.90
10	F	61	5.40	5.30	5.50	5.40	5.40	1218.18	18.27
11	F	46	3.40	3.30	3.30	3.40	3.35	702.67	10.54
12	F	65	3.80	4.10	3.70	3.80	3.85	702.67	10.54
13	F	57	4.30	4.20	4.30	4.30	4.28	1007.51	15.11
14	F	83	3.70	3.80	3.50	3.70	3.68	844.80	12.67
15	M	70	5.90	6.60	5.90	5.90	6.08	1550.51	23.26
16	F	77	4.40	4.60	4.10	4.40	4.38	987.79	14.82
17	F	32	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	648.00	9.72
18	M	70	4.30	4.70	6.40	4.30	4.93	1267.68	19.02
19	F	55	6.30	6.50	6.50	6.30	6.40	1336.93	20.05
20	F	66	6.50	6.80	6.40	6.50	6.55	1468.33	22.02
21	F	48	4.80	4.30	4.60	4.80	4.63	1032.26	15.48
22	F	72	3.50	3.50	3.60	3.50	3.53	750.78	11.26
23	F	44	6.20	6.20	6.00	6.20	6.15	1443.26	21.65
24	M	33	4.50	4.30	4.40	4.60	4.45	944.80	14.17
25	M	85	3.70	3.70	3.70	3.30	3.60	1064.52	15.97
26	M	70	4.80	5.30	5.00	5.30	5.10	1298.40	19.48
27	F	67	5.30	5.50	5.00	5.30	5.28	1089.71	16.35
28	F	56	5.60	6.00	5.30	5.60	5.63	1371.66	20.57
29	M	72	5.60	6.20	5.60	5.60	5.75	1477.50	22.16
30	F	66	3.70	3.20	3.60	3.70	3.55	829.00	12.44
31	M	74	3.80	4.00	3.90	3.90	3.90	874.62	13.12
32	M	70	3.90	3.90	3.80	3.90	3.88	913.53	13.70
33	F	65	5.50	6.10	5.30	5.50	5.60	1117.45	16.76
34	M	86	3.40	3.50	3.40	3.40	3.43	1146.66	17.20
35	M	57	4.50	4.80	4.50	4.50	4.58	1126.20	16.89
36	F	50	5.70	5.90	5.50	5.70	5.70	1403.50	21.05
37	F	42	4.90	4.80	4.50	4.90	4.78	1108.10	16.62
38	M	82	6.00	6.40	5.60	6.00	6.00	1380.03	20.70
39	M	47	5.00	5.20	4.90	5.00	5.03	1271.40	19.07
40	M	66	5.80	6.60	5.60	5.80	5.95	1472.82	22.09

41	M	72	4.30	4.80	4.20	4.30	4.40	1085.90	16.29
42	M	63	3.70	3.90	3.60	3.70	3.73	933.80	14.01
43	M	42	6.10	6.60	6.10	6.10	6.23	1839.40	27.59
44	F	72	6.20	6.90	6.20	6.20	6.38	1359.80	20.40
45	F	67	6.00	6.20	6.20	6.00	6.10	1814.50	27.22
46	F	69	4.50	5.00	4.40	4.50	4.60	1057.80	15.87
47	F	56	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	1797.10	26.96
48	F	45	4.70	4.60	4.50	4.70	4.63	1173.90	17.61
49	F	41	6.40	5.80	6.00	6.40	6.15	1468.70	22.03
50	F	54	3.90	3.90	3.70	3.90	3.85	904.30	13.56
51	F	69	4.00	4.00	3.90	4.00	3.98	894.30	13.41
52	F	61	3.80	4.20	3.90	3.80	3.93	861.62	12.92
53	F	71	3.40	3.50	3.20	3.40	3.38	681.10	10.22
54	F	70	4.10	4.30	3.90	4.10	4.10	885.60	13.28
55	M	59	4.40	4.60	4.20	4.40	4.40	1152.60	17.29
56	F	67	3.70	3.90	3.70	3.70	3.75	878.80	13.18
57	F	59	4.90	4.20	4.80	4.90	4.70	1089.60	16.34
58	M	70	4.50	4.50	4.30	4.50	4.45	799.60	11.99
59	F	70	3.00	3.00	2.90	3.00	2.98	791.70	11.88
60	F	45	3.70	3.80	3.60	3.70	3.70	893.36	13.40
61	M	70	3.40	3.60	3.40	3.40	3.45	806.40	12.10
62	M	78	4.40	5.30	4.10	4.40	4.55	1269.50	19.04
63	M	90	4.90	5.30	4.80	4.90	4.98	1165.30	17.48
64	M	61	4.80	4.50	4.70	4.80	4.70	1135.80	17.04
65	F	57	3.80	3.80	3.70	3.80	3.78	851.90	12.78
66	M	61	3.40	3.50	3.50	3.50	3.48	833.80	12.51
67	M	67	3.90	3.90	3.80	3.90	3.88	817.70	12.27
68	F	48	5.00	5.30	5.10	5.00	5.10	1174.70	17.62
69	F	77	4.60	4.70	4.60	4.60	4.63	1028.50	15.43
70	M	84	3.20	3.30	3.10	3.20	3.20	837.30	12.56
71	F	60	3.20	3.30	3.10	3.20	3.20	702.10	10.53
72	F	67	6.40	6.50	6.50	6.40	6.45	1436.50	21.55
73	F	66	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	696.80	10.45
74	F	85	4.50	4.70	4.40	4.50	4.53	1020.64	15.31
75	F	89	4.00	4.40	3.90	4.00	4.08	899.20	13.49
76	F	56	3.50	3.40	3.40	3.40	3.43	707.60	10.61
77	F	44	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	1954.18	29.31
78	F	58	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	676.77	10.15
79	F	61	3.40	3.50	3.30	3.40	3.40	893.60	13.40
80	M	78	6.20	6.60	6.10	6.20	6.28	1337.82	20.07
81	F	81	4.00	4.10	3.80	4.00	3.98	822.30	12.33
82	M	74	3.60	3.70	3.50	3.60	3.60	782.20	11.73
83	M	74	4.30	5.00	4.20	4.30	4.45	1071.40	16.07
84	M	59	6.50	6.60	6.40	6.50	6.50	1529.50	22.94
85	M	86	5.40	5.80	5.30	5.40	5.48	1469.86	22.05
86	M	28	3.80	3.70	3.70	3.80	3.75	1038.40	15.58

