

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**  
**BIOMÉDICA**

**SAMARA PAVAN SOUZA**

**Avaliação dos procedimentos de segurança e exposição  
ocupacional para procedimentos de radiologia  
intervencionista em embolização de artéria uterina**

**UBERLÂNDIA, MG**

**2020**

**Samara Pavan Souza**

**Avaliação dos procedimentos de segurança e exposição  
ocupacional para procedimentos de radiologia  
intervencionista em embolização de artéria uterina**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Sistemas Computacionais e Dispositivos Aplicados à saúde.

Orientador: Prof. Dr. Lucio Pereira Neves

**UBERLÂNDIA, MG**

**2020**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S729 2020	<p>Souza, Samara Pavan, 1993- Avaliação dos procedimentos de segurança e exposição ocupacional para procedimentos de radiologia intervencionista em embolização de artéria uterina [recurso eletrônico] / Samara Pavan Souza. - 2020.</p> <p>Orientador: Lucio Pereira Neves. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Biomédica. Modo de acesso: Internet. Disponível em: <a href="http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.783">http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.783</a> Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Engenharia biomédica. I. Neves, Lucio Pereira, 1982- , (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 62:61</p>
--------------	--

Bibliotecárias responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica  
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N, Sala 115 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
 Telefone: (34) 3239-4761 - www.pgeeb.feelt.ufu.br - pgeeb@feelt.ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Biomédica				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 066, PPGEB				
Data:	trinta de novembro de dois mil e vinte	Hora de início:	16 horas	Hora de encerramento:	17h35min
Matrícula do Discente:	11822EBI007				
Nome do Discente:	Samara Pavan Souza				
Título do Trabalho:	Avaliação dos procedimentos de segurança e exposição ocupacional para procedimentos de radiologia intervencionista em embolização de artéria uterina				
Área de concentração:	Engenharia Biomédica				
Linha de pesquisa:	Sistemas Computacionais e Dispositivos Aplicados à Saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Dosimetria para exames de radiodiagnóstico convencional e tomossíntese mamária.				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Google Meet em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, assim composta: Professores Doutores: Linda Viola Ehlin Caldas - IPEN; William de Souza Santos - INFIS/UFU; Lucio Pereira Neves INFIS/UFU orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr. Lucio Pereira Neves, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do

Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Lucio Pereira Neves, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/11/2020, às 17:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **William de Souza Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/11/2020, às 17:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Linda Viola Ehlin Caldas, Usuário Externo**, em 30/11/2020, às 17:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2418155** e o código CRC **1E7C9C58**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser o meu melhor amigo, pelas muitas orações atendidas, por trazer calma em meio às aflições, por ser meu porto seguro, enfim por todas as bênçãos recebidas durante esse período. Foi uma grande jornada, e eu agradeço todos os dias por tê-lo como companhia e pelo seu amor incondicional! Deus é sensacional!!!

Agradeço ao meu orientador e grande amigo, Prof. Dr. Lucio Pereira Neves pela oportunidade de realizar este trabalho, pela sua paciência, pelos seus ensinamentos, pelo bom ânimo e pelos sábios conselhos que jamais esquecerei. Agradeço também a Profa. Dra. Ana Paula Perini, um exemplo de mulher e pesquisadora, obrigada por todas as contribuições com o trabalho, pela valiosa amizade, pelas muitas conversas que sempre me deixaram mais calma e animada. Agradeço aos dois pelas muitas ocasiões em que dividimos um docinho durante uma reunião, isso me fazia um bem danado. É lindo ver o amor e dedicação que vocês têm pela pesquisa, isso sempre me motivou a prosseguir! Agradeço a Deus, por tê-los conhecido. Gratidão por tudo!

Agradeço aos meus pais, Aldo e Mirian, e aos meus irmãos Gustavo, Ricardo e Rodrigo por todas as orações, por sempre terem uma palavra de alegria, conforto, por toda a torcida e colaboração para que este trabalho fosse realizado. Sem vocês, nada disso seria possível. Amo vocês!

Agradeço ao Lucas Menezes, por todo esforço para me animar sempre que eu me entristecia, por toda paciência e compreensão ao longo deste trabalho, pelas contribuições importantes e por sempre me incentivar e acreditar que sou capaz, te amo. Agradeço também a sua família pelo apoio, pelos momentos de descontração, pela torcida, e pelas muitas orações, vocês são maravilhosos.

Aos amigos goianos Dr. Marcos Arruda e Prof. Dr. Antônio Menezes, agradeço pelo entusiasmo, pelas palavras de ânimo e alegria, pela torcida e pela atenção e carinho que sempre tiveram comigo, vocês são muito queridos.

Um agradecimento especial a todos que fazem parte do projeto de extensão Meninas da Física, foi uma alegria poder acompanhar e contribuir com todos vocês. Orgulho-me por fazer parte desse time! Aprendi muito com vocês e o meu desejo é que o grupo continue crescendo e ajudando cada vez mais pessoas! Vocês são show!

Aos amigos do laboratório LInDa, Lucas, Otávio, Paula e Isabela, pelas ajudas com o código, pelos cafezinhos fora de hora que me fizeram muito bem, pelos momentos de descontração. Ao Eduardo e Diogo por todo o auxílio durante a pesquisa, por dividirem comigo os seus conhecimentos. Gratidão a Monique França, sempre tão dedicada em tudo que fez, meu braço direito durante a pesquisa, fico muito feliz por ter a sua amizade para além da área acadêmica, obrigada por tudo. Meus queridos foi um privilégio poder contar com a ajuda de vocês.

Aos amigos do laboratório BioLab, Ana Clara, Mariana, Amanda Medeiros, Amanda Rosa, Rubens, Gabriela, Ronaldo, Bruno, Pedro, obrigada por deixarem os meus dias mais leves e felizes!!! De vez em quando, tudo o que eu precisava era de um de vocês chamando para tomar açaí e bater um papo! Vocês são nota 10!

Aos amigos da UFU que levarei para a vida, Thalena, Pedro, Nathália, Alaine, Ana Luísa, Maria Luiza, Melissa, Evelyn, Adriane, Carla, Cassia e Rafael, obrigada por serem luz na minha vida! Agradecimento especial à uma amiga que o mestrado me trouxe e que foi quem compartilhou sua casa comigo neste último ano, Daniela Carvalho, meu coração transborda de gratidão por saber da sua amizade! Deus foi muito generoso me dando você de presente, que Ele continue abençoando a sua vida e da Cacauzinha, e encha o seu coração de alegria, aprendi muito com você, obrigada por tudo!

Agradeço ao Prof. Dr. Richard Kramer, da Universidade Federal de Pernambuco, por fornecer os objetos simuladores antropomórficos virtuais utilizados neste trabalho, muito obrigada.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia, ao PPGEB, ao secretário Edson por todo auxílio sempre que precisei, e a todos os professores que tive o privilégio de conhecer e aprender mais.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro durante a pesquisa. À FAPEMIG pelo auxílio financeiro por meio dos Projetos Demanda UNIVERSAL FAPEMIG nº APQ-02934-15 e APQ-03049-15. Ao CNPq pelo apoio financeiro mediante os Projetos UNIVERSAL CNPq nº421603/2016-0 e 420699/2016-3.

Obrigada a todos, Deus abençoe cada um de vocês!!!

*“Ele realiza maravilhas insondáveis e milagres que não se pode contar. ”*

Bíblia Sagrada, Jó 5:9.

## RESUMO

Miomas uterinos podem ser definidos como tumores benignos que atingem quase metade das mulheres em idade fértil, podendo ser classificados como assintomáticos ou sintomáticos. Entre as técnicas para tratamento de miomas, existe a embolização de artéria uterina, estudada neste trabalho. A embolização consiste em um procedimento realizado de forma minimamente invasiva, proporcionando vantagens como menor tempo de internação, menos riscos de infecção, e preservação do sistema reprodutor. Todo o procedimento é realizado em sala de hemodinâmica e com o uso de radiação X para guiar o cateter até o local desejado. As doses de radiação provenientes da técnica variam de acordo com a experiência do profissional, a quantidade e localização desses tumores, colimação do feixe de radiação e o tempo total de duração do procedimento. Neste trabalho, foram obtidas computacionalmente, através do método Monte Carlo, com o código MCNPX, os valores das doses equivalentes e efetivas para os IOE e a paciente. Foi simulada uma sala de hemodinâmica com 3 objetos simuladores antropomórficos virtuais femininos (FASH) representando a médica, a assistente e a paciente. Foram simuladas 3 projeções: PA, LAO45, RAO45, campos de 20×20 cm<sup>2</sup>, 25×25 cm<sup>2</sup> e 32×32 cm<sup>2</sup>, com tensões de 70 kV, 80 kV, 90 kV e 100 kV com espectros gerados com o software IPeM SRS 78 (alvo de tungstênio e filtração de 2,1 mmAl). Para verificar a eficiência dos equipamentos de proteção, foram simulados cenários onde os trabalhadores não estavam utilizando equipamentos de proteção e cenários onde foi feito uso da cortina plumbífera, protetor de cérebro e tireoide, avental e óculos plumbíferos. Foi observado que à medida que o campo e a tensão aumentaram, maiores foram as doses recebidas tanto pela paciente quanto pelos IOE, reforçando a importância de colimação do feixe e redução da tensão sempre que possível. A projeção que proporcionou as maiores doses para a paciente foi a PA, e a maior dose efetiva foi obtida com campo de 32×32 cm<sup>2</sup> e tensão de 100 kV, no valor de 3,64E3 μSv (±0,08%). Os órgãos que receberam maior dose equivalente foram o útero 2,20E4 μSv (±0,09%), bexiga 1,79E4 μSv (±0,11%), ovários, 1,36E4 μSv (±0,20%), que são os órgãos que estavam mais próximos ao feixe primário de radiação. Os órgãos que receberam as menores doses foram lente dos olhos 4,25E-1 μSv (±17,86%), seguido pelas glândulas salivares 1,15E1 μSv (±1,85%), e pelos demais tecidos 5,49E1 μSv (±0,01%). Considerando o cenário sem o uso de equipamentos de proteção, a projeção que proporcionou as maiores doses foi a LAO45, com o campo de 32×32 cm<sup>2</sup> e tensão de 100 kV a maior dose efetiva foi recebida pela médica 4,57E2 μSv (±0,15%), sendo que a assistente recebeu 4,11E2 μSv (±0,13%), porém, quando foram utilizados os EPI e EPC, as doses foram reduzidas para 1,57E1 μSv (±1,02%) e 1,45E1 μSv (±0,80%) para a médica e assistente, respectivamente. Conclui-se que para o cenário sem equipamentos de proteção a médica recebeu uma dose 9% maior que a assistente, por estar mais próxima à paciente. Para o cenário com EPI, a enfermeira recebeu uma dose 9,3% maior que a médica devido ao fato de sua localização na sala não estar protegida pela cortina de chumbo. Quando a médica não estava usando EPI, foi percebido um aumento de 317% na dose. Nesta mesma situação, assistente recebeu uma dose 382% maior.

**Palavras-chave:** Miomas uterinos, radiação ionizante, simulação Monte Carlo, proteção radiológica, exposição ocupacional.

## ABSTRACT

Uterine fibroids can be defined as benign tumors that affect almost half of women of reproductive age. It can be classified as asymptomatic or symptomatic. Among the myoma treatment techniques, uterine artery embolization, studied in this work, stands out. The embolization consists of a procedure performed in a minimally invasive manner, bringing advantages such as shorter hospital stay, lower infection risk and preservation of the reproductive system. The entire procedure is performed in a hemodynamic room with X radiation to guide the catheter to the desired location. The radiation doses may vary according to the professional's experience, the quantity and location of these tumors, the collimation of the radiation beam and the total duration of the procedure. In this work the equivalent and effective dose values for the IOE and the patient were computationally obtained, using the Monte Carlo method, with the MCNPX code. A hemodynamic room was simulated with 3 female virtual anthropomorphic phantoms (FASH) representing the physician, medical assistant and patient. Three projections were simulated: PA, LAO45, RAO45, with field sizes  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ ,  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  and  $32 \times 32 \text{ cm}^2$ , and tube voltages of 70 kV, 80 kV, 90 kV and 100 kV generated with the IPEM SRS 78 software (tungsten target and 2.1 mmAl filtration). To verify the efficiency of the protective equipment, scenarios were simulated in which workers were not wearing protective equipment and scenarios in which lead curtains, brain and thyroid protectors, aprons and lead glasses were used. It was observed that with higher field sizes and tube voltages, higher doses were received by the patient and staff, reinforcing the importance of collimating the beam and reducing the tube voltages whenever possible. The projection that provided the highest doses for the patient was the PA, and the highest effective dose,  $3.64\text{E}3 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.08\%$ ), was obtained with a field size of  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  and a tube voltage of 100 kV. The organs that received the highest equivalent dose were the uterus  $2.20\text{E}4 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.09\%$ ), bladder  $1.79\text{E}4 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.11\%$ ), ovaries  $1.36\text{E}4 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.20\%$ ), which are the organs closest to the primary radiation beam. The organs that received the lowest doses were the eye lenses  $4.25\text{E}-1 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 17.86\%$ ), followed by the salivary glands  $1.15\text{E}1 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 1.85\%$ ), and the remaining tissues  $5.49\text{E}1 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.01\%$ ). Considering the scenario without the use of protective equipment, the LAO45 projection provided the highest doses, with a field size of  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  and a tube voltage of 100 kV. The highest effective dose was received by the physician  $4.57\text{E}2 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.15\%$ ), and the medical assistant received  $4.11\text{E}2 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.13\%$ ). However, when all protective equipment was used, the doses reduced to  $1.57 \text{E}1 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 1.02\%$ ) and  $1.45\text{E}1 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0.80\%$ ), for the physician and medical assistant respectively. It was possible to conclude that for the scenario without the protective equipment, the physician received a dose 9% higher than the medical assistant, as it is closer to the patient. For the scenario with PPE, the medical assistant received a 9.3% higher dose than the physician, mainly due to the fact that its location in the room is not protected by the lead curtain. When the physician does not wear the personal protective equipment, a dose increase of 317% was noticed. In this situation, the medical assistant received a 382% higher dose.

**Keywords:** Uterine fibroids, ionizing radiation, Monte Carlo simulation, radiation protection, occupational exposure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do útero e da localização dos 3 tipos de miomas. Adaptado [VARELLA, acesso em 2020] .....	20
Figura 2: Esquema ilustrativo de EAU. Modificada de [STEWART, 2015] .....	25
Figura 3: Representação do Espalhamento Compton. Modificado de [TAUHATA <i>et al.</i> , 2013].....	30
Figura 4: Representação esquemática do Efeito Fotoelétrico. Modificado de [TAUHATA <i>et al.</i> , 2013] .....	30
Figura 5: Avental de proteção utilizado em hemodinâmica, com proteção de 0,5mm de chumbo na frente e 0,25 mm atrás. Imagem retirada de [KONEX, 2020]. .....	40
Figura 6: Protetor de tireoide utilizado em hemodinâmica, com espessura de 0,5 mm de chumbo. Imagem retirada de [Grupo GRX, 2020]. .....	41
Figura 7: Óculos plumbíferos com proteção lateral contra radiação. Imagem retirada de [GABAMED, 2020]. .....	41
Figura 8: Representação do modelo feminino FASH, utilizado nesse trabalho. Figura retirada de [CASSOLA <i>et al.</i> , 2009]. .....	45
Figura 9: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção LAO45, sem EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) carrinho auxiliar; 4) monitores; 5) Intensificador de imagens; 6) paciente; 5) mesa cirúrgica; 8) tubo de raios X. ....	48
Figura 10: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção RAO45, sem EPI. Sendo: 1) assistente; 2) paciente; 3) intensificador de imagens; 4) médica; 5) carrinho auxiliar; 6) monitores; 7) tubo de raios X; 8) mesa cirúrgica .....	49
Figura 11: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção PA, sem EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) carrinho auxiliar; 4) monitores; 5) Intensificador de imagens; 6) paciente; 7) mesa cirúrgica; 8) tubo de raios X .....	49
Figura 12: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção LAO45, com EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) paciente; 4) tubo de raios X; 5) mesa cirúrgica; 6) intensificador de imagens; 7) monitores; 8) protetor de cérebro, 9) protetor de tireoide, 10) carrinho auxiliar; 11) protetor de cérebro; 12) protetor de tireoide; 13) avental de proteção .....	50
Figura 13: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção RAO45, com EPI. Sendo: 1) assistente; 2) paciente; 3) médica; 4) tubo de raios X; 5) cortina de chumbo; 6) mesa cirúrgica; 7) carrinho auxiliar; 8) monitores; 9) avental de proteção; 10) protetor de cérebro; 11) protetor de tireoide; 12) intensificador de imagens; 13) protetor de cérebro; 14) avental de proteção; 15) protetor de tireoide .....	50
Figura 14: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção PA, com EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) cortina de chumbo; 4) tubo de raios X; 5) mesa cirúrgica; 6) paciente; 7) intensificador de imagens; 8) monitores; 9) avental de proteção; 10) protetor de cérebro; 11) protetor de tireoide; 12) carrinho auxiliar; 13) protetor de cérebro; 14) protetor de tireoide; 15) avental de proteção .....	51

Figura 15: Vista da sala de RI inserida no programa. Sendo: 1) porta de entrada de funcionários; 2) vidro plumbífero; 3) carrinho auxiliar; 4) porta de entrada de pacientes; 5) mesa cirúrgica; 6) tubo de raios X; 7) intensificador de imagem; 8) monitores.....	53
Figura 16: Vista superior da sala de RI inserida no programa. Sendo: 1) porta de entrada de funcionários; 2) vidro plumbífero; 3) carrinho auxiliar; 4) porta de entrada de pacientes; 5) mesa cirúrgica; 6) monitores; 7) intensificador de imagem.....	54
Figura 17: Gráfico da Dose Efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para a paciente, quando a equipe médica usou ou não, os equipamentos de proteção. ....	56
Figura 18: Gráfico da Dose Efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para a médica e assistente quando não foram usados os equipamentos de proteção. ....	57
Figura 19: Gráfico da Dose Efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para a médica e assistente quando foram usados os equipamentos de proteção. ....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fatores de peso da radiação recomendados pela ICRP-103 [ICRP-103, 2007]. .....	37
Tabela 2: Fatores de ponderação para órgãos e tecidos, de acordo com a ICRP-103 [ICRP-103, 2007]. .....	38

## LISTA DE SIGLAS

CA	Certificado de Aprovação
CC	Coeficientes de Conversão
EAU	Embolização de Artéria Uterina
EPC	Equipamentos de proteção coletiva
EPI	Equipamentos de proteção individual
FA	<i>Female Adult</i>
FASH	<i>Female Adult MeSH</i>
FAX	<i>Female Adult VoXel</i>
FEBRASGO	Federação Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia
Gy	<i>Gray</i>
IOE	Indivíduos Ocupacionalmente Expostos
ICRP	<i>Internacional Commission on Radiological Protection</i>
LAO45	Projeção oblíquo anterior esquerda em 45°
MA	<i>Male Adult</i>
MASH	<i>Male Adult meSH</i>
MAX	<i>Male Adult voXel</i>
MCNP	<i>Monte Carlo N-Particle</i>
MCNPX	<i>Monte Carlo N-Particle eXtended</i>
NR	Norma Regulamentadora
PA	Projeção póstero-anterior
PKA	Produto Kerma-área
PCQ	Programa de Garantia e Qualidade
RAO45	Projeção oblíquo anterior direita em 45°
RI	Radiologia Intervencionista
RM	Ressonância Magnética
Sv	<i>Sievert</i>
TC	Tomografia Computadorizada
TIPS	<i>Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt</i>
US	Ultrassonografia

## SUMÁRIO

<b>1. CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO E OBJETIVOS</b> .....	16
<b>2. CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
2.1 Miomas uterinos .....	19
2.1.1 <i>Diagnóstico dos miomas uterinos</i> .....	21
2.1.2 <i>Tratamento dos miomas uterinos</i> .....	22
2.1.3 <i>Embolização de artéria uterina</i> .....	23
2.2 Radiologia Intervencionista.....	26
2.2.1 <i>Neurorradiologia intervencionista</i> .....	27
2.2.2 <i>Cardiologia intervencionista</i> .....	27
2.2.3 <i>Radiologia vascular intervencionista</i> .....	28
2.3 Interação da radiação com a matéria .....	29
2.3.1 <i>Espalhamento Rayleigh</i> .....	29
2.3.2 <i>Espalhamento Compton</i> .....	29
2.3.3 <i>Efeito fotoelétrico</i> .....	30
2.4 Proteção Radiológica.....	31
2.4.1 <i>Princípios básicos de proteção radiológica</i> .....	34
2.4.2 <i>Fatores básicos de proteção radiológica</i> .....	35
2.5 Grandezas dosimétricas .....	36
2.5.1 <i>Dose absorvida</i> .....	36
2.5.2 <i>Dose equivalente</i> .....	36
2.5.3 <i>Dose efetiva</i> .....	37
2.5.4 <i>Produto kerma-área (Pka)</i> .....	39
2.6 Equipamentos de proteção Individual e Coletiva .....	39
2.7 Simulação de Monte Carlo .....	42
2.8 Objetos simuladores virtuais .....	43
<b>3. CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	46
3.1 Características gerais da simulação .....	46
3.2 Coeficientes de Conversão (CC) .....	46
3.3 Cenário modelado para estudos .....	48
<b>4. CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	55
4.1 Doses recebidas pela paciente .....	55
4.2 Doses recebidas pelos IOE sem o uso de EPI .....	57
4.3 Doses recebidas pelos IOE com o uso de EPI .....	58
<b>5. CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES</b> .....	60
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62
<b>APÊNDICE A</b> .....	83

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A área da radiologia responsável por realizar estudos e tratamentos com imagens obtidas em movimento e instantaneamente é chamada de radiologia intervencionista (RI) [CANEVARO, 2009; AZEVEDO, 2020]. Nessa área, são realizados procedimentos de forma minimamente invasiva e as imagens são obtidas com diferentes técnicas, como ultrassonografia, tomografia computadorizada, fluoroscopia entre outros. Alguns dos procedimentos são angioplastia coronária, diagnóstico e tratamento de aneurismas cerebrais através de embolização, colangiografias, estudo do fluxo sanguíneo em todo o corpo com arteriografias e angiografias e embolização de artéria uterina [CANEVARO, 2019].

A radiologia vascular é uma área da RI responsável por tratar e diagnosticar lesões em veias e artérias do corpo que não sejam do coração e do cérebro, como exemplo: estudos de vasos e artérias do trato intestinal, embolização de artéria prostática [JUNG *et al.*, 2019], *Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt (TIPS)* [KISILEVZKY, MARTINS, 2003], embolização arterial pulmonar [UFLACKER, 1992] e embolização de artéria uterina, que será discutida com mais detalhes neste trabalho [McLUCAS *et al.*, 1996; WORTHINGTON-KIRSCH *et al.*, 1998].

Miomas uterinos são tumores benignos que atingem mais de 70% das mulheres em idade fértil [BAIRD *et al.*, 2003], os miomas podem ser assintomáticos ou sintomáticos. Os miomas sintomáticos causam diferentes tipos de desconforto, como: sangramento anormal, dores na região pélvica, inchaço, anemia por diminuição de ferro, entre outros [MARSHALL *et al.*, 1997]. Existem diversas formas de tratamento para miomas, uma delas é a embolização de mioma uterino [BRUNEREAU *et al.*, 2000].

A embolização de mioma uterino consiste em um procedimento minimamente invasivo [STEWART, 2015], com o objetivo de melhorar os desconfortos que os miomas ocasionam. É uma técnica que vem sendo cada vez mais realizada devido aos muitos benefícios, como preservação da função reprodutora, rápida recuperação, menor chance

de infecções devido ao tempo de internação entre outros.

Nestes procedimentos, a imagem é formada por meio da interação de radiação X com os tecidos [MARTINS, PAULA, 2011]. O equipamento de fluoroscopia opera em modos diferentes, sendo eles: modo contínuo e o modo pulsado, no modo pulsado é possível alterar o número de pulsos por segundo. O modo pulsado é responsável pela diminuição da exposição tanto para o paciente quanto para a equipe médica, além de melhorar a qualidade da imagem [CANEVARO, 2019].

De acordo com a literatura, Thomas Alva Edson, em 1896, foi quem criou o equipamento de fluoroscopia, e desde então, a radiologia intervencionista tem evoluído bastante [PITORRI, 2013]. Devido aos avanços tecnológicos na informática e na medicina, a técnica de imagens foi revolucionada com a invenção do intensificador de imagens, cuja função é de converter raios X em luz visível e aumentar sua intensidade [AZEVEDO, 2020; CANEVARO, 2019].

As doses envolvidas em cada exposição são baixas, mas, devido ao longo tempo de exposição à radiação ionizante, e número elevado de exposições aos pacientes e equipe médica, as doses de radiação em cada procedimento podem ser altas. Desta maneira, faz-se necessária a monitoração das exposições, com o objetivo de diminuir os valores de doses recebidos, sem afetar a boa qualidade da imagem, ou o andamento dos procedimentos [COSTA *et al.*, 2009; LUZ *et al.*, 2007; PADOVANI, RODELLA, 2001].

O princípio ALARA é um conceito reconhecido internacionalmente, e é aplicado em radiologia [ICRP 103, 2007]. Este princípio diz que a dose de radiação recebida pelos pacientes deve ser “*tão baixa quanto razoavelmente exequível*”, originalmente em inglês “*As Low As Reasonably Achievable*”. No Brasil, a Instrução Normativa - 53 da Resolução RDC nº330 do Ministério da Saúde dispõe sobre requisitos sanitários para garantir a qualidade e segurança em fluoroscopia e RI [MS - RDC 330, 2019].

O capítulo 2 da RDC nº330 diz respeito aos procedimentos em RI, tais como tempo de exame e equipamento de proteção adequado a ser utilizado, visando diminuir a dose de radiação recebida por todos os envolvidos durante o exame. Exige alguns documentos como o Programa de Garantia e Qualidade (PGQ), Programa de Proteção Radiológica que deve ser utilizado em unidades que realizem técnicas angiográficas, a

fim de monitorar as doses recebidas, o funcionamento dos equipamentos e a qualidade da imagem [MS - RDC 330, 2019].

Atualmente, além dos típicos equipamentos de proteção individual e coletiva feitos de chumbo, surgiram EPI e EPC de diferentes materiais que prometem a mesma eficácia e com a vantagem de serem mais leves e menos prejudiciais ao meio ambiente, como por exemplo os feitos de tungstênio, bismuto e outras combinações [KIM *et al.*, 2016; KIJIMA *et al.*, 2019; CHATTERSON *et al.*, 2011].

Esse projeto teve como objetivo geral avaliar as doses de radiação dos profissionais durante procedimentos de embolização uterina. Também foram avaliadas as doses absorvidas na paciente. Estas foram determinadas para todos os órgãos com importância dosimétrica. Esta avaliação foi realizada computacionalmente utilizando o código MCNPX [PELOWITZ, 2011] e objetos simuladores antropomórficos virtuais [CASSOLA *et al.*, 2011]. Os valores encontrados servirão de base de referência para profissionais da área, levando em conta que é difícil ou impossível fazer as medições experimentais nos órgãos e tecidos.

Os objetivos específicos deste trabalho constituíram:

- i) Avaliação das doses de radiação aos profissionais expostos durante procedimentos de embolização uterina;
- ii) Cálculo dos valores de dose absorvida nos diferentes órgãos e tecidos presentes nos objetos simuladores antropomórficos virtuais;
- iii) Avaliação dos equipamentos de proteção mais utilizados pelos profissionais durante os procedimentos;
- iv) Avaliação dos resultados e comparação com a literatura.

## CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Miomas uterinos

Matthew Baillie foi quem definiu os miomas pela primeira vez, em 1973 [BUTTRAM, VEASY, 1986]. Segundo ele, eram tumores que tinham formatos arredondados e eram sólidos. Atualmente, os miomas podem ser descritos como tumores benignos que nascem na parede uterina [ISLAM *et al.*, 2013] e são formados por células organizadas e são estimulados a crescer na presença do hormônio feminino chamado estrogênio [CHIAFFARINO *et al.*, 2016], possuem tamanhos e formas variados e acometem mulheres em idade fértil [MÄKINEN *et al.*, 2011].

De acordo com a Federação Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia (FEBRASGO), 80% das mulheres possuem miomas em idade fértil [FEBRASGO, 2020]. Outros estudos sugerem taxas de aproximadamente 40% - 60% e 70% - 80%, em mulheres com idades de 35 e 50 anos, respectivamente [BAIRD, *et al.*, 2003; OKOLO, 2008]. Já Lumsden relata haver entre 20% até 40% de acometimento entre mulheres férteis, porém, considera que esse valor possa estar subestimado [LUMSDEN, WALLACE, 1998].

Os miomas podem ser classificados em assintomáticos e sintomáticos, dependendo da quantidade, do tamanho e da localização [WALLACH, VLAHOS, 2004]. No caso dos sintomáticos, os sintomas podem variar como: cólicas pélvicas, dores abdominais, aumento do abdômen, alteração do fluxo menstrual até sangramentos severos, anemia, vontade de urinar frequentemente, dores ao ter relações sexuais, entre outros [DIVAKAR, 2008; STEWART, 2015]. Na literatura os miomas uterinos podem ser classificados em 3 grupos: subseroso, intramural e submucoso, mostrados na figura 1.

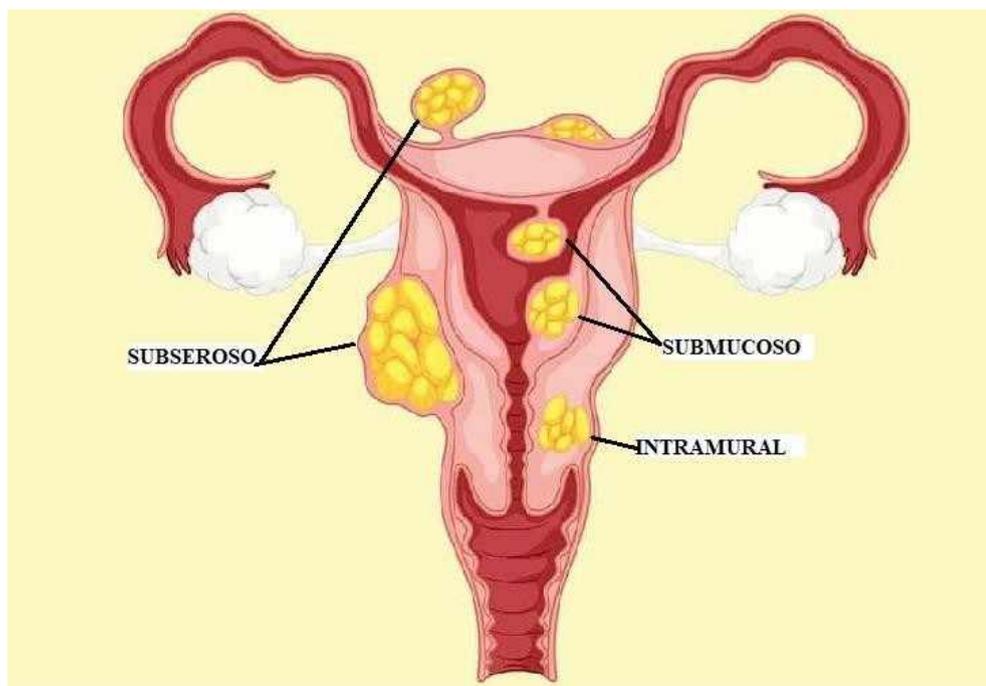


Figura 1: Representação do útero e da localização dos 3 tipos de miomas. Adaptado [VARELLA, acesso em 2020].

O mioma que se localiza na parte externa do útero é classificado como subseroso, é o que menos causa complicações e que não provoca sangramentos. Porém, é recomendado tratamento cirúrgico quando esse é muito grande, pois conforme aumento do mioma, alguns órgãos vão sendo comprimidos, como a bexiga e a vagina. Um sintoma recorrente desse mioma é dor ao ter relações sexuais [DONNEZ, DOLMANS, 2016].

Quando a localização do mioma é na parede do músculo uterino, ele é chamado de intramural. É um mioma que não provoca tanto sangramento, porém, por estar num músculo do útero, ele induz muita contração, principalmente no período menstrual, gerando cólicas. Se crescer muito, pode abaular o endométrio e provocar abortos e outras complicações durante a gravidez [SUNKARA *et al.*, 2010].

