

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

FLORENCIA AGUSTINA PEREZ GUTIERREZ

**AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS POR MEIO DO SOFTWARE *NCICT*[®]
EM PACIENTES QUE REALIZAM O EXAME DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

FLORIANÓPOLIS, 2023.

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

FLORENCIA AGUSTINA PEREZ GUTIERREZ

**AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS POR MEIO DO SOFTWARE NCICT®
EM PACIENTES QUE REALIZAM O EXAME DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA**

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

Professora Orientadora: Profª Drª Daiane Cristini
Barbosa de Souza.

FLORIANÓPOLIS, 2023.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Gutierrez, Florencia Agustina

Avaliação das exposições médicas por meio do software ncict® em pacientes que realizam o exame de tomografia computadorizada / Florencia Agustina Gutierrez; orientação de Daiane Cristini Barbosa de Souza. - Florianópolis, SC, 2023.

49 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. CST em Radiologia. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços.

Inclui Referências.

1. Tomografia computadorizada. 2. Estimativa de dose em pacientes. 3. Proteção radiológica. 4. Exposição médica. I. Barbosa de Souza, Daiane Cristini. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Avaliação das exposições médicas por meio do software ncict® em pacientes que realizam o exame de tomografia computadorizada.

AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS POR MEIO DO SOFTWARE NCICT®
EM PACIENTES QUE REALIZAM O EXAME DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA

FLORENCIA AGUSTINA PEREZ GUTIERREZ

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

Florianópolis, 22 de junho de 2023.



Documento assinado digitalmente
Daiane Cristini Barbosa de Souza
Data: 07/08/2023 12:06:19-0300
CPF: 368.317.578-80
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Prof^a Daiane Cristini Barbosa de Souza, Dr^a
Orientadora IFSC



Documento assinado digitalmente
CAROLINA NEIS MACHADO
Data: 09/08/2023 14:21:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a.Carolina Neis Machado, Dr^a
Avaliadora IFSC



Documento assinado digitalmente
MATHEUS BRUM MARQUES BIANCHI SAVI
Data: 07/08/2023 12:23:36-0300
CPF: 054.042.219-33
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Prof. Matheus Brum Marques Bianchi Savi, Dr.
Avaliador IFSC

Dedico este trabalho a todos que me auxiliaram durante essa trajetória.

Espero que este trabalho possa ajudar de alguma forma.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que me ajudaram a não desanimar durante os momentos difíceis. Agradeço a toda a minha família e amigos pelo apoio. Agradeço ao IFSC e a todos os professores do curso, em especial minha professora orientadora Daiane Cristini por me guiar nessa trajetória.

“Porque tão longe ir pôr o que está perto — A segurança nossa?
Este é o dia, Esta é a hora, este o momento, isto é quem somos, e é tudo.”
(Fernando Pessoa, 1933)

RESUMO

O constante aumento nas exposições médicas relacionadas a exames de tomografia computadorizada (TC) vem sendo frequentemente discutido nos últimos anos. Com a crescente demanda por exames de TC também aumentou a preocupação com as doses efetivas recebidas pelos pacientes expostos. Com isso, pesquisas nessa temática são importantes pois contribuem para a otimização das doses recebidas mantendo a qualidade da imagem. Nesse sentido, esse estudo buscou avaliar as exposições médicas de exames de TC utilizando protocolo de abdome total extraíndo dados do Sistema de Telemedicina de Santa Catarina (STT-SC) tais como: kV, mAs, *pitch*, *scan length*, CTDIvol, DLP e dados secundários de pacientes (idade, sexo, peso e altura). Como critério de inclusão foram utilizados dados de exames realizados em pacientes adultos (18-59 anos); de ambos os gêneros; que tenham realizado TC de abdome total no período de janeiro de 2021 a dezembro de 2022. Em seguida, aplicou-se os dados levantados no *software NC/CT®* para se estimar as doses efetivas e a dose em órgãos no exames avaliados. Posteriormente, uma análise estatística descritiva simples foi realizada a fim de apresentar os principais dados obtidos e de permitir a comparação com outros estudos realizados. A média de dose efetiva para pacientes do gênero feminino foi 7,50 mSv. Para pacientes do gênero masculino, a média de dose efetiva (mSv) foi 8,03 mSv, e os órgãos que receberam maior dose na região abdominal foram: baço 10,99 ($\pm 4,24$) e o fígado 10,91($\pm 4,01$). Para pacientes do gênero feminino (n=57), na região abdominal, os órgãos que receberam maior dose foram: baço 9,89 ($\pm 4,75$) e o fígado 9,82 ($\pm 4,27$). Com esses resultados, conclui-se que neste estudo os valores de dose em órgão/mGy estão no geral próximas das médias encontradas na literatura.

Palavras-Chave: Tomografia computadorizada. Estimativa de dose em pacientes. Proteção radiológica. Exposição médica.

ABSTRACT

The steady increase in medical exposures related to computed tomography (CT) scans has been frequently discussed in recent years. With the growing demand for CT scans, so has concern about the effective doses received by exposed patients. Therefore, research on this topic is important as it contributes to the optimization of received doses while maintaining image quality. In this sense, this study sought to evaluate the medical exposures of CT scans using a total abdomen protocol data extracted from the Santa Catarina Telemedicine System (STT-SC) such as: kV, mAs, pitch, scan length, CTDIvol, DLP and secondary patient data (age, sex, weight and height). As inclusion criteria, data from exams performed in adult patients (18-59 years) were used; of both genders; who had undergone CT of the entire abdomen from January 2021 to December 2022. Then, the data collected in the *NC/CT*® software was applied to estimate the effective doses and the dose in organs in the evaluated exams. Subsequently, a simple descriptive statistical analysis was performed in order to present the main data obtained and to allow comparison with other studies carried out. The mean effective dose for female patients was 7.50 mSv. For male patients, the mean effective dose (mSv) was 8.03 mSv, and the organs that received the highest dose in the abdominal region were: spleen 10,99 ($\pm 4,24$) and liver 10,91($\pm 4,01$). For female patients (n=57), in the abdominal region, the organs that received the highest dose were: spleen 9,89 ($\pm 4,75$) and liver 9,82 ($\pm 4,27$). With these results, it is concluded that in this study the dose values in organ/mGy are close to the averages found in the literature.

Keywords: Computed tomography. Dose estimation in patients. Radiation protection. Medical exposure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Primeiro Tomógrafo desenvolvido por Hounsfield e Allan M.Cormack.....	18
Figura 2 – (A) Exame realizado em aparelho convencional de má qualidade. (B) Exame realizado com varredura helicoidal com uma boa definição.....	20
Figura 3 – Sistema multislice.....	21
Figura 4 – Dose efetiva coletiva anual estimada.....	23
Figura 5 – Relação entre as diversas grandezas usadas na estimativa de dose em TC.....	26
Figura 6 – Interface do software NCICT® versão 3.0.2021.....	28
Figura 7 – Fluxograma das etapas deste estudo.....	32
Figura 8 – Valores normalizados de dose em órgão (mGy)/CTDIvol (mGy) para ambos os gêneros.....	35
Figura 9 – Box plot - pacientes do gênero masculino.....	36
Figura 10 – Box plot - pacientes do gênero feminino.....	37
Figura 11 – Comparação de dose em órgão (mGy) em pacientes do gênero masculino.....	41
Figura 12 – Comparação de dose em órgão (mGy) em exames de pacientes do gênero masculino.....	42
Figura 13– Comparação de dose em órgão (mGy) em pacientes do gênero feminino	43
Figura 14 – Variação de start scan e o scan end.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Comparação dos valores de dose efetiva em exames radiológicos mais comuns.....	23
Tabela 2 – Valores normalizados de dose efetivas pelas diferentes regiões do corpo..	25
Tabela 3 – Valores normalizados de dose em órgão (mGy)/CTDIvol (mGy) para ambos os gêneros.....	38
Tabela 4 – Valores não normalizados de dose em órgão/mGy masculino.....	39
Tabela 5 – Valores de dose efetiva (mSv) para ambos os gêneros não normalizado....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DLP – Produto Dose Comprimento

DRLs – Níveis de Referência em Diagnóstico

STT-SC – Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde

SSDE – Estimativa de dose por tamanho específico

SED – Dose efetiva por Tamanho específico

TC – Tomografia Computadorizada

NCICT – National Cancer Institute Dosimetry System for Computed Tomography

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Problema da pesquisa.....	2
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Objetivo Geral.....	3
1.4 Objetivos Específicos.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Fundamentos da tomografia computadorizada.....	4
2.1.1 Protótipo em Tomografia Computadorizada.....	4
2.2 Tomografia computadorizada.....	5
2.2.1 Varredura TC helicoidal.....	5
2.2.2 Multislice.....	6
2.3 Níveis de referência em diagnóstico na proteção radiológica.....	7
2.3.1 Exposição médica na tomografia computadorizada.....	8
2.4 Grandezas para Estimar dose em TC.....	10
2.4.1 Índice de Tomografia Computadorizada (CTDI).....	10
2.4.2 Índice de dose em tomografia computadorizada volumétrica(CTDIvol).....	10
2.4.3 Produto dose comprimento.....	10
2.4.4 Dose Efetiva (E).....	11
2.5 Softwares utilizados em Estimativa de Dose em TC.....	12
2.5.1 <i>NCICT</i> [®]	13
3 METODOLOGIA.....	15
4. RESULTADOS.....	18
4.1 Extração dos dados e parâmetros técnicos utilizados em exames de TC de abdome a partir do STT-SC.....	18
4.2 Utilização do software <i>NCICT</i>[®] e obtenção dos valores de dose em órgão e dose efetiva.....	19
4.3 Análise e comparação dos valores obtidos com os encontrados na literatura.....	25

5. DISCUSSÃO.....	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	34
APÊNDICE A – Dados coletados.....	39

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Alves e Caldas (2020), a Tomografia Computadorizada (TC) é um exame complementar que utiliza a radiação ionizante para aquisição de imagens e tem grande utilidade para detecção e acompanhamento de diversas doenças. As indicações da realização de exames de TC cresceram por conta dos avanços na tecnologia e pelo fácil acesso ao exame, aumentando consequentemente a exposição à radiação.

Segundo o relatório do Comitê Científico das Nações Unidas para Estudos dos Efeitos das Radiações Atômicas (UNSCEAR) *Report* nº 2020/2021 nos anos de 2009 a 2018 as doses efetivas coletivas decorrentes de exames de tomografia computadorizada chegaram a mais de 61%, sendo o principal exame radiológico a entregar dose em pacientes em todo o mundo (UNSCEAR, 2022). Um dos desafios da atualidade segundo Alves e Caldas (2020), é o desenvolvimento de estratégias para quantificar e reduzir os riscos da radiação ionizante no exame de TC, uma vez que dentro do setor de TC ainda não existe o hábito de controlar as doses de radiação que o paciente recebe, o que leva ao aumento das doses de exposição à radiação (SANTOS JUNIOR et al. 2020).

Um exemplo de estratégia para quantificar os riscos radiológicos é a estimativa de dose específica por tamanho, do inglês *Size-Specific Dose Estimates* (SSDE), que tem como objetivo estimar a dose em TC levando em conta o tamanho do paciente utilizando dimensões lineares medidas nas imagens axiais dos pacientes (ROLIM, 2022).

Na física médica a dose na tomografia tem sido quantificada pelos valores de índice de dose na TC ($CTDI_{vol}$) e do produto dose-comprimento (DLP) (ALVES; CALDAS, 2020). Esses parâmetros são fornecidos pelos equipamentos durante as aquisições de imagem em TC e são fundamentais para estimar as doses recebidas por pacientes. Com todos os parâmetros necessários, o *software* utilizado nesta pesquisa foi o *NC/CT*® por conta da disponibilidade de acesso e de sua praticidade, por possuir a função *bach run*, que possibilita a inserção de grande volume de exames simultaneamente.

1.1 Problema da pesquisa

A TC apresenta diversas vantagens na aquisição da imagem quando comparada com a radiologia convencional, como cortes finos e múltiplas fases contrastadas, também fornece imagens de qualidade e com rápida aquisição. Porém, apesar de ser um exame completo e de grande importância, a TC pode entregar valores de dose significativamente maiores, quando comparado a exames radiológicos convencionais, devido seu princípio de funcionamento: aquisição de imagens em 360° ao redor do paciente (PARENTE, 2013).

Além disso, a realização de exames de TC aumentou de forma considerável na pandemia da Covid-19 pela sua eficiência no acompanhamento da doença. No Brasil, entre fevereiro e junho de 2020 os exames ambulatoriais para realização de exames de tórax mais que dobraram comparado com o exame de raios X (PEREIRA *et al.* 2020).

Com o aumento da procura para realização do exame de tomografia, se faz necessário um estudo para responder o seguinte questionamento: "*Quais são as doses efetivas (mSv) e dose em órgão (mGy) recebidas por pacientes que realizam exames de tomografia computadorizada em um hospital público de Santa Catarina?*".

1.2 Justificativa

Segundo Almeida *et al.* (2012), a TC a tem se desenvolvido rapidamente após seu surgimento em 1972, a tomografia *multislice* é considerada uma das mais atuais gerações de tomógrafo no país, permitindo um aumento significativo na qualidade e aquisição da imagem. Muitos serviços possuem tal modelo de tomógrafo o que permite o estudo anatômico completo das regiões do tórax e abdome. Com o aumento da realização desses exames ocorre o aumento de dose média por paciente (UNSCEAR, 2022).

A realização dos exames com qualidade, minimizando custos e reduzindo a quantidade de radiação ao paciente, ao profissional e ao meio ambiente, requer um esforço organizado com o objetivo de assegurar que as imagens diagnósticas produzidas tenham qualidade para fornecer informações adequadas para o diagnóstico seguro (ROSENDO DA SILVA *et al.* 2016).