87	F	38	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	896.90	13.45
88	F	67	3.40	3.60	3.40	3.40	3.45	769.10	11.54
89	M	73	7.40	7.50	7.10	7.10	7.28	1778.02	26.67
90	F	73	3.40	3.50	3.30	3.40	3.40	954.70	14.32
91	F	57	4.00	4.20	4.00	4.00	4.05	744.90	11.17
92	F	68	5.10	5.60	4.80	5.10	5.15	1215.20	18.23
93	F	69	5.50	5.70	5.30	5.50	5.50	1202.20	18.03
94	F	57	5.80	5.70	5.30	5.80	5.65	1645.09	24.68
95	M	61	4.70	5.20	4.60	4.70	4.80	1156.90	17.35
96	F	63	5.00	5.60	5.00	5.00	5.15	1080.39	16.21
97	F	62	4.30	4.60	4.10	4.30	4.33	979.24	14.69
98	M	71	4.80	5.90	4.60	4.80	5.03	1083.10	16.25
99	M	60	6.00	6.10	5.90	6.00	6.00	1080.80	16.21
100	F	49	3.50	3.30	3.40	3.50	3.43	779.55	11.69
101	F	66	6.20	6.00	5.90	6.20	6.08	1266.60	19.00
102	F	78	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	717.40	10.76
103	M	77	5.00	5.40	4.80	5.00	5.05	1251.10	18.77
104	F	62	8.10	8.20	8.00	8.10	8.10	1825.93	27.39
105	F	55	3.10	3.00	3.10	3.10	3.08	651.57	9.77
106	F	67	4.30	4.10	4.20	4.30	4.23	942.40	14.14
107	M	69	4.60	5.20	4.40	4.60	4.70	1221.80	18.33
108	F	74	4.90	5.30	4.50	4.90	4.90	1050.80	15.76
109	M	63	4.70	5.10	4.70	4.70	4.80	1203.80	18.06
110	F	84	3.80	4.10	3.80	3.80	3.88	770.89	11.56
111	M	77	3.70	4.00	3.50	3.70	3.73	793.80	11.91
112	M	34	5.10	5.20	5.00	5.10	5.10	1327.46	19.91
113	M	68	5.20	5.40	5.10	5.20	5.23	1282.50	19.24
114	F	89	3.40	3.20	3.10	3.40	3.28	644.76	9.67
115	F	55	4.70	4.80	4.80	4.70	4.75	835.79	12.54
116	M	76	6.00	7.10	5.60	6.00	6.18	1419.68	21.30
117	M	75	3.30	3.50	3.30	3.30	3.35	878.90	13.18
118	M	64	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	783.60	11.75
119	F	43	6.20	6.20	6.00	6.20	6.15	1333.60	20.00
120	F	65	4.90	5.00	4.60	4.90	4.85	1391.30	20.87
121	F	63	3.40	3.30	3.40	3.40	3.38	716.88	10.75
122	F	61	4.40	4.40	4.30	4.40	4.38	741.20	11.12
123	F	54	5.00	4.60	4.90	5.00	4.88	1124.20	16.86
124	F	74	6.60	7.30	6.50	6.60	6.75	1619.08	24.29
125	F	66	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	1015.90	15.24
126	M	76	5.60	6.20	5.50	5.60	5.73	1382.82	20.74
127	M	41	4.50	4.20	4.30	4.50	4.38	1174.50	17.62
128	M	65	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	768.60	11.53
129	M	82	6.40	7.40	6.20	6.40	6.60	885.60	13.28
130	M	70	4.10	4.60	3.90	4.10	4.18	1068.70	16.03
131	F	69	5.80	6.20	6.00	5.80	5.95	1265.80	18.99
132	F	60	3.80	3.50	3.70	3.80	3.70	792.94	11.89