Já o mioma classificado como submucoso, é aquele que se encontra dentro da cavidade uterina, no endométrio. Esse mioma é o que mais apresenta reações adversas nas mulheres, é o que mais sangra, mais causa hemorragias e pode interferir na fertilidade da mulher, no sentido de ele funcionar como uma barreira que não deixa o embrião se o implantar no útero [LASMAR *et al.*, 2004].

Estudos sugerem que alguns fatores podem aumentar a ocorrência de miomas, como por exemplo, mulheres na faixa dos 30 a 50 anos são mais propensas a desenvolver miomas do que as mulheres abaixo dessa idade [STEWART *et al.*, 2013] e após a menopausa, que é quando as mulheres param de produzir os hormônios progesterona e estrogênio, não aparecem novos miomas e os existentes tendem a reduzir de tamanho ou desaparecer [MARINO *et al.*, 2004]. Começar a menstruar precocemente e fazer uso de contraceptivos antes dos 16 anos também podem influenciar no aparecimento de miomas [HODGE *et al.*, 2009].

Outros estudos relatam que o aparecimento de miomas é mais comum e de grau de severidade maior em mulheres negras [TARAN *et al.*, 2010]. Outra pesquisa aponta que os miomas podem ter relação com a hereditariedade [EGGERT *et al.*, 2012]. Além do mais, a ingestão de álcool, dietas ricas em gorduras e carne vermelha e deficientes em verduras e folhas, foram associados a maiores riscos de miomas. Mulheres que engravidam em idade mais jovem possuem menores chances de possuir miomas, e quanto mais filhos tiver, menor será a probabilidade de ter miomas [DE VIVO *et al.*, 2011].

### **2.1.1 Diagnóstico dos miomas uterinos**

Geralmente quando os miomas são sintomáticos, as pacientes se queixam dos sintomas e já numa consulta de rotina, o médico pode fazer um exame de apalpar a região pélvica e assim pode sentir uma irregularidade no tamanho ou formato do útero. Porém, para um diagnóstico mais eficiente e preciso, são utilizadas diferentes técnicas de imagens, como: Ultrassonografia e Ressonância Magnética [VITIELLO, McCARTHY, 2006].

Um estudo feito com 106 mulheres comparou a eficiência dos exames de Ultrassonografia (US) e Ressonância Magnética (RM), e foi encontrado que ambas as técnicas detectam os miomas, porém, para volumes de útero superiores a 375 ml, a eficiência da ultrassonografia diminuiu consideravelmente. Uma pesquisa avaliou 153 mulheres com volume do útero aumentado e massas pélvicas, que fizeram exame de ressonância magnética antes de serem submetidas às cirurgias e foi constatada uma eficácia de pouco mais de 94% na comprovação dos miomas [STAMATOPOULOS *et*

*al.*, 2012].

- Exame de US: a US transvaginal e/ou abdominal é o primeiro exame que o médico solicita para a confirmação de miomas uterinos. Suas vantagens são o baixo custo, um método seguro, evita exposições do útero à radiação ionizante, e é eficaz também para descartar a possibilidade de outras doenças, além de ser um método totalmente seguro em gestantes [FEDELE *et al.*, 1992]. O sucesso do exame depende, entre outros fatores, do operador do equipamento, que pode ter uma variação de 60% a 99% na eficiência do método [DUEHOLM *et al.*, 2002]. O exame deve ser realizado depois do terceiro ou quarto dia após o final da menstruação, pois assim o útero diminui de tamanho e pode ser avaliado adequadamente.
- Exame de RM: Quando o útero está com tamanho aumentado e/ou quando a paciente possui uma quantidade grande de miomas, é mais indicado o exame de ressonância magnética. Esta técnica também permite verificar o tamanho, o tipo e a localização de tumores. Uma desvantagem do método é o alto custo, que faz com que a sua disponibilidade e conseqüentemente seu uso sejam limitados [WILLIAMS *et al.*, 2011].

Eventualmente pode-se encontrar miomas nos exames de Tomografia Computadorizada (TC) que foram realizados por outros motivos. Porém, a TC não é confiável para diferenciar massas pélvicas de miomas [BECKER *et al.*, 2002], mas pode ser um exame importante para acompanhar os tumores ginecológicos malignos [OKIZUKA *et al.*, 1993].

É válido ressaltar que em alguns casos, o emprego de métodos de diagnóstico concomitantes pode proporcionar resultados mais precisos. Porém, para diagnóstico primário, sempre é utilizada a US transvaginal ou abdominal [KULIGOWSKA *et al.*, 2005].

### **2.1.2 Tratamento dos miomas uterinos**

O tratamento de miomas não é necessário para miomas assintomáticos. Neste

caso, recomenda-se apenas o monitoramento periódico afim de verificar eventuais mudanças, como seu tamanho, por exemplo [PARKER, 2007]. Já os tumores sintomáticos devem ser tratados para melhorar a qualidade e a vida da paciente.

No tratamento de miomas, existem diferentes abordagens, e muitos fatores devem ser levados em consideração, como o tamanho e a quantidade de miomas, se a paciente é jovem ou se já está entrando na menopausa, se a paciente já tem filhos, se deseja ou não engravidar posteriormente, se os miomas são de difícil acesso, dentre outros [CARNEVALE *et al.*, 2007].

Pode-se dividir esses tratamentos em 2 tipos: tratamento clínico, por exemplo tratamento com hormônios; e em outros casos pode ser cirúrgico, como a miomectomia, histerectomia e embolização de artéria uterina [CORLETA *et al.*, 2007]. Neste trabalho será estudada a embolização do mioma uterino.

### ***2.1.3 Embolização de artéria uterina***

A Embolização de Artéria Uterina (EAU) é um procedimento minimamente invasivo que faz parte da radiologia vascular. A EAU permite a isquemia de tumores por embolização [SPIES *et al.*, 2001]. Para melhor compreensão, é preciso entender que o útero possui duas artérias uterinas que o nutrem, essas mesmas artérias possuem ramificações que nutrem os miomas [VOLLENHOVEN *et al.*, 1990]. A EAU inicialmente era utilizada como forma de se evitar ou diminuir hemorragias durante uma cirurgia. Um trabalho publicado no final da década de 70 dissertava sobre a técnica de embolização de artéria uterina para estancar hemorragia durante procedimentos de histerectomia, miomectomia [HEASTON *et al.*, 1979].

Algum tempo depois, Ravina *et al.* (1995) relataram em seu artigo um estudo com 16 mulheres que foram submetidas à EAU antes de cirurgia e apenas duas delas tiveram que passar pela cirurgia após a embolização; na maioria dos casos, praticamente todos os sintomas referentes ao mioma sintomático sumiram [RAVINA *et al.*, 1995].

Todo o procedimento é realizado no centro cirúrgico, em uma sala de hemodinâmica, com uso de raios X (fluoroscopia), para guiar o cateter até a localização

das artérias que irrigam o mioma. A duração do procedimento varia de paciente para paciente, e depende de fatores como: quantidade de miomas, grau de dificuldade de acesso às ramificações que irrigam estes miomas, além da experiência do profissional [PELAGE *et al.*, 2000].

O procedimento de EAU é mostrado na figura 2 [LEE *et al.*, 2010]. Através de uma punção na região da virilha, na artéria femoral direita ou esquerda, é inserido um cateter e injetada uma substância radio opaca e com o auxílio de raios X, é feita uma aortografia inicial para o médico evidenciar todas as ramificações que irrigam o mioma [PRON *et al.*, 2003]. Logo após, é inserido um microcateter para realizar um microcateterismo superseletivo da artéria uterina direita ou esquerda, e então são injetadas microesferas, geralmente com diâmetros de 500  $\mu\text{m}$ , 700  $\mu\text{m}$  ou 900  $\mu\text{m}$ , e tem a função de ocluir esses ramos que irrigam o mioma. Em seguida, após a inserção das microesferas, é realizada uma nova aortografia para conferir que os miomas não estão mais vascularizados [KEUNG *et al.*, 2018].

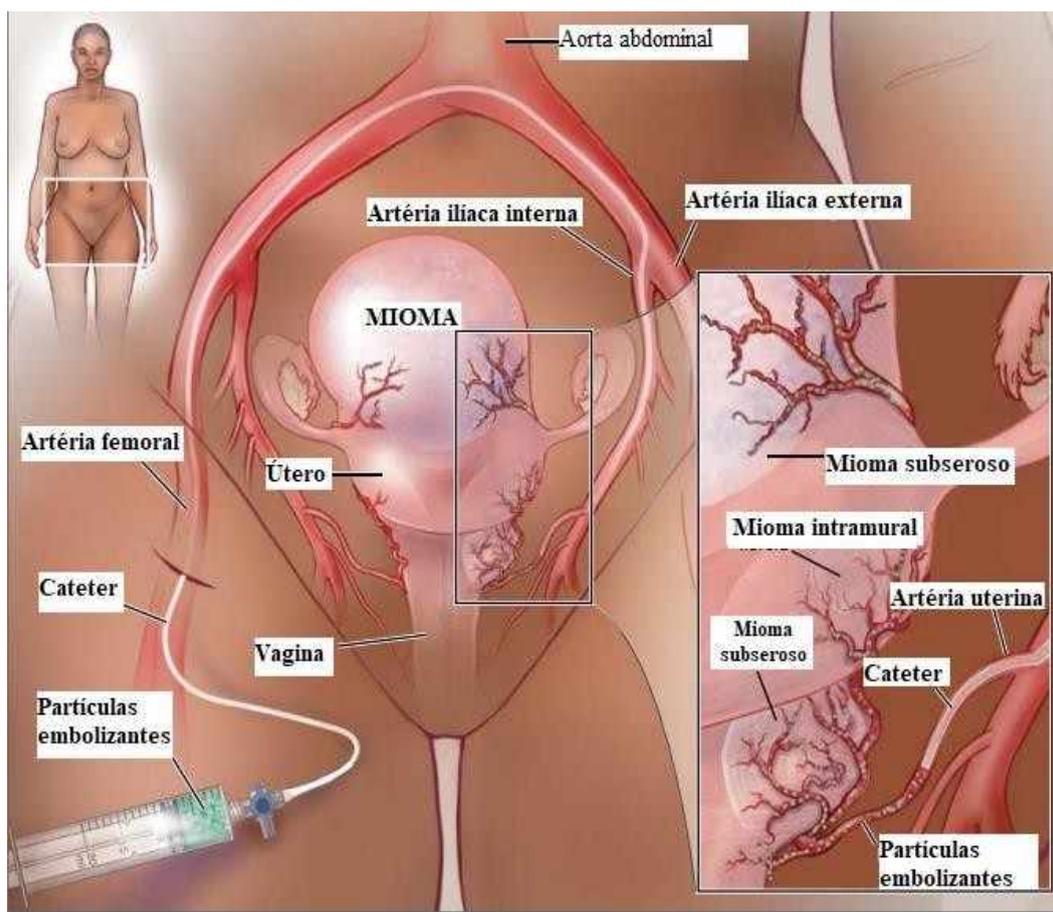


Figura 2: Esquema ilustrativo de EAU. Modificada de [STEWART, 2015].

Sem a vascularização, os miomas necrosam, e podem reduzir em até 50% seu tamanho [JHA *et al.*, 2000], conseqüentemente ocorre a redução do fluxo menstrual, redução do volume do útero e os sintomas de compressão do volume abdominal. Além disso, as hemorragias param e a anemia desaparece [HUTCHINS *et al.*, 1999].

É indicada no caso de muito sangramento, hemorragias, anemia profunda, que são sintomas que provocam incapacidade de realizar atividades habituais [WALKER, PELAGE, 2002]. Pode ser indicada para miomas pequenos, médios e grandes, e principalmente para miomas intramurais. É indicada também para pacientes que desejam preservar o útero e a fertilidade, tendo em vista que em alguns casos, a miomectomia pode trazer deformidades ao útero, e esse problema não ocorre com a embolização [CHRISMAN *et al.*, 2000; TOOR *et al.*, 2012].

Em alguns casos é indicada para pacientes que estão próximas da menopausa as que têm muitos sintomas, ou para aquelas mulheres que possuem uma indicação de

miomectomias que são muito complexas; nesse caso a embolização é realizada para redução dos miomas para que seja feita a intervenção futura e com menos riscos [WALKER, PELAGE, 2002].

Algumas vantagens da EAU são: preservação da capacidade reprodutiva, por se tratar de uma técnica minimamente invasiva, exige um menor tempo de internação (24 horas) o que reduz os riscos de infecções, tempo de recuperação menor, sem cortes [EDWARDS *et al.*, 2007]. Estudos constataram que a EAU é eficiente no tratamento dos miomas e apresenta uma boa taxa de gravidez posterior [BONDUKI *et al.*, 2006; RAVINA *et al.*, 2000].

Um estudo realizado em 2002 por Broder *et al.*, comparou os resultados após tratamento de miomas por duas diferentes técnicas, 51 pacientes por EAU e 30 pacientes por miomectomia, e o resultado foi que aproximadamente 90% dos incômodos dos miomas desapareceram em ambas as técnicas [BRODER *et al.*, 2002].

Uma pesquisa fez uma comparação entre a EAU e a miomectomia, em relação à qualidade de vida; foi comprovado que ambas intervenções proporcionaram uma melhor qualidade de vida; em relação à internação e complicações, a EAU se mostrou mais eficiente, porém, em relação à taxa de reintervenção, os maiores valores foram registrados em pacientes submetidas à EAU [MANYONDA *et al.*, 2012].

## **2.2 Radiologia intervencionista**

A RI é uma subárea da radiologia em que se obtém imagens em movimento e em tempo real empregando radiação X [LUZ *et al.*, 2007]. Os equipamentos de imaginologia são utilizados para realizar intervenções no paciente como: biópsias, embolização, ablações e cateterismos. Esses métodos são sempre guiados por imagens e realizados de maneira minimamente invasiva.

Um dos primeiros artigos publicados na área de RI é do famoso Dr. Dotter, indicado ao prêmio Nobel em medicina no ano de 1978, bastante conhecido como “pai” da RI. O artigo tratava de desobstrução de vasos do coração através de técnica minimamente invasiva. Dotter descreve algumas sugestões sobre a técnica que utilizou

para desobstruir vasos em uma paciente, além de fazer alguns questionamentos que motivaram muitos outros trabalhos e melhorias na RI [DOTTER, JUDKINS, 1964].

Entre as vantagens da RI, pode-se destacar o tempo de internação que geralmente vai até 24 horas, um tempo de retorno mais rápido às atividades normais, menores riscos de infecções hospitalares, ao invés de grandes cortes, são feitas punções do tamanho da ponta de uma caneta, evitando cicatrizes. Atualmente pode-se dividir a RI em três grandes áreas: neurorradiologia intervencionista, cardiologia intervencionista e radiologia vascular.

### **2.2.1 *Neurorradiologia intervencionista***

A neurorradiologia intervencionista se ocupa de todos os procedimentos realizados na região de cabeça e pescoço, como por exemplo: embolização de aneurismas, técnica responsável por ocluir determinado vaso e assim evitar consequências mais drásticas.

A embolização de aneurisma cerebral consolidou-se na década de 90, em substituição à cirurgia convencional; através de um cateter é colocado um *stent* para permitir o fluxo seguro do sangue nos vasos cerebrais [BERNARDO *et al.*, 2010].

Angiografia e angioplastia cerebral são procedimentos comuns e de extrema importância para a neurociência; através desses procedimentos é possível estudar e tratar as artérias cerebrais de maneira minimamente invasiva [PISKE *et al.*, 2003].

### **2.2.2 *Cardiologia Intervencionista***

A cardiologia intervencionista é a área da radiologia que diagnostica e trata grande parte das lesões relacionadas ao coração, utilizando cateteres, que são inseridos por punção em artérias ou veias [JUNQUEIRA *et al.*, 2017; LEVINE *et al.*, 2016].

A angiografia é considerada um exame diagnóstico, em que através da inserção de um cateter, o médico consegue acessar os vasos do coração. Com o auxílio de um contraste e equipamento de raios X, é possível visualizar veias e artérias que estejam

obstruídas [GROSSMAN, 2006].

Já a angioplastia é o tratamento, ou seja, desobstrução dos vasos do coração. Através na inserção de um cateter com uma espécie de balão na ponta, o médico consegue insuflar a região do vaso que está obstruída, logo após é colocado um *stent* para impedir que o vaso seja obstruído novamente [SMILOWITZ, FEIT, 2016].

Implantação de válvula do coração é outro procedimento realizado em cardiologia intervencionista. É feito de maneira minimamente invasiva, e é considerado o tratamento ideal principalmente para pacientes idosos que já não estão em condições de se submeterem a cirurgia aberta, devido aos riscos aumentados [KEIDAR, KONNO, 2017].

### **2.2.3 Radiologia vascular intervencionista**

A radiologia intervencionista vascular diz respeito ao estudo e tratamento de vasos no sistema vascular que não sejam no coração ou na cabeça.

Um procedimento realizado pela radiologia vascular é o tratamento de tumores hepáticos através de cateterismo seletivo e quimioembolização, visando ocluir a circulação do tumor e utilizando um quimioterápico. Na radioembolização, através de um acesso arterial, é injetado um elemento radioativo num tumor para controlar a lesão tumoral, reduzindo inclusive o tamanho dos tumores para que seja possível uma cirurgia posteriormente [NUÑEZ *et al.*, 2019].

Conhecido como TIPS - *Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt* é um procedimento que faz uso de balões, cateteres e *stents*, para realizar uma comunicação entre o sistema que drena o intestino e as vísceras do paciente, com o sistema que vai direto para o coração. Tem o objetivo de aliviar a pressão em pacientes que têm hipertensão portal, para controlar o acúmulo de líquidos na barriga do paciente, ou para pacientes que tem sangramentos de varizes de esôfago [CARREIRO *et al.*, 2001].

Para pacientes que têm hiperplasia prostática, que é o aumento da próstata, e apresenta como sintomas: dificuldades para urinar, dores ao urinar, formação de cálculos renais, infecções frequentes, a embolização prostática é uma excelente opção. Este

tratamento consiste em bloquear parcialmente a circulação de sangue na próstata, fazendo com que ela diminua de tamanho e assim, cessam os incômodos da hiperplasia [PISCO *et al.*, 2011].

## **2.3 Interação da radiação com a matéria**

Os efeitos da interação da radiação com a matéria, descritos a seguir, referem-se à interação dos fótons, raios X com a matéria. Nessas interações podem ocorrer espalhamento ou absorção. Os efeitos mais comuns para a faixa de energia do radiodiagnóstico são:

### **2.3.1 *Espalhamento Rayleigh***

É um processo que interage com o átomo todo, deixando o átomo excitado. Para voltar ao seu estado normal, o átomo libera o excesso de energia que recebeu na forma de raio X espalhado. O comprimento de onda do raio X incidente é o mesmo do raio X espalhado, só muda a sua direção. Este processo ocorre com mais frequência para energias abaixo de 10 keV [OKUNO, YOSHIMURA, 2010].

### **2.3.2 *Espalhamento Compton***

No espalhamento Compton, ocorre a interação do raio X com elétrons mais fracamente ligados. O fóton incidente transfere parte de sua energia para o elétron, que é ejetado, e a energia restante do fóton incidente vai se espalhar. Em RI é responsável pelo aumento de dose de radiação nos profissionais da saúde [JOHNS, CUNNINGHAM, 1983]. Pode ser melhor compreendido através da figura 3.

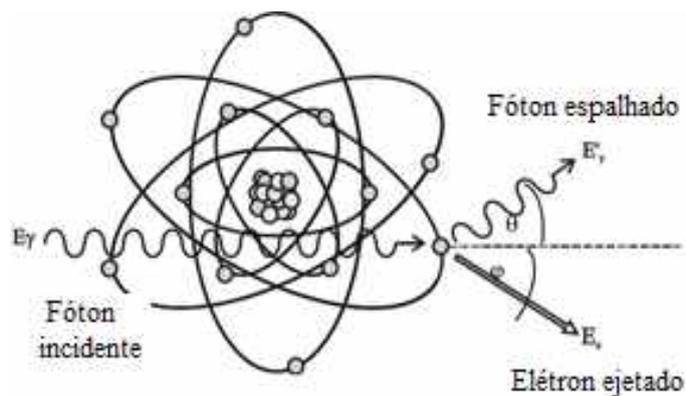


Figura 3: Representação do Espalhamento Compton. Modificado de [TAUHATA *et al.*, 2013].

### 2.3.3 Efeito fotoelétrico

Nesse efeito, o raio X incidente transfere toda a sua energia para um elétron de uma camada mais interna do átomo, e com isso, esse elétron é ejetado, recebendo o nome de fotoelétron. Esse fotoelétron é ejetado com uma energia conhecida, que é a subtração da energia do fóton incidente em relação à energia de ligação do elétron. Quando o elétron é ejetado, ele deixa uma vacância em sua camada, que é preenchida por um elétron de camada mais externa, e nesse processo também ocorre emissão de radiação, como mostrado na figura 4. O efeito fotoelétrico é importante para a formação de imagens na radiologia [PODGORSAK, 2010].

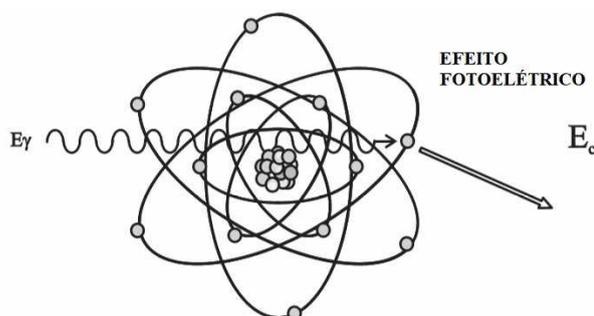


Figura 4: Representação esquemática do Efeito Fotoelétrico. Modificado de [TAUHATA *et al.* 2013].

## 2.4 Proteção radiológica

Podem ocorrer efeitos biológicos devido à interação da radiação com a matéria; estes efeitos são classificados em relação ao tempo como imediatos e tardios; em relação à dose como estocásticos ou reações teciduais; e em relação ao dano como somáticos ou genéticos [VANO *et al.*, 2013].

Os efeitos imediatos são aqueles que ocorrem imediatamente após a irradiação ou até semanas e meses depois, como por exemplo, eritema, descamação seca ou úmida, queda de cabelos. E aqueles efeitos considerados tardios são os que aparecem após anos da irradiação, como por exemplo, o câncer. Em RI, dependendo da duração do procedimento, podem ocorrer efeitos imediatos nos pacientes [BALTER *et al.*, 2010].

Em relação ao dano, os efeitos somáticos são aqueles que ocorrem com o indivíduo irradiado e efeitos genéticos são os que ocorrem com os descendentes da pessoa irradiada. Estudos realizados após acidentes nucleares com o de Nagasaki servem de base para observações desses efeitos [BALTER *et al.*, 2010].

As reações teciduais são aquelas que precisam de uma determinada dose para sua ocorrência, já os efeitos estocásticos são os que não necessitam de um limiar para ocorrência, porém, quanto maior a dose de radiação recebida, maior a probabilidade de ocorrência do mesmo. Por isso é tão importante se preocupar com doses de radiação em RI, pois não existe um valor de dose totalmente segura que não prejudique os Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE) e pacientes [BARNARD *et al.*, 2016].

A partir da descoberta da radiação e de seu uso na medicina, artigos acerca dos problemas causados pelas radiações ionizantes foram publicados [ARCHER, 1995]. Entre os anos de 1885 até 1913 algumas publicações alertaram para o uso da radiação ionizante, relatando casos de eritema [WALSH, 1899; GILCHRIST, 1897; KIBBE, 1897]. Foram sugeridos, inclusive, alguns equipamentos e formas de proteção contra a radiação nessa época [EDSALL, PEMBERTON, 1907]. Crocker publicou um trabalho sugerindo que trabalhadores usassem vestimentas de cores específicas, tanto no rosto quanto nas mãos, para proteção contra a radiação [CROCKER, 1897].

Dos anos 1913 até 1922, foi o período em que houve uma maior conscientização de que os raios X eram nocivos, mas ainda não se sabia ao certo a dimensão dos danos

provocados. Foram criados alguns comitês de proteção radiológica, como o comitê britânico “*Radium Protection Committee*” e o comitê americano “*American Roentgen Ray Protection Committee*”, cuja recomendação era que os trabalhadores fossem protegidos da radiação através de barreiras de proteção e foi recomendado que os tubos de raios X fossem blindados com chumbo. Por volta de 1918 foi publicado um trabalho analisando a eficiência do vidro plumbífero e da borracha plumbífera [GORTON, 1918].

A década de 20 foi marcada por alguns acontecimentos como as primeiras publicações oficiais dos comitês britânico e americano [BRITISH, 1921; BRITISH, 1924]. O primeiro Congresso Internacional de Radiologia aconteceu em 1925 [SOILAND, 1925]. Além disso, acredita-se que houve uma das primeiras discussões acerca de uma dose limite, sobre a qual era seguro que se trabalhasse com radiação [MUTSCHELLER, 1925]. Em 1928 foi realizado o segundo Congresso Internacional de Radiologia e então foi criado o *International X-ray and Radium Protection Committee*, que hoje se conhece por *International Commission on Radiological Protection* (ICRP).

Em 1932 foi publicado um trabalho de revisão bibliográfica acerca dos danos que a radiação causava no cristalino de médicos radiologistas [CLAPP, 1932]. Foi constatado que seria de grande valia a utilização de uma proteção com 3 mm de chumbo para os olhos dos médicos, visando ao bom uso da radiação para a cura de determinadas doenças sem prejudicar os olhos dos médicos [BLEGVAD, 1931]. Em 1936 [NCRP, 1936] foi definido um valor de dose máxima que um IOE poderia receber e com o passar dos anos e o avanço das técnicas, os valores foram sendo ajustados.

Em Nova Iorque entre os anos de 1959 a 1963, foi implementado um programa visando reduzir a dose de radiação desnecessária em pacientes e profissionais, por meio de estudos que contabilizavam a quantidade de exames realizados nas clínicas, doses recebidas, conscientização da população acerca do uso da radiação, entre outros. Os resultados foram animadores, com o aumento de aproximadamente 70% das clínicas com aparelhos de raios X foram regularizadas, 30% a mais de regularização em clínicas de raios X odontológico e elevação de 75% para 95% de aparelhos com a filtração de alumínio correta [CCNU, 1972].

Gomez publicou um trabalho em 1974 acerca de doses de radiação recebidas por profissionais da saúde. Em seu trabalho ele ressalta principalmente os métodos a serem

seguidos a fim de proteger indivíduos expostos, como por exemplo o uso de uma parede com espessura maior para proteção dos profissionais e de qualquer outro indivíduo que estiverem fora da sala de radiografia, seja acima da sala, abaixo ou em alguma lateral [GOMEZ-CRESPO, ERNBORG, 1974].

Outro dado interessante é que na época foi publicado um trabalho de pesquisa realizado em alguns países em relação à proteção radiológica em instalações que possuíam radiação proveniente de equipamentos médicos e apenas 65% dessas instalações seguiam as orientações [GOMEZ-CRESPO, ERNBORG, 1974].

Na RI é onde se concentram as maiores doses de radiação devido à longa duração dos procedimentos e de fatores como a experiência do profissional, tamanho do campo de radiação e tensão selecionada no equipamento de fluoroscopia durante o procedimento, e complexidade dele [VAÑO *et al.*, 2001; WHO, 2000].

Shope publicou um artigo investigativo sobre efeitos de procedimentos de RI, causados em pacientes devido às altas doses de radiação. Em seu trabalho, foram investigados casos em que foram relatadas lesões na pele, como eritema e escamação. Shope concluiu que lesões na pele podem ocorrer devido aos procedimentos de RI, e para isso foram feitas recomendações como padronizar protocolos para realização dos diferentes procedimentos, observar o tempo de duração do procedimento, documentar as doses recebidas pelo paciente, afim de amenizar os efeitos da radiação [SHOPE, 1996].

Em 1995, Canevaro avaliou doses de radiação em profissionais da saúde e em pacientes, durante procedimentos de RI do trato gastrointestinal, e concluiu que era de interesse de todos a redução de doses de radiação durante esses procedimentos [CANEVARO, 1995]. Um estudo realizado entre 1992-2002 avaliou as doses equivalente e efetiva de radiação em profissionais que atuavam em RI, tanto aqueles com experiência, quanto os recém formados, ainda em residência. O estudo concluiu que é de extrema importância a monitoração de doses em extremidades nas mãos devido à proximidade com o feixe primário e no cristalino, que é um órgão radiosensível [GRONCHI, 2004].

É válido ressaltar também a importância do controle e qualidade dos equipamentos utilizados na hemodinâmica. Um estudo apontou que alguns equipamentos não estavam devidamente qualificados para utilização, o que gerou uma imagem de

qualidade inferior, além de aumentar as doses para os IOE e para o paciente [LUZ *et al.*, 2007]. Neste sentido, o Instituto de Cardiologia avaliou a dosimetria em 8 equipamentos utilizados em RI, e foi constatado que houve um aumento de até 65% da dose, devido aos equipamentos não estarem devidamente calibrados [MEDEIROS *et al.*, 2010].

Tendo em vista que os médicos intervencionistas ficam com a cabeça e o pescoço expostos à radiação ionizante durante os procedimentos, os riscos de câncer são mais elevados [BLETTNER *et al.*, 2007; AIT-ALI *et al.*, 2010]. Um estudo investigou tumores em 31 médicos intervencionistas e constatou que 23 cardiologistas apresentaram tumores cerebrais e de pescoço; os médicos estudados tinham pelo menos 12 anos de profissão, e foi concluído que a radiação em que os mesmos são expostos, pode ter relação com esses tumores [ROGUIN *et al.*, 2013].

Reeves *et al.* fizeram um estudo experimental em cardiologistas intervencionistas e concluíram que o lado esquerdo do cérebro recebe mais radiação do que o lado direito. Para que as doses fossem reduzidas, foi recomendado o uso de proteção de chumbo na cabeça durante o expediente [REEVES *et al.*, 2015]. Esta recomendação também foi feita em um estudo publicado mais recentemente, onde foi avaliado experimentalmente a utilização de um protetor contra radiação na cabeça, indicando a eficácia do EPI [BUCKLEY *et al.*, 2019].

#### **2.4.1 Princípios básicos de proteção radiológica**

1. **Justificação:** Esse princípio se aplica para que seja utilizada a radiação somente se esta trazer um benefício. Justificação em RI significa que o benefício que a intervenção vai causar será maior que o dano causado pelo uso dos raios X. Um exemplo é utilizar radiação na medicina, através da RI, para procedimentos que são de mais rápida recuperação e diminuem a possibilidade de infecções [ICRP-103, 2007].
2. **Otimização:** Uma vez que se justifica determinada prática, é necessário sempre que possível reduzir as doses dessa prática, sem que a boa qualidade da imagem seja prejudicada. O princípio ALARA “*tão baixas quanto razoavelmente exequíveis*” diz exatamente isso, as doses devem ser tão baixas quanto possível.

Não faz sentido diminuir a dose num exame a ponto que a imagem fique ilegível, pois assim o paciente terá que ser exposto novamente, o que levará a uma exposição ainda maior. É importante que os equipamentos estejam funcionando plenamente, e o profissional utilize os parâmetros de maneira adequada, para que as doses sejam otimizadas [ICRP-26, 1977].

3. Limitação: A limitação se aplica aos profissionais que trabalham com radiação ionizante. É definido um valor ICRP nº 103, onde são pré-determinados valores que não devem ser ultrapassados, a fim de preservar a saúde do IOE. Se for o caso de esses limites serem ultrapassados, o IOE é afastado para investigação do motivo que causou a alta dose e só retorna às atividades com radiação, quando tudo se revolver [ICRP-103, 2007].