Com base no exposto, este trabalho se propôs a contribuir com a estimativa das doses decorrentes de exposição médica na região Sul do país. Assim, o tema se justifica na crescente necessidade de avaliação das doses efetivas e em órgãos receitados pelos pacientes em TC. Também objetivou a atualização do tema sobre as exposições médicas em TC.

1.3 Objetivo Geral

Estimar e quantificar as exposições médicas de pacientes submetidos ao exame de tomografia computadorizada no protocolo de abdome total por meio do *software NCICT®* em um hospital público de Santa Catarina.

1.4 Objetivos Específicos

- a) Extrair do Sistema Catarinense de Telessaúde e Telemedicina (STT-SC) os parâmetros técnicos utilizados nos exames de TC de abdome total;
- b) Inserir os dados extraídos do STT-SC no *software NCICT®* a fim de obter os valores de dose efetiva e dose em órgão;
- c) Analisar as exposições médicas realizadas no serviço participante em termos de dose efetiva (mSv), dose em órgão (mGy), $CTDI_{vol}$ e DLP e comparar com a literatura referente ao protocolo realizado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A seguir serão abordados alguns temas referentes a TC e aos seus riscos. Sendo assim, esta seção será dividida nos seguintes tópicos: fundamentos da tomografia computadorizada, níveis de referência em proteção radiológica, grandezas para estimar dose em TC e softwares utilizados em estimativa de dose.

2.1 Fundamentos da tomografia computadorizada

A descoberta dos raios X serviu de apoio para o desenvolvimento de novas tecnologias. De acordo com Carvalho (2007, p. 61): “Um dos momentos mais importantes dessa evolução foi a introdução do computador utilizado para a realização dos cálculos matemáticos a partir da intensidade dos fótons de raios X”. Ainda de acordo com o mesmo autor pode-se afirmar que “A tomografia computadorizada médica começa a ser desenvolvida nos anos 60 de forma lenta, por falta de apoio matemático”(CARVALHO,2007, p.62).

2.1.1 Protótipo em Tomografia Computadorizada

Após estudos de equações que auxiliassem no desenvolvimento do tomógrafo, Godfrey Hounsfield iniciou suas pesquisas para desenvolver um computador para aplicar em seu protótipo. Com essa nova descoberta foi criado um protótipo que utilizava o amerício-241 que é um emissor de raios gama (SANTOS; NACIF, 2009). A Figura 1 indica o primeiro tomógrafo desenvolvido.

Figura 1 – Primeiro Tomógrafo desenvolvido por Hounsfield e Allan M.Cormack.



Fonte: CRTRSP, 2022.

Segundo Santos e Nacif (2009), com o avanço das pesquisas e testes de aquisição de imagem com peças de animais, foi realizada a primeira imagem diagnóstica em um paciente, a aquisição da imagem gerou grande visibilidade na comunidade científica. O primeiro tomógrafo foi desenvolvido em 1971 por Allan M. Cormack e Godfrey N. Hounsfield. No final da década de 1970 com o aumento das vendas, Cormack pela sua pesquisa na Universidade de Medford e Hounsfield pelo trabalho desenvolvido no laboratório da Indústrias Elétricas e Musicais - EMI, ganharam o prêmio Nobel de medicina em 1979 (PRATA, 2017).

2.2 Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada passou por diversas adaptações ao longo dos anos, para aumentar a qualidade das imagens e rapidez na aquisição das imagens, com isso pode-se ressaltar algumas características dos tipos de varredura.

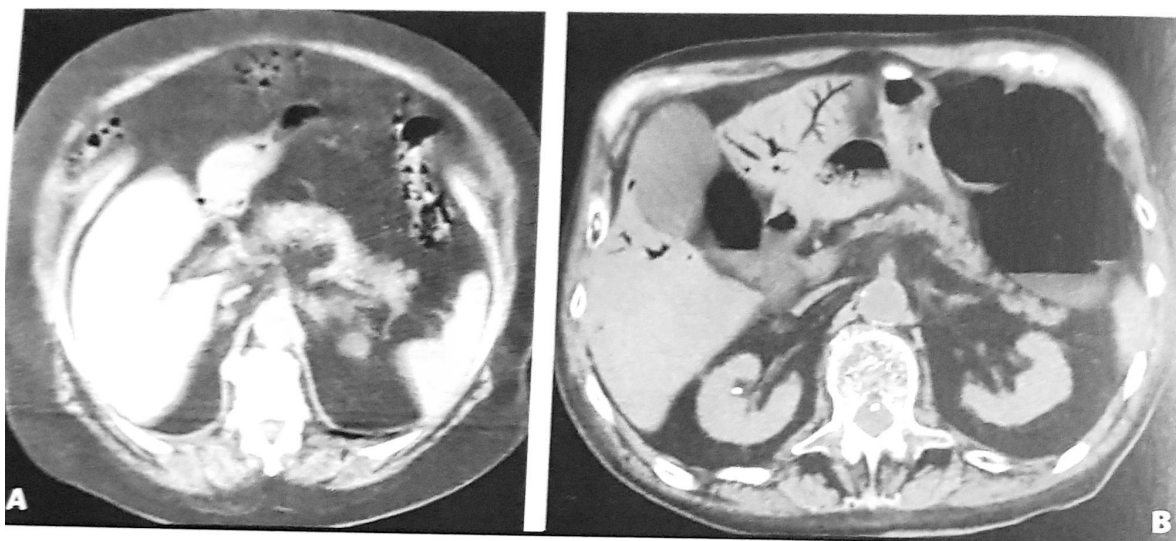
2.2.1 Varredura TC helicoidal

Segundo Nóbrega (2014), a tomografia computadorizada helicoidal surgiu da 5ª Geração de tomógrafos, esse tipo de varredura permite a rápida aquisição de imagens e possibilitou a realização de exames do crânio com um menor tempo comparado à 4ª geração.

Uma das vantagens da tomografia helicoidal é a redução significativa de artefatos que surgem por conta da respiração ou provocado pelo movimento do paciente” além disso, outros artefatos de movimento, como gás no interior da alça intestinal, são reduzidas em razão da velocidade na aquisição dos dados” (NACIF; SANTOS, 2009, p.79).

A figura 2 evidencia a diferença na qualidade da imagem de um exame convencional(A) e utilizando a varredura helicoidal (B).

Figura 2 – (A) Exame realizado em aparelho convencional de má qualidade. (B) Exame realizado com varredura helicoidal com uma boa definição.



Fonte: SANTOS e NACIF, 2009.

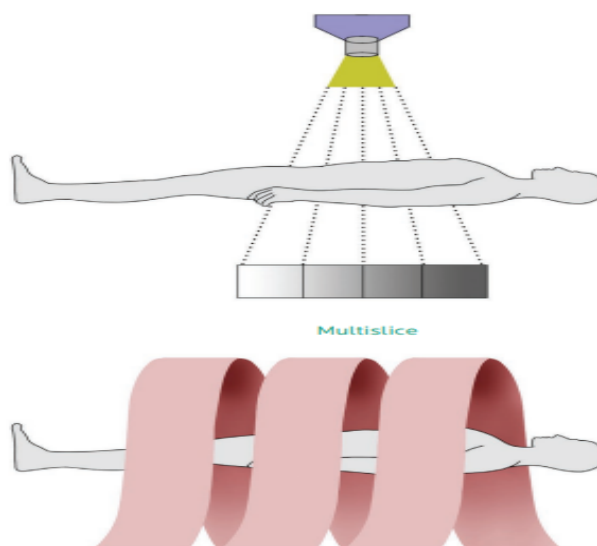
A Figura 2 apresenta duas imagens de TC, a figura 2 A demonstra um exame convencional que envolve translação e exposição dos raios X, na figura 2 B utilizando a técnica helicoidal, forneceu uma imagem com boa resolução por conta do movimento simultâneo de translação e exposição aos raios X (SANTOS e NACIF, 2009).

2.2.2 Multislice

De acordo com Nóbrega (2014), com o intuito de aumentar a capacidade de cortes, foi implementado um conjunto de detectores, essa implementação permitiu expandir a quantidade de cortes. Outra vantagem do *multi-slice* é a rápida aquisição de imagem com uma alta qualidade “a TC *multislice* diminui também os artefatos provenientes de fixações metálicas, o que antes inviabiliza estudos tomográficos” (AIHARA et al. 2003).

Conforme mostra a Figura 3 a rapidez e a possibilidade de diversos cortes se faz possível por conta dos detectores. Na figura 3 é possível identificar um conjunto de detectores denominados *multislice*, possibilitando adquirir imagens de forma simultânea (DA NÓBREGA, 2014).

Figura 3 – Sistema *multislice*



Fonte: Santos et al. 2014.

2.3 Níveis de referência em diagnóstico na proteção radiológica

De acordo com Souza et al. (2022), a tomografia computadorizada tem diversas vantagens na medicina para diagnóstico e acompanhamento de doenças, porém, é necessário realizar o acompanhamento das doses efetivas pelo paciente, com isso a proteção radiológica tem um papel fundamental nesse acompanhamento pois com o desenvolvimento e da Resolução nº 06/1973, foi possível aprovar a criação das “Normas básicas de Proteção Radiológicas” da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), sendo esta uma das primeiras normas voltada para proteção radiológica no país.

Atualmente diversas organizações de proteção radiológica trabalham juntas, como por exemplo a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) com suas publicações e normas de proteção radiológica que são utilizadas em todo o mundo. No Brasil as normas da ICRP são traduzidas e seguidas pela CNEN e seguidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (SOUZA et al. 2022, IAEA, 2022).

Além disso, ainda conforme Souza et al. (2022), outros órgãos e comissões também possuem o papel de desenvolver normas e avaliar os efeitos biológicos da radiação, como o Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR), Programa das Nações Unidas para o Meio

Ambiente (UNEP), Organização Mundial da Saúde (OMS) e *International Nuclear Information System* (IAEA). A IAEA determina requisitos para proteção radiológica que devem ser aplicados como por exemplo; cada país deve assegurar a instauração dos Níveis de Referência Diagnóstica (DRLs); as exposições médicas devem ser justificadas levando em conta o diagnóstico e os benefícios; os pacientes devem ser informados dos benefícios e riscos dessa exposição e a otimização da exposição médica (SOUZA et al. 2022; IAEA, 2022).

2.3.1 Exposição médica na tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada utiliza a radiação ionizante para adquirir múltiplas imagens da região de interesse. A exposição à radiação ionizante recebida por paciente é chamada de exposição médica. De acordo com ICRP (2017) a exposição médica pode ser definida como:

Exposição à radiação incorrida pelos pacientes como parte de seu próprio diagnóstico ou tratamento médico ou odontológico; por outras pessoas além daquelas ocupacionalmente expostas conscientemente enquanto voluntariamente ajudam no apoio e conforto dos pacientes; e por voluntários em um programa de pesquisa biomédica envolvendo sua exposição” (ICRP, 2017 pág. 23).

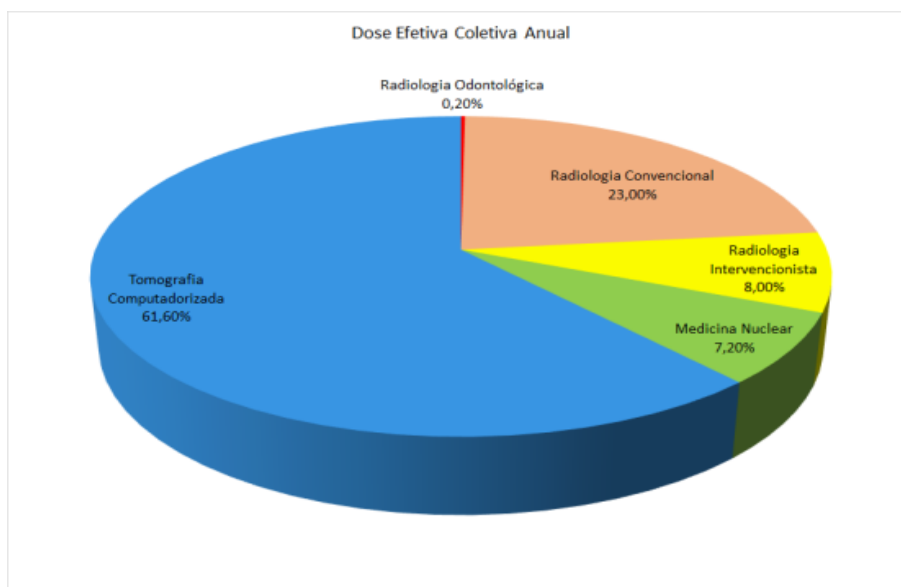
De acordo com Dalmazo *et al.* (2010), a constante evolução dos equipamentos de TC associada às diversas melhorias na qualidade e no tempo de aquisição de imagem resultam no aumento das solicitações de exame de TC contribuindo para o crescimento das exposições médicas e consequentemente aumento na dose individual anual. Ainda de acordo com a mesma autora:

Com isso, existe uma preocupação crescente da comunidade médica, paciente e produtoras dos equipamentos em relação ao controle da dose de radiação determinada pelos diversos exames que utilizam radiação ionizante (DALMAZO et al. 2010, pág.242).

Segundo Almeida *et al.* (2012), o médico tem a autonomia de escolher o melhor procedimento quando o benefício sobrepõem os riscos, porém, a redução de dose na TC é de suma importância possuir uma boa justificção dos exames realizados assim como parâmetros técnicos apropriados.

Conforme apresentado na Figura 4 e Tabela 1, a tomografia computadorizada apresenta porcentagem de 61.6%, obtendo a maior taxa de dose quando comparado às outras modalidades de exames provenientes da área da radiologia.

Figura 4 – Dose efetiva coletiva anual estimada



Fonte: UNSCEAR, 2022.