133	F	51	6.20	6.50	6.00	6.20	6.23	1364.20	20.46
134	F	70	5.30	5.80	5.20	5.30	5.40	1226.40	18.40
135	M	58	3.50	3.70	3.50	3.50	3.55	919.40	13.79
136	F	66	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	703.70	10.56
137	F	40	4.70	4.90	4.40	4.70	4.68	1334.50	20.02
138	M	40	3.30	3.20	3.50	3.40	3.35	842.76	12.64
139	M	31	4.40	4.30	4.30	4.30	4.33	1108.70	16.63
140	F	68	4.70	4.60	4.50	4.70	4.63	1038.50	15.58
141	F	66	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	860.41	12.91
142	F	71	4.90	5.00	4.60	4.90	4.85	1157.87	17.37
143	F	55	6.60	6.90	6.10	6.60	6.55	1425.13	21.38
144	M	79	3.60	3.80	3.60	3.60	3.65	809.40	12.14
145	F	42	3.00	2.90	2.90	3.00	2.95	576.99	8.65
146	M	71	5.00	5.00	4.80	5.00	4.95	904.44	13.57
147	F	39	13.40	12.70	13.50	13.40	13.25	3085.47	46.28
148	M	59	4.30	4.40	4.30	4.30	4.33	1058.06	15.87
149	M	76	4.00	4.20	4.10	4.00	4.08	1092.26	16.38
150	F	21	2.90	2.90	3.00	2.90	2.93	729.41	10.94
151	M	70	5.80	6.30	5.80	5.80	5.93	1476.30	22.14
152	F	53	3.40	3.40	3.30	3.40	3.38	809.60	12.14
153	F	74	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	693.19	10.40
154	M	66	6.30	6.50	6.20	6.30	6.33	1705.50	25.58
155	M	69	4.50	5.20	4.40	4.50	4.65	1172.40	17.59
156	M	49	3.80	4.00	3.70	3.80	3.83	1057.76	15.87
157	F	56	3.70	3.90	3.50	3.70	3.70	765.97	11.49
158	F	63	3.50	3.60	3.40	3.50	3.50	724.54	10.87
159	F	48	4.60	4.70	4.50	4.60	4.60	1115.90	16.74
160	F	73	3.60	3.40	3.50	3.60	3.53	774.82	11.62
161	F	58	7.60	6.30	7.30	7.60	7.20	1706.11	25.59
162	F	52	3.40	3.20	3.30	3.40	3.33	772.37	11.59
163	F	69	6.40	6.50	6.40	6.40	6.43	1575.96	23.64
164	F	65	4.00	4.20	3.70	4.00	3.98	804.30	12.06
165	M	60	3.80	3.60	3.60	3.80	3.70	856.40	12.85
166	F	54	6.20	6.20	5.80	6.20	6.10	1139.59	17.09
167	M	77	3.20	3.30	3.30	3.10	3.23	727.30	10.91
168	M	57	4.70	5.00	5.00	5.00	4.93	1292.90	19.39
169	F	73	4.90	4.80	4.80	4.90	4.85	1052.27	15.78
170	M	59	5.80	6.20	5.90	5.80	5.93	1640.60	24.61
171	M	44	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	1005.75	15.09
172	M	81	6.50	6.50	6.00	6.50	6.38	1483.81	22.26
173	F	59	4.10	4.50	4.10	4.10	4.20	791.77	11.88
174	F	65	6.00	6.70	6.00	6.00	6.18	1506.65	22.60
175	M	53	3.30	3.20	3.30	3.30	3.28	781.80	11.73
176	F	79	4.70	5.30	4.70	4.70	4.85	1019.62	15.29
177	M	86	5.50	5.80	5.30	5.50	5.53	1377.50	20.66
178	F	52	5.00	5.30	4.70	5.10	5.03	1135.01	17.03

179	F	58	4.50	4.50	4.40	4.50	4.48	958.31	14.37
180	M	65	5.10	5.00	4.80	5.10	5.00	1393.66	20.90
181	M	70	6.20	7.10	6.00	6.20	6.38	1206.30	18.09
182	M	81	4.50	5.30	4.30	4.50	4.65	1051.13	15.77
183	M	57	4.90	5.20	4.70	4.90	4.93	1378.42	20.68
184	M	58	3.50	3.50	3.40	3.50	3.48	824.34	12.37
185	M	69	3.50	3.80	3.50	3.50	3.58	917.30	13.76
186	F	36	4.40	3.70	4.10	4.40	4.15	952.10	14.28
187	M	73	4.60	5.30	4.40	4.60	4.73	1096.66	16.45
188	M	28	3.20	3.10	3.20	3.20	3.18	826.90	12.40
189	M	75	4.70	5.10	4.60	4.70	4.78	908.50	13.63
190	M	63	5.50	5.70	5.20	5.20	5.40	1452.76	21.79
191	M	46	5.50	5.80	5.50	5.50	5.58	1471.36	22.07
192	F	65	3.40	3.50	3.30	3.40	3.40	898.30	13.47
193	M	65	4.30	5.00	4.20	4.30	4.45	1106.05	16.59
194	M	58	3.60	3.90	3.70	3.60	3.70	850.64	12.76
195	M	93	3.70	3.70	3.70	3.80	3.73	1134.89	17.02
196	F	62	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	632.04	9.48
197	M	77	4.50	4.90	4.40	4.50	4.58	1035.26	15.53
198	F	52	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	1467.90	22.02
199	M	81	5.30	5.90	5.30	5.30	5.45	898.56	13.48
200	F	61	3.20	3.30	3.10	3.30	3.23	770.10	11.55