#### **2.4.2 Fatores básicos de proteção radiológica**

1. Tempo de exposição: Quanto menor o tempo em que o profissional for exposto à radiação, menor será a dose e menores serão as probabilidades de ocorrência dos efeitos deletérios. Uma forma de se reduzir o tempo de exposição, é fazendo o rodízio de profissionais [BEVELACQUA, 2010].
2. Distância: existe um conceito em relação à distância que diz que a dose diminui com o quadrado da distância, ou seja, quanto mais o profissional estiver afastado da fonte de radiação, ou do feixe primário de radiação, menor será a dose que ele receberá. É por isso que existem algumas projeções do tubo de raios X, onde a dose que o profissional recebe é menor [LIMA, HOFF, 2015].
3. Blindagem: quando não é possível o rodízio, e quando não se pode ficar distante o suficiente da radiação, são utilizados meios para blindar essa radiação. Na RI, como os IOE ficam na sala durante o procedimento, existem equipamentos individuais e coletivos que reduzem bastante a dose recebida por eles [MARTIN, 2015].

## 2.5 Grandezas dosimétricas

Apesar dos benefícios da radiação na medicina, quando usada de forma desenfreada, a radiação pode ocasionar efeitos imediatos e tardios de diferentes tipos, como: eritema, descamação, catarata e câncer. Com o objetivo de quantificar as doses de radiação em pacientes e profissionais, e impor limites de doses de radiação em profissionais da saúde, foram criadas as grandezas dosimétricas [TAUHATA *et al.*, 2013].

### 2.5.1 Dose absorvida

Dose absorvida: a dose absorvida está classificada como uma grandeza dosimétrica física, e pode ser representada pela equação 1:

$$D = \frac{E_{|ab|}}{dm} \quad (1)$$

onde  $E_{|ab|}$  é a energia absorvida em uma massa  $dm$  de um determinado meio [OKUNO, YOSHIMURA, 2010]. A unidade de medida utilizada (SI) para a dose absorvida é o Gray (Gy) que equivale a J/kg (Joule por quilograma) [ICRP-89, 2002].

As grandezas dose equivalente e dose efetiva fazem parte da classe de grandezas de proteção, que são aquelas importantes para quantificar e limitar doses em órgãos específicos ou no corpo inteiro [OKUNO, YOSHIMURA, 2010].

### 2.5.2 Dose equivalente

A dose equivalente é considerada a grandeza de maior importância para proteção radiológica e leva em conta o tipo de radiação e o local irradiado, é dada pela equação 2.

$$H_t = w_r \cdot D_{(t,r)} \quad (2)$$

sendo  $D_{(t,r)}$  o valor da dose absorvida em um determinado órgão, e  $w_r$  o fator de ponderação da radiação. Algumas radiações são mais nocivas que outras. No caso da radiação X, que é a utilizada no radiodiagnóstico, este fator é 1 [ICRP-103, 2007]. A

tabela 1 contém os valores contidos na publicação da ICRP nº 103 e a tabela 2 contém os valores de  $w_r$  também da publicação da ICRP nº 103 [ICRP-103, 2007]. A unidade de medida utilizada (SI) para a dose absorvida é o Gray (Gy) que equivale a J/kg (Joule por quilograma) [ICRP-89, 2002].

Tabela 1: Fatores de peso da radiação recomendados pela ICRP-103 [ICRP-103, 2007].

Tipos de radiação	Fator de peso da radiação ( $w_r$ )
Fótons	1
Elétrons	1
Prótons e píons carregados	2
Partículas alfa, fragmentos de fissão e núcleos pesados	2
Nêutrons	Uma curva contínua como função da energia de nêutrons.

### 2.5.3 Dose Efetiva

A dose efetiva é uma grandeza útil para limitar a ocorrência de reações teciduais; nela são considerados o tipo de radiação e a dose equivalente no órgão irradiado, a fim de estimar as doses de corpo inteiro e é dada pela equação 3 [CNEN NN-3.01, 2014].

$$E = \sum_t \cdot H_t \cdot w_t \quad (3)$$

sendo  $H_t$  o valor da dose equivalente dependente da radiação, e o  $w_t$  é o valor de ponderação para cada órgão, que está disposto na tabela 2, e foi definido pela ICRP-103 [ICRP-103, 2007]. A sua unidade de medida (SI) é o Sievert (Sv) que equivale a J/kg (Joule por quilograma) [ICRP-89, 2002].

Tabela 2: Fatores de ponderação de órgãos e tecidos, de acordo com a ICRP-103 [ICRP -103, 2007].

<b>Órgão / tecido</b>	<b>Fator de ponderação (<math>w_t</math>)</b>
Medula óssea (vermelha)	0,12
Cólon	0,12
Pulmão	0,12
Estômago	0,12
Mama	0,12
Demais tecidos *	0,12
Gônadas	0,08
Bexiga	0,04
Esôfago	0,04
Fígado	0,04
Tireoide	0,04
Superfície óssea	0,01
Cérebro	0,01
Glândulas salivares	0,01
Pele	0,01

*\*Adrenais, Região extratorácica, Parede da bexiga, Coração, Rins, Nódulos linfáticos, Músculo, Mucosa oral, Pâncreas, Ovários, Intestino delgado, Baço, Timo, Útero.*

#### 2.5.4 Produto Kerma-área ( $P_{ka}$ )

A medição de  $P_{ka}$  (demonstrada pela equação 3) pode ser descrita como o cálculo da integral de uma área (A), pela multiplicação do kerma no ar ( $K_{ar}$ ) e um elemento de área ( $dx dy$ ) sempre num plano perpendicular ao eixo do feixe de radiação [TAUHATA *et al.*, 2013]. O  $P_{ka}$  é bastante utilizado em radiodiagnóstico e em RI com a finalidade de controlar efeitos determinísticos.

$$P_{ka} = \int A \cdot K_{ar}(x, y) dx dy \quad (3)$$

A unidade de medição do  $P_{ka}$  no SI é Gy.m<sup>2</sup>.

## 2.6 Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva

Atualmente, uma das maneiras mais eficazes de proteger os trabalhadores da exposição à radiação é a utilização dos equipamentos de proteção. Estes equipamentos têm a finalidade de reduzir significativamente a dose recebida. Um estudo comparou outros resultados da literatura sobre doses de radiação em profissionais com e sem uso de vestimentas de proteção, e foi constatado que a redução pode ser de até 90%, quando os IOE estão utilizando corretamente os EPI [SOARES *et al.*, 2011].

A Norma Regulamentadora (NR) 6 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) [MT, 2001] aborda a obrigação de empregadores e empregados em relação aos EPI e EPC, tais como:

- É obrigação do empregador fornecer gratuitamente os EPI e EPC;
- É obrigação do empregador disponibilizar cursos periódicos para os IOE, ensinando a forma correta de utilização dos mesmos;
- É obrigação do empregado utilizar e armazenar corretamente os EPI e EPC, além de ter que avisar ao seu empregador sempre que o mesmo estiver danificado;
- É obrigação do IOE comparecer aos treinamentos sobre utilização e armazenamento dos EPI e EPC, além de ser responsabilizado pela

higienização dos mesmos.

Além disso, a norma traz exigências como a utilização dos EPI e EPC que são certificados pelo órgão competente, ou seja, os equipamentos que possuem Certificado de Aprovação (CA).

Outra norma referente à segurança dos IOE, é a NR 32 - “Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde” [MT, 2001; MT, 2011], que trata especificamente sobre a proteção do trabalhador no ambiente de instalações hospitalares, diz acerca dos deveres do empregador e do empregado para tornar o ambiente de trabalho mais seguro, quais os EPI e EPC devem ser utilizados, sobre a responsabilidade em relação ao cuidado e bom uso dos equipamentos, entre outros. É importante ressaltar que o cumprimento dessas duas normas não isenta o estabelecimento e saúde de cumprir outras normas nacionais e internacionais.

Os EPI e EPC obrigatórios em RI incluem [KIM *et al.*, 2008]: óculos plumbíferos, avental de chumbo, protetor de tireóide, protetor de cérebro, vidro plumbífero e cortinas de chumbo. As figuras 5, 6 e 7 demonstram esses EPI.



Figura 5: Avental de proteção utilizado em hemodinâmica, com proteção de 0,5mm de chumbo na frente e 0,25 mm atrás. Imagem retirada de [KONEX, 2020].



Figura 6: Protetor de tireoide utilizado em hemodinâmica, com espessura de 0,5 mm de chumbo. Imagem retirada de [Grupo GRX, 2020].



Figura 7: Óculos plumbíferos com proteção lateral contra radiação. Imagem retirada de [GABAMED, 2020].

## 2.7 Simulação Monte Carlo

A simulação Monte Carlo consiste numa ferramenta matemática utilizada para simular, entre outros, transporte de radiação [YORIYAZ, 2009]. É muito útil nos três ramos da Física Médica: radioterapia, medicina nuclear e radiodiagnóstico [YORIYAZ, 2009; RAESIDE, 1976]. Os primeiros trabalhos publicados sobre Monte Carlo são das décadas de 60 [SCHNEIDER, CORMACK, 1959; BRUCE *et al.*, 1962] e são cada vez mais frequentes.

Martins Berger [BERGER, 1963] foi quem conseguiu desenvolver uma técnica de história de transporte de elétrons que hoje é a base para todos os códigos que calculam transporte de energia acima de dezenas de keV. Tempos depois, foi desenvolvido o código ETRAN [NELSON *et al.*, 1988] que deu origem a outros códigos como o MCNPX, que foi o código utilizado neste trabalho.

A Escola de Verão de 1987, foi um dos eventos mais importantes para disseminar a utilização do Método Monte Carlo, essa escola de verão aconteceu em Erice, em 1987 e durou 10 dias, reuniu aproximadamente 75 cientistas de 21 países. Esses cientistas discutiram seus trabalhos em transporte de fótons e elétrons, o encontro resultou em muitos trabalhos publicados em parceria, e ainda, um livro publicado com os códigos utilizados na época [BIELAJEW, ROGERS, 1988].

A publicação de um artigo de revisão, no início da década de 90, sobre o Método Monte Carlo na medicina, deu ênfase para as publicações referentes ao transporte de prótons e elétrons [ANDREO, 1991]. Em 1974 foi criado o código MCNP (*Monte Carlo N-Particle*) que é mantido pelo Laboratório Los Alamos; antes era comumente utilizado para cálculo de reatores; é um código eficiente para cálculos de dose em objetos simuladores, e pode simular o transporte de diversas partículas (prótons, nêutrons, pions) [DEMARCO *et al.*, 1998].

Em radioterapia, faz-se o tratamento de tumores utilizando a simulação a fim de calcular doses absorvidas com maior precisão. Em Medicina Nuclear, a simulação é útil para calcular doses em tratamentos e para diagnóstico de doenças. Um trabalho publicado recentemente utilizou simulação computacional, por meio do Método de Monte Carlo e simuladores antropomórficos em *voxel*, para calcular os efeitos de alguns radionuclídeos

utilizados em Medicina Nuclear e calcular doses de radiação sobre um paciente [SOARES *et al.*, 2018].

Em radiodiagnóstico, a simulação é utilizada principalmente para fins de proteção radiológica. Através da simulação de diferentes cenários típicos de radiologia, é possível verificar, por exemplo, em qual posição um tubo de raios X entrega menos radiação espalhada para os IOE.

Além disto, também é possível calcular doses em órgãos específicos, como por exemplo, a dose que um paciente recebe nos olhos ao se submeter a um cateterismo cardíaco [RIBEIRO *et al.*, 2008; SOUZA, 2018]. Nestes casos, pode-se avaliar as doses que são impossíveis de serem medidas, como por exemplo a dose absorvida no coração durante um procedimento intervencionista [ANDREO, 2018].

Também podem ser avaliadas as doses em radiologia odontológica. BONZOMET *et al.*, utilizou simulação de Monte Carlo para calcular doses de radiação recebidas por pacientes quando submetidos a procedimentos odontológicos, variando as tensões entre 10 kV até 140 kV, foi observada qual era a região que mais recebia dose (dente, bochecha, cavidade bucal), em relação a tensão aplicada. Uma descoberta foi que para tensões acima de 50 kV, havia uma maior dose absorvida e uma nitidez menor da imagem radiográfica [BONZOMET *et al.*, 2005].

## **2.8 Objetos simuladores virtuais**

Uma alternativa utilizada para realizar dosimetria interna e externa, em órgãos durante diferentes procedimentos que envolvem radiação ionizante, são os objetos simuladores virtuais, que se assemelham ao corpo do ser humano. Eles são inseridos em cenários virtuais com o objetivo de calcular doses de radiação por meio de simulação computacional.

Um dos primeiros trabalhos publicados sobre a utilização de objeto simulador para transporte de radiação foi em 1950, quando foram calculadas doses de radiação em um tronco [SNYDER, 1950]. Mais tarde, foram desenvolvidos os objetos simuladores matemáticos, cujo corpo e órgãos eram constituídos por formas geométricas [KRAMER

*et al.*, 1982; WILLIAMS *et al.*, 1986]. Em 1982, Kramer *et al.*, inspirado no primeiro modelo, criou os modelos adultos ADAM, para representar um homem, e EVA para representar uma mulher [KRAMER *et al.*, 1982].

Outros diferentes objetos simuladores foram criados, como crianças em diferentes idades [CRISTY, 1980] e representação de uma mulher grávida em diferentes estágios da gravidez [STABIN *et al.*, 1995]. Mais tarde foi desenvolvido um simulador matemático na posição sentada para cálculos mais reais de doses em serviços de medicina nuclear. Apesar de muito utilizados, os modelos matemáticos foram considerados limitados, devido à forma simplificada de representação dos órgãos [LE MOSQUET *et al.*, 2002].

Em 1994, foi criado um modelo masculino de objeto simulador antropomórfico constituído por *voxel*, o VOXELMAN [ZUBAL *et al.*, 1994]. Depois foram desenvolvidos os objetos simuladores do sexo feminino (NAOMI) e do sexo masculino (NORMAN) que seguiam as recomendações da ICRP 89 [DIMBYLOW, 2005]. Os modelos MAX (*Male Adult voXel*) e FAX (*Female Adult voXel*) [KRAMER *et al.*, 2003; KRAMER *et al.*, 2004] construídos com base no modelo de ZUBAL *et al.*, foram atualizados para os modelos MAX06 e FAX06, que possuem características mais específicas em relação à composição dos ossos [KRAMER *et al.*, 2006].

Os simuladores conhecidos como AF (*Female Adult*) e AM (*Male Adult*) foram construídos levando em consideração a publicação da ICRP 110 [ICRP-110, 2009]. Em 2011 foram desenvolvidos os objetos simuladores pediátricos com idades de 5 anos e 10 anos. Em 2013 foram desenvolvidos os objetos simuladores com idades de 1 ano e recém-nascido [CASSOLA *et al.*, 2013].

FASH (*Female Adult MeSH*), conforme figura 8 e MASH (*Male Adult meSH*) [CASSOLA *et al.*, 2010] são os simuladores que foram desenvolvidos pelo Grupo de Dosimetria Computacional do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco, utilizando dados da ICRP 89 [ICRP-89, 2002]. Além desses, foram construídos simuladores adultos com diferenças de massas, idades e sexo, tudo de acordo com a publicação 89 da ICRP, que traz informações acerca de dados anatômicos e fisiológicos do ser humano, além de diferenciar por raça, sexo e idade, fornecendo alguns valores padrões para dosimetria e proteção radiológica [CASSOLA *et al.*, 2011].



Figura 8: Representação do modelo feminino FASH, utilizado nesse trabalho. Figura retirada de [CASSOLA *et al.*, 2009].

Nesse trabalho foram utilizados objetos simuladores femininos do modelo FASH, representando uma médica, uma assistente e uma paciente. O simulador FASH é constituído por 113 órgãos, possui 60 kg e altura de 162,5 cm.

## CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Características gerais da simulação

Neste trabalho, foi simulado o procedimento de embolização de mioma uterino. Para isso foram escolhidas três projeções comuns mais utilizadas durante o procedimento: projeção PA (pósterio-anterior), LAO45 (oblíquo anterior esquerda, 45°) e RAO45 (oblíquo anterior direita, 45°).

Foi utilizado o código de simulação de Monte Carlo MCNPX [PELOWITZ, 2011], onde foi modelado o cenário de RI, para obtenção de grandezas dosimétricas importantes para profissionais da radiologia intervencionista, tais como dose absorvida, dose efetiva e dose equivalente.

Com auxílio do software IPEM SRS 78 [CRANLEY *et al.*, 1997] foram gerados espectros de raios X típicos do procedimento [CHIANG *et al.*, 2020], com valores de tensões de 70 kV, 80 kV, 90 kV e 100 kV, filtração de 2,1 mm Al e alvo de tungstênio. Foram simuladas um total de 1E9 histórias de partículas.

### 3.2 Coeficientes de Conversão (CC)

Os CC são muito úteis para proteção radiológica; são eles que relacionam as grandezas da simulação com grandezas medidas experimentalmente, como o  $P_{ka}$ . O  $CC[H_T]$  representa a dose equivalente, e relaciona o valor encontrado computacionalmente com o valor experimental por meio da equação (4):

$$CC[H_T] = \frac{H_T}{P_{ka}} \text{ [Gy/Gy.cm}^2\text{]} \quad (4)$$

Sendo:

$H_T$  : valor do *tally F6* (obtido da simulação computacional) de cada órgão multiplicado pelo fator de ponderação da radiação;

$W_T$  : fator de ponderação da radiação, no caso dos raios X é igual a 1;

$P_{ka}$ : valor do *tally F6* do  $P_{ka}$  (obtido da simulação computacional) multiplicado pelo valor do  $P_{ka}$  experimental.

Para calcular o  $CC[E]$ , que representa o coeficiente de conversão para dose efetiva, foi empregada a equação:

$$CC[E] = \frac{E}{P_{ka}} = \sum_T W_T \frac{CC[H_T]^{Homem} + CC[H_T]^{Mulher}}{2} \quad (5)$$

Onde é calculada a somatória da dose equivalente de todos os tecidos e órgãos ( $H_T$ ) do homem e da mulher, multiplicada pelo fator de ponderação do tecido ou órgão ( $W_T$ ) e dividido por 2. Neste trabalho, entretanto, o cálculo do  $CC[E]$  foi realizado apenas com a somatória dos  $CC[H_T]$  da mulher, e não foi dividido por 2, devido ao fato de o cenário ter apenas objetos simuladores do sexo feminino.

Após obtenção dos valores de  $CC[H_T]$  e  $CC[E]$ , para obter as doses equivalentes ( $\mu Sv$ ) e doses efetivas ( $\mu Sv$ ), estes valores foram multiplicados por um  $P_{ka}$  de um trabalho experimental [CASTILHO *et al.*, 2019].

No trabalho, Castilho *et al.* obtiveram valores de dose equivalente, utilizando dosímetros colocados em locais estratégicos, como olhos, tórax, tornozelo de profissionais da saúde durante procedimentos de RI. Além disso, o valor de PKA foi obtido sob as seguintes condições: tensão variando de 80 kV até 110 kV, campo de irradiação variando entre 20 cm<sup>2</sup>, 31 cm<sup>2</sup> e 38 cm<sup>2</sup>, e foi considerada a média entre a dose quando o operador usou o modo contínuo no equipamento de fluoroscopia e quando foi usado o modo pulsado; o resultado do  $P_{ka}$  encontrado por Castilho *et al.* foi de 449,4 Gy.cm<sup>2</sup> [CASTILHO *et al.*, 2019].

Foi simulado um medidor de  $P_{ka}$ , com uma área de 198,81cm<sup>2</sup>, que cobriu todos os tamanhos de campos simulados. O medidor foi colocado perpendicularmente logo abaixo da saída do feixe no tubo de raios X.

### 3.3 Cenário modelado para estudos

Para a simulação foi construída, de maneira simplificada, a geometria de um cenário típico de RI, contendo: um equipamento de fluoroscopia, uma maca, um carrinho auxiliar, três monitores e três armários. Além disso, foram inseridos na geometria, os equipamentos de proteção individual e coletiva, como: avental de chumbo, óculos plumbíferos, protetor de tireoide e cortina plumbífera.

Foram utilizados três objetos simuladores antropomórficos virtuais FASH [CASSOLA *et al.*, 2010], representando uma médica, uma paciente e uma profissional da radiologia. A fim de comprovar a eficácia dos equipamentos de proteção individual e coletiva, foram realizadas simulações em dois cenários:

- i) Sem equipamentos de proteção individual e coletiva, conforme figuras 9, 10 e 11;
- ii) Com os equipamentos de proteção, sendo estes compostos por chumbo, conforme figuras 12, 13 e 14.

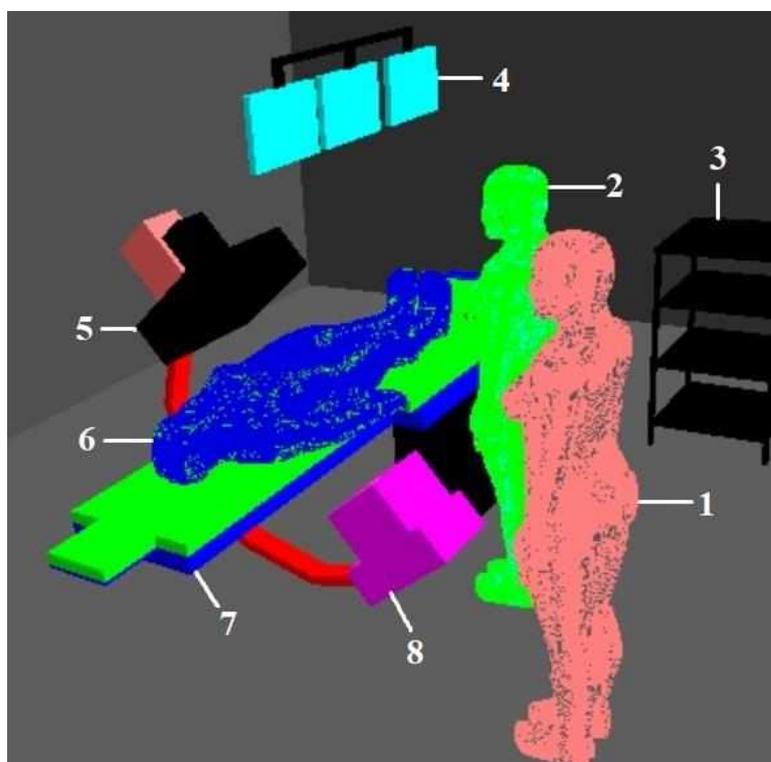


Figura 9: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção LAO45, sem EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) carrinho auxiliar; 4) monitores; 5) Intensificador de imagens; 6) paciente; 7) mesa cirúrgica; 8) tubo de raios X.

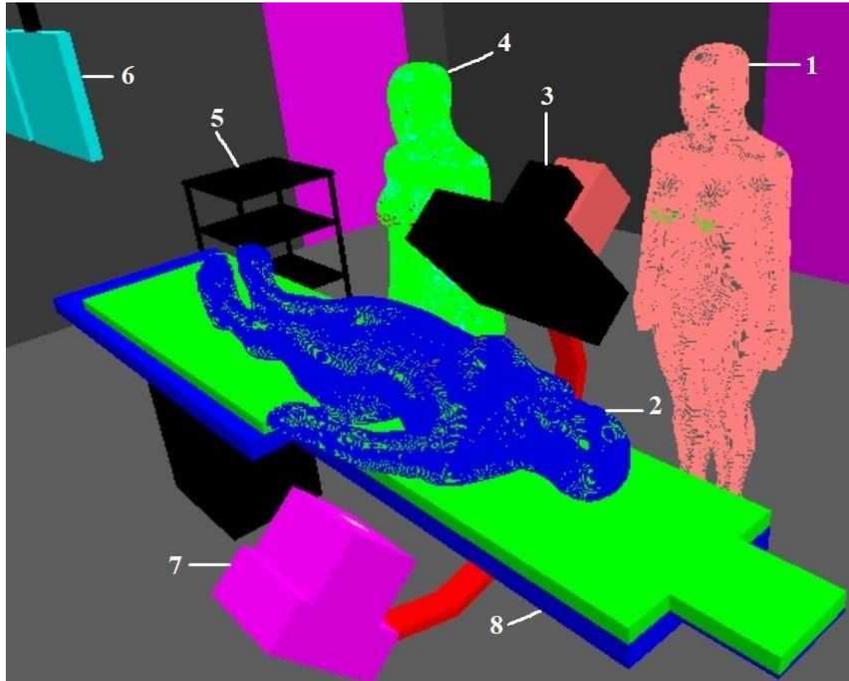


Figura 10: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção RAO45, sem EPI. Sendo: 1) assistente; 2) paciente; 3) intensificador de imagens; 4) médica; 5) carrinho auxiliar; 6) monitores; 7) tubo de raios X; 8) mesa cirúrgica.

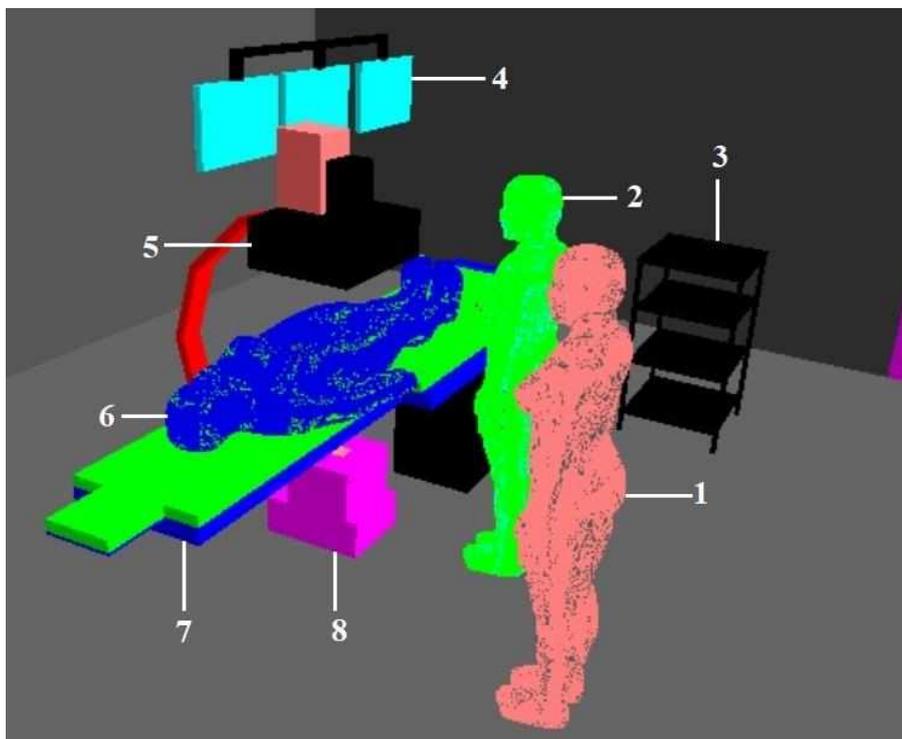


Figura 11: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção PA, sem EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) carrinho auxiliar; 4) monitores; 5) Intensificador de imagens; 6) paciente; 7) mesa cirúrgica; 8) tubo de raios X.

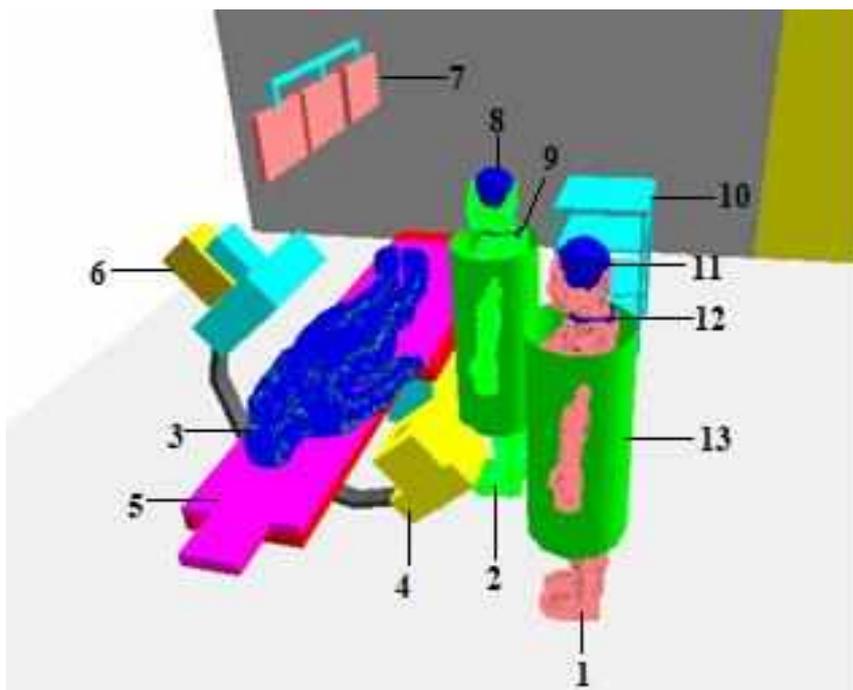


Figura 12: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção LAO45, com EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) paciente; 4) tubo de raios X; 5) mesa cirúrgica; 6) intensificador de imagens; 7) monitores; 8) protetor de cérebro; 9) protetor de tireoide, 10) carrinho auxiliar; 11) protetor de cérebro; 12) protetor de tireoide; 13) avental de proteção.

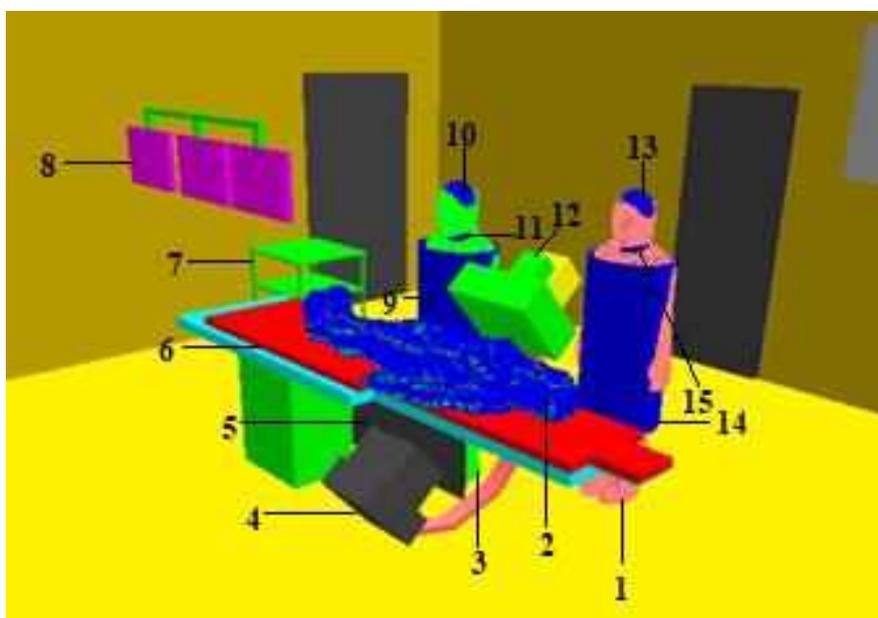


Figura 13: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção RAO45, com EPI. Sendo: 1) assistente; 2) paciente; 3) médica; 4) tubo de raios X; 5) cortina de chumbo; 6) mesa cirúrgica; 7) carrinho auxiliar; 8) monitores; 9) avental de proteção; 10) protetor de cérebro; 11) protetor de tireoide; 12) intensificador de imagens; 13) protetor de cérebro; 14) avental de proteção; 15) protetor de tireoide.