Tabela 1– Comparação dos valores de dose efetiva em exames radiológicos mais comuns

Procedimento	Dose aproximada (mSv)	Tempo comparável aproximado de exposição à radiação de fundo natural
TC de tórax	6,1 mSv	2 anos
TC para diagnóstico câncer de pulmão	1,5 mSv	6 meses
Radiografia de tórax	0,1 mSv	10 dias

Fonte: *Radiological Society of North America (RSNA) e American College of Radiology (ACR)*, 2022.

Com isso, observa-se que a TC distribui maiores doses, tanto pela falta de acompanhamento das doses adquiridas por pacientes quanto por realizar exames de repetição.

2.4 Grandezas para Estimar dose em TC

2.4.1 Índice de Tomografia Computadorizada (CTDI)

De acordo com Souza *et al.* (2018), o CTDI é um dos principais parâmetros utilizados na tomografia computadorizada para indicar a dose de radiação recebida em pacientes que realizam exames por imagem. Esses valores são normalmente estimados utilizando simuladores (SOUZA *et al.* 2018).

2.4.2 Índice de dose em tomografia computadorizada volumétrica(CTDI_{vol})

O (CTDI_{vol}) tem grande utilidade para estimar a dose no paciente, informando a cada exame a dose estimada para cada paciente. Esse valor serve como um indicador de exposição da radiação em TC (FRIEDRICH *et al.* 2015). O CTDI_{vol} foi desenvolvido para fornecer um método padronizado, comparando os níveis de radiação entre diferentes equipamentos de TC utilizando um *phantom* como referência (HU *et al.* 2021). Na (Equação 1) é possível observar a fórmula para calcular o CTDI_{vol}.

(1)

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

Para calcular o CTDI_{vol} é necessário dividir o CTDI_w ponderado pelo *pitch*. A estimativa de dose utilizando esse parâmetro é muito importante para acompanhar se as doses estão sendo otimizadas e dentro dos padrões (ROLIM, 2022). Além disso, esse parâmetro também foi utilizado para realizar a normalização dos valores de dose obtidos. Para isso utilizou-se a seguinte equação 2:

(2)

$$Dose\ normalizada = \frac{Dose\ em\ órgão(mGy)}{CTDI_{vol} (mGy)}$$

2.4.3 Produto dose comprimento

O Produto dose comprimento do inglês *Dose Length Product* (DLP) é um parâmetro necessário para fornecer uma estimativa de dose de radiação, o DLP é calculado pela multiplicação do CTDI_{vol} com o comprimento do scanner de volume

(HU *et al.* 2021). Esses valores geram uma aproximação da taxa de dose no paciente.

2.4.4 Dose Efetiva (E)

Segundo Patrício (2010), a dose efetiva considera a radiosensibilidade dos órgãos ou tecidos expostos, com a finalidade de estimar o risco de exposição à radiação ionizante nos órgãos ou tecidos, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica introduziu o conceito de dose efetiva. Além disso, para explicar melhor o conceito de dose efetiva é necessário primeiramente conceituar o Produto Dose Comprimento (DLP): “O DLP reflete o total de energia absorvida atribuível para o varrimento completo num exame de TC” (MEDEIROS, 2009). Esta medida normalmente é fornecida pelo próprio aparelho de Tomografia Computadorizada. Através da (Equação 3) calcula-se a dose efetiva:

$$E_{Dose\ Efectiva} = E_{DLP} * DLP\ mSv.mGy^{-1}\ cm^{-1} \quad (3)$$

A Tabela 2 mostra o fator utilizado para calcular a dose efetiva em cada uma das regiões do corpo utilizando a equação 3.

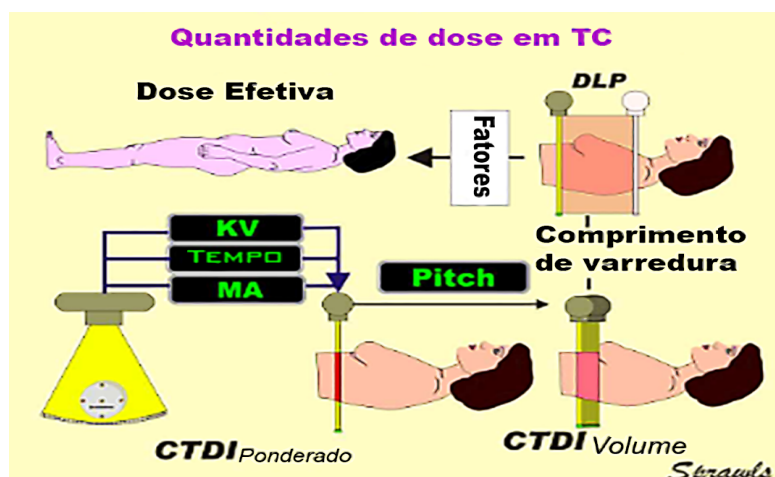
Tabela 2 – Valores normalizados de dose efetivas pelas diferentes regiões do corpo

Região do corpo	Dose efetiva normalizada, EDLP (mSv.mGy⁻¹ cm⁻¹)
Cabeça	0,0023
Pescoço	0,0054
Tórax	0,017
Abdómen	0,015
Pélvis	0,019

Fonte: JESSEN, 2000, p.70.

O cálculo da dose efetiva depende de diversos fatores como citado anteriormente, o resumo desses parâmetros pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Relação entre as diversas grandezas usadas na estimativa de dose em TC



Fonte: Sprawls, 2013.

2.4.5 DICOM header

O DICOM *header* (cabeçalho DICOM) tem por finalidade armazenar as informações textuais geradas pelo exame radiológico e esse formato agrupa as informações do exame em (*tags*), o sistema preserva a qualidade da imagem e das informações referente a cada exame realizado. Após a finalização do exame, a estimativa de dose ficará salva no relatório DICOM, posteriormente, é possível extrair os parâmetros de dose (SOUZA *et al.* 2022).

2.5 Softwares utilizados em Estimativa de Dose em TC

Vários *softwares* têm sido utilizados para fazer a estimativa de dose radiológica entre eles, *NCICT*[®], *CT Expo* e *VirtualDose*[™]CT (SUTIL *et al.* 2022; SOUZA *et al.* 2022). Ambos os *softwares* estimam a dose nos pacientes através de *phantoms* matemáticos e computacionais baseados no método de Monte-Carlo.

Nesta pesquisa, foi utilizado o *software NCICT*[®] (STAMM; NAGEL, 2003; NIH, 2022). Primeiramente, apontou-se as principais diferenças entre *NCICT*[®], *CT Expo*, *VirtualDose*[™]CT e em seguida apresentou-se o *software NCICT*[®].

O *software CT Expo* permite selecionar fornecedor e modelo de scanner entre outros parâmetros (SOUZA *et al.* 2022). Já o *VirtualDose*[™]CT é semelhante ao *NCICT*[®], porém, a principal diferença entre eles é que o *VirtualDose*[™]CT é

estruturado usando a tecnologia em nuvem, ou seja, ele é um programa que “roda” em um servidor remoto e o NC/CT® roda localmente, um *software* que é baixado em um computador e faz a simulação (NIH, 2022).

Já existem trabalhos com propostas semelhantes a esta pesquisa, são eles: “Estimativa de dose em pacientes submetidos a procedimentos de tomografia computadorizada abdominal em um hospital público do sul do Brasil” (Cidral, 2022); “*Dose estimation in abdominal CT scans using CT-Expo Software*” (Souza *et al.* (2022). O trabalho de Cidral (2022), utilizou o *software VirtualDoseCT™* para avaliar as doses absorvidas nos órgãos em pacientes pediátricos. O *VirtualDoseCT™* também foi utilizado na pesquisa de Sutil *et al.* (2022), para estimar a exposição em pacientes pediátricos, utilizando o protocolo de abdome total e abdome/pelve, além disso, esse estudo utilizou 35 exames de TC para realizar a estimativa. O resultado do trabalho de Sutil *et al.* (2022) foi que as doses efetivas (mSv) de dose em órgãos (mGy) estavam dentro do esperado.

No trabalho as doses efetivas e absorvidas foram obtidas por meio de dados extraídos em DICOM e posteriormente inseridos no *software VirtualDoseCT™*, semelhante a proposta deste projeto. Já o trabalho de SOUZA (2022) utilizou o *software CT Expo version 2.7™* para fazer um estudo da dose coletiva absorvida em um hospital público de Santa Catarina, também utilizando dados extraídos por meio do DICOM.

2.5.1 NC/CT®

O *software NC/CT®*, sigla para Sistema de Dosimetria do Instituto Nacional do Câncer para Tomografia Computadorizada dos EUA, utiliza de *voxelised phantom* do inglês “fantasma voxelizado”, é um programa que opera em sistemas como o Windows, IOS e Linux (NIH, 2022). O *software* permitiu analisar parâmetros importantes como kVp, mAs, *pitch*, and *scan length*, dose volumétrica da TC, DLP, especificações da máquina de TC, e estimar a dose efetiva (TAHMASEBZADEH *et al.* 2022). Nesse estudo, o grupo de pacientes incluiu 583 pacientes, 532 deles foram selecionados e as informações dos pacientes foram registradas na pesquisa (a média de idade foi 4 anos para os pacientes do gênero masculino 302 [56,7%]).

O agente contrastante foi aplicado em 18% dos pacientes (meio intravenoso e oral ou os dois). De acordo com a análise estatística, cabeça (41,47%), peito/tórax

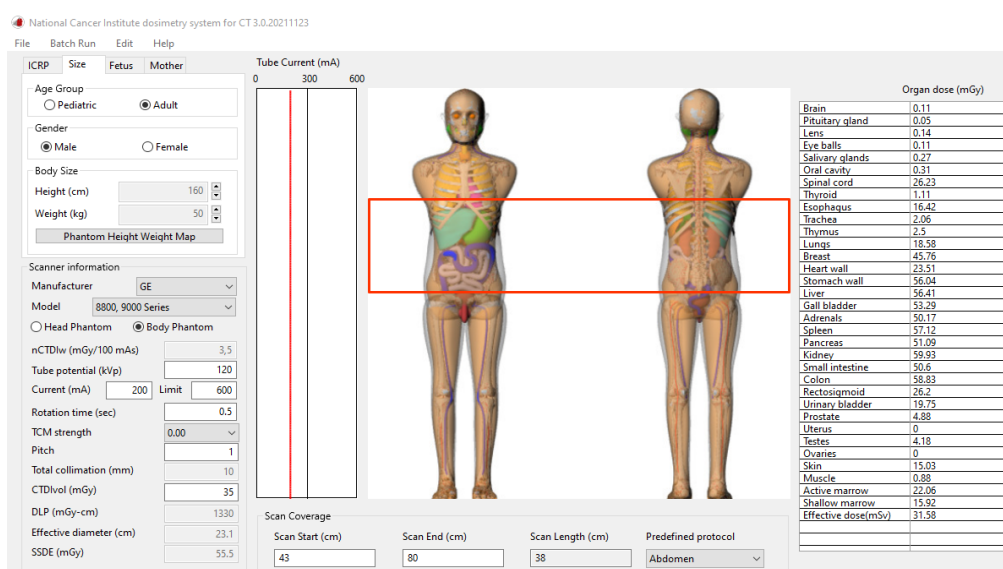
(23,55%) e abdomen-pelvis (23,04%) foram os exames mais comuns em 5 centros de imagem. Os exames selecionados na pesquisa foram os de cabeça, tórax e abdome-pelve, a diferença entre os centros foi significativa, nos exames de tórax e cabeça quanto mais jovens os pacientes, menor era a dose efetiva.

No exame de abdome-pelve os pacientes mais velhos obtiveram doses acima da média, segundo Tahmasebzadeh *et al.* (2022) isso ocorre devido a necessidade de utilizar mais contraste. Martin, Abuhaimed e Lee (2021), realizaram um estudo para avaliar os parâmetros de dose específica de tamanho estimada (SSDE) e tamanho específico de dose efetiva (SED) em *phantoms* de pacientes de diversos tamanhos.

As doses dos órgãos foram avaliadas utilizando o *software*. A pesquisa utilizou um tomógrafo GE VCT *Lightspeed* de 120 kV e 100 mAs. O *software* utilizou um algoritmo que permitiu calcular a dose de 33 órgãos e tecidos (MARTIN; ABUHAIMED; LEE, 2021).

A figura 6 mostra um *phantom* adulto, também evidencia os parâmetros utilizados para estimar a dose nos órgãos e dose efetiva, permite ajustar os parâmetros e o *phantom* de acordo com cada paciente.

Figura 6 – Interface do *software* NCICT® versão 3.0.2021



Fonte: NCICT, 2023.

Segundo Lee (2021) o *NCICT*[®] possui uma biblioteca de 351 *phantoms* híbridos adultos e pediátricos (*phantoms* de grávidas com modelos fetais e *phantoms* pediátricos) para calcular a dose que o paciente recebe na tomografia computadorizada. Os *phantoms* são ajustados de acordo com as características do corpo e dos órgãos internos, são utilizados modelos de referência ou padrão. Além disso, o software possibilita utilizar a função *batch run* que permite inserir dados em lote para calcular a dose efetiva (mSv) e dose em órgão (mGy) de forma automática.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza como sendo descritiva, pois de acordo com Gil (2002) "uma de suas características mais significativas da pesquisa descritiva está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados" (GIL, 2002 pág. 42). Neste estudo, a coleta dos dados foi realizada de forma documental, por meio da extração de dados pelo Sistema de Telessaúde e Telemedicina de Santa Catarina (STT-SC) utilizando ferramentas como o *Microsoft Excel* e *Google Sheets*.