APÊNDICE B - Dados coletados referentes aos relatórios de dose protocolo três fases

Dados dos pacientes			Tórax e abdome três fases					
Nº	Sexo	Idade (anos)	CTDIvol 1 (mGy)	CTDIvol 2 (mGy)	CTDIvol 3 (mGy)	CTDIvol Média (mGy)	DLP (mGy.cm)	Dose efetiva (mSv)
1	F	61	4.00	4.20	4.20	4.13	692.72	10.39
2	F	54	6.20	6.20	6.10	6.17	1064.33	15.96
3	F	60	3.80	3.60	3.60	3.67	621.76	9.33
4	F	61	6.20	6.20	6.80	6.40	1028.50	15.43
5	M	27	5.70	5.90	5.50	5.70	1139.36	17.09
6	F	67	3.60	3.80	3.50	3.63	640.85	9.61
7	M	89	3.80	3.70	3.70	3.73	585.16	8.78
8	M	74	2.90	3.00	2.90	2.93	500.00	7.50
9	M	71	4.90	5.30	4.80	5.00	954.36	14.32
10	F	61	5.40	5.30	5.50	5.40	922.18	13.83
11	F	46	3.40	3.30	3.40	3.37	576.59	8.65
12	F	65	3.80	4.10	3.70	3.87	1016.93	15.25
13	F	57	4.30	4.20	4.30	4.27	767.21	11.51
14	F	83	3.70	3.80	3.50	3.67	648.29	9.72
15	M	70	5.90	6.60	5.90	6.13	1181.51	17.72
16	F	77	4.40	4.60	4.10	4.37	750.99	11.26
17	F	32	2.90	2.90	2.90	2.90	490.67	7.36
18	M	70	4.90	5.50	5.00	5.13	1011.89	15.18
19	F	55	3.60	3.70	3.60	3.63	1068.04	16.02
20	F	66	6.50	6.80	6.40	6.57	1112.83	16.69
21	F	48	4.80	4.30	4.80	4.63	775.50	11.63
22	F	72	3.50	3.50	3.60	3.53	569.78	8.55
23	F	44	6.20	6.20	6.00	6.13	1096.00	16.44
24	M	33	4.50	4.30	4.40	4.40	712.56	10.69
25	M	85	4.90	5.40	4.80	5.03	1037.25	15.56
26	M	70	4.80	5.30	5.00	5.03	986.31	14.79
27	F	67	5.30	5.50	5.00	5.27	776.89	11.65
28	F	56	5.60	6.00	5.30	5.63	1039.66	15.59
29	M	72	5.60	6.20	5.60	5.80	1118.30	16.77
30	F	66	3.70	3.70	3.60	3.67	628.90	9.43
31	M	74	3.20	3.30	3.30	3.27	602.97	9.04
32	M	70	3.40	3.40	3.30	3.37	677.39	10.16
33	F	65	5.50	6.10	5.30	5.63	859.15	12.89
34	M	86	3.40	3.50	3.40	3.43	846.10	12.69
35	M	57	4.50	4.80	4.50	4.60	853.03	12.80
36	F	50	5.70	5.90	5.50	5.70	1064.73	15.97
37	F	42	4.90	4.80	4.50	4.73	836.80	12.55
38	M	82	6.00	6.40	5.60	6.00	1049.90	15.75