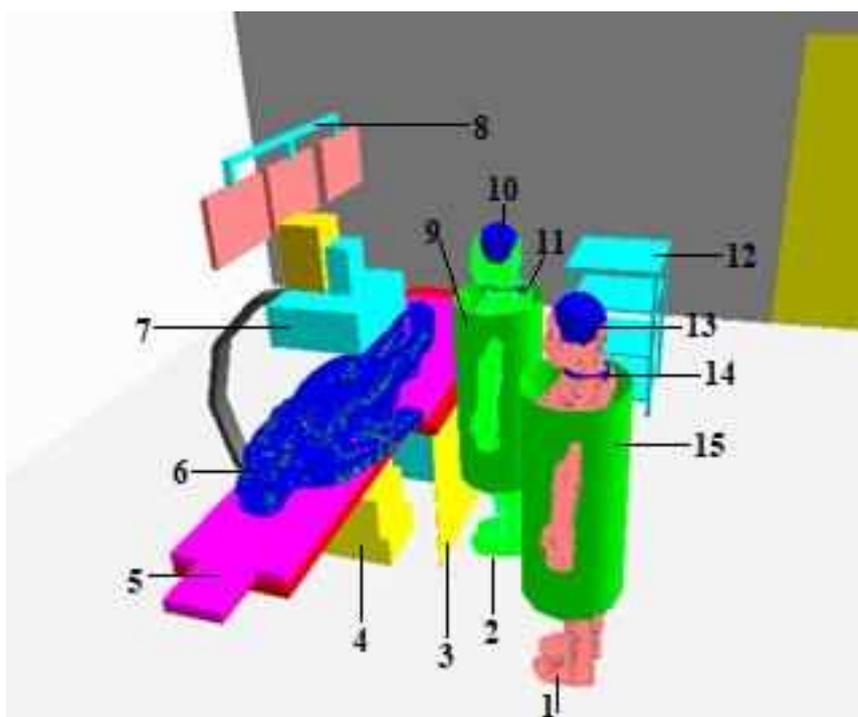


Figura 14: Esquema da sala de RI inserida no MCNP, com a projeção PA, com EPI. Sendo: 1) assistente; 2) médica; 3) cortina de chumbo; 4) tubo de raios X; 5) mesa cirúrgica; 6) paciente; 7) intensificador de imagens; 8) monitores; 9) avental de proteção; 10) protetor de cérebro; 11) protetor de tireoide; 12) carrinho auxiliar; 13) protetor de cérebro; 14) protetor de tireoide; 15) avental de proteção.

A composição da sala e demais objetos é listada a seguir e mostrada de diferentes ângulos, nas figuras 15 e 16. Os dados referentes aos materiais de cada item foram retirados do manual “*Compendium of Material Composition Data for Radiation Transport Modeling*” [McCONN *et al.*, 2011]:

- A sala cirúrgica, com dimensões de 646 cm de comprimento e 300 cm de altura, foi preenchida com ar atmosférico. Suas paredes são compostas por paralelepípedos de 15 cm de espessura, preenchidos com “*concrete, barite (type BA)*”, cuja densidade é de  $\rho = 3,35 \text{ g/cm}^3$  e a composição é hidrogênio (0,3585%), oxigênio (31,1622%), magnésio (0,1193%), alumínio (0,4189), silício (1,045%), enxofre (10,7858%), cálcio (5,0194%), ferro (4,7505%), e bário (46,34%).
- Para a base da mesa cirúrgica foi considerado um paralelepípedo com as dimensões 52 cm de comprimento e 77 cm de altura, com espessura de 2 cm, preenchido pelo material “*Steel HT9 Stainless*”, cuja densidade é de

$\rho=7,874 \text{ g/cm}^3$  e a composição é carbono (0,2%), silício (0,4%), chumbo (0,003%), enxofre (0,02%), vanádio (0,3%), cromo (11,5%), magnésio (0,6%), ferro (84,95%), níquel (0,5%), molibdênio (1%) e tungstênio (0,5%).

- A mesa cirúrgica foi composta por três paralelepípedos com as seguintes dimensões de largura, comprimento e altura,  $70 \times 164 \text{ cm}^2$ ,  $46 \times 117 \text{ cm}^2$  e  $22 \times 22 \text{ cm}^2$  com espessura de 1 cm e preenchidos de material “*bakelite*”, com densidade de  $\rho= 1,25 \text{ g/cm}^3$ , cuja composição é hidrogênio (5,7444%), carbono (77,4589%) e oxigênio (16,7968%).
- O colchão da mesa cirúrgica foi composto por três paralelepípedos com dimensões de largura, comprimento e altura, respectivamente,  $62 \times 140 \text{ cm}^2$ ,  $46 \times 117 \text{ cm}^2$  e  $22 \times 22 \text{ cm}^2$ ; com espessura de 4 cm, preenchidos com material “*polystyrene*”, cuja densidade é de  $\rho=1,06 \text{ g/cm}^3$ , e a composição é: hidrogênio (7,74%) e carbono (92,2579%).
- O carrinho auxiliar foi construído com paralelepípedos cuja dimensão é de 62 cm de largura, 57 cm de comprimento e 90 cm de altura, com material “*Steel, HT9 Stainless*” de  $\rho=7,874 \text{ g/cm}^3$ .
- Os três monitores foram construídos por paralelepípedos com  $45 \times 30 \text{ cm}^2$  e espessura de 3 cm, preenchidos por “*fiberglass tipe E*”, cuja densidade é de  $\rho=2,565 \text{ g/cm}^3$  composto por: boro (2,28%), oxigênio (47,195%), flúor (0,4895%), sódio (0,726%), magnésio (1,4759%), alumínio (7,2536%), silício (24,7102%), potássio (0,8127%), carbono (14,3428%), titânio (0,44%), ferro (0,2739%).
- O aparelho de fluoroscopia foi constituído por um arco C, um intensificador e um equipamento de raios X. O arco C foi construído por 3 paralelepípedos de dimensões  $18 \times 120 \times 10 \text{ cm}^3$ ,  $18 \times 10 \times 180 \text{ cm}^3$ ,  $18 \times 80 \times 10 \text{ cm}^3$  e preenchidos por “*polyvinyl toluene (PVT)*”, com densidade de  $1,032 \text{ g/cm}^3$  e composto pelos seguintes materiais: hidrogênio (8,5%) e carbono (91,5%).
- O intensificador foi representado por um paralelepípedo de dimensões 50 cm de largura, 40 cm de comprimento e 18 cm de altura, preenchido com material “*Steel, HT9 Stainless*”, cuja composição já foi detalhada acima. Para o tubo de raios X foram considerados dois paralelepípedos de dimensões  $30 \times 40 \times 15 \text{ cm}^3$  e

$30 \times 25 \times 20 \text{ cm}^3$  e espessura de 1 cm preenchido com material “*Steel, HT9 Stainless*” de densidade  $7,874 \text{ g/cm}^3$ .

- Em uma das paredes da sala foi inserido o vidro plumbífero, constituído por um paralelepípedo com dimensões 108 cm de comprimento, 97 cm de altura e 1,3 cm de espessura, composto por “*glass lead*” cuja densidade é  $6,22 \text{ g/cm}^3$  e é composto por oxigênio (15,645%), silício (8,086%), titânio (0,809%), arsênio (0,2651%) e chumbo (75,193%).

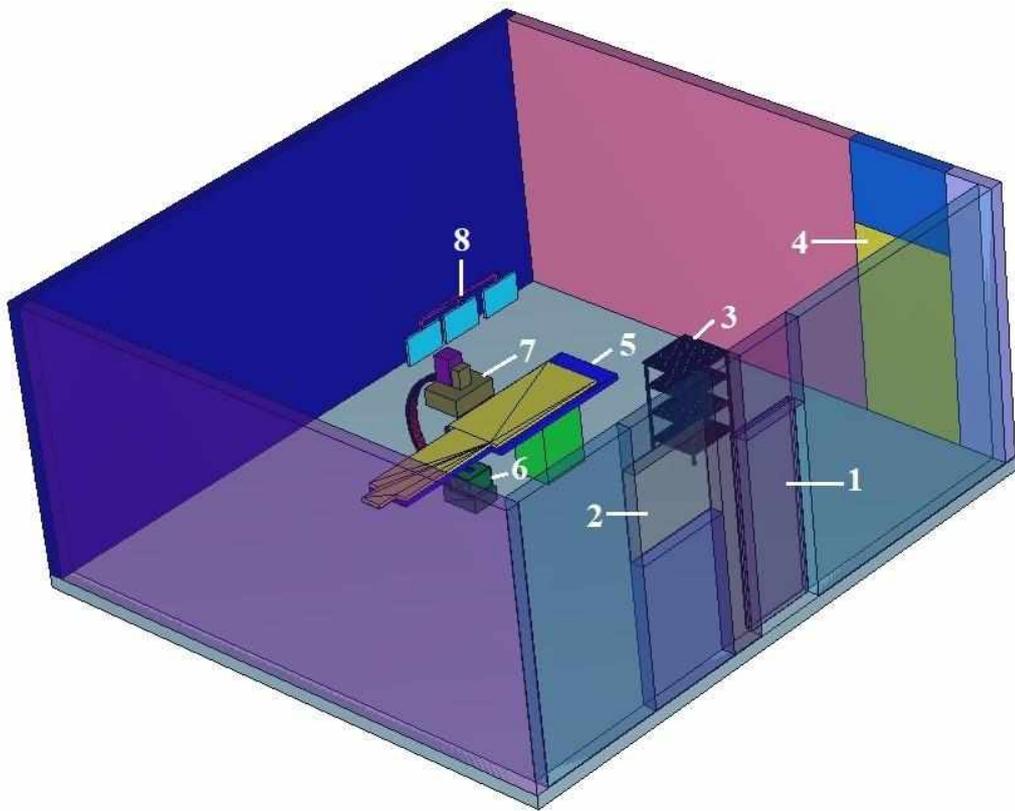


Figura 15: Vista da sala de RI inserida no programa. Sendo: 1) porta de entrada de funcionários; 2) vidro plumbífero; 3) carrinho auxiliar; 4) porta de entrada de pacientes; 5) mesa cirúrgica; 6) tubo de raios X; 7) intensificador de imagem; 8) monitores.

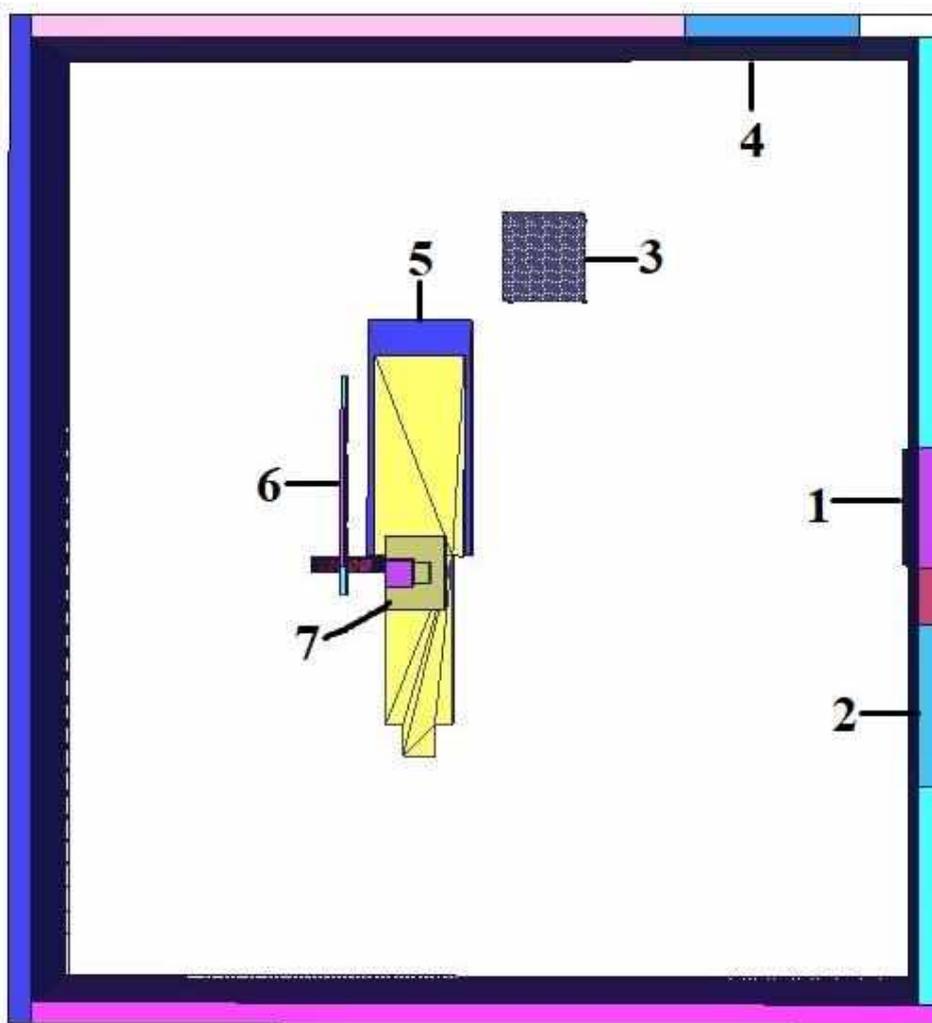


Figura 16: Vista superior da sala de RI inserida no programa. Sendo: 1) porta de entrada de funcionários; 2) vidro plumbífero; 3) carrinho auxiliar; 4) porta de entrada de pacientes; 5) mesa cirúrgica; 6) monitores; 7) intensificador de imagem.

## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste trabalho foram obtidas doses de radiação recebidas pelas profissionais e pela paciente durante um procedimento de EAU. Foram avaliados os impactos de alguns parâmetros típicos do procedimento, como tensão, tamanho do campo de radiação e diferentes projeções.

Os valores de doses efetivas e equivalentes para órgãos críticos, com os 3 campos, e projeções e 4 tensões utilizadas neste trabalho, para a médica, a assistente e a paciente estão dispostos no apêndice A (doses quando foram utilizados os EPI/EPC e doses sem o uso de equipamentos de proteção).

### **4.1 Doses recebidas pela paciente**

Em relação às doses recebidas pela paciente, pode-se destacar que as maiores doses foram percebidas para um campo de campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  tensão de 100 kV, e os menores valores foram recebidos quando o campo usado foi o de  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  e tensão 70 kV (apêndice A). Das 3 projeções utilizadas, a que proporcionou as maiores doses foi a PA e menores doses, foi a RAO45.

A figura 17 mostra os valores de doses efetivas para a paciente, na projeção PA, que foi a mais crítica e para os 3 campos e 4 tensões. As doses foram medidas nos dois cenários, i) com a equipe médica utilizando os equipamentos de proteção, e ii) sem a utilização dos EPI/EPC.

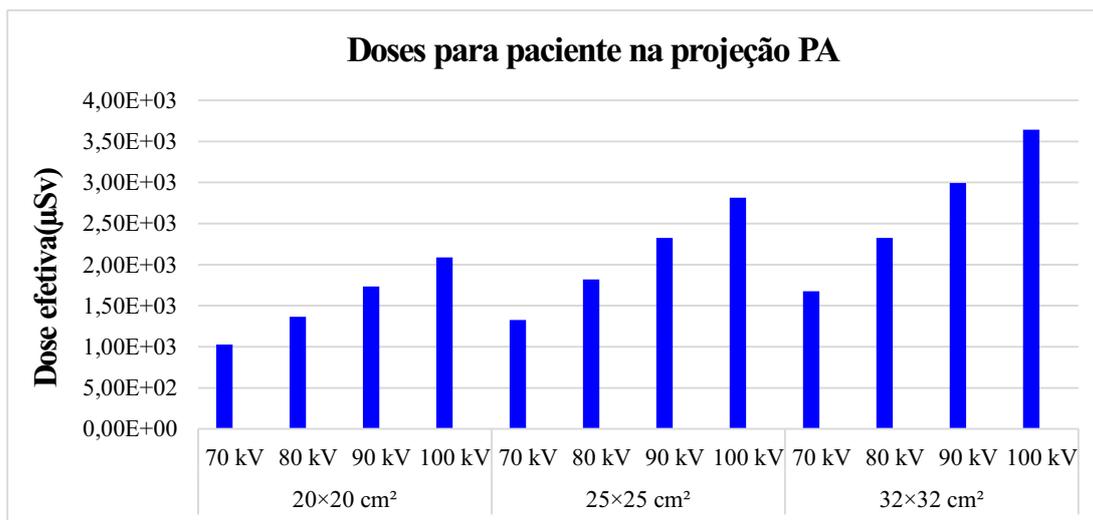


Figura 17: Gráfico da Dose Efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para a paciente, na projeção que proporcionou as maiores doses.

Percebe-se que na medida em que o campo aumentou de tamanho, e que a tensão aumentou o valor, as doses aumentaram. Isso mostra a importância do uso da colimação durante o procedimento, seguindo o princípio ALARA, prezando sempre pela menor dose possível sem prejudicar boa qualidade da imagem [ICRP-26, 1977; MILLER, 2018].

Sobre as doses equivalentes (apêndice A), os três órgãos que mais receberam dose na projeção PA, para o campo campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  e tensão 100 kV, foram útero  $2,20\text{E}+04 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0,09\%$ ), bexiga  $1,79\text{E}+04 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0,11\%$ ) e ovários  $1,36\text{E}+04 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0,20\%$ ). O comportamento das doses equivalentes foi semelhante ao das doses efetivas, aumentou com o aumento do campo e aumento da tensão. Esses órgãos receberam a maior dose porque ficaram no feixe primário de radiação, devido ao procedimento ser no útero. Os órgãos que receberam menor dose de radiação na projeção PA foram lente dos olhos  $4,25\text{E}-01 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 17,86\%$ ), seguido pelas glândulas salivares  $1,15\text{E}+01 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 1,85\%$ ), o que pode ser explicado devido à distância ao feixe primário de radiação, seguido pelos demais tecidos  $5,49\text{E}+01 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0,01\%$ ). Neste caso a dose baixa pode ser explicada devido à quantidade de órgãos que compõe os demais tecidos.

Houve um comportamento parecido com as outras tensões, projeções e campos, de acordo com o apêndice A. Quanto maior o campo e maior a tensão, maiores foram as doses equivalentes e efetivas. Quanto ao uso de EPI e EPC pelos IOE, não houve alteração de dose significativa, em relação à paciente, para o campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  e tensão 100 kV.

Quando a equipe usou os EPI e ECP, o valor da dose efetiva para a paciente não teve alterações relevantes.

## 4.2 Doses recebidas pelos IOE sem o uso de EPI

Sobre as doses obtidas para a médica e a assistente, num cenário hipotético, sem o uso dos EPI, as maiores doses foram percebidas para a projeção RAO. O gráfico da figura 18 mostra as doses efetivas para os 3 campos, diferentes tensões e projeção LAO45, para a médica e a assistente.

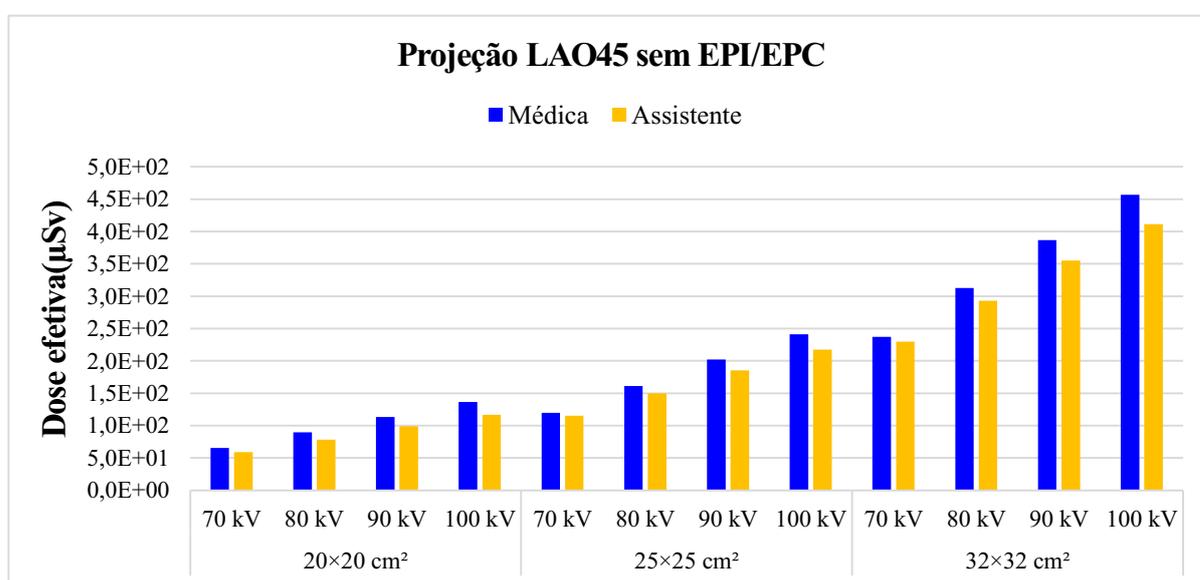


Figura 18: Gráfico da Dose Efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para a médica e assistente quando não foram usados os equipamentos de proteção.

Observando a figura 18, percebe-se que à medida em que o campo de radiação aumentou e a tensão aumentou, maiores foram as doses. Isto mostra a importância de colimação do feixe durante o procedimento. As maiores doses, tanto para a médica quanto para a assistente, foram proporcionadas pelo campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  e tensão de 100 kV. Observa-se que a médica recebeu uma dose de  $4,57\text{E}+02 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0,15\%$ ), já a assistente recebeu uma dose de  $4,11\text{E}+02 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0,13\%$ ). Neste cenário, a médica recebeu um valor de 9% a mais de dose em relação à assistente. Isto aconteceu porque a médica está localizada mais próxima à paciente (cerca de 10 cm) e a assistente está mais afastada (cerca de 60 cm), e na RI, a maior fonte espalhadora de radiação é a paciente.

### 4.3 Doses recebidas pelos IOE com uso de EPI

Para verificar a eficácia dos equipamentos de proteção, foram avaliadas as doses para os profissionais quando estavam utilizando os EPI, como óculos plumbíferos, protetor de cérebro, avental de chumbo, protetor de tireoide e um EPC, a cortina de chumbo. A figura 19 mostra os valores de dose efetiva para a médica e a assistente.

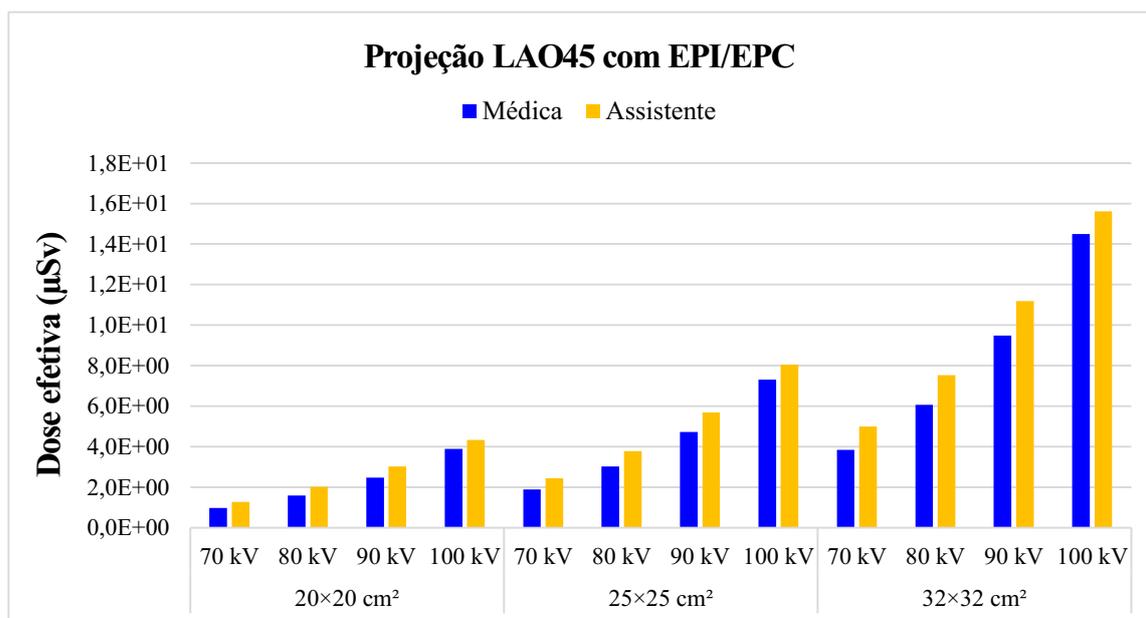


Figura 19: Gráfico da Dose Efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para a médica e assistente quando foram usados os equipamentos de proteção.

Analisando a figura 19, pode-se perceber as doses recebidas que nesse segundo cenário, com os IOE utilizando os equipamentos de proteção, além de haver uma redução significativa nas doses, a médica recebeu menos dose que a assistente, isso é explicado pelo fato da localização da assistente, à esquerda da médica, local que não tem a proteção da cortina de chumbo. Neste caso, mesmo mais distante da paciente, recebe maior dose. A assistente recebeu uma dose efetiva de  $1,57\text{E}+01 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 1,02\%$ ), já a médica recebeu uma dose efetiva de  $1,45\text{E}+01 \mu\text{Sv}$  ( $\pm 0,80\%$ ), isso dá um aumento de 9,3% na dose da assistente em relação à médica, evidenciando assim a importância e eficácia deste EPC, confirmando o que já foi mostrado em alguns estudos [MORI *et al.* 2014; SAKAMOTO *et al.*, 2009; SANTOS *et al.* 2020].

Novamente, pode-se observar que quanto maior a tensão e o campo, maiores foram as doses recebidas pelos profissionais. Observando a situação mais crítica, com o

campo 32×32 cm<sup>2</sup> e tensão de 100 kV, a dose efetiva para a médica quando não estava usando os equipamentos de proteção foi de 4,57E+02 μSv (± 0,15%), e quando estava usando os equipamentos de proteção, o valor foi de 1,45E+01 μSv (± 0,80 %), o que resultou num aumento de 317% na dose, sem o uso dos EPI e EPC.

Para a assistente, utilizando o campo 32×32 cm<sup>2</sup> e tensão de 100 kV, a dose efetiva com os equipamentos de proteção foi de 1,57E+01 μSv (± 1,02%), e quando não estava utilizando os equipamentos de proteção, foi de 4,11E+02 μSv (± 0,13%), levando a um aumento de 382% na dose.

Também foram calculadas doses equivalentes em órgãos críticos para a médica e para a assistente. Os 3 órgãos que mais receberam dose, para a projeção LAO45, com o campo 32×32 cm<sup>2</sup> e tensão de 100 kV, com uso de EPI e EPC, foram: pele 8,91E+01 μSv (± 0,13%), seguido pelo cérebro 4,20+01 μSv (± 0,75%), e medula óssea vermelha 2,93E+01 μSv (± 0,19%), para a médica; para a assistente os órgãos que receberam maiores doses foram: pele 7,91E+01 μSv (± 0,16%), seguido por medula óssea vermelha 3,26E+01 μSv (± 0,20%), e cérebro 2,30E+02 μSv (± 0,34%).

Já os órgãos que receberam menores doses, para a projeção LAO45, com o campo 32×32 cm<sup>2</sup> e tensão de 100 kV, com uso de EPI e EPC, para a médica foram olhos 0,00E+00 μSv (± 0,01%), lentes dos olhos 0,00E+00 μSv (± 0,01%), e demais tecidos 8,13E-02 μSv (± 0,02%); para a assistente, as menores doses foram nos seguintes órgãos: olhos 0,00E+00 μSv (± 0,01%), lentes dos olhos 0,00E+00 μSv (± 0,01%), e demais tecidos 1,16E-01 μSv (± 0,02%). Os resultados vão de encontro aos resultados da literatura, que recomendam o uso de equipamentos de proteção para diminuir a dose de radiação dos profissionais da saúde [PLOUSSI, EFSTATHOPOULOS, 2016; ARTSCHAN *et al.*, 2014; MS, 2019; BUCKLEY *et al.*, 2019].

## CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES

Neste trabalho foram avaliadas doses de radiação para profissionais e paciente na RI, com o procedimento de EAU. Foram calculadas doses equivalentes e efetivas para a médica, a assistente e a paciente. Para isso foi utilizada simulação computacional, com o código MCNPX, onde foi acoplada uma sala de RI, com 3 objetos simuladores virtuais antropomórficos femininos FASH3. Os cenários foram alternados com e sem equipamentos de proteção contra radiação. Em relação aos tamanhos de campos utilizados, o que proporcionou as maiores doses equivalentes e efetivas nos IOE foi o campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  e a tensão 100 kV, deixando evidente a importância da colimação do feixe.

Comparando as doses entre a médica e a assistente, quando não foi utilizado nenhum equipamento de proteção, a médica recebeu uma dose maior, devido a sua proximidade com a paciente que é a principal fonte de espalhamento na RI. Quando foram inseridos os equipamentos de proteção individual e coletiva, mesmo que as doses para ambas profissionais tenha diminuído, a assistente recebeu uma maior dose em comparação com a médica; isso ocorreu porque a assistente estava localizada numa parte da sala em que não havia proteção da cortina de chumbo. Quando não foram utilizados os equipamentos de proteção, houve um aumento de dose de 317% para a médica e de 382% para a assistente, deixando explícita a importância dos equipamentos de proteção.

Tanto para a médica quanto para a assistente, os órgãos que receberam maior dose de radiação foram pele, cérebro e medula óssea, e os que menos receberam dose foram demais tecidos, lentes dos olhos, cérebro, mamas e tireoide, mostrando novamente, a importância dos EPI e EPC.

Em relação à paciente, conclui-se que os maiores valores de doses foram obtidos com o maior campo e a maior tensão. A projeção que proporcionou as maiores doses foi a PA, e as menores a LAO45. Os órgãos que receberam o feixe primário de radiação, como útero, bexiga e ovários apresentaram as maiores doses de radiação; já os órgãos que receberam as menores doses foram os mais afastados da radiação do feixe primário, sendo

lente dos olhos, cérebro e glândulas salivares.

Como perspectiva futura, pretende-se calcular as doses equivalente e efetiva do procedimento de EAU, com uma equipe de trabalho composta por objetos simuladores masculinos.

## REFERÊNCIAS

- ANDREO, P. Monte Carlo simulations in radiotherapy dosimetry. **Radiation Oncology**, v.13, n.1, p.121, 2018. <https://doi.org/10.1186/s13014-018-1065-3>
- ANDREO, P. Monte Carlo techniques in medical radiation physics. **Physics in Medicine & Biology**, v.36, n.7, p.861, 1991. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/36/7/001>
- AIT-ALI, L.; ANDREASSI, M. G.; FOFFA, I.; SPADONI, I.; VANO, E.; PICANO, E. Cumulative patient effective dose and acute radiation-induced chromosomal DNA damage in children with congenital heart disease. **Heart**, v.96, n.4, p.269-274, 2010. <https://doi.org/10.1136/hrt.2008.160309>
- ARCHER, B. R. History of the shielding of diagnostic x-ray facilities. **Health Physics**, v.69, n.5, p.750-758, 1995. <https://doi.org/10.1097/00004032-199511000-00009>
- ARTSCHAN, R. E. R., BRETTLER, D. S.; CHASE, K.; FENDER, A.; HOWELLS, P. G.; BUCHAN, S. An investigation of the radiation doses to the lower legs and feet of staff undertaking interventional procedures. **The British Journal of Radiology**, 87(1038), 20130746, 2014. <https://doi.org/10.1259/bjr.20130746>
- AZEVEDO, A. C. P. Radioproteção em serviços de saúde. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material10.pdf>>. Acesso em: 18 de fevereiro 2020.
- BAIRD, D. D.; DUNSON, D. B.; HILL, M. C.; COUSINS D.; SCHECTMAN, J. M. High cumulative incidence of uterine leiomyoma in black and white women: ultrasound evidence. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v.188, p.100-107, 2003. <https://doi.org/10.1067/mob.2003.99>
- BALTER, S.; HOPEWELL, J. W.; WAGNER, L. K.; ZELESFSKY, M. J. Fluoroscopically Guided Interventional Procedures: A Review of Radiation Effects on Patients' Skin and Hair. **Radiology**, v.254, n.2, p.326-341, 2010. <https://doi.org/10.1148/radiol.2542082312>

- BARNARD, S. G.; AINSBURY, E. A.; QUINLAN, R. A.; BOUFFLER S. D. Radiation protection of the eye lens in medical workers-basis and impact of the ICRP recommendations. **Brazilian Journal Radiology**, v.89, 2016. <https://doi.org/10.1259/bjr.20151034>
- BECKER, E.; LEV-TOAFF, A. S.; KAUFMAN, E. P.; HALPERN, E. J.; EDELWEISS, M. I.; KURTZ, A. B. The added value of transvaginal sonohysterography over transvaginal sonography alone in women with known or suspected leiomyoma. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v.21, n.3, p.237-247, 2002. <https://doi.org/10.7863/jum.2002.21.3.237>
- BERGER, M. J. Monte Carlo calculation of the penetration and diffusion of fast charged particles Methods in Computational. **Physics**, v.1, p.135–215, 1963.
- BERNARDO, W. M.; LIMA, F.; BERNARDO, L. S. Qual a eficácia das micromolas intracerebrais em relação ao procedimento de clipagem cirúrgica nos aneurismas cerebrais rotos? **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n.6, p.620-621, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302010000600002>
- BEVELACQUA, J. J. Practical and effective ALARA. **Health Physics**, v.98, n.2, p.S39-S47, 2010. <https://doi.org/10.1097/HP.0b013e3181d18d63>
- BIELAJEW, A. F.; ROGERS, D. W. O. Variance reduction techniques, Monte-Carlo Transport of Electrons and Photons, edition TM Jenkins, WR Nelson and A. Rindi., 1988. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1059-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1059-4_18)
- BLEGVAD, O. Verletzungen des Auges durch Radiumbestrahlung. **Acta Ophthalmologica**, v.9, n.1-4, p.32-52, 1931. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1931.tb08637.x>
- BLETTNER, M.; SCHLEHOFER, B.; SAMKANGE-ZEEB, F.; BERG, G.; SCHLAEFER, K.; SCHÜZ, J. Medical exposure to ionising radiation and the risk of brain tumours: Interphone study group, Germany. **European Journal of Cancer**, v.43, n.13, p.1990-1998, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2007.06.020>

- BONDUKI, C. E.; GONÇALVES, P.; YOKOHAMA, C.; COSTA, O. F. D.; BARACAT, E. C.; LIMA, G. R. D.; GIRÃO, M. J. B. C. Gravidez e parto após embolização arterial para tratamento de leiomioma uterino. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v.28, n.10, p.596-600, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-72032006001000005>
- BONZOMET, S. P. J.; BRAZ, D.; LOPES, R. T.; ANJOS, M. J.; PADILHA, L. An estimation of the percentage of dose in intraoral radiology exams using Monte Carlo simulation. **Radio**, 2005.
- BRITISH X-ray and Radium Protection Committee. Preliminary Report. **American Roentgen Ray Society**, n.17, p.100-103, 1921. <https://doi.org/10.1259/jrs.1921.0051>
- BRITISH X-ray and Radium Protection Committee. Revised Report No. 1 **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, n.29, p.19-25, 1924. <https://doi.org/10.1259/bar.1924.0004>
- BRODER, M. S.; GOODWIN, S.; CHEN, G.; TANG, L. J.; COSTANTINO, M. M.; NGUYEN, M. H.; Erberich, H. Comparison of long-term outcomes of myomectomy and uterine artery embolization. **Obstetrics & Gynecology**, v.100, n.5, p.864-868, 2002. <https://doi.org/10.1097/00006250-200211000-00005>
- BRUCE, W. R.; PEARSON, M. L.; JOHNS, H. E. Comparison of Monte Carlo calculations and experimental measurements of scattered radiation produced in a water phantom by primary radiations with half-value layers from 1.25 mm Cu to 11 mm Pb. **Radiation research**, n.17, p.543-54, 1962. <https://doi.org/10.2307/3571181>
- BRUNEREAU L.; HERBRETEAU D.; GALLAS S. Uterine artery embolization in the primary treatment of uterine leiomyomas: technical features and prospective follow-up with clinical and sonographic examinations in 58 patients. **American Journal of Roentgenology**, v.175, p.1267-1272, 2000. <https://doi.org/10.2214/ajr.175.5.1751267>
- BUCKLEY, L.; COUTURE, E.; ASQUITH, A.; CHONG, A.; SO, D. Evaluation of wearable radiation protection equipment for brain protection in interventional

cardiology procedures: Scientific Session 2: Highlights - 08. **Medical Physics**, v.46, n.11, p.5375-5376, 2019.