A pesquisa documental, segundo Fonseca (2002 p.32) "recorre a fontes mais diversificadas e sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, [...] relatórios de empresas". Além disso, este estudo também se caracteriza como uma pesquisa exploratória, de caráter quantitativo, por se propor a analisar os dados coletados e comparar com a literatura (ZANELLA, 2013). Sendo assim, esta pesquisa teve caráter descritivo e exploratório, foram analisados dados extraídos do banco de dados do STT-SC, e fornecidos pelo mesmo. A partir do bando de dados foram extraídos parâmetros técnicos de exames, tais como: kV, mAs, *pitch*, *scan length*, CTDI_{vol}, DLP e dados secundários de pacientes (idade, sexo, peso e altura). Como critério de inclusão foram utilizados dados de exames de pacientes adultos (18-59 anos); ambos os sexos; exames de tomografia computadorizada utilizando o protocolo de abdome total, no período de janeiro de 2021 a dezembro de 2022. Como critério de exclusão, foram retirados da amostra exames com dados incompletos no sistema do STT-SC ou que apresentaram inconsistência nos valores de comprimento de varredura (*scan length*).

O estudo consistiu inicialmente em uma revisão da literatura a fim de fundamentar a pesquisa e se conhecer os principais estudos realizados na área. A revisão foi realizada utilizando os sistemas de busca *Scielo*, *PubMed* e *Scopus* e os descritores: tomografia computadorizada, estimativa dose em pacientes, proteção radiológica e exposição médica, bem como seus equivalentes em inglês. Os estudos encontrados nesta etapa foram utilizados para fundamentar os capítulos de Introdução e Discussão deste manuscrito.

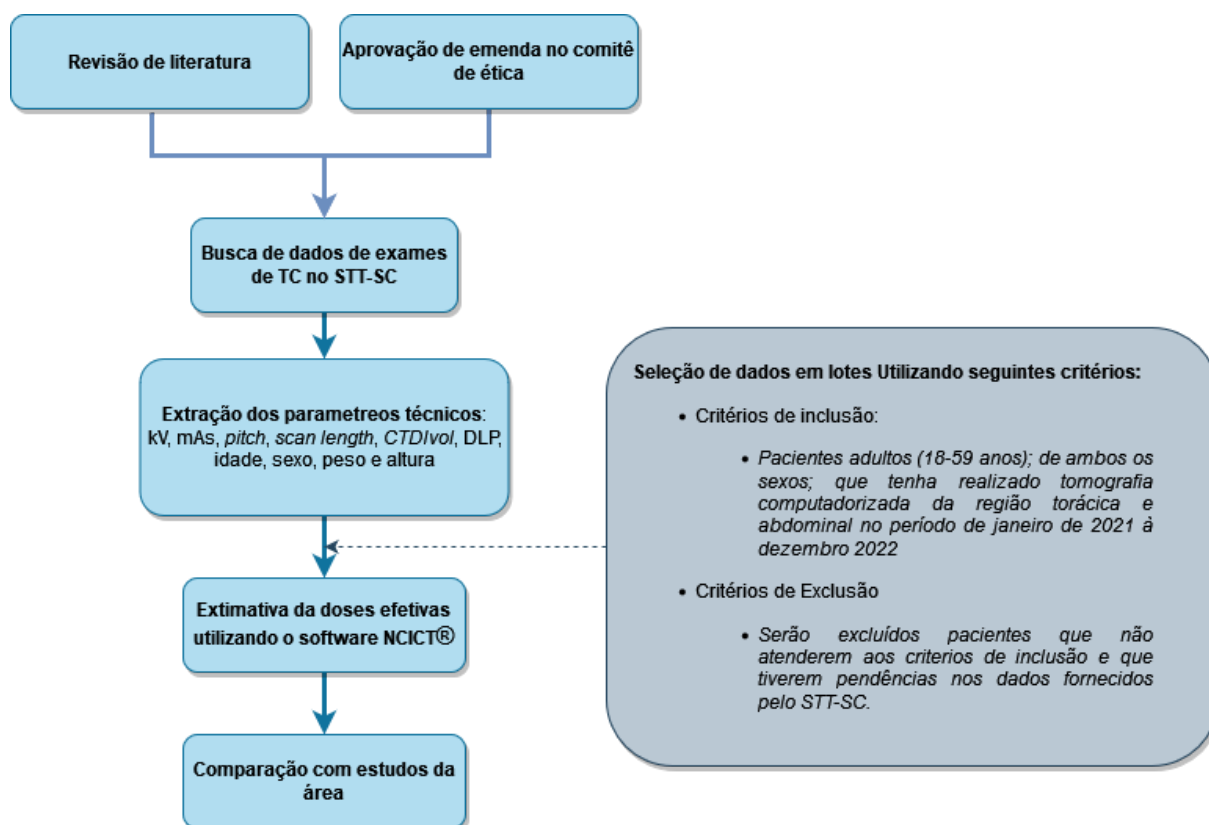
Após a revisão de literatura, a segunda fase de estudo consistiu na coleta de dados de um hospital público de Florianópolis, por meio dos cabeçalhos textuais das imagens no padrão de *Digital Imaging and Communications in Medicine*, também conhecido como cabeçalho DICOM. A coleta dos dados ocorreu por meio de uma

colaboração entre os pesquisadores e o Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (STT-SC). Atualmente, o STT-SC é responsável pelo armazenamento de informações dos exames radiológicos oriundos de serviços médicos de SC. Inicialmente foram recebidos dados de aproximadamente 900 exames nos quais 100 foram selecionados para o trabalho. Desses 100, 43 corresponde a exames de pacientes do sexo masculino e 57 do sexo feminino, todos esses exames são protocolos de abdome total, também foram analisados os órgãos da região torácica por também receberem dose.

Os dados foram extraídos do STT por profissional de TI e enviados para os pesquisadores por meio de uma planilha compartilhada pelo Google *Sheets*. Dados de 100 exames foram selecionados com base nos critérios de inclusão e agrupados em uma planilha no Excel. Para realizar a estimativa das doses efetivas, dos exames coletados, tais dados foram inseridos no *software NCICT®* Versão 3.01, utilizando a ferramenta de análise em lote, na opção *batch run* do *software NCICT®*.

Após a obtenção das doses efetivas, em pacientes adultos que realizaram o exame de TC em um hospital público de Santa Catarina, os resultados de $CTDI_{vol}$ e DLP, foram comparados com estudos da área encontrados na literatura nacional e internacional. Na Figura 7 é apresentado um fluxograma dessas etapas. Após obter os valores de dose efetiva (mSv) e dose em órgão (mGy) a normalização foi realizada, com o intuito de comparar com os valores obtidos em outras pesquisas normalização foi realizada utilizando o $CTDI_{vol}$ individual de cada paciente.

Figura 7 – Fluxograma das etapas deste estudo



Fonte: De autoria própria (2023).

Em relação aos aspectos éticos, esta pesquisa teve como base a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466, 2012, que diz respeito aos direitos humanos e ética na pesquisa com seres humanos, e também se respaldou na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) nº13.709 de 2018, respeitando e anonimizando os dados primários de exames e pacientes. Além disso, este estudo contempla os objetivos do projeto já aprovado em Comitê de ética sob parecer nº 4.534.873/2021.

4. RESULTADOS

Como resultado principal deste estudo obteve-se a estimativa e quantificação dos valores de dose efetiva e dose em órgãos recebidos durante as exposições médicas de pacientes submetidos a exames de TC no protocolo de abdome total em um hospital público de Santa Catarina. Esses valores foram estimados por meio do *software NCICT*[®]. A seguir são descritos os resultados obtidos nas etapas deste estudo. Todos os dados base utilizados para calcular a dose em órgão (mGy) e dose efetiva (mSv) descritas nas seções seguintes, estão disponíveis em forma de tabela no apêndice A .

4.1 Extração dos dados e parâmetros técnicos utilizados em exames de TC de abdome a partir do STT-SC

Os dados dos 100 exames enviados foram organizados em tabela no formato ".csv" para posterior utilização no *NCICT*[®]. Os parâmetros inseridos na tabela foram: kV, mAs, *pitch*, *scan length*, CTDI_{vol}, DLP e dados secundários de pacientes (idade, sexo, peso e altura). Essas informações extraídas do STT-SC estão disponíveis no apêndice A.

Com relação às informações de peso e altura, foram utilizados valores padronizados da Normativa (IN) nº 93 de 27 de maio de 2021, na qual se padronizou o peso e a altura de pacientes para fins de avaliação de exposição médica em pacientes adultos. A normativa considera como peso referência 60 kg e 75 kg para pacientes do sexo feminino e masculino, respectivamente. Quanto a altura, a IN considera entre 1,60 m e 1,75 m para pacientes do sexo feminino e masculino, respectivamente (ANVISA, 2021).

A utilização desses parâmetros no cálculo de estimativa de dose se tornou necessária uma vez que, rotineiramente, tais informações não são obtidas no momento da realização do exame e o *software* utilizado requer tais parâmetros para uma estimativa mais confiável.

4.2 Utilização do software *NCICT*[®] e obtenção dos valores de dose em órgão e dose efetiva

O software *NCICT*[®] possui a opção de execução em lote *batch run*. Essa opção permite executar as informações referente a diversos exames simultaneamente sem a necessidade de inserir manualmente dados de um exame um por vez, o que facilita a análise, organização dos dados, otimização do tempo e minimiza erros associados a inserção de dados. Para conseguir inserir tais dados com a ferramenta *batch run*, foi necessário salvar os dados em formato ".csv" seguindo o padrão fornecido pelo software *NCICT*[®]. Com esses dados salvos no formato adequado foi possível executar os dados em lote de 100 exames em uma única vez. Como resultado desse processo, o *NCICT*[®] gerou um novo arquivo em formato ".csv" com as informações de dose por órgão e dose efetiva. Esses valores são apresentados no apêndice A.

No arquivo gerado foi apresentado os valores de dose para os seguintes órgãos da região torácica e abdominal: ovários e próstata, bexiga urinária, intestino delgado e cólons, pâncreas, rim, baço, vesícula biliar, adrenais, estômago, fígado, medula óssea ativa, medula óssea superficial - superfície óssea, coração, mamas, pulmão e tireoide. Apesar de não estar diretamente na área irradiada, a tireoide foi incluída neste estudo uma vez que é um órgão radiossensível.

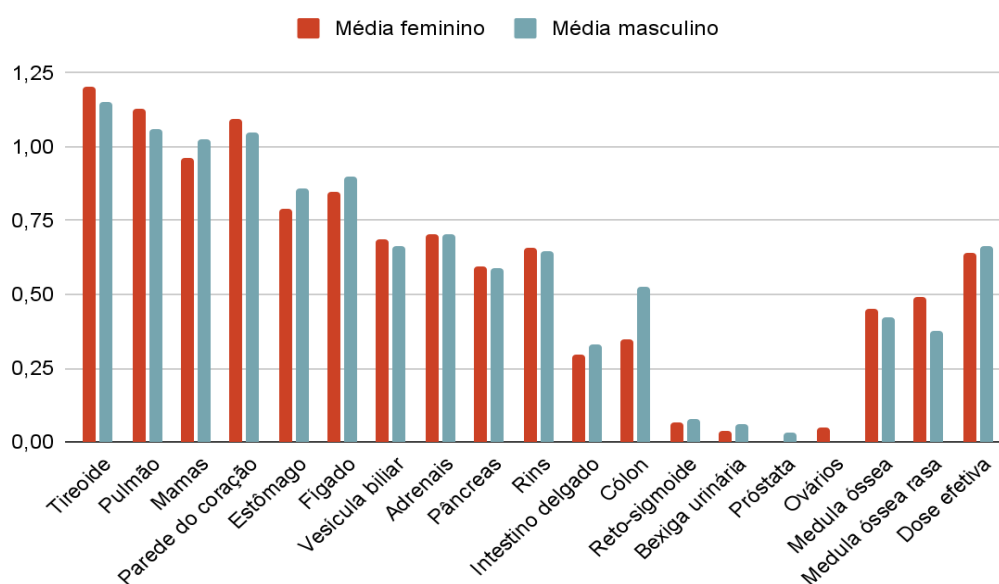
Os valores de dose em órgão (mGy), por paciente, foram normalizados utilizando o $CTDI_{vol}$ (mGy) obtido em cada exame. A normalização consistiu na divisão dos valores de dose em órgão pelo $CTDI_{vol}$, e possui a finalidade de seguir a metodologia proposta por pesquisadores na área e permitir a comparação entre diferentes estudos. Após isso, foi realizada uma estatística descritiva apresentando os valores normalizados em média, mínimo e máximo.

Para conferir se a normalização estava correta, foram realizados dois testes de normalização. No primeiro teste a normalização foi realizada utilizando $CTDI_{vol}$ de cada exame, e no segundo teste utilizando a média de $CTDI_{vol}$ de todos os exames. Entre os dois testes realizados a diferença entre os valores das médias e dos mínimos foi de 0,01 (mGy), já nos valores máximos a média entre essas diferenças foi de 0,31 (mGy) para o grupo masculino e de 0,21 (mGy) para o grupo feminino. Essas diferenças no geral tendem a um valor maior para a normalização que utiliza

a média geral do CTDIvol. A maior diferença encontrada foi no valor máximo do órgão tireoide do grupo masculino com 0,67 (mGy).

A figura 8 evidencia os valores normalizados de dose em órgão/mGy para ambos os gêneros.

Figura 8 – Valores normalizados de dose em órgão (mGy)/CTDIvol (mGy) para ambos os gêneros.