39	M	47	5.00	5.20	4.90	5.03	963.10	14.45
40	M	66	5.80	6.60	5.60	6.00	1116.50	16.75
41	M	72	4.30	4.80	4.20	4.43	825.46	12.38
42	M	63	3.70	3.90	3.60	3.73	711.85	10.68
43	M	42	6.10	6.60	6.10	6.27	1382.96	20.74
44	F	72	6.20	6.90	6.20	6.43	1029.80	15.45
45	F	67	6.00	6.20	6.20	6.13	1480.83	22.21
46	F	69	4.50	5.00	4.40	4.63	810.70	12.16
47	F	56	8.20	8.20	8.20	8.20	1366.91	20.50
48	F	45	4.70	4.60	4.50	4.60	898.76	13.48
49	F	41	6.40	5.80	6.00	6.07	1104.75	16.57
50	F	54	3.90	3.90	3.70	3.83	693.52	10.40
51	F	69	4.00	4.00	3.90	3.97	681.69	10.23
52	F	61	3.80	4.20	3.90	3.97	663.70	9.96
53	F	71	3.40	3.50	3.20	3.37	524.18	7.86
54	F	70	4.10	4.30	3.90	4.10	676.34	10.15
55	M	59	4.40	4.60	4.20	4.40	868.91	13.03
56	F	67	3.70	3.90	3.70	3.77	670.82	10.06
57	F	59	4.90	4.20	4.80	4.63	831.63	12.47
58	M	70	4.50	4.50	4.30	4.43	631.31	9.47
59	F	70	3.00	3.00	2.90	2.97	644.34	9.67
60	F	45	3.70	3.80	3.60	3.70	682.60	10.24
61	M	70	3.40	3.60	3.40	3.47	612.34	9.19
62	M	78	4.40	5.30	4.10	4.60	1020.81	15.31
63	M	90	4.90	5.30	4.80	5.00	876.23	13.14
64	M	61	4.80	4.50	4.70	4.67	850.12	12.75
65	F	57	3.80	3.80	3.70	3.77	652.44	9.79
66	M	61	3.40	3.50	3.50	3.47	639.38	9.59
67	M	67	3.90	3.90	3.80	3.87	643.90	9.66
68	F	48	5.00	5.30	5.10	5.13	891.74	13.38
69	F	77	4.60	4.70	4.60	4.63	780.34	11.71
70	M	84	3.20	3.30	3.10	3.20	634.33	9.51
71	F	60	3.20	3.30	3.10	3.20	541.87	8.13
72	F	67	6.40	6.50	6.50	6.47	1083.44	16.25
73	F	66	2.90	2.90	2.90	2.90	543.17	8.15
74	F	85	4.50	4.70	4.40	4.53	774.70	11.62
75	F	89	4.00	4.40	3.90	4.10	684.82	10.27
76	F	56	3.50	3.40	3.40	3.43	544.30	8.16
77	F	44	8.20	8.20	8.20	8.20	1465.80	21.99
78	F	58	3.20	3.20	3.20	3.20	833.40	12.50
79	F	61	3.40	3.50	3.30	3.40	680.03	10.20
80	M	78	6.20	6.60	6.10	6.30	1012.20	15.18
81	F	81	4.00	4.10	3.80	3.97	628.29	9.42
82	M	74	3.60	3.70	3.50	3.60	601.02	9.02
83	M	74	4.30	5.00	4.20	4.50	822.32	12.33
84	M	59	6.50	6.60	6.40	6.50	1163.08	17.45

85	M	86	5.40	5.80	5.30	5.50	1040.60	15.61
86	M	28	3.80	3.70	3.70	3.73	793.66	11.90
87	F	38	3.70	3.70	3.70	3.70	684.75	10.27
88	F	67	3.40	3.60	3.40	3.47	591.72	8.88
89	M	73	7.40	7.50	7.10	7.33	1375.80	20.64
90	F	73	3.40	3.50	3.30	3.40	773.69	11.61
91	F	57	4.00	4.20	4.00	4.07	722.70	10.84
92	F	68	5.10	5.60	4.80	5.17	926.94	13.90
93	F	69	5.50	5.70	5.30	5.50	909.38	13.64
94	F	57	5.80	5.70	5.30	5.60	1335.70	20.04
95	M	61	4.70	5.20	4.60	4.83	879.05	13.19
96	F	63	5.00	5.60	5.00	5.20	822.50	12.34
97	F	62	4.30	4.60	4.10	4.33	750.70	11.26
98	M	71	4.80	5.90	4.60	5.10	824.19	12.36
99	M	60	6.00	6.10	5.90	6.00	1431.34	21.47
100	F	49	3.50	3.30	3.40	3.40	601.80	9.03
101	F	66	6.20	6.00	5.90	6.03	944.18	14.16
102	F	78	3.20	3.20	3.30	3.23	547.94	8.22
103	M	77	5.00	5.40	4.80	5.07	952.06	14.28
104	F	62	8.10	8.20	8.00	8.10	1383.60	20.75
105	F	55	3.10	3.00	3.10	3.07	501.30	7.52
106	F	67	4.30	4.10	4.20	4.20	721.72	10.83
107	M	69	4.60	5.20	4.40	4.73	934.16	14.01
108	F	74	4.90	5.30	4.50	4.90	801.12	12.02
109	M	63	4.70	5.10	4.70	4.83	919.03	13.79
110	F	84	3.80	4.10	3.80	3.90	580.20	8.70
111	M	77	3.70	4.00	3.50	3.73	604.61	9.07
112	M	34	5.10	5.20	5.00	5.10	1000.90	15.01
113	M	68	5.20	5.40	5.10	5.23	965.56	14.48
114	F	89	3.40	3.20	3.10	3.23	796.20	11.94
115	F	55	4.70	4.80	4.80	4.77	569.90	8.55
116	M	76	6.00	7.10	5.60	6.23	1076.70	16.15
117	M	75	3.30	3.50	3.30	3.37	674.38	10.12
118	M	64	3.20	3.20	3.20	3.20	600.98	9.01
119	F	43	6.20	6.20	6.00	6.13	1005.19	15.08
120	F	65	4.90	5.00	4.60	4.83	1112.40	16.69
121	F	63	3.40	3.30	3.40	3.37	901.30	13.52
122	F	61	4.40	4.40	4.30	4.37	586.13	8.79
123	F	54	5.00	4.60	4.90	4.83	847.03	12.71
124	F	74	6.60	7.30	6.50	6.80	1247.80	18.72
125	F	66	4.20	4.20	4.20	4.20	800.07	12.00
126	M	76	5.60	6.20	5.50	5.77	1049.90	15.75
127	M	41	4.50	4.20	4.30	4.33	881.91	13.23
128	M	65	3.30	3.30	3.30	3.30	587.47	8.81
129	M	82	6.40	7.40	6.20	6.67	1303.36	19.55
130	M	70	4.10	4.60	3.90	4.20	811.22	12.17