BUTTRAM, Jr., VEASY. C. Uterine leiomyomata-aetiology, symptomatology and management. **Progress in Clinical and Biological Research**, v.225, p.275-296, 1986.

CANEVARO, L. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.3, n.1, p.101-115, 2009. <https://doi.org/10.29384/rbfm.2009.v3.n1.p101-115>

CANEVARO, L. V. Avaliação de doses em fluoroscopia gastrointestinal. Dissertação de Mestrado. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação. Programa de Engenharia Nuclear. UFRJ. Rio de Janeiro, 1995.

CANEVARO, L. Radiologia intervencionista. Disponível em: <[http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/images/documentos/Radiologia\\_intervencionista.pdf](http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/images/documentos/Radiologia_intervencionista.pdf)>. Acesso em: 12 de setembro de 2019.

CARNEVALE, F. C.; MESSINA, M. D. L.; PINTO, R. A. D. P.; OLIVA, J. L.; BOZZINI, N.; MELO, N. R. D.; CERRI, G. G. Embolização do mioma uterino sintomático. **Femina**, p.493-499, 2007.

CARREIRO, G.; MOREIRA, A. D. L.; MURAD, F. F.; AZEVEDO, F.; COELHO, H. S. M. TIPS-anastomose portossistêmica intra-hepática transjugular. Revisão. **Arquivos de Gastroenterologia**, v.38, n.1, p.69-80, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0004-28032001000100013>

CASSOLA, V. F.; de MELO, V. J. L.; KRAMER, R.; KHOURY, H. J. FASH and MASH: female and male adult human phantoms based on polygon mesh surfaces: I. Development of the anatomy. **Physics in Medicine & Biology**, v.55, n. 1, p. 133, 2009. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/55/1/009>

CASSOLA, V. F.; de MELO, V. J. L.; KRAMER, R.; KHOURY, H. J. FASH and MASH: Female and male Adult human phantoms based on polygon meSH surfaces. Part II. Dosimetric calculations. **Physics in Medicine and Biology**, n.55, p. 163-189, 2010. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/55/1/010>

- CASSOLA, V. F.; MILIAN, F. M.; KRAMER, R.; LIRA, C. A. B. O.; KHOURY, H. J. Standing adult human phantoms based on 10th, 50th and 90th mass and height percentiles of male and female Caucasian populations. **Physics in Medicine and Biology**, v.56, n.2, p.3749-3772, 2011. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/56/13/002>
- CASSOLA, V. F.; KRAMER, R.; De LIMA, V. J. M.; LIRA, C. A. B. O.; KHOURY, H. J.; VIEIRA, J. W.; BROWN, K. R. Development of newborn and 1-year-old reference phantoms based on polygon mesh surfaces. **Journal of Radiological Protection**, v.33, n.3, p. 669, 2013. <https://doi.org/10.1088/0952-4746/33/3/669>
- CASTILHO, A. V. B.; SZJENFELD, D.; NALLI, D.; FORNAZARI, V.; MOREIRA, A. C.; MEDEIROS, R. B. A Study of Radiation Doses to the Patient and Medical Team at Embolization Procedures. **Journal of Radiation Protection and Research**, 44(3), p.110-117, 2019. <https://doi.org/10.14407/jrpr.2019.44.3.110>
- CCNU - Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Atómicas. Naciones Unidas, Asamblea General. Efectos de las Radiaciones Suplemento No. 25 (A/8725) Nueva York, 1972.
- CHATTERSON, L. C.; LESWICK, D. A.; FLADELAND, D. A. HUNT, M. M.; WEBSTER, S. T. Lead versus Bismuth-Antimony Shield for Fetal Dose Reduction at Different Gestational Ages at CT Pulmonary Angiography. **Radiology**, v.260, n.2, 560–567, 2011. <https://doi.org/10.1148/radiol.11101575>
- CHIAFFARINO, F.; RICCI, E.; CIPRIANI, S.; CHIANTERA, V.; PARAZZINI, F. Cigarette smoking and risk of uterine myoma: systematic review and meta-analysis. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, v.197, p.63-71, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2015.11.023>
- CHIANG, H. W.; CHIANG, H. J.; LI, J. H.; TSANG, L. L. C. Evaluation of scattered radiation dose received by medical staff during UAE in the operating room. **Technology and Health Care**, n.Preprint, p.1-9, 2020. <https://doi.org/10.3233/THC-209002>
- CHRISMAN, H. B.; SAKER, M. B.; RYU, R. K.; NEMCEK JR, A. A.; GERBIE, M. V.; MILAD, M. P.; VOGELZANG, R. L. The impact of uterine fibroid embolization

on resumption of menses and ovarian function. **Journal of Vascular and Interventional Radiology**, v.11, n.6, p.699-703, 2000. [https://doi.org/10.1016/S1051-0443\(07\)61627-3](https://doi.org/10.1016/S1051-0443(07)61627-3)

CLAPP, C. A. The effect of X-ray and radium radiations upon the crystalline lens. **American Journal of Ophthalmology**, v.15, n.11, p.1039-1044, 1932. [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(32\)92995-X](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(32)92995-X)

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, Norma NN-3.01 “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica”, Resolução nº 164/14, Rio de Janeiro, 2014.

CORLETA, H. V. E.; CHAVES, E. B. M.; KRAUSE, M. S.; CAPP, E. Tratamento atual dos miomas. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v.29, n.6, p.324-328, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-72032007000600008>

COSTA, M. M. B.; NOVA, J. L. L.; CANEVARO, L. V. Efeitos da filtração adicional nas doses de radiação e na qualidade das imagens nos exames videofluoroscópicos. **Radiologia Brasileira**, v.42, n.6, p.379-387, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-39842009000600012>

CRANLEY, K., GILMORE, B. J., FOGARTY, G. W. A., DESPONDS, L. **Catalogue of diagnostic x-ray spectra and other data. Institute of Physics and Engineering in Medicine**. Report 78 York: IPeM, 1997.

CRISTY, M. Mathematical phantoms representing children of various ages for use in estimates of internal dose. U.S. Nuclear Regulatory Commission Rep., NUREG/CR-1159, Also Oak Ridge National Laboratory Rep., ORNL/NUREG/TM-367, 1980.

CROCKER, H. R. A case of dermatitis from Roentgen rays. **British Medical Journal**, v.1, n.1879, p.8, 1897. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.1879.8>

DEMARCO, J. J.; SOLBERG, T. D.; SMATHERS, J. Bl. A CT-based Monte Carlo simulation tool for dosimetry planning and analysis. **Medical Physics**, v.25, n.1, p.1-11, 1998. <https://doi.org/10.1118/1.598167>

- DE VIVO, A.; MANCUSO, A.; GIACOBBE, A.; MAGGIO S. L.; DE DOMINICI, R.; DUGO, N.; VAIARELLI, A. Uterine myomas during pregnancy: a longitudinal sonographic study. **Ultrasound in Obstetrics & Gynecology**, v.37, n.3, p.361-365, 2011. <https://doi.org/10.1002/uog.8826>
- DIVAKAR H. Asymptomatic uterine fibroids. **Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology**, n.22, v.4, p.643-654, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2008.01.007>
- DIMBYLOW, P.J. Development of the female voxel phantom, Naomi, and its application to calculations of induced current densities and electric fields from applied low frequency magnetic and electric fields. **Physics in Medicine & Biology**, n.50, p.1047-1070, 2005. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/50/6/002>
- DONNEZ, J.; DOLMANS, M. Uterine fibroid management: from the present to the future. **Hum Reproduction Update**, p.665-686, 2016. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmw023>
- DOTTER, C. T.; JUDKINS, M. P. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction: description of a new technic and a preliminary report of its application. **Circulation**, v.30, n.5, p.654-670, 1964. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.30.5.654>
- DUEHOLM, M.; LUNDORF, E.; HANSEN, E. S.; LEDERTOUG, S.; OLESEN, F. Accuracy of magnetic resonance imaging and transvaginal ultrasonography in the diagnosis, mapping, and measurement of uterine myomas. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v.186, n.3, p.409-415, 2002. <https://doi.org/10.1067/mob.2002.121725>
- EDSALL, D. L.; PEMBERTON, R. The Nature Of The General Toxic Reaction Following Exposure To The X-Rays. **American Journal of the Medical Sciences (1827-1924)**, v.133, n.3, p.426, 1907. <https://doi.org/10.1097/00000441-190703000-00008>
- EDWARDS, R. D.; MOSS, J. G., LUMSDEN, M. A. Committee of the Randomized Trial of Embolization versus Surgical Treatment for Fibroids: Uterine-artery

embolization versus surgery for symptomatic uterine fibroids. **The New England of Medicine**, v.356, p.360-370, 2007. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa062003>

EGGERT, S. L.; HUYCK, K. L.; SOMASUNDARAM, P.; KAVALLA, R.; STEWART, E. A.; LU, A. T; TRELOAR, S. A. Genome-wide linkage and association analyses implicate FASN in predisposition to uterine leiomyomata. **American Journal of Human Genetics**, v.91, p.621-628, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2012.08.009>

FEBRASGO - FEDERAÇÃO BRASILEIRA DAS ASSOCIAÇÕES DE GINECOLOGIA E OBSTETRÍCIA– FEBRASGO. Disponível em: <<https://www.febrasgo.org.br/pt/noticias/item/41-mioma-uterino-um-problema-muito-comum-e-quase-silencioso>>. Acesso em: 02 de março de 2020.

FEDELE, L.; BIANCHI, S.; DORTA, M.; ZANOTTI, F.; BRIOSCHI, D.; CARINELLI, S. Transvaginal ultrasonography in the differential diagnosis of adenomyoma versus leiomyoma. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v.167, n.3, p.603-606, 1992. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(11\)91558-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(11)91558-0)

GABAMED. Equipamentos de proteção contra radiação. Disponível em: <[http://gabamed.com.br/?page\\_id=38](http://gabamed.com.br/?page_id=38)>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

GILCHRIST, T. C. **A case of dermatitis due to the X-rays**. 1897.

GOMEZ-CRESPO, G.; ERNBORG, D. R. E. Medical radiation protection in the Eastern Mediterranean Region (No. CONF-730907-P2), 1974.

GORTON, W. S. Roentgen ray protective materials. **American Journal of Roentgenology**, v.5, 1918.

GRONCHI, C. C. Exposição ocupacional às radiações ionizantes nos serviços de hemodinâmica. Mestrado IPEN, 107 f., 2004.

GROSSMAN, W. Grossman's cardiac catheterization, angiography and intervention. **Lippincott Williams e Wilkins**, 7th ed, 2006.

GRUPO GRX. Equipamentos de proteção contra radiação. Disponível em: <<https://www.grupogrx.com.br/protetor-de-tireoide-viseira-0-50-mmpb->>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

HEASTON, D. K.; MINEAU, D. E.; BROWN, D. E.; BROWN, B. J.; MILLER F. J. Transcatheter arterial embolization for control of persistent massive puerperal hemorrhage after bilateral surgical hypogastric artery ligation. **American Journal of Roentgenology**, v.133, p.152-4, 1979. <https://doi.org/10.2214/ajr.133.1.152>

HODGE, J. C.; CUENCO, K.; HUYCK, K. L.; SOMASUNDARAM, P.; PANHUYSEN, C. I.; STEWART, E. A.; MORTON, C. C. Uterine leiomyomata and decreased height: a common HMGA2 predisposition allele. **Human Genetics**, v.125, p.257-263, 2009. <https://doi.org/10.1007/s00439-008-0621-6>

HUTCHINS, J. R.; WORTHINGTON-KIRSCH, R.; BERKOWITZ, R. P. Selective uterine artery embolization as primary treatment for symptomatic leiomyomata uterin. **Journal of the American Association of Gynecologic** , v.6, n.3, p.279-84, 1999. [https://doi.org/10.1016/S1074-3804\(99\)80061-9](https://doi.org/10.1016/S1074-3804(99)80061-9)

ICRP 26. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Publication nº 26 - “**The ALARA principle**”, 1977.

ICRP 89. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Publication nº 89 - “**Basic anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values**”, 2002.

ICRP 103. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Publication nº 103 - **The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**, 2007.

ICRP 110. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Publication nº 110 - **Adult Reference Computational Phantoms**, 2009.

ISLAM, M. S.; PROTIC, O.; GIANNUBILO, S. R.; TOTI, P.; TRANQUILLI, A. L.; PETRAGLIA, F.; CIARMELA, P. Uterine leiomyoma: available medical treatments and new possible therapeutic options. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.98, n.3, p.921-934, 2013. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-3237>

- JHA, R. C.; ASCHER, S. M.; IMAOKA, I.; SPIES, J.B. Symptomatic fibroleiomyoma: MR imaging of the uterus before and after uterine arterial embolization. **Radiology**, v.217, n.1, p.228-35, 2000. <https://doi.org/10.1148/radiology.217.1.r00se49228>
- JOHNS, H. E.; CUNNINGHAM, J. R. The physics of radiology. Charles C Thomas Pub Ltd. 1983.
- JUNG, J. H.; HWANG, E. C.; DAHM, P. Current best evidence for prostatic arterial embolization. **Current Opinion in Urology**. n.29, v.6, p.656–658, 2019. <https://doi.org/10.1097/MOU.0000000000000665>
- JUNQUEIRA, N. V.; GUERRA, N.; SILVA, J.; VELHO, T.; SENA, A.; FERREIRA, R.; LUCAS, A. N. Minimally invasive bypass of the left anterior descending coronary artery. **Revista portuguesa de cirurgia cardio-torácica e vascular: órgão oficial da Sociedade Portuguesa de Cirurgia Córdio-Torácica e Vascular**, v.24, n.1-2, p.23-28, 2017.
- KIBBE, A. B. A Case of Dermatitis Caused by the Röntgen Rays, with the Results of Microscopic Examination of the Affected Skin. **D. Appleton**, 1897.
- KEIDAR, Y.; KONNO, M. A. Cardiac implant configured to receive a percutaneous prosthetic heart valve implantation. U.S. Patent n. 9,636, 219, 2017.
- KEUNG, J. J.; SPIES, J. B.; CARIDI, T. M. Uterine artery embolization: a review of current concepts. **Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology**, v.46, p.66-73, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2017.09.003>
- KIM, K. P.; MILLER, D. L.; BALTER, S.; KLEINERMAN, R. A.; LINET, M. S.; KWON, D.; SIMON, S. L. Occupational radiation doses to operators performing cardiac catheterization procedures. **Health Physics**, v.94, n.3, p.211-227, 2008. <https://doi.org/10.1097/01.HP.0000290614.76386.35>
- KIM, S. C.; CHOI, J. R.; JEON, K. B. Physical analysis of the shielding capacity for a lightweight apron designed for shielding low intensity scattering X-rays. **Scientific Reports**, n.6, p.1-7, 2016. <https://doi.org/10.1038/srep27721>

- KIJIMA, K.; KRISANACHINDA, A.; TAMURA, M.; MONZEN, H.; NISHIMURA, Y. Reduction of Occupational Exposure Using a Novel Tungsten-Containing Rubber Shield in Interventional Radiology. **Health Physics**, 2019. <https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001177>
- KISILEVZKY, N. H.; MARTINS, M. S. Embolização uterina para tratamento de mioma sintomático. Experiência inicial e revisão da literatura. **Radiologia Brasileira**, n.3, p.129-140, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-39842003000300003>
- KONEX. Equipamentos de proteção contra radiação. Disponível em: <<http://www.konex.com.br/produtos/categoriasub/3/aventais-com-ca-para-profissionais>>. Acesso em: 13 de abril de 2020.
- KRAMER, R.; KHOURY, H. J.; VIEIRA, J. W.; LIMA, V. J. M. MAX06 and FAX06: update of two adult human phantoms for radiation protection dosimetry. **Physics in Medicine & Biology**, v.51, n.14, p.3331, 2006. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/14/003>
- KRAMER, R.; KHOURY, H. J.; VIEIRA, J. W.; LOUREIRO, E. C. M.; LIMA, V. J. M.; LIMA, F. R. A.; HOFF, G. All about FAX: a Female Adult voXel phantom for Monte Carlo calculation in radiation protection dosimetry. **Physics in Medicine & Biology**, v.49, n.23, p.5203, 2004. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/49/23/001>
- KRAMER, R.; VIEIRA, J. W.; KHOURY, H. J.; LIMA, F. R. A.; FUELLE, D. All about MAX: a male adult voxel phantom for Monte Carlo calculations in radiation protection dosimetry. **Physics in Medicine & Biology**, v. 48, n. 10, p.1239, 2003. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/48/10/301>
- KRAMER, R., ZANKL, M., WILLIAMS, G e DREXLER, G.O. Calculation of dose from external photon exposure using reference human phantom and Monte Carlo methods. Part I: The Male (ADAM) and Female (EVA) Adult Mathematical phantoms. GSF-Bericht S-885, GSF- **National Research for Environment and Health**. Neuherberg, Germany, 1982.
- KULIGOWSKA, E.; DEEDS III, L.; LU III, K. Pelvic pain: overlooked and underdiagnosed gynecologic conditions. **Radiographics**, v.25, n.1, p.3-20, 2005. <https://doi.org/10.1148/rg.251045511>

- LASMAR, R. B.; BARROZO, P. R. M.; DIAS, R.; OLIVEIRA, M. A. P. D.; PONTES, A.; DIAS, D. S. Miomas submucosos: classificação pré-operatória para avaliação da viabilidade da cirurgia histeroscópica. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, n.26, v.4, p.305-309, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-72032004000400007>
- LEE, W. L.; LIU, W. M.; FUH, J. L.; TSAI, Y. C.; SHIH, C. C.; WANG, P. H. Use of uterine vessel occlusion in the management of uterine myomas: two different approaches. **Fertility and Sterility**, v.94, n.5, p.1875–1881, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.11.015>
- LEMOSQUET, A., DE CARLAN, L., CLAIRAND, I e AUBINEAU-LANIÈCE, I. Fantômes numériques anthropomorphes appliqués à la dosimétrie des rayonnements ionisants: état de l’art. **Rapport IRSN – SDOS**, p. 2002-004, 2002.
- LEVINE, G. N.; BATES, E. R.; BLANKENSHIP, J. C.; BAILEY, S. R.; BITTL, J. A.; CERCEK, B.; KHOT, U. N. 2015 ACC/AHA/SCAI focused update on primary percutaneous coronary intervention for patients with ST-elevation myocardial infarction: an update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention and the 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction. **Journal of the American College of Cardiology**, v.67, n.10, p.1235-1250, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.10.005>
- LIMA, N. W.; HOFF, G. Aplicabilidade da Lei do Inverso do Quadrado da Distância em radiologia convencional e mamografia. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v.3, n.1A, 2015. <https://doi.org/10.15392/bjrs.v3i1A.91>
- LUMSDEN, M. A.; WALLACE, E. M. Clinical presentation of uterine fibroids. **Baillieres Clinical Obstetrics and Gynaecology**, v.12, p.177-195, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0950-3552\(98\)80060-6](https://doi.org/10.1016/S0950-3552(98)80060-6)
- LUZ, E. S.; CANEVARO, L. V.; FERREIRA, N. M. P.D.; CAMPOS, J. E. A importância do controle de qualidade em serviços de hemodinâmica e cardiologia intervencionista. **Radiologia Brasileira** [online], v.40 n.1, p.27-31, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-39842007000100008>

- MÄKINEN, N.; MEHINE, M.; TOLVANEN, J. MED. The mediator complex subunit 12 gene, is mutated at high frequency in uterine leiomyomas. **Science**, v.334, p.252-255, 2011. <https://doi.org/10.1126/science.1208930>
- MARINO, J. L.; ESKENAZI, B.; WARNER, M.; SAMUELS, S.; VERCELLINI, P.; GAVONI, N.; OLIVE, D. Uterine leiomyoma and menstrual cycle characteristics in a population-based cohort study. **Human Reproduction**, v.19, n.10, p.2350-2355, 2004. <https://doi.org/10.1093/humrep/deh407>
- MARSHALL, L. M.; SPIEGELMAN, D.; BARBIERI, R. L. Variation in the incidence of uterine leiomyoma among premenopausal women by age and race. **Obstetrics & Gynecology**, v.90, p.967-73, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0029-7844\(97\)00534-6](https://doi.org/10.1016/S0029-7844(97)00534-6)
- MARTIN, C. J. Radiation shielding for diagnostic radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, v.165, n.1-4, p.376-381, 2015. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv040>
- MARTINS, C.; PAULA, V. Doses de exposição à radiação em pacientes submetidos a exames de fluoroscopia. **Disciplinarium Scientia**, v.12, n.1, p.77-88, 2011. <https://doi.org/10.37779/nt.v12i1.1281>
- McCONN, Jr, R. J.; GESH, C. J.; PAGH, R. T.; RUCKER WILLIAN, R. G. Compendium of Material Composition Data for Radiation Transport Modeling. Pacific Northwest National Laboratory, p.375, 2011. <https://doi.org/10.2172/1023125>
- McLUCAS, B.; GOODWIN, S. C.; VEDANTHAM S. Embolic therapy for myomata. **Minimally Invasive Ther Allied Technologies**, v.5, p.745-751, 1996. <https://doi.org/10.3109/13645709609153057>
- MANYONDA, I. T.; BRATBY, M.; HORST, J. S.; BANU, N.; GORTI, M.; BELLI, A. M. Uterine artery embolization versus myomectomy: impact on quality of life results of the FUME (Fibroids of the Uterus: Myomectomy versus Embolization) Trial. **Cardiovascular and Interventional Radiology**, v.35, n.3, p.530-536, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00270-011-0228-5>

- MEDEIROS, R. F. D.; SARMENTO-LEITE, R.; CARDOSO, C. D. O.; QUADROS, A. S. D.; RISSO, E.; FISCHER, L.; GOTTSCHALL, C. A Exposição à radiação ionizante na sala de hemodinâmica. **Revista Brasileira de Cardiologia Invasiva**, v.18, n.3, p.316-320, 2010. <https://doi.org/10.1590/S2179-83972010000300015>
- MILLER, D. L. Make Radiation Protection a Habit. **Techniques in Vascular and Interventional Radiology**, v.21, n.1, p.37-42, 2018. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2017.12.008>
- MS - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n.330, Brasília, 2019.
- MT - MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR 6 - **EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL**. Brasília. 2001.
- MT - MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR 32 - **SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM SERVIÇOS DE SAÚDE**. Brasília. 2011.
- MORI, H.; KOSHIDA, K.; ISHIGAMORI, O.; MATSUBARA, K. Evaluation of the effectiveness of X-ray protective aprons in experimental and practical fields. **Radiological Physics and Technology**, 7(1), 158-166, 2014. <https://doi.org/10.1007/s12194-013-0246-x>
- MUTSCHELLER, A. Physical standards of protection against Roent-gen-ray dangers. **American Journal of Roentgenology**, v.13, p.65-70, 1925.
- NCRP-NATIONAL COMMITTEE ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, National Bureau of Standards Handbook 20, 1936.
- NELSON, W. R.; RINDI, A.; JENKINS, T. M. (Ed.). Monte Carlo transport of electrons and photons. **Plenum Press**, 1988.
- NUÑEZ N. J. E.; ZURSTRASSEN, C.; BARROS, M.; UEMA, D.; LOPEZ, R. Prognostic Factors Associated with the Efficacy of Hepatic Transarterial Embolization in Patients with Neuroendocrine Tumors. **Brazilian Journal of Oncology**, v.15, p.1-8, 2019. <https://doi.org/10.5935/2526-8732.20190018>

- OKIZUKA, H.; SUGIMURA, K.; TAKEMORI, M.; OBAYASHI, C.; KITAO, M.;  
ISHIDA, T. MR detection of degenerating uterine leiomyomas. **Journal of  
Computer Assisted Tomography**, v.17, n.5, p.760-766, 1993.  
<https://doi.org/10.1097/00004728-199309000-00018>
- OKOLO, S. Incidence a etiology and epidemiology of uterine fibroids. **Best Practice &  
Research Clinical Obstetrics & Gynaecology**, v.22, n.4, p.571-588, 2008.  
<https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2008.04.002>
- OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. M. Física das radiações. **Oficina de Textos**, São Paulo,  
2010.
- PADOVANI R., RODELLA C. A. Staff dosimetry in interventional cardiology.  
**Radiation Protection Dosimetry**, n. 94, p. 99-103, 2001.  
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a006490>
- PARKER, W. Etiology, symptomatology and diagnosis of uterine myomas. **Fertility and  
Sterility**, v.87, p.725-736, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.01.093>
- PELAGE, J. P.; Le DREF, O.; SOYER, P.; KARDACHE, M.; DAHAN, H.; ABITBOL,  
M.; RYMER, R. Fibroid-related menorrhagia: treatment with superselective  
embolization of the uterine arteries and midterm follow-up. **Radiology**, v.215, n.2,  
p.428-431, 2000. <https://doi.org/10.1148/radiology.215.2.r00ma11428>
- PELOWITZ, D. B. MCNPX User's Manual, Version 2.7.0, Report LA-CP-11-00438. Los  
Alamos National Laboratory, 2011.
- PISCO, J. M.; PINHEIRO, L. C.; BILHIM, T.; DUARTE, M.; MENDES, J. R.;  
OLIVEIRA, A. G. Prostatic arterial embolization to treat benign prostatic  
hyperplasia. **Journal of Vascular and Interventional Radiology**, v.22, n.1, p.11-  
19, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2010.09.030>
- PISKE, R. L.; FERREIRA, M. S.; CAMPOS, C.; TEIXEIRA Jr, J. A. N.; PISKE, L. E.;  
FONSECA, N. C.; MOURÃO, G. S. Técnica de proteção cerebral na angioplastia  
e "stent" de carótida: um procedimento eficaz contra embolia. **Arquivos de Neuro-  
Psiquiatria**, v. 61, n. 2A, p. 296-302, 2003. [https://doi.org/10.1590/S0004-  
282X2003000200028](https://doi.org/10.1590/S0004-282X2003000200028)

- PITORRI, R. C. **Avaliação da qualidade da imagem e taxa de exposição na cardiologia intervencionista**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- PLOUSSI, A.; EFSTATHOPOULOS, E. P. Importance of establishing radiation protection culture in radiology department. **World Journal of Radiology**, v.8, n.2, p.142, 2016. <https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i2.142>
- PODGORŠAK, E. B. Radiation physics for medical physicists. Springer; 2ª edição, 2010. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-00875-7>
- PRON, G.; BENNETT, J.; COMMON A. Ontario Uterine Fibroid Embolization Collaboration Group. The Ontario Uterine Fibroid Embolization Trial. Part 2. Uterine fibroid reduction and symptom relief after uterine artery embolization for fibroids. **Fertility and Sterility**, v.79, n.1, p.120-127, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(02\)04538-7](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(02)04538-7)
- RAESIDE, D. E. Monte Carlo principles and applications. **Physics in Medicine & Biology**, v.21, n.2, p.181, 1976. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/21/2/001>
- RAVINA, J. H.; VIGNERON, N. C.; AYMARD, A.; LE DREF, O.; MERLAND, J. J. Pregnancy after embolization of uterine myoma: report of 12 cases. **Fertility and Sterility**, v.73, n.6, p.1241-1243, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(00\)00497-0](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(00)00497-0)
- RAVINA, J. H.; MERLAND, J. J.; CIRARU-VIGNERON, N.; BOURET, J. M.; HERBRETEAU, D.; HOUDART, E.; AYMARD, A. Arterial embolization: a new treatment of menorrhagia in uterine fibroma. **Presse Medicale (Paris, France: 1983)**, v.24, n.37, p.1754-1754, 1995.
- REEVES, R. R.; ANG, L.; BAHADORANI, J.; NAGHI, J.; DOMINGUEZ, A.; PALAKODETI, V.; MAHMUD, E. Invasive cardiologists are exposed to greater left sided cranial radiation: the BRAIN study (Brain Radiation Exposure and Attenuation During Invasive Cardiology Procedures). **Cardiovascular Interventions**, v.8, n.9, p.1197-1206, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.03.027>

- RIBEIRO, T.; MARTINS, C.; ROCHA, M. Estimativa do risco de carcinogênese associado à radiação X no cateterismo ureteral “duplo J”. **Saúde & Tecnologia**, n.1, p.30-35, 2008.
- ROGUIN, A.; GOLDSTEIN, J.; BAR, O.; GOLDSTEIN, J. A. Brain and neck tumors among physicians performing interventional procedures. **The American Journal of Cardiology**, v.111, n.9, p.1368-1372, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.12.060>
- SAKAMOTO, H.; IKEGAWA, H.; KOBAYASHI, H.; KIUCHI, T.; SANO, Y.; FUKASAWA, M.; ARAKI, T. A study of operator’s hand and finger exposure dose reduction during angiographic procedures. **Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi**, v.65, p.25–34; 2009. <https://doi.org/10.6009/jjrt.65.25>
- SANTOS, W. S.; NEVES, L. P.; PERINI, A. P.; CALDAS, L. V. Uso de modelagem computacional para avaliação da exposição médica e ocupacional durante procedimento de cardiologia intervencionista. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v.8, p.1-12, 2020. <https://doi.org/10.15392/bjrs.v8i1A.1086>
- SCHNEIDER D. O.; CORMACK D. V. Monte Carlo calculations of electron energy loss. **Journal of Radiation Research**, 11 418-29, 1959. <https://doi.org/10.2307/3570690>
- SHOPE, T. B. Lesões na pele induzidas por radiação por fluoroscopia. **Radiographics**, v.16, n.5, p.1195-1199, 1996. <https://doi.org/10.1148/radiographics.16.5.8888398>
- SNYDER, W.S. Calculations for Maximum Permissible Exposure to Thermal Neutrons. **Nucleonics (US) Ceased publication**, v.6, p.46-50, 1950.
- SMILOWITZ, N. R.; FEIT, F. História de angioplastia primária e stent para infarto agudo do miocárdio. **Relatórios atuais de cardiologia**, v.18, n.1, p.5 de 2016.
- SPIES, J. B.; ASCHER, S. A.; ROTH, A. R.; KIM, J.; LEVY, E. B.; GOMEZ-JORGE J. Uterine artery embolization for leiomyomata. **Obstetrics & Gynecology**, v.98, n.1, p.29-34, 2001. <https://doi.org/10.1097/00006250-200107000-00006>

- SOARES, A. D.; PAIXÃO, L.; FACURE, A. Determination of the dose rate constant through Monte Carlo simulations with voxel phantoms. **Medical Physics**, v.45, n.11, p.5283-5292, 2018. <https://doi.org/10.1002/mp.13181>
- SOARES, F. A. P.; PEREIRA, A. G.; FLÔR, R. C. Utilização de vestimentas de proteção radiológica para redução de dose absorvida: uma revisão integrativa da literatura. **Radiologia Brasileira**, v.44, n.2, p.97-103, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-39842011000200009>
- SOILAND, A. First International Congress of Radiology, 1925. <https://doi.org/10.1148/5.3.261>
- SOUZA, S. P. Estudo dosimétrico de pacientes em procedimentos de cardiologia intervencionista. Repositório Institucional, UFU. 2018.
- STABIN, M., WATSON, E., CRISTY, M., RYMAN, J., ECKERMAN, K., DAVIS, J., MARSHALL, D e GEHLEN, K. Mathematical models and specific absorbed fractions of photon energy in the nonpregnant adult female and at the end of each trimester of pregnancy. Report No ORNL/TM-12907 Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA, 1995. <https://doi.org/10.2172/91944>
- STAMATOPOULOS C. P.; MIKOS, T.; GRIMBIZIS, G. F.; DIMITRIADIS, A. S.; EFSTRATIOU, I.; STAMATOPOULOS, P.; TARLATZIS, B. C Value of magnetic resonance imaging in diagnosis of adenomyosis and myomas of the uterus. **Journal of Minimally Invasive Gynecology**, v.19, n.5, p.620-626, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2012.06.003>
- STEWART, E. A.; NICHOLSON, W. K.; BRADLEY, L.; BORAH, B. J. The burden of uterine fibroids for African-American women: results of a national survey. **J Womens Health (Larchmt)**, v.22, p.807-16, 2013. <https://doi.org/10.1089/jwh.2013.4334>
- STEWART, E. A. Uterine Fibroids. **New England Journal of Medicine**, v. 372, n.17, p. 1646–1655, 2015. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp1411029>
- SUNKARA, S. K.; KHAIRY, M.; EL-TOUKHY, T.; KHALAF, Y.; COOMARASAMY, A. The effect of intramural fibroids without uterine cavity involvement and the

outcome of IVF treatment: a systematic review and meta-analysis. **Human Reproduction**, v.25, n.2, pp.418-29, 2010.  
<https://doi.org/10.1093/humrep/dep396>

TARAN, F. A.; BROWN, H. L.; STEWART, E. A. Racial diversity in uterine leiomyoma clinical studies. **Fertility and Sterility**, v.94, n.4, p.1500-1503, 2010.  
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.08.037>

TAUHATA, L.; SALATI, I. P.; DI PRINZIO, R., DI PRINZIO, A. R. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. Rio de Janeiro: Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2013.