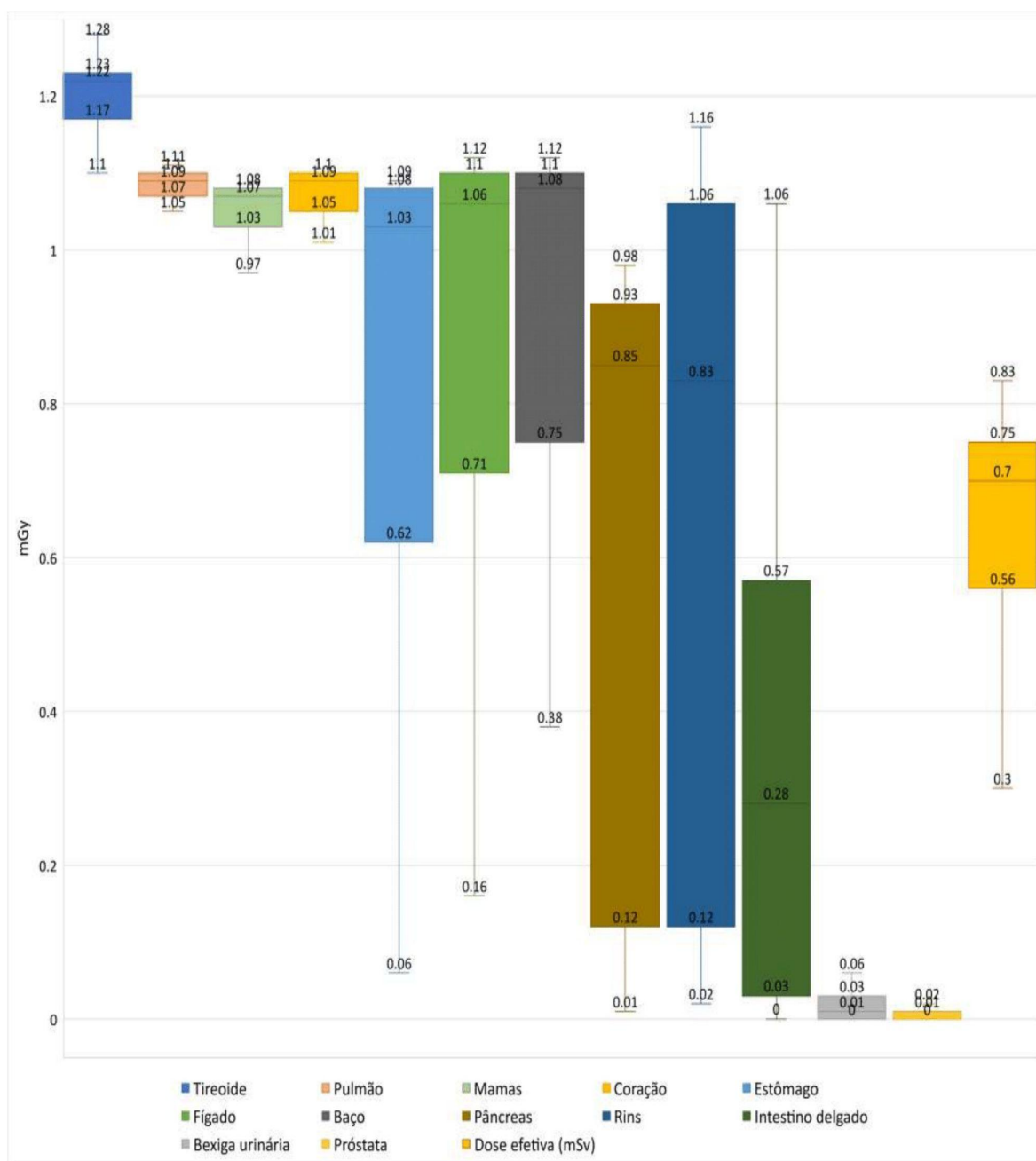


Fonte: De autoria própria (2023).

Os órgãos que obtiveram a média normalizada de dose em órgão/mGy mais alta foram a tireoide para pacientes do gênero feminino com 1,20 (mGy). Enquanto que na região abdominal, o órgão que teve maior dose foi o fígado em exames de pacientes do gênero masculino com 0,90 (mGy).

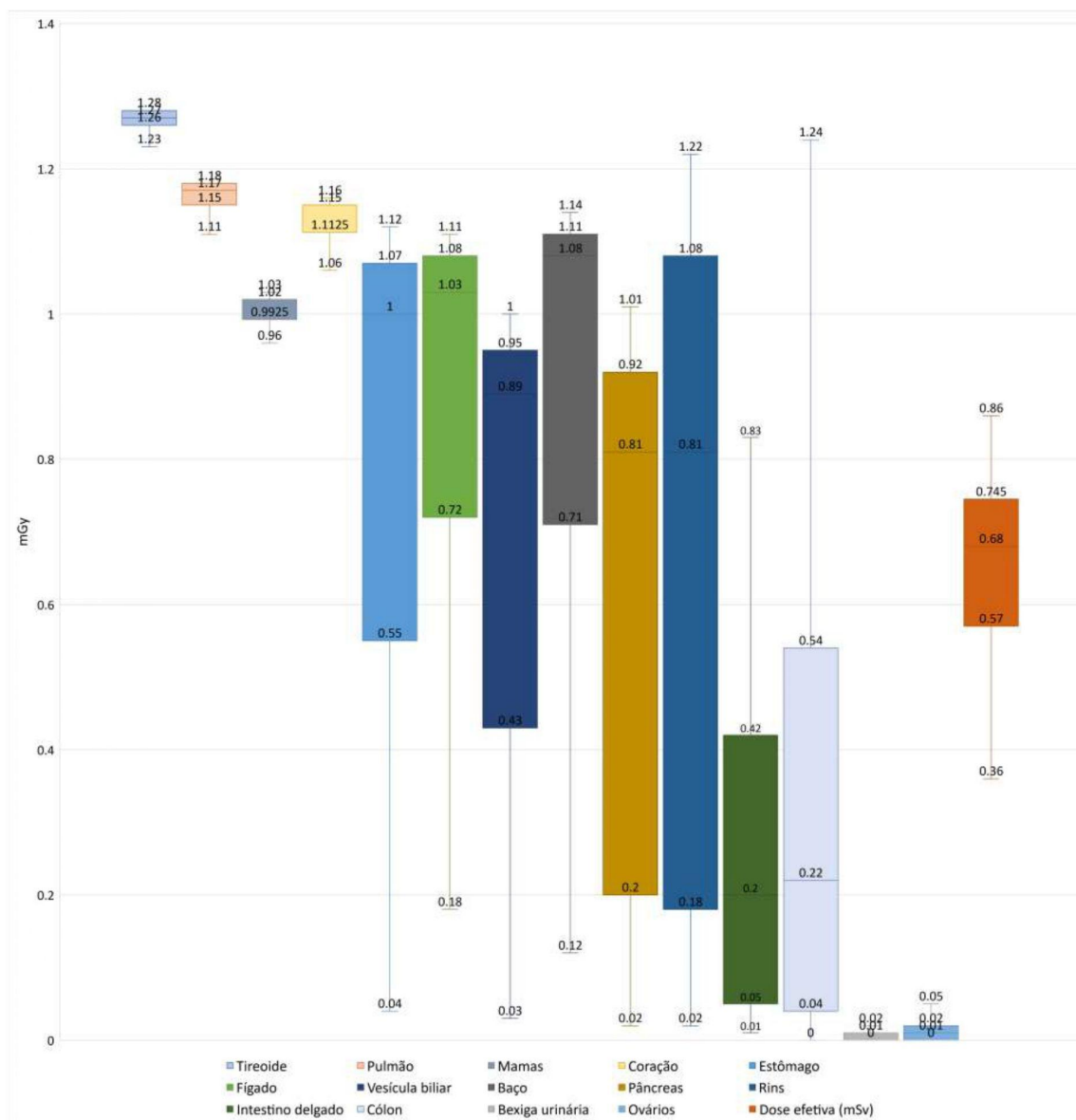
Com a finalidade analisar estatisticamente os dados, foi realizado o diagrama de caixas (*Box plot*) nas figuras 9 e 10, com as informações de quartis e mediana. Pode-se notar que as medidas relacionadas aos rins, pâncreas e intestino delgado, têm uma maior variabilidade nos valores de dose para ambos os gêneros.

Figura 9 – Box plot - pacientes do gênero masculino



Fonte: De autoria própria (2023).

Figura 10 – Box plot - pacientes do gênero feminino



Fonte: De autoria própria (2023).

Na tabela 3 são apresentados os valores de dose em órgão/mGy normalizados e separados por gênero. O desvio padrão e a mediana foram calculados com o intuito de gerar a confiabilidade da média. Na tabela 3, além da dose em órgão/mGy também foi incluído o desvio padrão normalizado ao lado das médias.

Tabela 3 – Valores normalizados de dose em órgão (mGy)/CTDIvol (mGy) para ambos os gêneros.

Órgão/Tecidos	MASCULINO (N=43)			FEMININO (N=57)		
	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.
Tireoide	1,15 (±0,23)	0,01	1,28	1,20 (±0,24)	0,06	1,28
Pulmão	1,06 (±0,13)	0,31	1,11	1,13 (±0,12)	0,64	1,18
Mamas	1,03 (±0,12)	0,34	1,08	0,96 (±0,18)	0,13	1,03
Coração	1,05 (±0,12)	0,54	1,1	1,09 (±0,14)	0,5	1,16
Estômago	0,86 (±0,31)	0,06	1,09	0,79 (±0,35)	0,04	1,12
Fígado	0,90 (±0,30)	0,07	1,12	0,85 (±0,32)	0,06	1,11
Vesícula biliar	0,67	0,02	1	0,69	0,03	1
Adrenais	0,70 (±0,33)	0,04	0,97	0,70 (±0,30)	0,04	0,96
Pâncreas	0,59 (±0,39)	0,01	0,98	0,60 (±0,38)	0,02	1,01
Rins	0,65 (±0,44)	0,02	1,16	0,66 (±0,45)	0,02	1,22
Intestino delgado	0,33 (±0,31)	0	1,06	0,29 (±0,31)	0,01	1,09
Cólon	0,53 (±0,44)	0,01	1,18	0,35 (±0,38)	0	1,24
Reto-sigmoide	0,08 (±0,17)	0	0,95	0,07 (±0,15)	0	0,82
Bexiga urinária	0,06 (±0,16)	0	1,01	0,04 (±0,12)	0	0,85
Próstata	0,03 (±0,14)	0	0,95	-	-	-
Ovários	-	-	-	0,05 (±0,14)	0	0,89
Medula óssea ativa	0,42 (±0,07)	0,28	0,6	0,45 (±0,08)	0,27	0,67
Medula óssea rasa	0,37 (±0,04)	0,3	0,47	0,49 (±0,05)	0,36	0,63
Dose efetiva	0,66 (±0,13)	0,3	0,83	0,64 (±0,14)	0,25	0,86

Fonte: De autoria própria (2023).

Na tabela 3 também é possível observar que a dose mais alta em comparação com os demais órgãos foi a tireoide com o valor de 1,15 (mGy)

masculino e 1,20 (mGy) feminino. Em contrapartida, os órgãos próstata e ovário, foram os que tiveram menores doses, 0,03 (mGy) e 0,05 (mGy) respectivamente.

Na tabela 4 e 5 são evidenciados os valores de dose em órgãos/mGy e desvio padrão não normalizados masculino e feminino respectivamente, para fins de comparação com o estudo do autor Maxwell *et al.* (2019), que em seu estudo não realizou a normalização.

Tabela 4 – Valores não normalizados de dose em órgão/mGy masculino

Órgão/ Tecidos	Dose em órgão/mGy (masculino)			Dose em órgão/mGy (feminino)		
	Média	Mín.	máx.	Média	Mín.	máx.
Estômago	10,39(±4,05)	0,79	16,93	9,13(±4,61)	0,44	16,38
Cólon	6,16(±5,32)	0,07	17,50	4,18(±4,98)	0,04	16,84
Fígado	10,91(±4,01)	1,06	17,88	9,82(±4,27)	0,66	16,39
Pulmão	12,90(±3,10)	4,64	20,72	13,10(±2,88)	7,35	18,75
Ovários	-	-	-	0,68(±1,93)	0,01	11,83
Próstata	0,44(±2,10)	0,00	14,01	-	-	-
Mama	11,20(±3,0)	1,37	16,23	11,20(±3,06)	1,37	16,23
Bexiga	0,77(±2,34)	0,01	14,91	0,48(±1,62)	0,01	11,27
Tireoide	14,10(±4,34)	0,22	23,29	13,90(±3,84)	0,77	20,76
Baço	10,99(±4,24)	0,97	18,91	9,89(±4,75)	0,47	16,84

Fonte: De autoria própria (2023).

Para pacientes do gênero masculino (n=43) na região abdominal, os órgãos que receberam maior dose foram: Baço (10,06 mGy ±4,24); Fígado (9,98 mGy ±4,01) e Estômago (9,30 mGy ±4,05). Para pacientes do gênero feminino (n=57), na região abdominal, os órgãos que receberam maior dose foram: Baço (9,89 mGy ±4,75); Fígado (9,98 mGy ±4,27) e Estômago (9,13 mGy ±4,61).

Pacientes do gênero femininos obtiveram o valor médio de dose efetiva de 7,50 mSv, enquanto pacientes do gênero masculino obtiveram o valor médio de dose efetiva de 8,03 mSv.

Na tabela 5 é possível observar os valores médios, mínimos e máximos de dose efetiva (mSv) e o desvio padrão não normalizado. No geral, observa-se que a dose efetiva média para pacientes do gênero feminino foi inferior à média de exames de pacientes do gênero masculino.

Tabela 5 – Valores de dose efetiva (mSv) para ambos os gêneros não normalizado

Gênero	Dose efetiva Média (mSv)	Dose efetiva Mín. (mSv)	Dose efetiva Máx. (mSv)
Feminino	7,5 ($\pm 2,36$)	2,7	12,27
Masculino	8,03 ($\pm 2,08$)	3,6	11,93

Fonte: De autoria própria (2023).

A média de dose efetiva para pacientes do gênero feminino foi 7,50 mSv ($\pm 2,36$), sendo o valor mínimo 2,70 mSv e o máximo 12,27 mSv. Para pacientes do gênero masculino, a média foi 8,03 mSv ($\pm 2,08$), o valor mínimo foi 3,60 mSv, e o máximo 11,93 mSv.