131	F	69	5.80	6.20	6.00	6.00	967.22	14.51
132	F	60	3.80	3.50	3.70	3.67	604.70	9.07
133	F	51	6.20	6.50	6.00	6.23	1030.84	15.46
134	F	70	5.30	5.80	5.20	5.43	931.26	13.97
135	M	58	3.50	3.70	3.50	3.57	705.88	10.59
136	F	66	3.10	3.10	3.10	3.10	547.41	8.21
137	F	40	4.70	4.90	4.40	4.67	1086.54	16.30
138	M	40	3.60	3.50	3.60	3.57	729.77	10.95
139	M	31	4.40	4.30	4.30	4.33	840.66	12.61
140	F	68	4.70	4.60	4.50	4.60	790.92	11.86
141	F	66	3.70	3.70	3.60	3.67	640.22	9.60
142	F	71	4.90	5.00	4.60	4.83	867.50	13.01
143	F	55	4.80	4.80	4.80	4.80	828.95	12.43
144	M	79	3.60	3.80	3.50	3.63	616.64	9.25
145	F	42	3.00	2.90	2.90	2.93	547.12	8.21
146	M	71	5.70	6.30	5.40	5.80	1166.08	17.49
147	F	39	5.20	4.90	4.90	5.00	949.33	14.24
148	M	59	3.30	3.40	3.40	3.37	668.25	10.02
149	M	76	4.00	4.20	4.10	4.10	832.50	12.49
150	F	21	2.90	2.90	3.00	2.93	892.90	13.39
151	M	70	5.80	6.30	5.80	5.97	1119.22	16.79
152	F	53	3.40	3.40	3.30	3.37	635.35	9.53
153	F	74	2.90	2.90	2.90	2.90	500.77	7.51
154	M	66	6.30	6.50	6.20	6.33	1284.46	19.27
155	M	69	4.50	5.20	4.40	4.70	901.40	13.52
156	M	49	3.80	4.00	3.70	3.83	808.70	12.13
157	F	56	3.50	3.70	3.40	3.53	598.04	8.97
158	F	63	3.50	3.60	3.40	3.50	554.60	8.32
159	F	48	4.60	4.70	4.50	4.60	852.76	12.79
160	F	73	3.80	3.50	3.60	3.63	644.83	9.67
161	F	58	5.80	5.60	5.70	5.70	995.83	14.94
162	F	52	3.40	3.20	3.30	3.30	593.90	8.91
163	F	69	6.40	6.50	6.40	6.43	1185.30	17.78
164	F	65	4.00	4.20	3.70	3.97	614.39	9.22
165	M	60	3.80	3.60	3.80	3.73	671.07	10.07
166	F	54	3.80	3.90	3.70	3.80	646.69	9.70
167	M	77	3.20	3.30	3.10	3.20	559.98	8.40
168	M	57	4.70	5.00	5.00	4.90	981.73	14.73
169	F	73	5.80	5.90	5.60	5.77	1014.82	15.22
170	M	59	5.80	6.20	5.90	5.97	1234.06	18.51
171	M	44	3.90	3.90	3.90	3.90	759.50	11.39
172	M	81	6.50	6.50	6.00	6.33	1147.40	17.21
173	F	59	4.10	4.50	4.10	4.23	645.90	9.69
174	F	65	6.60	7.20	6.70	6.83	1152.33	17.28
175	M	53	3.30	3.20	3.30	3.27	597.40	8.96
176	F	79	6.10	6.00	5.60	5.90	966.74	14.50

177	M	86	5.50	5.80	5.30	5.53	1033.50	15.50
178	F	52	5.00	5.30	4.70	5.00	858.10	12.87
179	F	58	3.50	3.60	3.40	3.50	584.02	8.76
180	M	65	5.00	4.70	4.50	4.73	1207.66	18.11
181	M	70	6.20	7.10	6.00	6.43	1603.20	24.05
182	M	81	4.60	5.30	4.30	4.73	784.14	11.76
183	M	57	4.90	5.20	4.70	4.93	879.81	13.20
184	M	58	3.30	3.30	3.30	3.30	654.70	9.82
185	M	69	3.50	3.80	3.50	3.60	702.16	10.53
186	F	36	4.40	3.70	4.10	4.07	716.94	10.75
187	M	73	4.60	5.30	4.40	4.77	827.90	12.42
188	M	28	3.20	3.10	3.20	3.17	631.16	9.47
189	M	75	4.70	5.10	4.60	4.80	1200.61	18.01
190	M	63	5.50	5.70	5.20	5.47	1085.90	16.29
191	M	46	5.50	5.80	5.50	5.60	1113.50	16.70
192	F	65	3.40	3.50	3.30	3.40	729.96	10.95
193	M	65	3.90	4.10	3.80	3.93	722.33	10.83
194	M	58	3.60	3.90	3.70	3.73	651.30	9.77
195	M	93	4.30	4.50	4.40	4.40	786.77	11.80
196	F	62	3.00	3.00	3.00	3.00	486.60	7.30
197	M	77	4.50	4.90	4.40	4.60	787.50	11.81
198	F	52	6.20	6.20	6.20	6.20	1109.72	16.65
199	M	81	5.30	5.90	5.30	5.50	1079.86	16.20
200	F	61	3.20	3.30	3.10	3.20	598.84	8.98

ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEP SH/IFSC

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: ESTUDO COMPARATIVO DE DOSE EFETIVA EM PACIENTES ONCOLÓGICOS SUBMETIDOS À EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTIFÁSICA

Pesquisador: DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 76002423.0.0000.0185

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.644.622

Apresentação do Projeto:

Informações retiradas do projeto base e carta-resposta elaborada pelos pesquisadores.

A tomografia computadorizada (TC) é uma técnica de imagem médica que utiliza raios X para obter imagens detalhadas do corpo humano. Durante

o exame, os pacientes são expostos à radiação ionizante, o que levanta preocupações com a dose de radiação recebida. Estimar essas doses

recebidas é de extrema importância para garantir a segurança e minimizar os riscos associados, principalmente devido ao aumento da preocupação

com os efeitos cumulativos da radiação ao longo da vida dos pacientes. Na oncologia, também é importante acompanhar as doses que pacientes

recebem em exames de TC, uma vez que estudos recentes têm mostrado que doses excessivas de radiação em exames de imagem podem

aumentar o risco de câncer secundário. Com base nisso, este projeto de pesquisa tem como objetivo comparar as doses efetivas estimadas em

pacientes oncológicos submetidos à exames de TC abdominal e torácica multifásico para estadiamento de neoplasias em um hospital no Sul do

Brasil. A metodologia adotada consistirá em um estudo quantitativo e retrospectivo no qual serão coletados dados de exames realizados com o

protocolo de TC abdominal e torácica quatro e três fases no setor de alta complexidade

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: 6.644.622

oncológica. Para estimar e posteriormente otimizar as doses de radiação, dois parâmetros importantes serão utilizados: Índice de dose em Tomografia Computadorizada (CTDIvol) e o DLP (produto dosecomprimento). Após isso serão calculadas as doses efetivas proveniente de pacientes na TC de abdome e tórax. Por fim, será realizada análise estatística descritiva, comparando as doses efetivas estimadas nos diferentes protocolos, estabelecendo DRLs locais. Como potenciais resultados desse estudo espera-se que a otimização possibilite a redução das doses de radiação, mantendo a qualidade diagnóstica. Além disso, os resultados da pesquisa poderão ser estendidos para outros serviços de alta complexidade oncológica.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Comparar as doses efetivas estimadas em paciente oncológicos submetidos à exames de TC abdominal e torácica multifásico para estadiamento de neoplasias em um hospital no sul do Brasil.

Objetivo Secundário:

1. Coletar dados de exames realizados com o protocolo de TC abdominal e torácica quatro e três fases no setor de alta complexidade oncológica.2.

Calcular as doses efetivas provenientes de exames de TC de abdome e tórax realizados com quatro fases e três fases.3. Realizar análise estatística descritiva, comparando as doses efetivas estimadas nos diferentes protocolos e estabelecendo DRLs, em termos de valores típicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Para garantir a segurança e a confidencialidade dos dados coletados, serão adotadas medidas de proteção e privacidade, que são essenciais para a realização da pesquisa de forma ética. Em relação ao risco para os participantes, este estudo pode ser considerado de risco mínimo, pois envolve pouca ou nenhuma possibilidade de dano ou desconforto para os participantes, uma vez que o objeto de estudo serão dados exames de TC abdominal e torácica. Além disso, serão coletados apenas dados secundários, que já são coletados

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: 6.644.622

rotineiramente durante os exames de TC realizados no hospital participante: gênero e idade. Ainda sim, como medida de proteção, todos os dados coletados serão tratados de forma anonimizada, conforme a LGPD. Além disso, outros riscos potenciais que serão considerados pelos pesquisadores ao conduzir este estudo prospectivos no qual se coletará dados secundários de exames são: Violação da confidencialidade: Os dados coletados serão armazenados e protegidos de forma segura, para evitar acesso não autorizado. Os pesquisadores adotarão medidas para garantir que apenas os pesquisadores autorizados tenham acesso aos dados e que todas as informações sejam mantidas em sigilo. Viés de seleção: A coleta de dados secundários pode apresentar um risco de viés de seleção, pois os dados podem não ser representativos da população de interesse. Portanto, é importante que os pesquisadores avaliem constantemente se a fonte de dados continua a representar a população de estudo. Viés de informação: Os dados secundários podem estar sujeitos a vieses de informação, como erros de registro ou falta de dados relevantes. Assim, os pesquisadores devem realizar avaliações regulares da qualidade dos dados para garantir que as informações coletadas sejam precisas e confiáveis.