TOOR, S. S.; JABERI, A.; BLAIR, M. D.; CINNES, M. D. F.; SCHWEITZER, M. E.; RASULI, P. Complication rates and effectiveness of uterine artery embolization in the treatment of symptomatic leiomyomas: A systematic review and meta-analysis. **American Journal of Roentgenology**. v.199, n.5, p.1153-1163, 2012.  
<https://doi.org/10.2214/AJR.11.8362>

UFLACKER, R. Radiologia intervencionista no tórax. **Jornal Pneumologia**, v.18, p.111-134, 1992.

VARELLA, D. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/miomas-fibromas-ou-leiomiomas/>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2020.

VAÑO, E. GONZALEZ, L., FAULKNER, K., PADOVANI, R., MALONE, J. F. Training and accreditation in radiation protection for interventional radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, v.94, n.1-2, p.137-142, 2001.  
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a006459>

VANO, E.; KLEIMAN, N. J.; DURAN, A.; ROMANO, M. M.; REHANI, M. M. Radiation associated lens opacities in catheterization personnel: results of a survey and direct assessments. **Journal of Vascular and Interventional Radiology**, v.24, n.2, p. 197-204, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2012.10.016>

VITIELLO, D.; McCARTHY, S. Diagnostic imaging of myomas. **Obstetrics and Gynecology Clinics**, v.33, n.1, p.85-95, 2006.  
<https://doi.org/10.1016/j.ogc.2005.12.013>

- VOLLENHOVEN, B. J.; LAWRENCE, A. S.; HEALY, D. L. Uterine fibroids: a clinical review. **BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology**, v.97, n.4, p.285-298, 1990. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1990.tb01804.x>
- YORIYAZ, H. Método de Monte Carlo: princípios e aplicações em Física Médica. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.3, n.1, p. 141-149, 2009.
- WALLACH, E. E.; VLAHOS, N. F. Uterine myomas: an overview of development, clinical features, and management. **Obstetric and Gynecology**, v.104, n.2, p.393-406, 2004. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000136079.62513.39>
- WALKER, W. J.; PELAGE, J. P. Uterine artery embolisation for symptomatic fibroids: clinical results in 400 women with imaging follow up. **Journal of Obstetrics and Gynaecology**, v.109, n.11. p.1262-1272, 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1471-0528.2002.01449.x>
- WALSH, D. Focus-tube Dermatitis. **Archives of the Roentgen Ray**, v.3, n.3, p.69-74, 1899. <https://doi.org/10.1259/arr.1899.0047>
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Efficacy and radiation safety in interventional radiology. In: **Efficacy and Radiation Safety in Interventional Radiology**. 2000.
- WILLIAMS, G., ZANKL, M.; ABMAYR, W.; VEIT, R; GREXLER, G. Calculation of Dose from External Photon Exposures Using Reference and Realistic Human Phantoms and Monte Carlo Methods. **Physics in Medicine & Biology**, v.31, p. 347-354, 1986. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/31/4/010>
- WILLIAMS, P. L.; COOTE, J. M.; WATKINSON, A. F. Pre-Uterine Artery Embolization MRI: Beyond Fibroids. **Cardiovascular and Interventional Radiology**, v.34, n.6, p.1143-1150, 2011. <https://doi.org/10.1007/s00270-011-0124-z>
- WORTHINGTON-KIRSCH, R. L.; POPKY, G. L.; HUTCHINS, F. L. Embolização arterial uterina para tratamento de leiomiomas: avaliação da qualidade de vida e resposta clínica. **Radiology**, v.208, p.625-629, 1998. <https://doi.org/10.1148/radiology.208.3.9722838>

ZUBAL, I. G., HARRELL, C. R., SMITH, E. O., RATTNER, Z., GINDI, G.; HOFFER, P. B. Computerized threedimensional segmented human anatomy. **Medicine and Physics**, 21, p. 299-302, 1994. <https://doi.org/10.1118/1.597290>

**APÊNDICE A:** Valores de doses equivalentes e efetivas para a médica, assistente e paciente com o uso de EPI e EPC e sem o uso dos equipamentos de proteção.

\*Considerar para as tabelas A.1.1-A.6.12, que os demais tecidos compreendem: glândulas adrenais, região extratorácica, vesícula biliar, coração, rins, linfonodos, músculos, mucosa oral, pâncreas, intestino delgado, baço, timo e útero.

Tabela A.1.1: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	4,08E+00 (0,44)	2,11E+00 (0,67)	4,34E+00 (0,48)
Cólon	3,46E-01 (7,14)	4,91E-01 (6,28)	5,14E-01 (5,90)
Pulmão	2,44E-01 (6,73)	3,66E-01 (5,17)	2,42E-01 (6,41)
Estômago	4,02E-01 (10,62)	7,95E-01 (7,45)	7,36E-01 (8,23)
Mamas	5,10E-01 (7,80)	6,25E-01 (6,52)	5,77E-01 (7,29)
Demais tecidos*	7,87E-03 (0,05)	6,20E-03 (0,07)	1,30E-02 (0,05)
Gônadas	1,47E-01 (68,28)	1,73E-01 (39,34)	3,14E-01 (34,98)
Bexiga	1,60E-01 (20,44)	8,29E-02 (47,77)	3,25E-01 (23,89)
Esôfago	1,65E-01 (28,18)	1,85E-01 (23,35)	2,10E-01 (33,52)
Fígado	1,92E-01 (11,03)	3,60E-01 (7,58)	2,72E-01 (8,15)
Tireoide	3,43E-01 (34,44)	5,89E-01 (43,49)	2,42E-01 (40,66)
Superfície óssea	4,11E+00 (0,45)	2,11E+00 (0,68)	4,36E+00 (0,49)
Cérebro	6,53E+00 (1,70)	7,87E+00 (1,56)	1,92E+00 (3,12)
Glândulas salivares	5,75E-01 (6,58)	8,90E-01 (5,66)	2,93E-01 (9,57)
Pele	1,43E+01 (0,32)	7,34E+00 (0,48)	1,36E+01 (0,34)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	4,37E-02 (42,09)	1,81E-01 (29,51)	3,52E-01 (24,46)
Dose efetiva	9,72E-01 (0,06)	7,71E-01 (4,46)	1,04E+00 (4,02)

Tabela A.1.2: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	5,34E+00 (0,41)	3,08E+00 (0,58)	5,98E+00 (0,43)
Cólon	9,92E-01 (4,56)	1,45E+00 (3,87)	1,57E+00 (3,64)
Pulmão	6,34E-01 (4,31)	9,57E-01 (3,35)	7,06E-01 (3,78)
Estômago	1,33E+00 (6,17)	2,38E+00 (4,59)	2,25E+00 (4,98)
Mamas	1,13E+00 (5,27)	1,81E+00 (3,83)	1,51E+00 (4,31)
Demais tecidos*	1,13E-02 (0,04)	9,87E-03 (0,06)	1,85E-02 (0,04)
Gônadas	5,25E-01 (41,35)	7,71E-01 (24,39)	6,91E-01 (21,85)
Bexiga	5,92E-01 (22,02)	6,72E-01 (17,78)	7,68E-01 (15,45)
Esôfago	4,18E-01 (16,92)	7,57E-01 (13,19)	3,41E-01 (18,53)
Fígado	5,41E-01 (6,11)	1,12E+00 (4,40)	8,43E-01 (4,95)
Tireoide	7,71E-01 (22,92)	8,62E-01 (20,08)	7,06E-01 (21,69)
Superfície óssea	5,28E+00 (0,41)	3,02E+00 (0,59)	5,88E+00 (0,44)
Cérebro	9,29E+00 (1,51)	1,17E+01 (1,35)	3,04E+00 (2,65)
Glândulas salivares	1,00E+00 (5,32)	1,36E+00 (4,45)	4,59E-01 (7,62)
Pele	1,76E+01 (0,29)	9,88E+00 (0,42)	1,72E+01 (0,31)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	4,30E-01 (19,64)	6,19E-01 (15,93)	7,73E-01 (13,52)
Dose efetiva	1,60E+00 (3,82)	1,62E+00 (2,48)	1,87E+00 (2,41)

Tabela A.1.3: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	6,65E+00 (0,38)	4,25E+00 (0,52)	7,63E+00 (0,40)
Cólon	2,39E+00 (3,18)	3,44E+00 (2,58)	3,50E+00 (2,55)
Pulmão	1,24E+00 (3,02)	2,08E+00 (2,28)	1,49E+00 (2,73)
Estômago	2,76E+00 (4,53)	5,52E+00 (3,22)	4,75E+00 (3,53)
Mamas	2,22E+00 (3,64)	4,05E+00 (2,55)	3,23E+00 (3,03)
Demais tecidos*	1,56E-02 (0,04)	1,96E-01 (0,61)	2,56E-02 (0,04)
Gônadas	7,85E-01 (21,87)	8,35E-01 (19,54)	1,82E+00 (16,67)
Bexiga	9,50E-01 (16,03)	1,38E+00 (12,06)	1,61E+00 (10,88)
Esôfago	8,99E-01 (12,57)	1,11E+00 (10,19)	9,56E-01 (11,76)
Fígado	1,23E+00 (4,35)	2,53E+00 (3,00)	2,16E+00 (3,37)
Tireoide	1,44E+00 (18,72)	1,95E+00 (14,43)	1,49E+00 (16,02)
Superfície óssea	6,44E+00 (0,38)	4,06E+00 (0,53)	7,34E+00 (0,41)
Cérebro	1,17E+01 (1,36)	1,60E+01 (1,18)	4,44E+00 (2,30)
Glândulas salivares	1,39E+00 (4,82)	1,90E+00 (3,87)	7,88E-01 (6,16)
Pele	2,07E+01 (0,27)	1,27E+01 (0,38)	2,10E+01 (0,28)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	9,82E-01 (13,51)	9,96E-01 (13,09)	1,33E+00 (10,15)
Dose efetiva	2,48E+00 (2,25)	3,04E+00 (1,90)	3,20E+00 (1,77)

Tabela A.1.4: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	7,97E+00 (0,36)	5,50E+00 (0,47)	9,35E+00 (0,37)
Cólon	4,46E+00 (2,34)	6,18E+00 (1,96)	5,99E+00 (1,98)
Pulmão	2,28E+00 (2,28)	3,72E+00 (1,75)	2,35E+00 (2,24)
Estômago	5,70E+00 (3,27)	9,62E+00 (2,53)	7,98E+00 (2,67)
Mamas	3,91E+00 (2,77)	6,93E+00 (2,05)	5,19E+00 (2,45)
Demais tecidos*	2,14E-02 (0,04)	2,17E-02 (0,04)	3,29E-02 (0,04)
Gônadas	1,92E+00 (14,74)	1,62E+00 (15,06)	3,17E+00 (11,86)
Bexiga	1,96E+00 (11,13)	2,14E+00 (10,38)	3,12E+00 (8,29)
Esôfago	1,76E+00 (9,37)	2,75E+00 (6,96)	1,93E+00 (9,81)
Fígado	2,37E+00 (3,15)	4,63E+00 (2,27)	3,49E+00 (2,66)
Tireoide	2,39E+00 (14,27)	4,48E+00 (9,29)	1,88E+00 (12,92)
Superfície óssea	7,56E+00 (0,36)	5,11E+00 (0,48)	8,80E+00 (0,38)
Cérebro	1,48E+01 (1,25)	2,03E+01 (1,08)	5,58E+00 (2,02)
Glândulas salivares	1,74E+00 (4,15)	2,60E+00 (3,38)	1,10E+00 (5,76)
Pele	2,39E+01 (0,26)	1,56E+01 (0,34)	2,46E+01 (0,27)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	1,87E+00 (10,06)	1,91E+00 (9,51)	2,94E+00 (7,79)
Dose efetiva	3,89E+00 (1,56)	4,96E+00 (1,45)	4,78E+00 (1,33)

Tabela A.1.5: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,10E+00 (0,31)	3,64E+00 (0,51)	9,42E+00 (0,32)
Cólon	6,82E-01 (5,38)	8,28E-01 (4,85)	1,00E+00 (4,26)
Pulmão	4,73E-01 (4,82)	6,15E-01 (3,97)	4,14E-01 (4,90)
Estômago	7,84E-01 (7,67)	1,27E+00 (5,93)	1,28E+00 (6,32)
Mamas	9,38E-01 (5,90)	1,14E+00 (5,03)	8,86E-01 (5,79)
Demais tecidos*	1,55E-02 (0,03)	1,05E-02 (0,05)	2,59E-02 (0,03)
Gônadas	3,62E-01 (39,00)	2,16E-01 (35,31)	5,48E-01 (25,61)
Bexiga	2,36E-01 (24,45)	1,86E-01 (31,67)	6,74E-01 (16,23)
Esôfago	3,37E-01 (22,87)	2,68E-01 (19,17)	3,46E-01 (23,79)
Fígado	3,27E-01 (8,08)	6,06E-01 (5,86)	4,74E-01 (6,29)
Tireoide	5,21E-01 (26,62)	9,65E-01 (28,89)	4,09E-01 (30,20)
Superfície óssea	8,15E+00 (0,32)	3,65E+00 (0,51)	9,42E+00 (0,33)
Cérebro	1,06E+01 (1,34)	1,25E+01 (1,23)	3,31E+00 (2,40)
Glândulas salivares	1,12E+00 (5,14)	1,33E+00 (4,69)	5,72E-01 (7,12)
Pele	2,87E+01 (0,22)	1,26E+01 (0,39)	2,81E+01 (0,23)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	1,21E-01 (30,60)	2,38E-01 (26,09)	5,84E-01 (17,62)
Dose efetiva	1,89E+00 (3,86)	1,30E+00 (3,61)	2,10E+00 (2,95)

Tabela A.1.6: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,04E+01 (0,29)	5,27E+00 (0,44)	1,25E+01 (0,30)
Cólon	2,03E+00 (3,23)	2,45E+00 (2,95)	3,07E+00 (2,62)
Pulmão	1,16E+00 (3,16)	1,63E+00 (2,54)	1,22E+00 (2,91)
Estômago	2,45E+00 (4,63)	4,26E+00 (3,42)	3,91E+00 (3,69)
Mamas	1,96E+00 (3,98)	3,15E+00 (2,93)	2,49E+00 (3,37)
Demais tecidos*	2,18E-02 (0,03)	1,65E-02 (0,04)	3,61E-02 (0,03)
Gônadas	1,03E+00 (24,62)	1,14E+00 (19,22)	1,10E-01 (1,23)
Bexiga	1,10E+00 (14,66)	1,11E+00 (13,63)	1,41E+00 (10,95)
Esôfago	7,11E-01 (14,40)	1,20E+00 (10,95)	6,37E-01 (13,05)
Fígado	9,68E-01 (4,62)	1,95E+00 (3,35)	1,39E+00 (3,77)
Tireoide	1,43E+00 (16,65)	1,68E+00 (15,72)	1,00E+00 (19,81)
Superfície óssea	1,03E+01 (0,29)	5,16E+00 (0,45)	1,23E+01 (0,30)
Cérebro	1,48E+01 (1,18)	1,86E+01 (1,06)	5,03E+00 (2,06)
Glândulas salivares	1,59E+00 (4,18)	2,12E+00 (3,55)	7,77E-01 (5,95)
Pele	3,43E+01 (0,21)	1,68E+01 (0,32)	3,47E+01 (0,21)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	8,54E-01 (13,33)	1,04E+00 (12,75)	1,33E+00 (10,15)
Dose efetiva	3,02E+00 (2,42)	2,77E+00 (1,94)	3,51E+00 (1,31)

Tabela A.1.7: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,27E+01 (0,27)	7,17E+00 (0,40)	1,57E+01 (0,28)
Cólon	4,57E+00 (2,28)	5,64E+00 (1,99)	6,63E+00 (1,86)
Pulmão	2,27E+00 (2,26)	3,56E+00 (1,75)	2,57E+00 (2,09)
Estômago	5,44E+00 (3,26)	9,04E+00 (2,53)	8,71E+00 (2,59)
Mamas	3,95E+00 (2,78)	7,05E+00 (1,97)	5,12E+00 (2,39)
Demais tecidos*	2,99E-02 (0,03)	2,52E-02 (0,04)	4,93E-02 (0,03)
Gônadas	2,44E+00 (13,27)	1,87E+00 (14,97)	2,85E+00 (13,00)
Bexiga	2,12E+00 (9,84)	2,12E+00 (9,44)	3,46E+00 (7,82)
Esôfago	1,60E+00 (9,23)	2,10E+00 (7,50)	1,63E+00 (9,20)
Fígado	2,19E+00 (3,18)	4,23E+00 (2,32)	3,55E+00 (2,58)
Tireoide	1,95E+00 (15,96)	3,66E+00 (10,08)	2,14E+00 (13,66)
Superfície óssea	1,23E+01 (0,28)	6,83E+00 (0,41)	1,50E+01 (0,28)
Cérebro	1,93E+01 (1,06)	2,51E+01 (0,94)	7,32E+00 (1,79)
Glândulas salivares	2,33E+00 (3,65)	2,95E+00 (3,17)	1,36E+00 (4,73)
Pele	3,97E+01 (0,19)	2,14E+01 (0,29)	4,13E+01 (0,20)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	1,93E+00 (9,38)	1,76E+00 (10,36)	2,80E+00 (7,60)
Dose efetiva	4,72E+00 (1,50)	5,10E+00 (1,45)	5,96E+00 (1,39)

Tabela A.1.8: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,51E+01 (0,26)	9,28E+00 (0,36)	1,89E+01 (0,26)
Cólon	8,46E+00 (1,67)	1,01E+01 (1,53)	1,10E+01 (1,46)
Pulmão	4,14E+00 (1,70)	6,29E+00 (1,35)	3,94E+00 (1,72)
Estômago	1,07E+01 (2,37)	1,57E+01 (1,96)	1,38E+01 (2,04)
Mamas	7,03E+00 (2,08)	1,18E+01 (1,57)	8,17E+00 (1,95)
Demais tecidos*	4,09E-02 (0,03)	3,64E-02 (0,03)	6,29E-02 (0,03)
Gônadas	4,26E+00 (10,82)	3,17E+00 (11,18)	6,07E+00 (8,89)
Bexiga	4,19E+00 (7,27)	3,41E+00 (7,85)	5,54E+00 (6,13)
Esôfago	3,29E+00 (6,87)	4,48E+00 (5,37)	2,92E+00 (7,51)
Fígado	4,34E+00 (2,33)	7,86E+00 (1,73)	5,79E+00 (2,05)
Tireoide	4,34E+00 (10,31)	7,59E+00 (7,40)	3,11E+00 (10,42)
Superfície óssea	1,43E+01 (0,26)	8,62E+00 (0,37)	1,77E+01 (0,27)
Cérebro	2,44E+01 (0,99)	3,21E+01 (0,86)	9,21E+00 (1,59)
Glândulas salivares	2,95E+00 (3,19)	4,04E+00 (2,71)	1,80E+00 (4,39)
Pele	4,53E+01 (0,18)	2,62E+01 (0,26)	4,76E+01 (0,19)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	3,60E+00 (6,89)	3,15E+00 (7,26)	5,43E+00 (5,64)
Dose efetiva	7,32E+00 (1,15)	8,28E+00 (1,09)	8,65E+00 (1,01)

Tabela A.1.9: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a m6dica com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 70 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,65E+01 (0,22)	6,65E+00 (0,38)	1,71E+01 (0,24)
C6lon	1,50E+00 (3,67)	1,40E+00 (3,71)	1,85E+00 (3,20)
Pulm\~{a}o	1,04E+00 (3,31)	1,25E+00 (2,83)	9,15E-01 (3,38)
Est6mago	1,69E+00 (5,33)	2,11E+00 (4,68)	2,20E+00 (4,75)
Mamas	1,77E+00 (4,25)	2,49E+00 (3,49)	1,52E+00 (4,40)
Demais tecidos*	3,20E-02 (0,02)	1,92E-02 (0,04)	1,66E-01 (0,01)
G6nadas	7,50E-01 (25,68)	4,12E-01 (27,39)	7,40E-01 (22,23)
Bexiga	5,14E-01 (16,80)	4,69E-01 (20,93)	8,64E-01 (13,79)
Es6fago	6,79E-01 (15,15)	6,82E-01 (13,80)	7,04E-01 (16,06)
F6gado	6,27E-01 (5,65)	1,07E+00 (4,35)	7,99E-01 (4,91)
Tireoide	7,90E-01 (21,05)	1,69E+00 (19,86)	9,67E-01 (21,77)
Superf6cie 6ssea	1,66E+01 (0,22)	6,66E+00 (0,38)	1,70E+01 (0,24)
C6rebro	1,89E+01 (1,01)	2,01E+01 (0,97)	5,49E+00 (1,87)
Gl\~{a}ndulas salivares	2,25E+00 (3,70)	2,20E+00 (3,62)	1,04E+00 (5,67)
Pele	5,97E+01 (0,15)	2,29E+01 (0,27)	1,23E+02 (0,11)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	3,10E-01 (19,41)	5,30E-01 (17,16)	1,06E+00 (12,98)
Dose efetiva	3,85E+00 (2,61)	2,38E+00 (2,70)	4,51E+00 (2,37)

Tabela A.1.10: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a m6dica com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 80 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,08E+01 (0,20)	9,46E+00 (0,33)	2,24E+01 (0,22)
C6lon	4,33E+00 (2,21)	4,19E+00 (2,26)	5,61E+00 (1,93)
Pulm\~{a}o	2,37E+00 (2,20)	3,01E+00 (1,89)	2,51E+00 (2,04)
Est6mago	5,19E+00 (3,18)	7,01E+00 (2,67)	6,75E+00 (2,78)
Mamas	3,82E+00 (2,81)	5,81E+00 (2,19)	4,03E+00 (2,66)
Demais tecidos*	4,42E-02 (0,02)	2,95E-02 (0,03)	1,92E-01 (0,01)
G6nadas	2,22E+00 (14,70)	1,74E+00 (15,47)	2,34E+00 (12,41)
Bexiga	2,04E+00 (10,00)	1,60E+00 (11,20)	2,47E+00 (8,27)
Es6fago	1,26E+00 (10,30)	2,16E+00 (8,15)	1,40E+00 (9,26)
F6gado	1,99E+00 (3,23)	3,27E+00 (2,58)	2,38E+00 (2,87)
Tireoide	2,75E+00 (11,66)	3,25E+00 (11,04)	2,05E+00 (16,50)
Superf6cie 6ssea	2,05E+01 (0,21)	9,26E+00 (0,34)	2,17E+01 (0,22)
C6rebro	2,62E+01 (0,89)	2,92E+01 (0,84)	8,37E+00 (1,61)
Gl\~{a}ndulas salivares	3,11E+00 (3,05)	3,36E+00 (2,84)	1,43E+00 (4,56)
Pele	6,97E+01 (0,14)	3,02E+01 (0,24)	1,37E+02 (0,10)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	2,08E+00 (8,85)	1,58E+00 (10,65)	2,47E+00 (7,66)
Dose efetiva	6,08E+00 (1,53)	4,81E+00 (1,53)	7,17E+00 (1,42)

Tabela A.1.11: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a m6dica com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 90 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,50E+01 (0,19)	1,26E+01 (0,30)	2,80E+01 (0,20)
C6lon	9,79E+00 (1,56)	9,28E+00 (1,55)	1,20E+01 (1,37)
Pulm\~{a}o	4,54E+00 (1,59)	6,04E+00 (1,34)	5,29E+00 (1,44)
Est6mago	1,17E+01 (2,25)	1,49E+01 (1,98)	1,50E+01 (1,97)
Mamas	7,75E+00 (2,00)	1,23E+01 (1,52)	8,39E+00 (1,87)
Demais tecidos*	6,01E-02 (0,02)	4,40E-02 (0,03)	2,25E-01 (0,01)
G6nadas	4,76E+00 (9,69)	3,36E+00 (11,33)	5,09E+00 (9,44)
Bexiga	4,57E+00 (6,57)	3,23E+00 (7,63)	5,17E+00 (6,18)
Es6fago	2,99E+00 (6,74)	3,63E+00 (5,73)	3,14E+00 (6,30)
F6gado	4,40E+00 (2,24)	7,02E+00 (1,81)	5,80E+00 (2,02)
Tireoide	3,99E+00 (10,89)	6,96E+00 (7,52)	3,65E+00 (10,31)
Superf6cie 6ssea	2,42E+01 (0,20)	1,20E+01 (0,31)	2,64E+01 (0,21)
C6rebro	3,38E+01 (0,81)	3,92E+01 (0,76)	1,21E+01 (1,40)
Gl\~{a}ndulas salivares	4,26E+00 (2,68)	4,79E+00 (2,50)	2,35E+00 (3,77)
Pele	7,94E+01 (0,14)	3,79E+01 (0,21)	1,50E+02 (0,10)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	4,41E+00 (6,36)	2,88E+00 (7,82)	5,07E+00 (5,70)
Dose efetiva	9,49E+00 (1,07)	8,66E+00 (1,10)	1,13E+01 (1,02)

Tabela A.1.12: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a m6dica com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 100 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,93E+01 (0,19)	1,61E+01 (0,27)	3,35E+01 (0,19)
C6lon	1,77E+01 (1,16)	1,63E+01 (1,21)	1,99E+01 (1,09)
Pulm\~{a}o	8,09E+00 (1,21)	1,05E+01 (1,05)	8,08E+00 (1,20)
Est6mago	2,11E+01 (1,67)	2,56E+01 (1,53)	2,41E+01 (1,56)
Mamas	1,38E+01 (1,50)	2,02E+01 (1,22)	1,37E+01 (1,51)
Demais tecidos*	8,13E-02 (0,02)	6,22E-02 (0,03)	2,57E-01 (0,01)
G6nadas	9,61E+00 (7,32)	5,23E+00 (8,83)	9,87E+00 (6,89)
Bexiga	9,57E+00 (4,75)	5,74E+00 (5,98)	8,81E+00 (4,72)
Es6fago	5,94E+00 (5,10)	7,22E+00 (4,38)	5,45E+00 (5,42)
F6gado	8,68E+00 (1,66)	1,29E+01 (1,36)	9,57E+00 (1,59)
Tireoide	7,32E+00 (7,99)	1,17E+01 (5,81)	6,00E+00 (8,56)
Superf6cie 6ssea	2,78E+01 (0,19)	1,49E+01 (0,28)	3,08E+01 (0,20)
C6rebro	4,20E+01 (0,75)	5,00E+01 (0,69)	1,51E+01 (1,24)
Gl\~{a}ndulas salivares	5,50E+00 (2,33)	6,50E+00 (2,17)	3,05E+00 (3,28)
Pele	8,91E+01 (0,13)	4,57E+01 (0,20)	1,63E+02 (0,10)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	8,20E+00 (4,59)	5,23E+00 (5,67)	9,19E+00 (4,39)
Dose efetiva	1,45E+01 (0,80)	1,38E+01 (0,86)	1,61E+01 (0,78)

Tabela A.2.1: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20\times 20\text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 70 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	3,94E+00 (0,51)	1,16E+01 (0,31)	1,47E+01 (0,27)
C6lon	2,38E-01 (8,53)	1,66E-01 (11,49)	4,28E-01 (6,53)
Pulm\~{a}o	3,41E-01 (6,01)	2,27E-01 (6,81)	1,09E-01 (10,74)
Est6mago	2,22E-01 (15,10)	1,39E-01 (18,36)	1,84E-01 (16,48)
Mamas	6,79E-01 (6,59)	6,83E-01 (7,17)	3,87E-01 (9,49)
Demais tecidos*	1,08E-02 (0,05)	3,93E-02 (0,03)	5,66E-02 (0,02)
G6nadas	9,02E-02 (48,85)	7,01E-03 (97,75)	8,38E-01 (27,82)
Bexiga	3,02E-01 (25,14)	3,69E-01 (21,50)	7,16E-01 (14,89)
Es6fago	1,74E-01 (25,63)	1,82E-01 (36,90)	6,44E-02 (54,80)
F6gado	2,45E-01 (8,94)	1,58E-01 (10,39)	1,54E-01 (11,57)
Tireoide	7,32E-01 (23,56)	8,42E-01 (21,93)	1,04E-01 (63,72)
Superf6cie 6ssea	3,97E+00 (0,52)	1,17E+01 (0,31)	1,47E+01 (0,28)
C6rebro	3,68E+01 (0,77)	2,22E+01 (0,98)	6,62E-01 (5,97)
Gl\~{a}ndulas salivares	4,75E+00 (2,58)	4,60E+00 (2,65)	2,35E-01 (11,27)
Pele	1,08E+01 (0,41)	3,64E+01 (0,21)	4,81E+01 (0,18)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	6,14E-02 (40,22)	2,14E-01 (27,79)	4,83E-01 (19,40)
Dose efetiva	1,28E+00 (0,05)	2,36E+00 (8,85)	2,65E+00 (4,93)