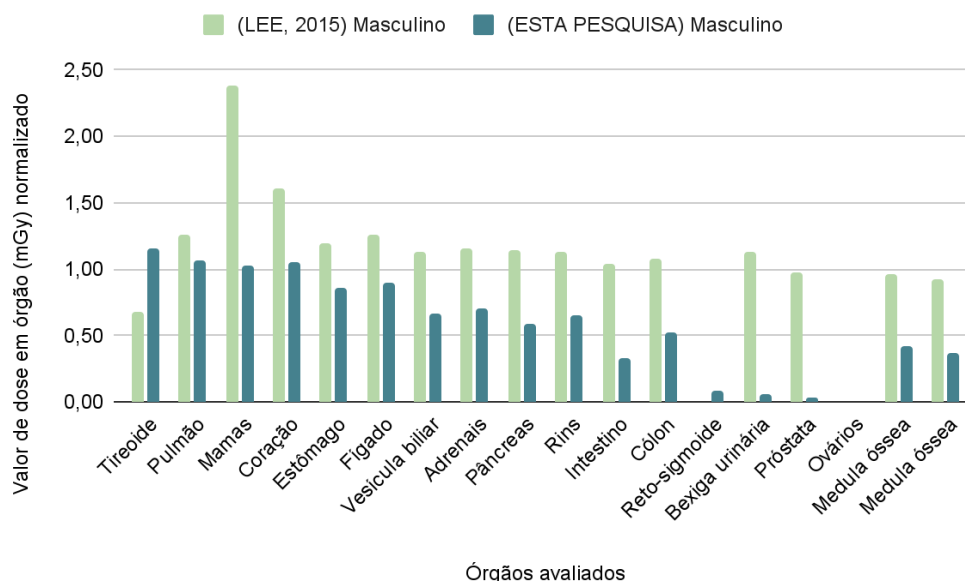
4.3 Análise e comparação dos valores obtidos com os encontrados na literatura

Neste estudo foram gerados valores de dose efetiva (mSv) e dose em órgão (mGy), esses valores foram organizados em tabelas e gráficos para fins de comparação com outros estudos. Nos estudos encontrados na literatura, acerca do tema proposto neste trabalho, os autores Lee *et al.* (2015) calculam a normalização dos valores de dose em órgãos, como já explicado anteriormente. Outro trabalho importante para esse estudo é o trabalho do Maxwell *et al.* (2019), que utilizou valores não normalizados.

O estudo Lee *et al.* (2015) teve por objetivo comparar os softwares NCICT, CT-Expo com a simulação de monte carlo em pacientes adultos e pediátricos e o phantom da ICRP.

Na pesquisa de Lee *et al.* (2015) o autor realizou a normalização das doses utilizando o valor de CTDIvol, com isso, para poder comparar as doses obtidas neste estudo, foi realizada a normalização das doses em órgão/mGy e dose efetiva (mSv). Na figura 11 é possível observar os valores de dose em órgão/mGy, obtidos em exames de pacientes do gênero masculino.

Figura 11 – Comparação de dose em órgão (mGy) em pacientes do gênero masculino.



Fonte: De autoria própria (2023).

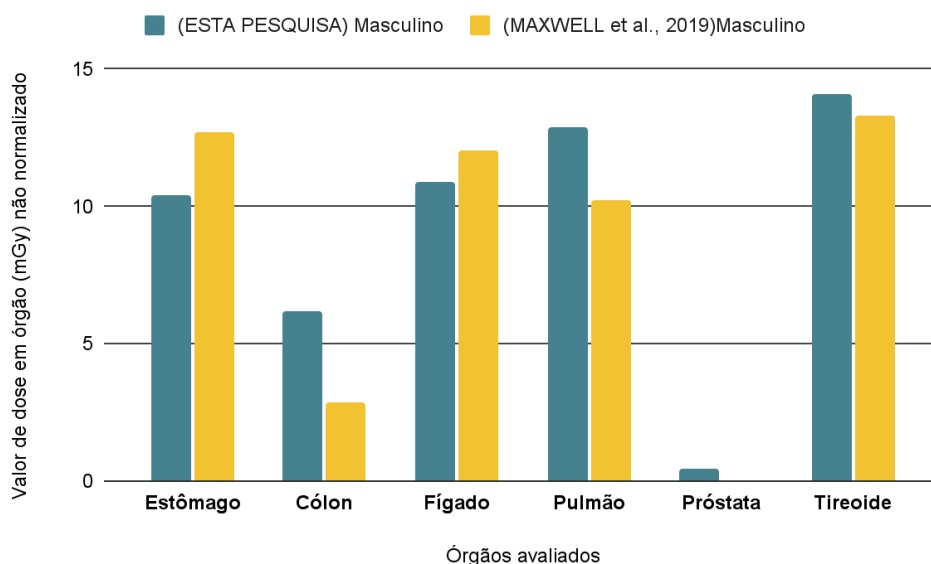
É possível visualizar que, no estudo do Lee *et al.* (2015), os valores de dose em órgão são maiores do que os resultados encontrados nesta pesquisa. O órgão que obteve maior valor foram as mamas, no resultado do Lee *et al.* (2015), a média foi de 2,38 (mGy), nesta pesquisa a média foi de 1,03 (mGy). Na pesquisa do Lee *et al.* (2015), apenas foi possível comparar com pacientes do gênero masculino pois o autor utilizou o *NCICT*[®] apenas para esse grupo. O autor removeu os valores menores que 20% do valor da maior dose recebida em um órgão por paciente. Outra região que obteve um valor alto em comparação com este estudo foi a bexiga urinária, no artigo do autor, a média foi de 1,13 (mGy), neste trabalho a média foi de 0,06 (mGy).

Já o estudo de Maxwell *et al.* (2019), utilizou 160 casos para cada protocolo de abdome total e 158 casos para protocolo torácico. Nesse estudo o objetivo principal foi utilizar os dados fornecidos por alguns softwares, entre eles o *NCICT*[®] que utiliza *phantom voxelized*, fornecem dados de dose em órgão (mGy) e dose efetiva (mSv) para realizar uma estimativa de incidência de câncer por conta da exposição a TC.

Na figura 12 é possível observar uma comparação dos valores obtidos no estudo do Maxwell *et al.* (2019) de pacientes do gênero masculino e dados desta

pesquisa, também utilizando dados de pacientes do gênero masculino.

Figura 12 – Comparação de dose em órgão (mGy) em exames de pacientes do gênero masculino



Fonte: De autoria própria (2023).

É possível observar na figura 12 que nesta pesquisa a média de dose em órgão/mGy para o estômago foi de 10,39 (mGy), o trabalho do autor Maxwell *et al.* (2019), obteve um valor médio de 12,7 (mGy), neste trabalho a região de cólon, a média foi de 6,16 (mGy), enquanto na pesquisa de Maxwell *et al.* (2019), obteve um valor médio de dose em órgão de 2,88 (mGy), nesta pesquisa, os dados relacionados ao fígado obtiveram o valor médio de dose em órgão de 10,91 (mGy), enquanto na pesquisa do autor o valor médio foi de 12,04 (mGy), nesta pesquisa, os dados relacionados ao pulmão obtiveram uma média de dose em órgão de 12,90 (mGy), enquanto na pesquisa do autor estudado, para o protocolo de abdome total a média de dose em órgão foi de 10,23 (mGy).

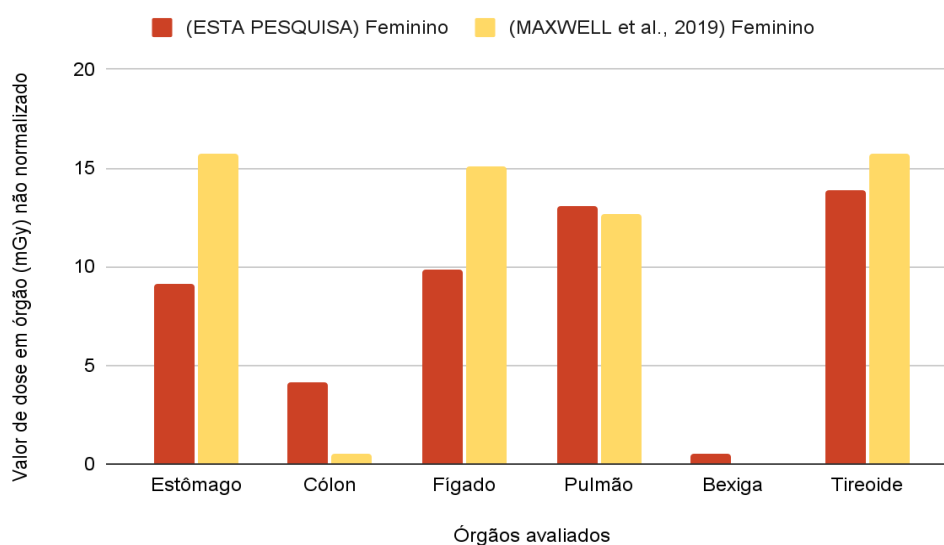
Para a região de próstata, neste estudo, a média de dose em órgão foi de 0,44 (mGy), enquanto no estudo do autor Maxwell *et al.* (2019) o valor médio de dose em órgão foi de 0,02 (mGy). Ao analisar a região de tireoide neste estudo, o valor médio de dose em órgão foi de 14,10 (mGy), enquanto a média de dose em órgão do autor desta comparação foi de 13,29 (mGy). É possível analisar nesta comparação que os valores de dose em órgão/mGy, nesta pesquisa estão acima do

esperado em comparação com a pesquisa do autor Maxwell *et al.* (2019), a maior diferença de dose ocorreu no cólon, pulmão, tireoide e próstata.

Neste estudo a alta taxa de dose pode ter ocorrido por conta do número de exames analisados na pesquisa do autor Maxwell *et al.* (2019) serem maiores em comparação com este trabalho, além disso, o autor segmentou os dados em grupos por protocolo de exame, abdome/pelve, tórax e cabeça. As comparações foram feitas com os valores de abdome/pelve, porém, algumas médias se aproximam bastante dos valores de Maxwell *et al.* (2019).

Na figura 13 é possível observar uma comparação dos valores obtidos no estudo do Maxwell *et al.* (2019) de pacientes do gênero feminino e dados desta pesquisa, também utilizando dados de pacientes do gênero feminino.

Figura 13– Comparação de dose em órgão (mGy) em pacientes do gênero feminino



Fonte: De autoria própria (2023).

É possível observar que a maior variação de dose ocorre no cólon, fígado e estômago, essa variação pode ocorrer devido a quantidade de exames coletados pelo autor e também pela dose de radiação utilizada em cada exame e região de interesse. Os órgãos que obtiveram resultados próximos foram os exames de pulmão e tireoide, na qual neste trabalho, a média de dose em órgão/mGy no pulmão foi de 13,10 (mGy), enquanto que na tireoide a dose média foi de 13,90

(mGy). No estudo de Maxwell *et al.* (2019), a média de dose em órgão/mGy no pulmão foi de 12,7 (mGy), enquanto que na tireoide a dose média foi de 15,74 (mGy).

5. DISCUSSÃO

Durante a realização deste trabalho foi realizada a comparação de valores de dose em órgão (mGy) normalizados e não normalizados. No trabalho do autor Maxwell *et al.* (2019) foi necessário utilizar os valores normalizados para comparar, além disso, neste trabalho o protocolo utilizado foi de abdome total, assim como na pesquisa do autor em questão, com isso foi possível analisar e comparar as doses em órgão/mGy, é possível observar que os valores de dose obtidos neste estudo para pacientes do gênero masculino, ficaram acima dos valores obtidos na pesquisa de Maxwell *et al.* (2019), Isso pode ter ocorrido por conta da alta taxa de dose utilizada para realização dos exames de TC, ou ainda, pela quantidade de exames coletados pelo autor.

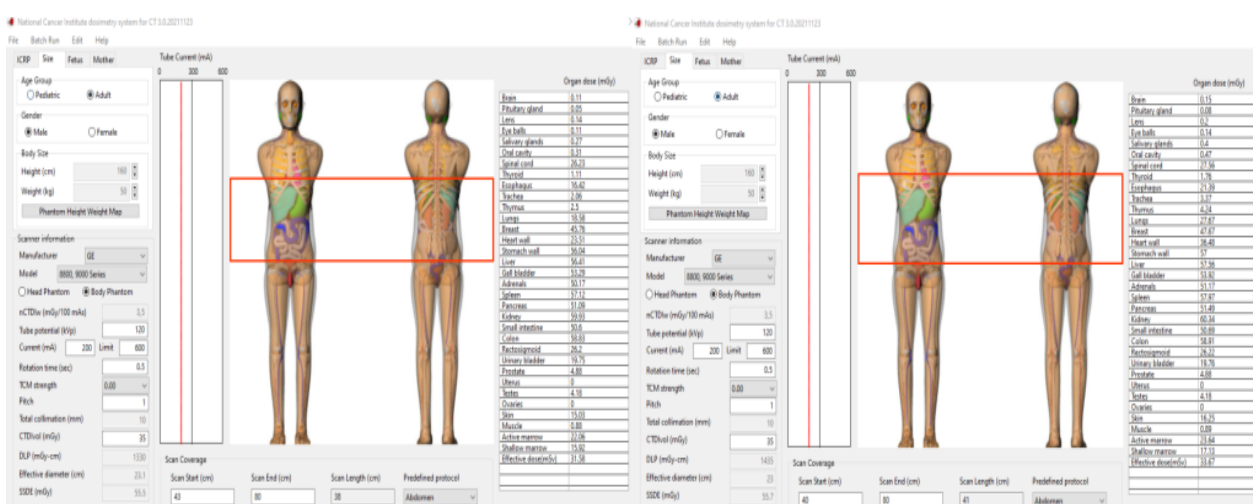
Ao comparar com os exames de pacientes do gênero feminino, ocorreram variações de dose, no caso do estudo de Maxwell *et al.* (2019) a região de fígado e tireóide obtiveram valores acima, enquanto que neste estudo, o valor que mais divergiu da média foi a região de cólon. Os valores de dose em órgão/mGy no estudo desse autor estão próximos dos valores de dose/mGy deste estudo, isso se deve ao fato de que o autor em questão utilizou o mesmo protocolo que o utilizado nesta pesquisa.