Benefícios:

Como potenciais benefícios, a pesquisa visa entregar importantes dados para a instituição hospitalar participante que visa comprovar a otimização da proteção radiológica, ampliando o controle das doses recebidas pelos pacientes. Os DRLs têm se mostrado uma ferramenta eficaz para otimizar a proteção em exposição médica do paciente em exames de TC. Ao estabelecer e implementar o uso de DRLs ou valores típicos no hospital participante, os pacientes se beneficiaram da realização de exames de TC com dose de radiação otimizada (menor valor de dose agora qualidade das imagens médicas), garantindo a segurança do paciente e proteção radiológica. Isso é extremamente importante, uma vez que a exposição à radiação ionizante pode ter efeitos nocivos sobre a saúde dos indivíduos quando não utilizados adequadamente e consequentemente menor tempo dentro da sala de exames. Como resultados dessa pesquisa, espera-se contribuir com o

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: 6.644.622

estabelecimento dos valores típicos de doses relacionados aos exames de TC protocolo abdome e tórax para estadiamento de neoplasias realizados no serviço em questão, o que possibilita uma futura determinação de DRLs. Além disso, espera-se demonstrar a importância da otimização dos protocolos, capacitação e treinamento profissional em relação à proteção radiológica aplicada na TC, o que promove a otimização da prática, trazendo benefícios aos pacientes envolvidos. Por meio dos DRLs e valores típicos estabelecidos e comparados, com serviços de mesmo porte e que utilizem o mesmo protocolo para estadiamento, espera-se também orientar o serviço participante quanto às condutas de proteção radiológica que deverão ser tomadas tais como revisão e otimização de protocolos. Como etapa final deste estudo os resultados obtidos, valores de dose efetiva e DRLs, serão apresentados para o serviço participante na forma de palestras e seminário a fim de permitir que este conheça os resultados e possa papel fundamental na proteção dos pacientes e no estabelecimento de diretrizes para o uso adequado das doses em TC (SOUZA et al., 2018; ICRP, 2017; IAEA, 2022). Na área de estudo sobre doses recebidas em TC, os indicadores de dose convencionais, como o índice de dose volumétrica computadorizada (CTDIvol) e o produto dose-comprimento (DLP), têm sido complementadas pelo equivalente de dose de tamanho específico (SSDE) para fornecer uma avaliação mais precisa da dose absorvida pelos pacientes. Esses avanços visam aprimorar a precisão e a segurança dos exames de TC, permitindo uma estimativa de dose mais precisa da dose individualizada para cada paciente (SOUZA et al., 2018). Assim, com base no exposto, o presente estudo tem por objetivo comparar as doses efetivas estimadas em paciente oncológicos submetidos à exames de TC abdominal e torácica multifásico para estadiamento de neoplasias em um hospital no sul do Brasil.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador informa que as correções solicitadas foram devidamente implementadas conforme descrito a seguir.

Após análise do documento carta-resposta, observa-se uma ponderação e adequação da metodologia proposta para que não haja óbices éticos. Trata-se de um estudo retrospectivo,

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



Continuação do Parecer: 6.644.622

Outros	CIADA_E_RESPONSABILIDADE_ETICA_assinado.pdf	21:00:57	mateus fragnani	Aceito
Outros	TERMO_DE_CONFIDENCIALIDADE_E_SIGILO_assinado.pdf	22/11/2023 20:59:36	mateus fragnani	Aceito
Declaração de concordância	Carta_de_anuencia.pdf	09/11/2023 17:48:46	DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_Mateus_assinadoassinado.pdf	09/11/2023 17:38:58	DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 08 de Fevereiro de 2024

Assinado por:
VANESSA LUIZA TUONO
 (Coordenador(a))

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



Continuação do Parecer: 6.644.622

comparativo, de dados secundários, à partir de relatórios computadorizados emitidos pelo equipamento de tomografia computadorizada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Havia pendências somente no TCLE. O pesquisador readequou a metodologia e solicita a dispensa de TCLE, por se tratar de coleta de dados em banco não identificado, elencado por procedimento e protocolo.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram atendidas e ajustadas cuidadosamente. Solicita-se a apresentação de relatório final para este CEPSh, conforme modelo disponível em nossa página.

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 510, de 2016, 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 proposto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2244579.pdf	01/02/2024 11:05:44		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_brochura_Mateus_2024.docx	01/02/2024 11:02:06	DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA	Aceito
Outros	Carta_Resposta_CEPSh_IFSC_Fragnaniassinado.pdf	01/02/2024 11:00:15	DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Dispensa_TCLE_Mateus_2024assinado.pdf	01/02/2024 10:59:41	DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA	Aceito
Cronograma	Cronograma_Mateus_2024.pdf	01/02/2024 10:54:30	DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA	Aceito
Brochura Pesquisa	Projeto_brochura_Mateus_fev_2024.pdf	01/02/2024 10:49:07	DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA	Aceito
Outros	DECLARACAO_DE_PESQUISA_NAO_I	22/11/2023	mateus fragnani	Aceito

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