Tabela A.2.2: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20\times 20\text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 80 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	5,47E+00 (0,46)	1,51E+01 (6,79)	1,88E+01 (0,26)
C6lon	6,69E-01 (5,14)	4,50E-01 (4,94)	1,13E+00 (4,06)
Pulm\~{a}o	7,05E-01 (4,18)	4,68E-01 (11,14)	1,98E-01 (9,59)
Est6mago	6,70E-01 (8,01)	4,81E-01 (5,53)	4,84E-01 (11,37)
Mamas	1,36E+00 (4,76)	1,14E+00 (0,03)	5,99E-01 (8,58)
Demais tecidos*	1,55E-02 (0,04)	4,99E-02 (30,17)	7,15E-02 (0,02)
G6nadas	7,00E-01 (28,49)	4,37E-01 (13,38)	1,43E+00 (22,39)
Bexiga	7,44E-01 (15,39)	9,34E-01 (19,66)	2,07E+00 (10,35)
Es6fago	6,33E-01 (14,85)	2,91E-01 (6,41)	1,27E-01 (42,18)
F6gado	8,99E-01 (4,94)	5,13E-01 (20,73)	3,74E-01 (7,68)
Tireoide	1,93E+00 (15,68)	9,58E-01 (0,29)	3,78E-01 (35,54)
Superf6cie 6ssea	5,41E+00 (0,46)	1,49E+01 (0,87)	1,84E+01 (0,26)
C6rebro	4,79E+01 (0,69)	3,04E+01 (2,35)	9,61E-01 (4,90)
Gl\~{a}ndulas salivares	6,38E+00 (2,33)	6,03E+00 (0,20)	3,40E-01 (11,49)
Pele	1,38E+01 (0,37)	4,31E+01 (0,01)	5,70E+01 (0,17)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,00)	0,00E+00 (0,01)
6tero	6,02E-01 (15,97)	5,45E-01 (18,64)	1,37E+00 (10,93)
Dose efetiva	2,03E+00 (2,87)	3,21E+00 (3,28)	3,55E+00 (3,58)

Tabela A.2.3: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	7,09E+00 (0,42)	1,86E+01 (0,27)	2,31E+01 (0,24)
Cólon	1,60E+00 (3,59)	9,51E-01 (4,58)	2,33E+00 (3,08)
Pulmão	1,25E+00 (3,11)	1,01E+00 (3,44)	2,71E-01 (7,29)
Estômago	1,79E+00 (5,83)	1,01E+00 (7,32)	1,10E+00 (7,79)
Mamas	2,45E+00 (3,54)	2,06E+00 (3,86)	9,07E-01 (6,82)
Demais tecidos*	2,14E-02 (0,04)	7,86E-01 (0,05)	8,80E-02 (0,02)
Gônadas	1,52E+00 (17,98)	1,06E+00 (23,93)	2,68E+00 (13,92)
Bexiga	1,62E+00 (9,95)	1,39E+00 (12,57)	3,83E+00 (6,96)
Esôfago	9,56E-01 (12,40)	8,87E-01 (11,86)	2,88E-01 (23,50)
Fígado	1,76E+00 (3,51)	1,37E+00 (4,15)	6,94E-01 (5,75)
Tireoide	2,68E+00 (12,93)	2,53E+00 (13,75)	4,53E-01 (36,26)
Superfície óssea	6,89E+00 (0,42)	1,81E+01 (0,27)	2,22E+01 (0,24)
Cérebro	6,04E+01 (0,64)	3,84E+01 (0,80)	1,34E+00 (4,34)
Glândulas salivares	7,86E+00 (2,17)	7,73E+00 (2,14)	4,19E-01 (8,64)
Pele	1,71E+01 (0,33)	4,94E+01 (0,19)	6,51E+01 (0,16)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	1,49E+00 (10,01)	8,06E-01 (16,46)	2,77E+00 (7,64)
Dose efetiva	3,03E+00 (1,94)	4,40E+00 (2,44)	4,65E+00 (2,61)

Tabela A.2.4: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,84E+00 (0,39)	2,19E+01 (0,25)	2,69E+01 (0,23)
Cólon	2,92E+00 (2,72)	1,83E+00 (3,56)	3,46E+00 (2,52)
Pulmão	2,12E+00 (2,39)	1,75E+00 (2,65)	3,59E-01 (6,57)
Estômago	3,26E+00 (4,24)	1,90E+00 (5,51)	1,40E+00 (6,38)
Mamas	4,19E+00 (2,80)	3,27E+00 (3,20)	1,16E+00 (6,49)
Demais tecidos*	2,86E-02 (0,04)	7,13E-02 (0,02)	1,03E-01 (0,02)
Gônadas	2,34E+00 (12,77)	1,77E+00 (18,89)	3,86E+00 (10,68)
Bexiga	3,31E+00 (7,72)	2,35E+00 (9,50)	5,68E+00 (6,04)
Esôfago	1,73E+00 (8,91)	1,73E+00 (9,08)	2,10E-01 (29,54)
Fígado	3,36E+00 (2,68)	2,24E+00 (3,30)	1,18E+00 (4,58)
Tireoide	3,75E+00 (10,52)	4,49E+00 (10,26)	4,20E-01 (29,85)
Superfície óssea	8,42E+00 (0,39)	2,09E+01 (0,26)	2,53E+01 (0,24)
Cérebro	7,12E+01 (0,60)	4,63E+01 (0,75)	1,53E+00 (4,20)
Glândulas salivares	9,64E+00 (1,98)	8,93E+00 (1,99)	5,59E-01 (8,18)
Pele	2,02E+01 (0,31)	5,51E+01 (0,18)	7,25E+01 (0,16)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	2,82E+00 (7,87)	1,61E+00 (10,70)	4,31E+00 (6,08)
Dose efetiva	4,33E+00 (1,42)	5,57E+00 (1,90)	5,61E+00 (2,36)

Tabela A.2.5: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25\times 25\text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 70 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	7,53E+00 (0,27)	1,87E+01 (0,24)	2,37E+01 (0,22)
C6lon	4,64E-01 (2,28)	2,81E-01 (8,57)	1,04E+00 (4,21)
Pulm\~{a}o	6,16E-01 (2,26)	4,32E-01 (5,05)	1,95E-01 (8,03)
Est6mago	3,89E-01 (3,26)	2,78E-01 (13,93)	5,33E-01 (9,13)
Mamas	1,26E+00 (2,78)	1,27E+00 (5,38)	6,83E-01 (7,40)
Demais tecidos*	2,15E-02 (0,03)	6,26E-02 (0,02)	9,13E-02 (0,02)
G6nadas	4,95E-01 (13,27)	2,49E-01 (41,18)	1,63E+00 (17,85)
Bexiga	4,66E-01 (9,84)	6,50E-01 (16,42)	1,72E+00 (9,99)
Es6fago	3,76E-01 (9,23)	3,60E-01 (22,38)	9,60E-02 (42,02)
F6gado	5,09E-01 (3,18)	3,09E-01 (7,70)	4,21E-01 (6,90)
Tireoide	1,62E+00 (15,96)	1,28E+00 (17,99)	1,80E-01 (48,39)
Superf6cie 6ssea	7,58E+00 (0,28)	1,88E+01 (0,24)	2,37E+01 (0,22)
C6rebro	6,84E+01 (1,06)	3,78E+01 (0,75)	1,09E+00 (4,58)
Gl\~{a}ndulas salivares	7,77E+00 (3,65)	7,69E+00 (2,05)	3,78E-01 (8,91)
Pele	2,14E+01 (0,19)	5,79E+01 (0,17)	7,80E+01 (0,14)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	2,24E-01 (22,34)	3,75E-01 (20,72)	1,20E+00 (11,62)
Dose efetiva	2,44E+00 (4,07)	3,86E+00 (4,16)	4,41E+00 (3,47)

Tabela A.2.6: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25\times 25\text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 80 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,03E+01 (0,33)	2,42E+01 (0,22)	3,04E+01 (0,20)
C6lon	1,39E+00 (3,66)	7,92E-01 (5,16)	2,70E+00 (2,73)
Pulm\~{a}o	1,28E+00 (3,12)	8,95E-01 (3,65)	3,49E-01 (6,68)
Est6mago	1,40E+00 (5,78)	9,12E-01 (8,04)	1,51E+00 (6,24)
Mamas	2,47E+00 (3,46)	1,96E+00 (4,11)	1,06E+00 (6,35)
Demais tecidos*	3,01E-02 (0,03)	7,96E-02 (0,02)	1,16E-01 (0,02)
G6nadas	1,41E+00 (18,12)	6,70E-01 (22,98)	3,66E+00 (12,27)
Bexiga	1,41E+00 (10,84)	1,42E+00 (11,19)	4,15E+00 (7,02)
Es6fago	1,04E+00 (11,60)	6,75E-01 (13,34)	2,50E-01 (25,99)
F6gado	1,68E+00 (3,62)	1,01E+00 (4,55)	1,11E+00 (4,18)
Tireoide	3,42E+00 (11,22)	2,19E+00 (13,45)	6,74E-01 (27,74)
Superf6cie 6ssea	1,01E+01 (0,34)	2,39E+01 (0,23)	2,98E+01 (0,20)
C6rebro	8,77E+01 (0,51)	5,14E+01 (0,67)	1,70E+00 (3,78)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,05E+01 (1,82)	9,95E+00 (1,84)	5,82E-01 (8,38)
Pele	2,68E+01 (0,26)	6,87E+01 (0,16)	9,21E+01 (0,14)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	1,22E+00 (11,45)	9,58E-01 (13,80)	2,95E+00 (7,32)
Dose efetiva	3,79E+00 (1,93)	5,26E+00 (2,44)	6,11E+00 (2,30)

Tabela A.2.7: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25\times 25\text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 90 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,32E+01 (0,31)	2,98E+01 (0,21)	3,73E+01 (0,19)
C6lon	3,27E+00 (2,56)	1,71E+00 (3,45)	5,43E+00 (1,97)
Pulm\~{a}o	2,39E+00 (2,23)	1,82E+00 (2,54)	5,43E-01 (5,23)
Est6mago	3,46E+00 (4,10)	1,87E+00 (5,39)	3,04E+00 (4,37)
Mamas	4,58E+00 (2,61)	3,60E+00 (2,95)	1,55E+00 (5,16)
Demais tecidos*	4,12E-02 (0,03)	9,68E-02 (0,02)	1,44E-01 (0,02)
G6nadas	3,13E+00 (12,53)	1,73E+00 (17,58)	5,87E+00 (8,90)
Bexiga	3,31E+00 (7,16)	2,86E+00 (8,81)	7,60E+00 (4,94)
Es6fago	2,06E+00 (8,66)	1,48E+00 (9,18)	6,31E-01 (16,18)
F6gado	3,52E+00 (2,53)	2,41E+00 (3,12)	2,33E+00 (3,17)
Tireoide	4,94E+00 (9,54)	4,84E+00 (9,24)	7,87E-01 (29,11)
Superf6cie 6ssea	1,28E+01 (0,31)	2,90E+01 (0,21)	3,57E+01 (0,19)
C6rebro	1,08E+02 (0,48)	6,53E+01 (0,61)	2,25E+00 (3,36)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,28E+01 (1,69)	1,27E+01 (1,68)	7,27E-01 (6,83)
Pele	3,24E+01 (0,24)	7,89E+01 (0,15)	1,05E+02 (0,13)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	2,70E+00 (7,77)	1,63E+00 (10,94)	5,96E+00 (5,33)
Dose efetiva	5,69E+00 (1,37)	7,13E+00 (1,79)	8,12E+00 (1,86)

Tabela A.2.8: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25\times 25\text{ cm}^2$  com EPI e tens\~{a}o 100 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,61E+01 (0,29)	3,51E+01 (0,20)	4,34E+01 (0,18)
C6lon	5,73E+00 (1,99)	3,30E+00 (2,67)	8,24E+00 (1,63)
Pulm\~{a}o	3,96E+00 (1,75)	3,05E+00 (2,00)	7,78E-01 (4,52)
Est6mago	6,31E+00 (3,10)	3,42E+00 (4,08)	4,37E+00 (3,65)
Mamas	7,62E+00 (2,03)	5,84E+00 (2,38)	1,84E+00 (4,90)
Demais tecidos*	5,44E-02 (0,03)	1,14E-01 (0,23)	1,70E-01 (0,02)
G6nadas	4,62E+00 (9,18)	3,21E+00 (13,66)	8,76E+00 (7,20)
Bexiga	6,37E+00 (5,47)	3,86E+00 (7,47)	1,15E+01 (4,19)
Es6fago	3,13E+00 (6,73)	2,64E+00 (7,51)	6,68E-01 (17,06)
F6gado	6,34E+00 (1,92)	4,06E+00 (2,46)	3,38E+00 (2,74)
Tireoide	8,05E+00 (7,30)	7,21E+00 (7,75)	7,31E-01 (24,43)
Superf6cie 6ssea	1,54E+01 (0,29)	3,35E+01 (0,20)	4,08E+01 (0,18)
C6rebro	1,26E+02 (0,45)	7,82E+01 (0,57)	2,56E+00 (3,23)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,59E+01 (1,55)	1,48E+01 (1,55)	9,11E-01 (6,46)
Pele	3,80E+01 (0,23)	8,80E+01 (0,14)	1,17E+02 (0,12)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
6tero	5,17E+00 (5,76)	2,85E+00 (7,96)	8,81E+00 (4,37)
Dose efetiva	8,05E+00 (1,03)	9,21E+00 (1,40)	1,00E+01 (1,63)

Tabela A.2.9: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,62E+01 (0,25)	3,04E+01 (0,19)	3,48E+01 (0,18)
Cólon	8,72E-01 (4,67)	5,48E-01 (5,95)	1,99E+00 (3,10)
Pulmão	1,21E+00 (3,10)	1,01E+00 (3,44)	3,59E+00 (1,63)
Estômago	9,68E-01 (7,56)	5,03E-01 (9,61)	2,71E+00 (4,48)
Mamas	2,35E+00 (3,64)	2,54E+00 (3,75)	4,18E+00 (2,42)
Demais tecidos*	5,18E-02 (0,03)	1,02E-01 (0,02)	1,37E-01 (0,02)
Gônadas	5,67E-01 (39,26)	5,73E-01 (27,47)	2,49E+00 (14,58)
Bexiga	1,05E+00 (14,23)	1,17E+00 (13,59)	2,68E+00 (7,98)
Esôfago	7,59E-01 (13,27)	7,22E-01 (14,53)	2,13E+00 (7,26)
Fígado	1,03E+00 (4,37)	6,66E-01 (5,48)	3,37E+00 (2,42)
Tireoide	2,86E+00 (11,92)	2,47E+00 (13,50)	6,61E-01 (22,49)
Superfície óssea	1,63E+01 (0,25)	3,06E+01 (0,19)	3,47E+01 (0,18)
Cérebro	1,33E+02 (0,40)	6,35E+01 (0,58)	2,03E+00 (3,26)
Glândulas salivares	1,44E+01 (1,50)	1,26E+01 (1,60)	7,41E-01 (6,54)
Pele	4,87E+01 (0,19)	9,43E+01 (0,13)	1,15E+02 (0,12)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	5,97E-01 (14,99)	6,53E-01 (17,10)	1,91E+00 (9,23)
Dose efetiva	4,99E+00 (3,49)	6,47E+00 (2,83)	7,76E+00 (1,71)

Tabela A.2.10: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,15E+01 (0,23)	3,93E+01 (0,18)	4,50E+01 (0,16)
Cólon	2,67E+00 (2,74)	1,57E+00 (3,65)	5,00E+00 (2,02)
Pulmão	2,63E+00 (2,16)	1,96E+00 (2,46)	9,80E+00 (1,01)
Estômago	2,84E+00 (4,30)	1,80E+00 (5,59)	7,18E+00 (2,79)
Mamas	4,80E+00 (2,49)	4,21E+00 (2,79)	1,07E+01 (1,53)
Demais tecidos*	6,92E-02 (0,02)	1,30E-01 (0,02)	1,82E-01 (0,02)
Gônadas	2,22E+00 (13,62)	1,30E+00 (16,86)	5,42E+00 (9,56)
Bexiga	2,97E+00 (7,55)	2,43E+00 (8,75)	6,29E+00 (5,62)
Esôfago	2,03E+00 (8,51)	1,36E+00 (9,55)	5,63E+00 (4,57)
Fígado	3,31E+00 (2,57)	2,13E+00 (3,22)	9,01E+00 (1,53)
Tireoide	5,82E+00 (8,71)	4,11E+00 (9,89)	2,09E+00 (14,01)
Superfície óssea	2,12E+01 (0,23)	3,88E+01 (0,18)	4,39E+01 (0,17)
Cérebro	1,67E+02 (0,37)	8,57E+01 (0,52)	3,04E+00 (2,78)
Glândulas salivares	1,87E+01 (1,36)	1,63E+01 (1,45)	1,09E+00 (5,92)
Pele	5,88E+01 (0,18)	1,12E+02 (0,12)	1,36E+02 (0,11)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	2,48E+00 (7,77)	1,79E+00 (10,32)	4,86E+00 (5,81)
Dose efetiva	7,54E+00 (1,43)	8,90E+00 (0,02)	1,25E+01 (1,10)

Tabela A.2.11: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,71E+01 (0,21)	4,84E+01 (0,17)	6,60E+01 (0,15)
Cólon	6,23E+00 (1,86)	3,36E+00 (2,52)	1,57E+01 (1,45)
Pulmão	4,65E+00 (1,61)	3,67E+00 (1,81)	2,76E+01 (0,73)
Estômago	6,51E+00 (2,96)	3,82E+00 (3,89)	2,24E+01 (1,98)
Mamas	8,71E+00 (1,88)	7,19E+00 (2,15)	3,04E+01 (1,11)
Demais tecidos*	9,07E-02 (0,02)	1,58E-01 (0,02)	2,85E-01 (0,02)
Gônadas	6,25E+00 (8,95)	3,26E+00 (12,22)	1,44E+01 (6,82)
Bexiga	6,44E+00 (5,34)	4,98E+00 (6,80)	1,82E+01 (3,90)
Esôfago	3,97E+00 (5,96)	2,71E+00 (6,94)	1,66E+01 (3,25)
Fígado	6,86E+00 (1,80)	4,67E+00 (2,25)	2,57E+01 (1,13)
Tireoide	1,03E+01 (6,73)	8,69E+00 (7,14)	4,98E+00 (10,79)
Superfície óssea	2,63E+01 (0,22)	4,70E+01 (0,17)	6,14E+01 (0,16)
Cérebro	2,00E+02 (0,35)	1,09E+02 (0,48)	4,91E+00 (2,47)
Glândulas salivares	2,27E+01 (1,25)	2,06E+01 (1,32)	1,80E+00 (4,87)
Pele	6,92E+01 (0,17)	1,28E+02 (0,12)	1,77E+02 (0,11)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	5,21E+00 (5,72)	2,87E+00 (7,99)	9,46E+00 (4,20)
Dose efetiva	1,12E+01 (0,98)	1,21E+01 (1,27)	1,94E+01 (0,80)

Tabela A.2.12: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	3,26E+01 (0,20)	5,70E+01 (0,16)	6,60E+01 (0,15)
Cólon	1,08E+01 (1,44)	6,17E+00 (1,94)	1,57E+01 (1,19)
Pulmão	7,69E+00 (1,26)	5,77E+00 (1,47)	2,76E+01 (0,64)
Estômago	1,21E+01 (2,24)	6,85E+00 (2,93)	2,24E+01 (1,64)
Mamas	1,45E+01 (1,46)	1,13E+01 (1,74)	3,04E+01 (0,95)
Demais tecidos*	1,16E-01 (0,02)	1,87E-01 (0,02)	2,85E-01 (0,02)
Gônadas	9,90E+00 (7,15)	5,95E+00 (9,96)	1,44E+01 (5,72)
Bexiga	1,15E+01 (4,05)	7,13E+00 (5,43)	1,82E+01 (3,41)
Esôfago	6,05E+00 (4,80)	4,66E+00 (5,50)	1,66E+01 (2,95)
Fígado	1,26E+01 (1,37)	7,85E+00 (1,76)	2,57E+01 (0,97)
Tireoide	1,52E+01 (5,41)	1,26E+01 (5,78)	4,98E+00 (9,97)
Superfície óssea	3,10E+01 (0,20)	5,43E+01 (0,16)	6,14E+01 (0,15)
Cérebro	2,30E+02 (0,34)	1,29E+02 (0,44)	4,91E+00 (2,31)
Glândulas salivares	2,75E+01 (1,17)	2,38E+01 (1,22)	1,80E+00 (4,47)
Pele	7,91E+01 (0,16)	1,43E+02 (0,11)	1,77E+02 (0,10)
Lente dos olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Olhos	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)	0,00E+00 (0,01)
Útero	9,14E+00 (4,29)	5,23E+00 (5,87)	1,42E+01 (3,48)
Dose efetiva	1,56E+01 (0,77)	1,57E+01 (1,02)	2,57E+01 (0,70)

Tabela A.3.1 Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	5,90E+02 (0,04)	5,45E+02 (0,05)	5,91E+02 (0,04)
Cólon	1,84E+03 (0,10)	2,80E+03 (0,08)	1,89E+03 (0,10)
Pulmão	1,64E+02 (0,28)	4,57E+01 (0,54)	1,65E+02 (0,28)
Estômago	3,56E+02 (0,41)	5,57E+01 (1,03)	3,06E+02 (0,44)
Mamas	3,33E+01 (0,88)	8,98E+00 (1,81)	3,03E+01 (0,91)
Demais tecidos*	7,56E+00 (0,01)	1,37E+01 (0,01)	6,97E+00 (0,01)
Gônadas	1,91E+03 (0,51)	3,92E+03 (0,35)	1,67E+03 (0,55)
Bexiga	2,05E+03 (0,31)	6,12E+03 (0,18)	1,78E+03 (0,34)
Esôfago	5,96E+01 (1,59)	1,41E+01 (3,35)	5,72E+01 (1,63)
Fígado	2,14E+02 (0,31)	4,92E+01 (0,66)	2,45E+02 (0,30)
Tireoide	2,05E+01 (4,48)	6,39E+00 (8,68)	1,96E+01 (4,67)
Superfície óssea	5,75E+02 (0,05)	5,30E+02 (0,05)	5,77E+02 (0,04)
Cérebro	1,80E+00 (3,74)	9,46E-01 (5,16)	1,95E+00 (3,64)
Glândulas salivares	2,93E+00 (3,46)	1,27E+00 (5,19)	2,72E+00 (3,48)
Pele	1,68E+03 (0,03)	2,37E+03 (0,03)	1,61E+03 (0,03)
Lente dos olhos	1,05E-01 (42,45)	6,27E-02 (38,88)	6,55E-02 (44,50)
Olhos	4,07E+01 (15,15)	2,56E+01 (16,60)	3,52E+01 (13,46)
Útero	3,24E+03 (0,23)	7,28E+03 (0,15)	2,88E+03 (0,24)
Dose efetiva	6,28E+02 (0,00)	1,01E+03 (0,46)	5,98E+02 (0,24)

Tabela A.3.2: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,29E+02 (0,04)	7,65E+02 (0,04)	8,22E+02 (0,04)
Cólon	2,59E+03 (0,09)	3,67E+03 (0,08)	2,62E+03 (0,09)
Pulmão	2,43E+02 (0,24)	6,85E+01 (0,45)	2,41E+02 (0,24)
Estômago	5,29E+02 (0,34)	9,20E+01 (0,83)	4,65E+02 (0,37)
Mamas	5,14E+01 (0,73)	1,44E+01 (1,43)	4,79E+01 (0,75)
Demais tecidos*	1,02E+01 (0,01)	1,79E+01 (0,01)	9,37E+00 (0,01)
Gônadas	2,81E+03 (0,43)	5,50E+03 (0,31)	2,49E+03 (0,46)
Bexiga	2,98E+03 (0,27)	8,24E+03 (0,16)	2,57E+03 (0,29)
Esôfago	9,42E+01 (1,29)	2,29E+01 (2,72)	8,95E+01 (1,32)
Fígado	3,26E+02 (0,26)	8,01E+01 (0,54)	3,66E+02 (0,25)
Tireoide	3,09E+01 (3,79)	1,03E+01 (6,57)	3,06E+01 (3,75)
Superfície óssea	7,86E+02 (0,04)	7,23E+02 (0,04)	7,81E+02 (0,04)
Cérebro	3,00E+00 (3,02)	1,65E+00 (4,14)	3,08E+00 (3,01)
Glândulas salivares	4,60E+00 (2,93)	2,05E+00 (4,28)	4,29E+00 (2,83)
Pele	2,09E+03 (0,03)	2,90E+03 (0,02)	2,01E+03 (0,03)
Lente dos olhos	1,53E-01 (32,26)	6,89E-02 (39,32)	1,07E-01 (38,61)
Olhos	5,98E+01 (11,69)	4,68E+01 (14,25)	6,96E+01 (11,50)
Útero	4,61E+03 (0,19)	9,80E+03 (0,13)	4,10E+03 (0,21)
Dose efetiva	9,02E+02 (0,20)	1,37E+03 (0,36)	8,54E+02 (0,20)

Tabela A.3.3: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,08E+03 (0,04)	9,94E+02 (0,04)	1,06E+03 (0,04)
Cólon	3,38E+03 (0,08)	4,54E+03 (0,07)	3,38E+03 (0,08)
Pulmão	3,24E+02 (0,21)	9,32E+01 (0,40)	3,24E+02 (0,21)
Estômago	7,20E+02 (0,30)	1,35E+02 (0,71)	6,37E+02 (0,32)
Mamas	7,29E+01 (0,63)	2,02E+01 (1,25)	6,81E+01 (0,64)
Demais tecidos*	1,28E+01 (0,01)	2,87E+02 (0,02)	1,18E+01 (0,01)
Gônadas	3,76E+03 (0,37)	7,11E+03 (0,27)	3,31E+03 (0,40)
Bexiga	3,94E+03 (0,24)	1,04E+04 (0,15)	3,38E+03 (0,26)
Esôfago	1,38E+02 (1,09)	3,41E+01 (2,29)	1,34E+02 (1,12)
Fígado	4,51E+02 (0,23)	1,16E+02 (0,46)	4,96E+02 (0,22)
Tireoide	4,61E+01 (3,17)	1,52E+01 (5,79)	4,33E+01 (3,32)
Superfície óssea	9,97E+02 (0,04)	9,16E+02 (0,04)	9,84E+02 (0,04)
Cérebro	4,48E+00 (2,57)	2,10E+00 (3,72)	4,16E+00 (2,60)
Glândulas salivares	6,46E+00 (2,46)	2,78E+00 (3,86)	6,14E+00 (2,49)
Pele	2,49E+03 (0,02)	3,41E+03 (0,02)	2,39E+03 (0,03)
Lente dos olhos	1,71E-01 (27,04)	5,28E-02 (52,76)	1,10E-01 (33,63)
Olhos	8,27E+01 (9,96)	4,65E+01 (14,95)	8,80E+01 (10,74)
Útero	6,06E+03 (0,17)	1,24E+04 (0,12)	5,33E+03 (0,19)
Dose efetiva	1,19E+03 (0,17)	1,77E+03 (0,31)	1,12E+03 (0,17)

Tabela A.3.4: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,32E+03 (0,03)	1,22E+03 (0,04)	1,29E+03 (0,03)
Cólon	4,14E+03 (0,07)	5,37E+03 (0,07)	4,10E+03 (0,08)
Pulmão	4,06E+02 (0,19)	1,18E+02 (0,36)	4,03E+02 (0,19)
Estômago	9,09E+02 (0,28)	1,81E+02 (0,62)	7,98E+02 (0,29)
Mamas	9,42E+01 (0,56)	2,66E+01 (1,10)	8,77E+01 (0,57)
Demais tecidos*	1,53E+01 (0,01)	2,60E+01 (0,01)	1,41E+01 (0,01)
Gônadas	4,78E+03 (0,34)	8,68E+03 (0,25)	4,18E+03 (0,37)
Bexiga	4,91E+03 (0,22)	1,25E+04 (0,14)	4,18E+03 (0,24)
Esôfago	1,82E+02 (0,97)	4,73E+01 (1,92)	1,72E+02 (0,99)
Fígado	5,80E+02 (0,21)	1,53E+02 (0,42)	6,23E+02 (0,20)
Tireoide	6,43E+01 (2,72)	1,81E+01 (5,22)	5,60E+01 (2,93)
Superfície óssea	1,19E+03 (0,03)	1,10E+03 (0,04)	1,17E+03 (0,04)
Cérebro	5,99E+00 (2,25)	2,90E+00 (3,23)	5,69E+00 (2,30)
Glândulas salivares	8,31E+00 (2,21)	3,58E+00 (3,42)	7,99E+00 (2,21)
Pele	2,85E+03 (0,02)	3,86E+03 (0,02)	2,74E+03 (0,02)
Lente dos olhos	1,30E-01 (28,41)	1,36E-01 (32,93)	1,42E-01 (24,50)
Olhos	1,08E+02 (9,11)	6,23E+01 (11,97)	1,10E+02 (9,61)
Útero	7,49E+03 (0,16)	1,48E+04 (0,11)	6,53E+03 (0,17)
Dose efetiva	1,48E+03 (0,15)	2,09E+03 (0,28)	1,38E+03 (0,15)

Tabela A.3.5: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,65E+02 (0,04)	9,00E+02 (0,04)	8,55E+02 (0,04)
Cólon	2,52E+03 (0,09)	3,77E+03 (0,07)	2,62E+03 (0,09)
Pulmão	2,88E+02 (0,21)	8,58E+01 (0,39)	2,86E+02 (0,21)
Estômago	6,65E+02 (0,30)	1,14E+02 (0,72)	5,47E+02 (0,33)
Mamas	6,32E+01 (0,64)	1,69E+01 (1,29)	5,50E+01 (0,68)
Demais tecidos*	1,16E+01 (0,01)	2,04E+01 (0,01)	1,05E+01 (0,01)
Gônadas	2,40E+03 (0,45)	4,93E+03 (0,32)	2,26E+03 (0,47)
Bexiga	2,62E+03 (0,28)	7,27E+03 (0,17)	2,71E+03 (0,27)
Esôfago	1,06E+02 (1,18)	2,74E+01 (2,38)	1,01E+02 (1,20)
Fígado	4,33E+02 (0,22)	1,02E+02 (0,46)	4,63E+02 (0,22)
Tireoide	3,55E+01 (3,38)	1,20E+01 (6,25)	3,37E+01 (3,58)
Superfície óssea	8,45E+02 (0,04)	8,73E+02 (0,04)	8,35E+02 (0,04)
Cérebro	3,06E+00 (2,84)	1,64E+00 (3,89)	3,18E+00 (2,82)
Glândulas salivares	4,90E+00 (2,64)	2,31E+00 (3,89)	4,62E+00 (2,66)
Pele	2,56E+03 (0,02)	3,62E+03 (0,02)	2,40E+03 (0,02)
Lente dos olhos	1,44E-01 (33,13)	9,76E-02 (31,76)	1,16E-01 (30,29)
Olhos	7,67E+01 (11,22)	3,96E+01 (14,04)	6,68E+01 (10,41)
Útero	3,99E+03 (0,21)	8,92E+03 (0,14)	4,30E+03 (0,20)
Dose efetiva	8,84E+02 (0,18)	1,33E+03 (0,33)	8,70E+02 (0,19)