No trabalho do Lee *et al.* (2015), os valores de dose em órgão/mGy para pacientes do gênero masculino obtiveram valores acima da média em comparação com este estudo, sendo que o órgão que mais se destacaram pela alta taxa de dose no estudo do autor foram na região de mamas com 2,38 (mGy), enquanto que neste estudo a média foi de 1,03 (mGy). Na pesquisa do Lee *et al.* (2015), o autor utilizou o software *NC/CT*® apenas para pacientes do gênero masculino, por conta disso, não foi possível analisar a dose em órgão/mGy em pacientes do gênero feminino. Além disso, o autor utilizou um cálculo para excluir valores abaixo de 20% da maior dose de um órgão como realizado no artigo do autor Lee *et al.* (2015).

Testes foram realizados para comprovar que a média de dose em órgão/mGy e dose efetiva (mSv) estavam corretas, foi realizada a normalização utilizando a média do CTDIvol de todos os pacientes e também com o CTDIvol de cada paciente individualmente, foi possível visualizar que ao utilizar o CTDIvol de cada paciente o valor obtido se aproximava da realidade e da forma como outros trabalhos da área tinham sido realizado, com isso a média utilizada foi pelo CTDIvol de cada paciente

individualmente. Outra forma de comprovar que a média é confiável foi realizando o desvio padrão, que neste estudo obteve valores que são ligeiramente mais altos que o esperado, isso pode ocorrer devido ao protocolo de estudo, pois o desvio padrão não leva em conta o exame utilizado. Por exemplo, exames que são protocolo de abdome total, podem limitar para examinar determinados órgãos, alterando o *scan start* e o *scan end*, no exemplo fígado e estômago, ambos são protocolo de abdome mas a dose é distribuída em locais diferentes, na figura 14 é possível visualizar essa diferença.

Figura 14 – Variação de *scan start* e o *scan end*



Fonte: De autoria própria (2023).

Ou seja, quando calculamos o desvio padrão dos rins, por exemplo, existem muitos exames que tiveram uma dose baixa nos rins (exames mais focados na região torácica por exemplo) e exames que tiveram uma alta dose nos rins (exame de TC focado nos rins), os parâmetros que determinam isso são o *scan start* e o *scan end*. Sendo assim, é perceptível que o desvio padrão ficaria acima do esperado. Um fator que também pode influenciar o desvio padrão é o peso e a altura serem padronizados, com isso o software realiza o cálculo com o mesmo peso e altura para todos os exames. De forma geral, as exposições dos pacientes analisados na pesquisa encontram-se próximas aos valores dos autores analisados.

As doses recebidas podem variar também devido a diferentes biotipos, entre diferentes países e também devido às diferentes tecnologias utilizadas nos equipamentos. Tomógrafos fabricados recentemente costumam apresentar mais

ferramentas para redução de dose. Porém essa informação não estava disponível em todos os estudos. Esta pesquisa, no geral alguns valores de dose em órgão/mGy para pacientes do gênero masculino ficaram acima dos valores da pesquisa de Maxwell *et al.* (2019), para realizar a comparação foi utilizado o mesmo protocolo e mesma região de estudo.

Em contrapartida, neste estudo, os valores médios de dose no geral ficaram abaixo em comparação com o autor. No estudo do Lee *et al.* (2015), os valores de dose em órgão/mGy para pacientes do gênero masculino ficaram acima dos valores deste estudo, a comparação foi realizada utilizando o mesmo protocolo e realizando a normalização dos valores. Essa diferença pode ter ocorrido pelo fato de que o autor excluiu exames que possuísem valor abaixo de 20% em comparação com a maior dose, no caso deste estudo, essa porcentagem não foi aplicada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi alcançado pois durante a execução foi possível estimar e quantificar as exposições médicas e comparar com a literatura. Além disso, com essas informações coletadas se espera promover a atenção para a otimização das doses efetivas (mSv) e dose em órgão (mGy) mantendo a qualidade da imagem e assim contribuir com a temática de estimativa de dose para pacientes adultos que realizam o exame de TC no Estado de Santa Catarina. Durante o trabalho, foi possível chegar a conclusão de que as doses em comparação com os trabalhos analisados, estão no geral próximas das médias encontradas na literatura.

A variação de dose em órgão/mGy pode ocorrer devido a diversos fatores, principalmente ligados a quantidade de pacientes utilizados nos demais estudos da área. Além disso, o desvio padrão pode ser ainda menor se for utilizado o peso e a altura real dos pacientes.

Ao longo do trabalho observou-se a importância de comparar as doses em órgão/mGy e dose efetiva/mSv com os valores encontrados na literatura, pois com esses dados foi possível analisar se os valores de dose estavam acima ou abaixo da média de outras localidades. Durante as comparações com outros estudos, alguns valores de dose em órgão/mGy nesta pesquisa ficaram mais altos em comparação com o estudo de Maxwell *et al.* (2019).

Para trabalhos futuros, pode ser feita a aplicação da porcentagem realizada por outros autores, para gerar um filtro de valores muito abaixo do da dose mais alta obtida, isto pode auxiliar na diminuição do desvio padrão. Além disso, coletar diferentes protocolos pode ampliar as áreas de estudo, pois, como visto neste trabalho, regiões como a tireóide, fígado, pulmão e baço receberam os maiores valores de dose em órgão/mGy.

REFERÊNCIAS

- AIHARA, André Yui et al. Tomografia multi-slice no sistema músculo-esquelético. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 43, p. 372-376, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbr/a/KtZ7GrkFMK7Q8sTvPgWJdDg/?lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- ALVES, Fabricio Maia Torres; CALDAS, Linda Viola Ehlin. **Determinação da dose em pacientes submetidos a exames de tomografia computadorizada de abdome em um serviço de radiologia e diagnóstico por imagem**. 2020. Disponível em: <https://www.sbpr.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/view/1204/625>. Acesso em: 02 jul. 2022.
- ANVISA. Instrução Normativa - IN No 93, DE 27 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-93-de-27-de-maio-de-2021-323016253>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**, v. 12, p. 59-59, 2013. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022
- CARVALHO, Antonio Carlos Pires. História da tomografia computadorizada. **Revista Imagem**, v. 29,n.2,p.61-66,2007. Disponível em: <http://imaginologia.com.br/dow/upload%20historia/Historia-da-Tomografia-Computadorizada.pdf>. Acesso em: 15 jun.2022.
- CIDRAL, Maria Eduarda Vieira. **Estimativa de dose em pacientes submetidos a procedimentos de tomografia computadorizada abdominal em um hospital público do sul do Brasil**. Florianópolis, 2022.
- CRTR - SP. **Tomografia Computadorizada: evolução marcada por gerações**. Disponível em: <https://crtrsp.org.br/tomografia-computadorizada/>. Acesso em 05 dez.2022.
- DA NÓBREGA, Almir Inacio. **Técnicas de imagem por tomografia computadorizada**, p.14, 2014.
- DALMAZO, Juciléia et al. Otimização da dose em exames de rotina em tomografia computadorizada: estudo de viabilidade em um hospital universitário. **Radiologia Brasileira**, v. 43, p. 241-248, 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rb/a/rJLYDpfSywYY9pV9QPsbmRd/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2022

FRIEDRICH, Bárbara Q. *et al.* **Dose em exames de crânio e tórax de Tomografia Computadorizada Pediátrica: uma Revisão Bibliográfica.** 2015. Disponível em https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/12026/2/Dose_em_exames_de_crânio_e_torax_de_Tomografia_Computadorizada_Pediatrica_uma_Revisao_Bibliografica.pdf. Acesso em: 03 nov. 2022.

GIL, Antonio Carlos *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 18 jun. 2022

HU, Xiaoyan; GOU, Jie; LIN, Wei; ZOU, Chunhua; LI, Wenbo. **Size-specific dose estimates of adult, chest computed tomography examinations: Comparison of Chinese and updated 2017 American College of Radiology diagnostic reference levels based on the water equivalent diameter.** 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34516579/>. Acesso em: 11 nov. 2022.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Organização das Nações Unidas. **Sobre nós:** história iaea. História IAEA. Disponível em: <https://www.iaea.org/About/Overview/History>. Acesso em: 08 dez. 2022.

JESSEN, K. A. *et al.* EUR 16262: European guidelines on quality criteria for computed tomography. **Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.** 2000. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d229c9e1-a967-49de-b169-59ee68605f1a>. Acesso em: 10 jun. 2022.

LEE, Choonsik. **A Review of Organ Dose Calculation Tools for Patients Undergoing Computed Tomography Scans.** 2021. Disponível em: <https://www.jrpr.org/upload/pdf/jrpr-2021-00136.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.

LEE, Choonsik *et al.* **NCICT: a computational solution to estimate organ doses for pediatric and adult patients undergoing CT scans.** 2015. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/35/4/891>. Acesso em: 24 maio 2023.

LIANG, Baohui *et al.* Evaluation of effective dose from CT scans for overweight and obese adult patients using the VirtualDose software. **Radiation protection dosimetry**, v. 174, n. 2, p. 216-225, 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/rpd/article/174/2/216/2527765?login=true>. Acesso em: 17

jun. 2022.

MARTIN, Colin J; ABUHAIMED, Abdullah; LEE, Choonsik. **Dose quantities for measurement and comparison of doses to individual patients in computed tomography (CT).** 2021. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/abecf5>. Acesso em: 24 nov. 2022.

MAXWELL, Susannah *et al.* **How have advances in CT dosimetry software impacted estimates of CT radiation dose and cancer incidence? A comparison of CT dosimetry software: Implications for past and future research.** 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0217816&type=printable>. Acesso em: 22 maio 2023.

MEDEIROS, João. **Qualidade de imagem versus dose em tomografia computadorizada: otimização dos protocolos de crânio.** 2009. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/12125/1/Dose%20versus%20Qualidade%20de%20Imagem%20em%20TC%20-%20Jo%C3%A3o%20Medeiros.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022

NIH - NCICT: National Cancer Institute Dosimetry System for Computed Tomography. Disponível em: <https://dceg.cancer.gov/tools/radiation-dosimetry-tools/computed-tomography#:~:text=NCICT%20is%20a%20standalone%20software,Graphical%20User%20Interface%20of%20NCICT. NCICT, 2022>

NOUAILHETAS, YANNICK *et al.* **Radiações Ionizantes e a vida. Rio de Janeiro: CNEN, 2005.** Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/material-divulgacao-videos-imagens-publicacoes/publicacoes-1/radiacoesionizantes.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.

PATRÍCIO, Ana Patrícia da Silva Martins. **Medição dos Níveis de Referência de Diagnóstico em Tomografia Computorizada para exames do Abdômen.** 2010. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/4850/1/Patricio_2010.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022

PARENTE, Daniella Braz. O risco da radiação no uso indiscriminado da tomografia computadorizada. **Radiologia Brasileira**, v. 46, p. v-vi, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/3YT8RhJJGdRYVnhGWRcXktv/?lang=pt#:~:text=Daniella%20Braz%20Parente,-MD%2C%20PhD%2C%20Pesquisadora&text=A%20TC%>

20utiliza%20maior%20dose,mais%20a%20dose%20de%20radia%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 15 jun.2022.

PRATA, Mourão Arnaldo. **Tomografia computadorizada: Tecnologias e aplicações**. 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ZjjnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=tomografia+computadorizada&ots=Ceaya3ctV4&sig=ZvE-6TSMd7O60EjOJ8lWfxHXr7U#v=onepage&q=tomografia%20computadorizada&f=false>. Acesso em: 03 nov. 2022.

ROLIM, Alexandre Maciel. **ESTIMATIVA DE DOSE EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PELO TAMANHO ESPECÍFICO DO PACIENTE (SSDE) NO PROTOCOLO DE ABDOME TOTAL EM UM HOSPITAL PÚBLICO DE PORTO ALEGRE**. 2022. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2540/Dissertac%cc%a7a%cc%83o_MPPR_Alexandre_Rolim_ABR_2022_FichaCatalografica.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 nov. 2022.

RODRIGUES, Sônia Isabel et al. Estudo da dose nos exames de tomografia computadorizada abdominal em um equipamento de 6 cortes. **Radiologia Brasileira**,v.45,p.326-333,2012.

SANTOS, E. Severino; NACIF, M. Souto. Manual de técnicas em tomografia computadorizada. **Rio de Janeiro**, 2009.

SANTOS JUNIOR, Jorge Augusto dos; JANSONNEY, Mônica Silva Costa; FONSECA, Giuliana Vasconcelos de Souza. **Dose efetiva de radiação nos exames de tomografia computadorizada: um estudo retrospectivo e descritivo**. 2020.Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/07/1115997/rdt_0252001_29-05.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.

SANTOS, Karina Cecília Panelli *et al.* **Tomografia computadorizada**. 2014. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002443960>. Acesso em: 22 fev. 2023.

SOUZA, Daiane Cristini Barbosa et al. Proteção radiológica nas exposições médicas: aspectos legais e históricos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e54511326736-e54511326736, 2022.

SOUZA, Daiane Cristini Barbosa et al. **Dose estimation in abdominal CT scans using CT-Expo software**. Brazilian Journal of Radiation Sciences, v. 10, n. 3B, 2022.

SOUZA, Daiane Cristini Barbosa de *et al.* **Uso do Relatório Estruturado de Dose de Radiação (RDSR) na estimativa de dose em tomografia computadorizada.** 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30822>. Acesso em: 04 jul. 2023.

SOUZA, Danilo Lemos Machado et al. **Novo indicador de dose em CT (SSDE) determinado por meio de parâmetro geométrico extraído do cabeçalho DICOM.** Revista Brasileira de Física Médica, v. 12, n. 2, p. 18-22, 2018.

STAMM, Georg; NAGEL, Hans Dieter. CT-Expo – A novel program for dose evaluation in CT. *RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der R.* 174(12):1570-6,26 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12471531/>. Acesso em: 05 dez. 2022.

SUTIL, Maria Rita *et al.* **Estimativa de dose em tomografia computadorizada pediátrica utilizando o software Virtual Dose®.** 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27800/24352>. Acesso em: 05 nov. 2022.

TAHMASEBZADEH, Atefeh *et al.* **Pediatric effective dose assessment for routine computed tomography examinations in Tehran, Iran.** 2022. Disponível em: <http://jmss.mui.ac.ir/index.php/jmss/article/view/625/786>. Acesso em: 05 nov. 2022.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION et al. Sources, effects and risks of ionizing radiation. 2022. Disponível em: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2020_21_Annex-A.pdf. Acesso em: 04 nov. 2022.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION et al. Levels and Effects of Radiation Exposure Due to the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: Implications of Information Published Since the UNSCEAR 2013 Report. **United Nations**, 2021. Disponível em: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2020_21_Report_Vol.II.pdf. Acesso em: 16 set. 2022.

VAÑÓ, E. et al. ICRP publication 135: diagnostic reference levels in medical imaging. *Annals of the ICRP*, v. 46, n. 1, p. 23, 2017.

ZANELLA, Liane Carly Hermes; VIEIRA, Eleonora Milano Falcão; MORAES, Marialice. **Técnicas de pesquisa.** 2013. Acesso em: 10 jun. 2022.

APÊNDICE A – Dados coletados

ID	Name	Age	Gender	Height	Weight	Blood Pressure	Heart Rate	Respiratory Rate	Oxygen Saturation	Temperature	Pain Level	Mental Status	Vital Signs		Lab Results	Imaging	Treatment	Outcome	Follow-up	Discharge	Referral	Notes
													HR	RR								
1	John Doe	35	M	180	75	120/80	72	18	98	37.8	2	Alert	120/80 72 18 98	Hgb 15.5, Hct 45.0, Wbc 10.0	Chest X-ray	Aspirin, Ibuprofen	Stable	1 week	Discharged	Referral to PCP	Follow-up in 1 week	
2	Jane Smith	42	F	165	60	110/70	68	16	95	37.5	1	Alert	110/70 68 16 95	Hgb 14.0, Hct 40.0, Wbc 8.5	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
3	Michael Brown	28	M	175	80	130/90	85	20	99	38.0	3	Agitated	130/90 85 20 99	Hgb 16.0, Hct 48.0, Wbc 12.0	CT Head	Ativan, Valium	Stable	3 days	Discharged	Referral to Psychiatrist	Follow-up in 3 days	
4	Sarah Johnson	55	F	155	55	100/60	60	14	92	37.2	0	Alert	100/60 60 14 92	Hgb 12.5, Hct 35.0, Wbc 7.0	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
5	David Wilson	60	M	170	70	140/90	90	22	96	38.2	4	Confused	140/90 90 22 96	Hgb 17.0, Hct 50.0, Wbc 15.0	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
6	Emily Davis	30	F	160	65	115/75	70	17	97	37.6	1	Alert	115/75 70 17 97	Hgb 13.5, Hct 38.0, Wbc 9.0	ECG	Warfarin, Clopidogrel	Stable	6 weeks	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 6 weeks	
7	Robert Miller	45	M	172	78	125/85	75	19	98	37.9	2	Alert	125/85 75 19 98	Hgb 15.0, Hct 45.0, Wbc 10.5	Chest X-ray	Aspirin, Ibuprofen	Stable	1 week	Discharged	Referral to PCP	Follow-up in 1 week	
8	Lisa Anderson	50	F	158	58	105/65	62	15	93	37.3	0	Alert	105/65 62 15 93	Hgb 13.0, Hct 36.0, Wbc 7.5	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
9	Christopher Lee	38	M	178	82	135/95	88	21	99	38.1	3	Agitated	135/95 88 21 99	Hgb 16.5, Hct 49.0, Wbc 12.5	CT Head	Ativan, Valium	Stable	3 days	Discharged	Referral to Psychiatrist	Follow-up in 3 days	
10	Amanda White	48	F	162	62	118/78	72	17	96	37.7	1	Alert	118/78 72 17 96	Hgb 14.5, Hct 41.0, Wbc 9.5	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
11	Matthew Garcia	52	M	170	72	145/100	92	23	97	38.3	4	Confused	145/100 92 23 97	Hgb 17.5, Hct 51.0, Wbc 15.5	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
12	Olivia Martinez	25	F	155	55	102/62	60	14	93	37.4	0	Alert	102/62 60 14 93	Hgb 12.8, Hct 36.0, Wbc 7.2	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
13	Benjamin Taylor	40	M	175	75	128/88	78	19	98	38.0	2	Alert	128/88 78 19 98	Hgb 15.2, Hct 46.0, Wbc 10.8	Chest X-ray	Aspirin, Ibuprofen	Stable	1 week	Discharged	Referral to PCP	Follow-up in 1 week	
14	Sophia Harris	58	F	160	60	108/68	62	15	94	37.5	0	Alert	108/68 62 15 94	Hgb 13.2, Hct 37.0, Wbc 7.8	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
15	Lucas Thompson	32	M	178	80	132/92	86	20	99	38.1	3	Agitated	132/92 86 20 99	Hgb 16.2, Hct 48.0, Wbc 12.2	CT Head	Ativan, Valium	Stable	3 days	Discharged	Referral to Psychiatrist	Follow-up in 3 days	
16	Mia Robinson	45	F	165	65	112/72	70	17	96	37.6	1	Alert	112/72 70 17 96	Hgb 14.2, Hct 40.0, Wbc 9.2	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
17	Ethan Clark	55	M	172	72	142/98	90	22	97	38.2	4	Confused	142/98 90 22 97	Hgb 17.2, Hct 50.0, Wbc 15.2	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
18	Ava Lewis	28	F	158	58	104/64	61	15	94	37.4	0	Alert	104/64 61 15 94	Hgb 12.9, Hct 37.0, Wbc 7.3	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
19	Noah Walker	42	M	175	75	126/86	76	19	98	37.9	2	Alert	126/86 76 19 98	Hgb 15.4, Hct 46.0, Wbc 10.6	Chest X-ray	Aspirin, Ibuprofen	Stable	1 week	Discharged	Referral to PCP	Follow-up in 1 week	
20	Isabella Young	50	F	162	62	116/76	72	17	96	37.7	1	Alert	116/76 72 17 96	Hgb 14.8, Hct 41.0, Wbc 9.8	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
21	Liam Hall	35	M	178	82	138/98	90	21	99	38.2	3	Agitated	138/98 90 21 99	Hgb 16.8, Hct 49.0, Wbc 12.8	CT Head	Ativan, Valium	Stable	3 days	Discharged	Referral to Psychiatrist	Follow-up in 3 days	
22	Charlotte King	48	F	165	65	114/74	71	17	96	37.6	1	Alert	114/74 71 17 96	Hgb 14.4, Hct 40.0, Wbc 9.4	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
23	James Scott	52	M	170	70	148/102	94	24	98	38.4	5	Confused	148/102 94 24 98	Hgb 18.0, Hct 52.0, Wbc 16.0	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
24	Amelia Green	26	F	156	56	106/66	63	16	95	37.5	0	Alert	106/66 63 16 95	Hgb 13.1, Hct 37.0, Wbc 7.6	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
25	Benjamin Nelson	40	M	175	75	130/90	80	20	99	38.0	2	Alert	130/90 80 20 99	Hgb 15.8, Hct 47.0, Wbc 11.0	Chest X-ray	Aspirin, Ibuprofen	Stable	1 week	Discharged	Referral to PCP	Follow-up in 1 week	
26	Harper Baker	55	F	160	60	110/70	65	16	94	37.4	0	Alert	110/70 65 16 94	Hgb 13.3, Hct 38.0, Wbc 8.0	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
27	Oliver Nelson	30	M	178	80	135/95	88	21	99	38.1	3	Agitated	135/95 88 21 99	Hgb 16.5, Hct 49.0, Wbc 12.5	CT Head	Ativan, Valium	Stable	3 days	Discharged	Referral to Psychiatrist	Follow-up in 3 days	
28	Emily Carter	45	F	165	65	118/78	72	17	96	37.7	1	Alert	118/78 72 17 96	Hgb 14.5, Hct 41.0, Wbc 9.5	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
29	Lucas Evans	58	M	172	72	150/105	96	25	98	38.5	6	Confused	150/105 96 25 98	Hgb 18.5, Hct 53.0, Wbc 17.0	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
30	Ava Foster	28	F	158	58	108/68	64	16	96	37.6	0	Alert	108/68 64 16 96	Hgb 13.4, Hct 39.0, Wbc 8.2	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
31	Noah Grant	42	M	175	75	132/92	82	20	99	38.0	2	Alert	132/92 82 20 99	Hgb 16.0, Hct 48.0, Wbc 11.5	Chest X-ray	Aspirin, Ibuprofen	Stable	1 week	Discharged	Referral to PCP	Follow-up in 1 week	
32	Isabella Hill	50	F	162	62	120/80	75	18	97	37.8	1	Alert	120/80 75 18 97	Hgb 15.0, Hct 45.0, Wbc 10.0	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
33	Liam King	35	M	178	82	140/100	92	22	99	38.2	4	Confused	140/100 92 22 99	Hgb 17.8, Hct 51.0, Wbc 15.8	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
34	Charlotte Lee	48	F	165	65	122/82	78	19	98	37.9	1	Alert	122/82 78 19 98	Hgb 15.5, Hct 46.0, Wbc 10.5	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
35	James Miller	52	M	170	70	152/110	100	26	99	38.6	7	Confused	152/110 100 26 99	Hgb 19.0, Hct 54.0, Wbc 18.0	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
36	Amelia Moore	26	F	156	56	110/70	66	17	97	37.7	0	Alert	110/70 66 17 97	Hgb 13.6, Hct 40.0, Wbc 8.4	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
37	Benjamin Nelson	40	M	175	75	138/98	90	21	99	38.1	3	Agitated	138/98 90 21 99	Hgb 16.8, Hct 49.0, Wbc 12.8	CT Head	Ativan, Valium	Stable	3 days	Discharged	Referral to Psychiatrist	Follow-up in 3 days	
38	Harper Olson	45	F	165	65	125/85	80	20	98	38.0	2	Alert	125/85 80 20 98	Hgb 16.2, Hct 48.0, Wbc 11.8	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
39	Lucas Parker	58	M	172	72	160/110	100	28	99	38.7	8	Confused	160/110 100 28 99	Hgb 19.5, Hct 55.0, Wbc 19.0	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
40	Ava Quinn	28	F	158	58	112/72	68	18	98	37.8	0	Alert	112/72 68 18 98	Hgb 13.8, Hct 41.0, Wbc 8.6	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
41	Noah Reed	42	M	175	75	142/102	94	24	99	38.4	5	Confused	142/102 94 24 99	Hgb 18.2, Hct 52.0, Wbc 16.2	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
42	Isabella Scott	50	F	162	62	128/88	82	20	99	38.0	2	Alert	128/88 82 20 99	Hgb 16.5, Hct 49.0, Wbc 12.5	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
43	Liam Taylor	35	M	178	82	145/105	96	25	99	38.6	7	Confused	145/105 96 25 99	Hgb 19.8, Hct 56.0, Wbc 19.8	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
44	Charlotte White	48	F	165	65	130/90	85	21	99	38.1	3	Agitated	130/90 85 21 99	Hgb 17.0, Hct 50.0, Wbc 14.0	CT Head	Ativan, Valium	Stable	3 days	Discharged	Referral to Psychiatrist	Follow-up in 3 days	
45	James Wilson	52	M	170	70	155/115	105	27	99	38.8	9	Confused	155/115 105 27 99	Hgb 20.0, Hct 57.0, Wbc 20.0	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
46	Amelia Young	26	F	156	56	115/75	69	18	98	37.9	0	Alert	115/75 69 18 98	Hgb 14.0, Hct 42.0, Wbc 9.0	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
47	Benjamin Zane	40	M	175	75	148/108	98	26	99	38.7	8	Confused	148/108 98 26 99	Hgb 20.2, Hct 58.0, Wbc 20.2	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
48	Harper Adams	45	F	165	65	135/95	90	22	99	38.2	4	Confused	135/95 90 22 99	Hgb 17.5, Hct 51.0, Wbc 15.5	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
49	Lucas Baker	58	M	172	72	165/115	105	29	99	38.9	9	Confused	165/115 105 29 99	Hgb 20.5, Hct 59.0, Wbc 20.5	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
50	Ava Carter	28	F	158	58	118/78	72	19	99	38.0	1	Alert	118/78 72 19 99	Hgb 14.2, Hct 43.0, Wbc 9.2	ECG	Atorvastatin, Metoprolol	Stable	1 month	Discharged	Referral to Cardiologist	Follow-up in 1 month	
51	Noah Evans	42	M	175	75	150/110	100	28	99	38.8	9	Confused	150/110 100 28 99	Hgb 20.8, Hct 60.0, Wbc 20.8	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
52	Isabella Foster	50	F	162	62	140/100	92	22	99	38.2	4	Confused	140/100 92 22 99	Hgb 17.8, Hct 51.0, Wbc 15.8	Abdominal Ultrasound	Metformin, Lisinopril	Stable	2 weeks	Discharged	Referral to Endocrinologist	Follow-up in 2 weeks	
53	Liam Grant	35	M	178	82	152/112	102	28	99	39.0	10	Confused	152/112 102 28 99	Hgb 21.0, Hct 61.0, Wbc 21.0	Brain MRI	Levetiracetam, Phenytoin	Stable	4 weeks	Discharged	Referral to Neurologist	Follow-up in 4 weeks	
54																						