Tabela A.3.6: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,21E+03 (0,03)	1,25E+03 (0,03)	1,19E+03 (0,03)
Cólon	3,56E+03 (0,08)	5,02E+03 (0,06)	3,64E+03 (0,08)
Pulmão	4,21E+02 (0,18)	1,28E+02 (0,33)	4,16E+02 (0,18)
Estômago	9,79E+02 (0,25)	1,85E+02 (0,58)	8,19E+02 (0,28)
Mamas	9,58E+01 (0,53)	2,68E+01 (1,04)	8,59E+01 (0,56)
Demais tecidos*	1,55E+01 (0,01)	2,66E+01 (0,01)	1,40E+01 (0,01)
Gônadas	3,56E+03 (0,38)	6,99E+03 (0,27)	3,38E+03 (0,39)
Bexiga	3,82E+03 (0,24)	9,91E+03 (0,15)	3,89E+03 (0,24)
Esôfago	1,69E+02 (0,96)	4,50E+01 (1,93)	1,61E+02 (0,98)
Fígado	6,49E+02 (0,19)	1,63E+02 (0,38)	6,81E+02 (0,18)
Tireoide	5,51E+01 (2,83)	1,96E+01 (4,74)	5,56E+01 (2,83)
Superfície óssea	1,15E+03 (0,03)	1,18E+03 (0,03)	1,13E+03 (0,03)
Cérebro	5,08E+00 (2,29)	2,78E+00 (3,18)	5,09E+00 (2,32)
Glândulas salivares	7,64E+00 (2,22)	3,65E+00 (3,18)	7,23E+00 (2,21)
Pele	3,19E+03 (0,02)	4,42E+03 (0,02)	2,99E+03 (0,02)
Lente dos olhos	2,13E-01 (25,48)	9,09E-02 (32,59)	2,03E-01 (30,34)
Olhos	1,17E+02 (8,85)	7,66E+01 (10,81)	1,09E+02 (9,25)
Útero	5,71E+03 (0,18)	1,21E+04 (0,12)	6,09E+03 (0,17)
Dose efetiva	1,27E+03 (0,15)	1,82E+03 (0,26)	1,24E+03 (0,15)

Tabela A.3.7: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,57E+03 (0,03)	1,62E+03 (0,03)	1,53E+03 (0,03)
Cólon	4,65E+03 (0,07)	6,29E+03 (0,06)	4,70E+03 (0,07)
Pulmão	5,61E+02 (0,16)	1,73E+02 (0,29)	5,54E+02 (0,16)
Estômago	1,32E+03 (0,22)	2,66E+02 (0,50)	1,12E+03 (0,24)
Mamas	1,35E+02 (0,46)	3,78E+01 (0,90)	1,21E+02 (0,48)
Demais tecidos*	1,95E+01 (0,01)	3,28E+01 (0,01)	1,76E+01 (0,01)
Gônadas	4,80E+03 (0,33)	9,08E+03 (0,24)	4,50E+03 (0,35)
Bexiga	5,07E+03 (0,21)	1,26E+04 (0,13)	5,11E+03 (0,21)
Esôfago	2,47E+02 (0,82)	6,53E+01 (1,63)	2,34E+02 (0,85)
Fígado	8,85E+02 (0,17)	2,32E+02 (0,33)	9,12E+02 (0,17)
Tireoide	8,27E+01 (2,38)	2,85E+01 (4,15)	7,43E+01 (2,51)
Superfície óssea	1,46E+03 (0,03)	1,49E+03 (0,03)	1,42E+03 (0,03)
Cérebro	7,37E+00 (1,98)	3,70E+00 (2,84)	7,17E+00 (1,99)
Glândulas salivares	1,07E+01 (1,88)	4,77E+00 (2,91)	1,01E+01 (1,93)
Pele	3,79E+03 (0,02)	5,19E+03 (0,02)	3,55E+03 (0,02)
Lente dos olhos	2,34E-01 (22,69)	7,95E-02 (38,17)	2,71E-01 (22,50)
Olhos	1,56E+02 (7,42)	8,39E+01 (10,96)	1,52E+02 (7,99)
Útero	7,54E+03 (0,16)	1,54E+04 (0,11)	7,92E+03 (0,15)
Dose efetiva	1,68E+03 (0,13)	2,32E+03 (0,22)	1,63E+03 (0,13)

Tabela A.3.8: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,93E+03 (0,036)	1,98E+03 (0,03)	1,87E+03 (0,03)
Cólon	5,70E+03 (0,06)	7,50E+03 (0,06)	5,73E+03 (0,06)
Pulmão	7,00E+02 (0,14)	2,20E+02 (0,26)	6,87E+02 (0,15)
Estômago	1,66E+03 (0,20)	3,51E+02 (0,45)	1,39E+03 (0,22)
Mamas	1,73E+02 (0,41)	4,98E+01 (0,79)	1,56E+02 (0,43)
Demais tecidos*	2,32E+01 (0,01)	3,86E+01 (0,01)	2,10E+01 (0,01)
Gônadas	6,09E+03 (0,30)	1,12E+04 (0,22)	5,67E+03 (0,32)
Bexiga	6,32E+03 (0,19)	1,52E+04 (0,12)	6,30E+03 (0,19)
Esôfago	3,24E+02 (0,72)	8,80E+01 (1,39)	3,01E+02 (0,75)
Fígado	1,12E+03 (0,15)	3,03E+02 (0,29)	1,14E+03 (0,15)
Tireoide	1,08E+02 (2,09)	3,70E+01 (3,72)	9,70E+01 (2,23)
Superfície óssea	1,74E+03 (0,03)	1,78E+03 (0,03)	1,69E+03 (0,03)
Cérebro	9,84E+00 (1,75)	4,98E+00 (2,46)	9,32E+00 (1,79)
Glândulas salivares	1,39E+01 (1,69)	6,18E+00 (2,53)	1,33E+01 (1,71)
Pele	4,34E+03 (0,02)	5,89E+03 (0,02)	4,07E+03 (0,02)
Lente dos olhos	2,95E-01 (25,70)	2,25E-01 (25,38)	2,36E-01 (19,56)
Olhos	2,06E+02 (6,69)	1,16E+02 (9,00)	1,83E+02 (7,22)
Útero	9,33E+03 (0,14)	1,85E+04 (0,10)	9,69E+03 (0,14)
Dose efetiva	2,09E+03 (0,11)	2,81E+03 (0,20)	2,01E+03 (0,12)

Tabela A.3.9: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,35E+03 (0,03)	1,39E+03 (0,03)	1,19E+03 (0,03)
Cólon	3,96E+03 (0,07)	4,70E+03 (0,06)	3,35E+03 (0,08)
Pulmão	5,30E+02 (0,15)	1,70E+02 (0,28)	5,05E+02 (0,16)
Estômago	1,49E+03 (0,20)	2,56E+02 (0,48)	1,01E+03 (0,24)
Mamas	1,31E+02 (0,44)	3,57E+01 (0,88)	1,00E+02 (0,50)
Demais tecidos*	1,85E+01 (0,01)	2,89E+01 (0,01)	1,58E+01 (0,01)
Gônadas	2,96E+03 (0,41)	5,84E+03 (0,29)	3,05E+03 (0,41)
Bexiga	3,28E+03 (0,25)	8,40E+03 (0,16)	3,77E+03 (0,23)
Esôfago	2,05E+02 (0,85)	5,55E+01 (1,66)	1,84E+02 (0,89)
Fígado	8,98E+02 (0,15)	2,39E+02 (0,30)	9,17E+02 (0,15)
Tireoide	6,79E+01 (2,48)	2,58E+01 (4,23)	5,84E+01 (2,72)
Superfície óssea	1,32E+03 (0,03)	1,35E+03 (0,03)	1,16E+03 (0,03)
Cérebro	5,41E+00 (2,13)	2,95E+00 (2,90)	5,55E+00 (2,11)
Glândulas salivares	8,81E+00 (1,97)	4,50E+00 (2,76)	7,87E+00 (2,04)
Pele	4,18E+03 (0,02)	5,56E+03 (0,02)	3,49E+03 (0,02)
Lente dos olhos	3,15E-01 (21,01)	2,83E-01 (24,69)	2,01E-01 (23,38)
Olhos	1,49E+02 (7,78)	8,99E+01 (9,44)	1,24E+02 (8,04)
Útero	4,79E+03 (0,19)	1,04E+04 (0,13)	5,56E+03 (0,17)
Dose efetiva	1,37E+03 (0,13)	1,68E+03 (0,23)	1,23E+03 (0,14)

Tabela A.3.10: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,87E+03 (0,03)	1,94E+03 (0,03)	1,66E+03 (0,03)
Cólon	5,51E+03 (0,06)	6,35E+03 (0,06)	4,67E+03 (0,07)
Pulmão	7,65E+02 (0,13)	2,50E+02 (0,23)	7,26E+02 (0,14)
Estômago	2,13E+03 (0,17)	4,03E+02 (0,40)	1,50E+03 (0,20)
Mamas	1,96E+02 (0,37)	5,62E+01 (0,72)	1,54E+02 (0,42)
Demais tecidos*	2,46E+01 (0,01)	3,78E+01 (0,01)	2,10E+01 (0,01)
Gônadas	4,41E+03 (0,34)	8,41E+03 (0,25)	4,55E+03 (0,34)
Bexiga	4,79E+03 (0,21)	1,15E+04 (0,14)	5,40E+03 (0,20)
Esôfago	3,22E+02 (0,70)	9,19E+01 (1,33)	2,91E+02 (0,73)
Fígado	1,32E+03 (0,13)	3,69E+02 (0,25)	1,32E+03 (0,13)
Tireoide	1,04E+02 (2,06)	3,86E+01 (3,43)	9,39E+01 (2,16)
Superfície óssea	1,78E+03 (0,03)	1,83E+03 (0,03)	1,58E+03 (0,03)
Cérebro	8,89E+00 (1,75)	5,10E+00 (2,34)	8,98E+00 (1,74)
Glândulas salivares	1,36E+01 (1,66)	7,00E+00 (2,27)	1,22E+01 (1,70)
Pele	5,15E+03 (0,02)	6,79E+03 (0,01)	4,33E+03 (0,02)
Lente dos olhos	3,47E-01 (18,94)	2,55E-01 (20,81)	3,62E-01 (21,34)
Olhos	2,20E+02 (6,37)	1,41E+02 (7,81)	2,02E+02 (7,05)
Útero	6,90E+03 (0,16)	1,43E+04 (0,11)	7,90E+03 (0,15)
Dose efetiva	1,94E+03 (0,11)	2,32E+03 (0,18)	1,75E+03 (0,12)

Tabela A.3.11: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,41E+03 (0,02)	2,50E+03 (0,02)	2,14E+03 (0,03)
Cólon	7,13E+03 (0,06)	8,03E+03 (0,05)	6,04E+03 (0,06)
Pulmão	1,01E+03 (0,12)	3,37E+02 (0,21)	9,57E+02 (0,12)
Estômago	2,82E+03 (0,15)	5,65E+02 (0,34)	2,03E+03 (0,18)
Mamas	2,70E+02 (0,32)	7,82E+01 (0,62)	2,13E+02 (0,36)
Demais tecidos*	3,07E+01 (0,01)	4,67E+01 (0,01)	2,63E+01 (0,01)
Gônadas	5,99E+03 (0,30)	1,10E+04 (0,22)	6,06E+03 (0,30)
Bexiga	6,39E+03 (0,19)	1,48E+04 (0,12)	7,09E+03 (0,18)
Esôfago	4,59E+02 (0,59)	1,35E+02 (1,13)	4,16E+02 (0,63)
Fígado	1,77E+03 (0,12)	5,13E+02 (0,22)	1,75E+03 (0,12)
Tireoide	1,48E+02 (1,77)	5,75E+01 (2,96)	1,28E+02 (1,89)
Superfície óssea	2,24E+03 (0,02)	2,30E+03 (0,02)	1,99E+03 (0,03)
Cérebro	1,30E+01 (1,48)	6,77E+00 (2,08)	1,25E+01 (1,50)
Glândulas salivares	1,88E+01 (1,41)	9,04E+00 (2,08)	1,71E+01 (1,48)
Pele	6,08E+03 (0,02)	7,97E+03 (0,01)	5,15E+03 (0,02)
Lente dos olhos	4,81E-01 (15,25)	3,04E-01 (22,11)	4,18E-01 (16,81)
Olhos	2,87E+02 (0,05)	1,78E+02 (7,18)	2,65E+02 (6,03)
Útero	9,14E+03 (0,14)	1,83E+04 (0,10)	1,03E+04 (0,13)
Dose efetiva	2,55E+03 (0,09)	2,99E+03 (0,16)	2,30E+03 (0,10)

Tabela A.3.12: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  com EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,94E+03 (0,02)	3,05E+03 (0,02)	2,61E+03 (0,02)
Cólon	8,70E+03 (0,05)	9,65E+03 (0,05)	7,38E+03 (0,06)
Pulmão	1,26E+03 (0,11)	4,23E+02 (0,19)	1,18E+03 (0,11)
Estômago	3,50E+03 (0,14)	7,35E+02 (0,31)	2,54E+03 (0,16)
Mamas	3,43E+02 (0,29)	1,02E+02 (0,55)	2,75E+02 (0,32)
Demais tecidos*	3,64E+01 (0,01)	5,49E+01 (0,01)	3,13E+01 (0,01)
Gônadas	7,61E+03 (0,27)	1,36E+04 (0,20)	7,64E+03 (0,27)
Bexiga	7,99E+03 (0,17)	1,79E+04 (0,11)	8,75E+03 (0,16)
Esôfago	6,01E+02 (0,53)	1,77E+02 (0,98)	5,42E+02 (0,56)
Fígado	2,23E+03 (0,11)	6,59E+02 (0,20)	2,17E+03 (0,11)
Tireoide	1,94E+02 (1,56)	7,27E+01 (2,63)	1,68E+02 (1,69)
Superfície óssea	2,66E+03 (0,02)	2,73E+03 (0,02)	2,37E+03 (0,02)
Cérebro	1,70E+01 (1,32)	9,38E+00 (1,80)	1,65E+01 (1,33)
Glândulas salivares	2,38E+01 (1,28)	1,15E+01 (1,85)	2,21E+01 (1,32)
Pele	6,92E+03 (0,01)	9,04E+03 (0,01)	5,88E+03 (0,02)
Lente dos olhos	5,54E-01 (17,08)	4,25E-01 (17,86)	4,52E-01 (15,56)
Olhos	3,85E+02 (4,81)	2,26E+02 (6,38)	3,19E+02 (5,36)
Útero	1,13E+04 (0,13)	2,20E+04 (0,09)	1,26E+04 (0,12)
Dose efetiva	3,16E+03 (0,08)	3,64E+03 (0,14)	2,84E+03 (0,09)

Tabela A.4.1: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	4,96E+01 (0,15)	5,32E+01 (0,14)	5,31E+01 (0,15)
Cólon	9,24E+01 (0,51)	9,40E+01 (0,50)	6,78E+01 (0,59)
Pulmão	4,06E+01 (0,54)	5,00E+01 (0,48)	2,41E+01 (0,68)
Estômago	1,12E+02 (0,75)	1,43E+02 (0,65)	8,82E+01 (0,83)
Mamas	1,56E+02 (0,47)	1,91E+02 (0,41)	1,14E+02 (0,54)
Demais tecidos*	4,83E-01 (0,01)	4,44E-01 (0,01)	4,08E-01 (0,01)
Gônadas	3,23E+01 (4,20)	2,46E+01 (4,63)	2,39E+01 (4,70)
Bexiga	2,92E+01 (2,72)	2,42E+01 (2,99)	2,56E+01 (2,90)
Esôfago	1,50E+01 (3,13)	2,04E+01 (2,74)	1,11E+01 (3,75)
Fígado	4,46E+01 (0,70)	6,67E+01 (0,57)	3,72E+01 (0,76)
Tireoide	5,15E+01 (2,90)	7,37E+01 (2,31)	3,20E+01 (3,62)
Superfície óssea	4,99E+01 (0,15)	5,34E+01 (0,15)	5,31E+01 (0,15)
Cérebro	1,18E+01 (1,40)	9,71E+00 (1,53)	3,38E+00 (2,61)
Glândulas salivares	2,58E+01 (1,11)	2,45E+01 (1,15)	9,97E+00 (1,76)
Pele	2,31E+02 (0,08)	2,30E+02 (0,08)	2,18E+02 (0,08)
Lente dos olhos	1,85E+00 (7,89)	1,86E+00 (8,06)	6,68E-01 (11,40)
Olhos	9,43E+02 (2,95)	9,59E+02 (2,91)	3,58E+02 (4,54)
Útero	2,52E+01 (2,80)	2,01E+01 (3,03)	1,92E+01 (3,00)
Dose efetiva	6,56E+01 (0,42)	7,64E+01 (0,43)	5,06E+01 (0,48)

Tabela A.4.2: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	6,60E+01 (0,14)	7,10E+01 (0,13)	6,96E+01 (0,13)
Cólon	1,29E+02 (0,45)	1,33E+02 (0,44)	9,53E+01 (0,52)
Pulmão	5,77E+01 (0,47)	7,08E+01 (0,41)	3,53E+01 (0,58)
Estômago	1,58E+02 (0,65)	2,01E+02 (0,57)	1,25E+02 (0,73)
Mamas	2,02E+02 (0,42)	2,53E+02 (0,37)	1,49E+02 (0,48)
Demais tecidos*	6,31E-01 (0,01)	5,85E-01 (0,01)	5,30E-01 (0,01)
Gônadas	4,86E+01 (3,47)	3,85E+01 (3,76)	3,38E+01 (4,02)
Bexiga	4,47E+01 (2,25)	3,82E+01 (2,50)	3,70E+01 (2,46)
Esôfago	2,38E+01 (2,56)	3,09E+01 (2,25)	1,62E+01 (3,03)
Fígado	6,37E+01 (0,61)	9,55E+01 (0,49)	5,49E+01 (0,65)
Tireoide	7,10E+01 (2,47)	1,08E+02 (2,01)	4,23E+01 (3,27)
Superfície óssea	6,53E+01 (0,14)	6,99E+01 (0,13)	6,82E+01 (0,14)
Cérebro	1,82E+01 (1,18)	1,53E+01 (1,26)	5,42E+00 (2,16)
Glândulas salivares	3,36E+01 (1,00)	3,27E+01 (1,02)	1,39E+01 (1,57)
Pele	2,76E+02 (0,08)	2,76E+02 (0,08)	2,59E+02 (0,08)
Lente dos olhos	2,38E+00 (7,46)	2,26E+00 (6,72)	9,93E-01 (11,10)
Olhos	1,22E+03 (2,57)	1,24E+03 (2,53)	5,00E+02 (4,00)
Útero	3,79E+01 (2,80)	2,01E+01 (3,03)	1,92E+01 (3,00)
Dose efetiva	8,96E+01 (0,35)	1,06E+02 (0,36)	6,92E+01 (0,41)

Tabela A.4.3: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,26E+01 (0,13)	8,92E+01(0,12)	8,67E+01 (0,13)
Cólon	1,64E+02 (0,41)	1,71E+02 (0,40)	1,25E+02 (0,46)
Pulmão	7,48E+01 (0,42)	9,41E+01 (0,37)	4,72E+01 (0,52)
Estômago	2,06E+02 (0,58)	2,60E+02 (0,52)	1,62E+02 (0,65)
Mamas	2,47E+02 (0,39)	3,14E+02 (0,34)	1,88E+02 (0,44)
Demais tecidos*	7,75E-01 (0,01)	7,26E-01 (0,01)	6,55E-01 (0,01)
Gônadas	6,10E+01 (3,09)	5,50E+01 (3,33)	4,99E+01 (3,40)
Bexiga	6,17E+01 (2,02)	5,13E+01 (2,12)	5,09E+01 (2,14)
Esôfago	3,29E+01 (2,26)	4,52E+01 (1,91)	2,35E+01 (2,53)
Fígado	8,55E+01 (0,54)	1,26E+02 (0,45)	7,34E+01 (0,58)
Tireoide	8,88E+01 (2,26)	1,35E+02 (1,86)	5,68E+01 (2,84)
Superfície óssea	8,05E+01 (0,13)	8,64E+01 (0,12)	8,33E+01 (0,13)
Cérebro	2,46E+01 (1,04)	2,16E+01 (1,09)	7,69E+00 (1,85)
Glândulas salivares	4,16E+01 (0,92)	4,26E+01 (0,91)	1,78E+01 (1,43)
Pele	3,17E+02 (0,07)	3,19E+02 (0,07)	2,97E+02 (0,08)
Lente dos olhos	3,17E+00 (6,52)	3,29E+00 (5,84)	1,30E+00 (9,96)
Olhos	1,60E+03 (2,34)	1,66E+03 (2,24)	6,46E+02 (3,60)
Útero	4,92E+01 (2,05)	4,53+01 (2,16)	4,12E+01 (2,19)
Dose efetiva	1,13E+02 (0,31)	1,35E+02 (0,32)	8,94E+01 (0,35)

Tabela A.4.4: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	9,81E+01 (0,12)	1,06E+02 (0,12)	1,02E+02 (0,12)
Cólon	1,99E+02 (0,38)	2,10E+02 (0,37)	1,54E+02 (0,43)
Pulmão	9,23E+01 (0,38)	1,16E+02 (0,34)	5,83E+01 (0,47)
Estômago	2,49E+02 (0,54)	3,15E+02 (0,48)	2,00E+02 (0,59)
Mamas	2,91E+02 (0,37)	3,69E+02 (0,32)	2,23E+02 (0,41)
Demais tecidos*	9,10E-01 (0,01)	8,57E-01 (0,01)	7,68E-01 (0,01)
Gônadas	7,74E+01 (2,82)	6,64E+01 (3,05)	5,85E+01 (3,17)
Bexiga	7,84E+01 (1,82)	6,60E+01 (1,93)	6,43E+01 (1,96)
Esôfago	4,44E+01 (1,98)	5,83E+01 (1,74)	3,11E+01 (2,33)
Fígado	1,06E+02 (0,50)	1,57E+02 (0,41)	9,19E+01 (0,54)
Tireoide	1,04E+02 (2,07)	1,63E+02 (1,68)	6,76E+01 (2,58)
Superfície óssea	9,41E+01 (0,12)	1,01E+02 (0,12)	9,63E+01 (0,12)
Cérebro	3,19E+01 (0,93)	2,85E+01 (0,99)	9,95E+00 (1,67)
Glândulas salivares	4,96E+01 (0,85)	5,15E+01 (0,84)	2,14E+01 (1,31)
Pele	3,54E+02 (0,07)	3,58E+02 (0,07)	3,32E+02 (0,07)
Lente dos olhos	3,40E+00 (6,29)	3,65E+00 (5,39)	1,58E+00 (8,54)
Olhos	1,88E+03 (2,16)	2,02E+03 (2,06)	7,96E+02 (3,31)
Útero	6,27E+01 (1,84)	5,89E+01 (1,91)	5,17E+01 (2,00)
Dose efetiva	1,36E+02 (0,28)	1,62E+02 (0,29)	1,08E+02 (0,32)

Tabela A.4.5: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,58E+01 (0,11)	8,54E+01 (0,11)	8,93E+01 (0,11)
Cólon	1,82E+02 (0,37)	1,54E+02 (0,40)	1,30E+02 (0,43)
Pulmão	7,43E+01 (0,40)	8,28E+01 (0,37)	4,28E+01 (0,51)
Estômago	2,12E+02 (0,54)	2,31E+02 (0,51)	1,60E+02 (0,62)
Mamas	2,73E+02 (0,36)	3,27E+02 (0,32)	1,89E+02 (0,42)
Demais tecidos*	8,60E-01 (0,01)	7,20E-01 (0,01)	7,12E-01 (0,01)
Gônadas	6,45E+01 (0,23)	4,07E+01 (3,58)	4,54E+01 (3,49)
Bexiga	5,73E+01 (1,93)	4,17E+01 (2,31)	4,59E+01 (2,15)
Esôfago	2,80E+01 (2,29)	3,37E+01 (2,12)	1,90E+01 (2,85)
Fígado	8,01E+01 (0,52)	1,09E+02 (0,44)	6,35E+01 (0,58)
Tireoide	8,25E+01 (2,27)	1,27E+02 (1,77)	5,01E+01 (2,86)
Superfície óssea	8,63E+01 (0,11)	8,57E+01 (0,11)	8,91E+01 (0,11)
Cérebro	2,06E+01 (1,06)	1,84E+01 (1,11)	6,59E+00 (1,85)
Glândulas salivares	4,45E+01 (0,85)	4,59E+01 (0,84)	1,87E+01 (1,31)
Pele	4,05E+02 (0,06)	3,69E+02 (0,07)	3,68E+02 (0,06)
Lente dos olhos	2,85E+00 (6,12)	3,29E+00 (5,76)	1,24E+00 (8,32)
Olhos	1,61E+03 (2,26)	1,76E+03 (2,12)	6,39E+02 (3,40)
Útero	4,88E+01 (1,99)	3,44E+01 (2,31)	3,63E+01 (2,18)
Dose efetiva	1,20E+02 (0,18)	1,27E+02 (0,34)	8,90E+01 (0,36)

Tabela A.4.6: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,13E+02 (0,10)	1,14E+02 (0,10)	1,17E+02 (0,10)
Cólon	2,46E+02 (0,33)	2,16E+02 (0,34)	1,78E+02 (0,38)
Pulmão	1,04E+02 (0,35)	1,17E+02 (0,32)	6,08E+01 (0,44)
Estômago	2,91E+02 (0,48)	3,23E+02 (0,45)	2,21E+02 (0,54)
Mamas	3,50E+02 (0,32)	4,27E+02 (0,29)	2,48E+02 (0,37)
Demais tecidos*	1,11E+00 (0,01)	9,46E-01 (0,01)	9,19E-01 (0,01)
Gônadas	9,27E+01 (2,51)	6,72E+01 (2,88)	6,67E+01 (2,92)
Bexiga	8,60E+01 (1,63)	6,47E+01 (1,93)	6,68E+01 (1,83)
Esôfago	4,40E+01 (1,91)	5,14E+01 (1,73)	2,85E+01 (2,30)
Fígado	1,14E+02 (0,46)	1,56E+02 (0,39)	9,21E+01 (0,50)
Tireoide	1,13E+02 (1,98)	1,79E+02 (1,55)	6,59E+01 (2,59)
Superfície óssea	1,12E+02 (0,10)	1,12E+02 (0,10)	1,14E+02 (0,10)
Cérebro	3,14E+01 (0,89)	2,88E+01 (0,91)	1,04E+01 (1,55)
Glândulas salivares	5,69E+01 (0,77)	6,09E+01 (0,75)	2,49E+01 (1,16)
Pele	4,78E+02 (0,06)	4,42E+02 (0,06)	4,35E+02 (0,06)
Lente dos olhos	3,81E+00 (5,85)	4,30E+00 (4,99)	1,52E+00 (8,58)
Olhos	2,06E+03 (2,00)	2,30E+03 (1,85)	8,83E+02 (2,98)
Útero	7,17E+01 (1,64)	5,36E+01 (1,93)	5,36E+01 (1,84)
Dose efetiva	1,61E+02 (0,26)	1,74E+02 (0,27)	1,20E+02 (0,30)

Tabela A.4.7: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,41E+02 (0,10)	1,43E+02 (0,10)	1,45E+02 (0,10)
Cólon	3,09E+02 (0,30)	2,78E+02 (0,34)	2,31E+02 (0,34)
Pulmão	1,33E+02 (0,31)	1,55E+02 (0,32)	8,05E+01 (0,40)
Estômago	3,75E+02 (0,43)	4,20E+02 (0,45)	2,85E+02 (0,49)
Mamas	4,22E+02 (0,30)	5,27E+02 (0,29)	3,08E+02 (0,34)
Demais tecidos*	1,36E+00 (0,01)	1,17E+00 (0,01)	1,13E+00 (0,01)
Gônadas	1,23E+02 (2,19)	9,68E+01 (2,88)	9,46E+01 (2,48)
Bexiga	1,18E+02 (1,45)	8,67E+01 (1,93)	9,41E+01 (1,57)
Esôfago	5,93E+01 (1,68)	7,46E+01 (1,73)	3,94E+01 (1,97)
Fígado	1,49E+02 (0,41)	2,06E+02 (0,39)	1,22E+02 (0,45)
Tireoide	1,44E+02 (1,77)	2,28E+02 (1,55)	8,68E+01 (2,29)
Superfície óssea	1,38E+02 (0,10)	1,39E+02 (0,10)	1,39E+02 (0,10)
Cérebro	4,29E+01 (0,78)	4,00E+01 (0,91)	1,43E+01 (1,35)
Glândulas salivares	7,02E+01 (0,70)	7,75E+01 (0,75)	3,07E+01 (1,07)
Pele	5,47E+02 (0,06)	5,12E+02 (0,06)	4,97E+02 (0,06)
Lente dos olhos	5,06E+00 (5,04)	5,46E+00 (4,99)	2,20E+00 (7,44)
Olhos	2,72E+03 (1,80)	2,96E+03 (1,85)	1,12E+03 (2,71)
Útero	9,62E+01 (1,46)	7,46E+01 (1,93)	7,54E+01 (1,61)
Dose efetiva	2,02E+02 (0,23)	2,22E+02 (0,27)	1,54E+02 (0,26)

Tabela A.4.8: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,67E+02 (1,34)	1,71E+02 (0,09)	1,70E+02 (0,09)
Cólon	3,68E+02 (0,28)	3,40E+02 (0,29)	2,78E+02 (0,32)
Pulmão	1,62E+02 (0,29)	1,90E+02 (0,26)	9,89E+01 (0,36)
Estômago	4,46E+02 (0,41)	5,07E+02 (0,38)	3,50E+02 (0,45)
Mamas	4,95E+02 (0,28)	6,18E+02 (0,25)	3,64E+02 (0,32)
Demais tecidos*	1,58E+00 (0,01)	1,39E+00 (0,01)	1,32E+00 (0,01)
Gônadas	1,52E+02 (2,02)	1,11E+02 (2,37)	1,12E+02 (2,30)
Bexiga	1,48E+02 (1,31)	1,11E+02 (1,49)	1,15E+02 (1,44)
Esôfago	7,56E+01 (1,50)	9,62E+01 (1,35)	5,23E+01 (1,79)
Fígado	1,83E+02 (0,38)	2,54E+02 (0,32)	1,52E+02 (0,42)
Tireoide	1,72E+02 (1,63)	2,69E+02 (1,30)	1,03E+02 (2,09)
Superfície óssea	1,60E+02 (0,09)	1,63E+02 (0,09)	1,60E+02 (0,09)
Cérebro	5,50E+01 (0,71)	5,22E+01 (0,72)	1,88E+01 (1,21)
Glândulas salivares	8,40E+01 (0,65)	9,18E+01 (0,63)	3,71E+01 (0,99)
Pele	6,08E+02 (0,05)	5,74E+02 (0,06)	5,52E+02 (0,06)
Lente dos olhos	5,77E+00 (4,71)	6,47E+00 (4,05)	2,50E+00 (6,81)
Olhos	3,20E+03 (1,68)	3,64E+03 (1,54)	1,35E+03 (2,54)
Útero	1,19E+02 (1,34)	9,57E+01 (1,49)	9,45E+01 (1,48)
Dose efetiva	2,41E+02 (0,26)	2,66E+02 (0,23)	1,85E+02 (0,24)

Tabela A.4.9: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,57E+02 (0,08)	1,40E+02 (0,09)	2,07E+02 (0,07)
Cólon	3,79E+02 (0,25)	2,50E+02 (0,31)	2,40E+02 (0,32)
Pulmão	1,47E+02 (0,28)	1,36E+02 (0,29)	8,69E+01 (0,36)
Estômago	4,31E+02 (0,38)	3,75E+02 (0,40)	2,77E+02 (0,47)
Mamas	5,29E+02 (0,26)	5,57E+02 (0,24)	3,21E+02 (0,32)
Demais tecidos*	1,63E+00 (0,01)	1,18E+00 (0,01)	1,82E+00 (0,01)
Gônadas	1,31E+02 (2,09)	7,09E+01 (2,77)	7,89E+01 (2,67)
Bexiga	1,21E+02 (1,33)	6,94E+01 (1,79)	7,52E+01 (1,68)
Esôfago	5,52E+01 (1,64)	5,59E+01 (1,63)	3,73E+01 (1,98)
Fígado	1,58E+02 (0,37)	1,78E+02 (0,35)	1,04E+02 (0,45)
Tireoide	1,42E+02 (1,71)	2,18E+02 (1,37)	7,81E+01 (2,26)
Superfície óssea	1,58E+02 (0,08)	1,40E+02 (0,09)	2,05E+02 (0,07)
Cérebro	3,94E+01 (0,77)	3,53E+01 (0,80)	1,29E+01 (1,32)
Glândulas salivares	8,32E+01 (0,62)	8,60E+01 (0,62)	3,41E+01 (0,97)
Pele	7,56E+02 (0,05)	6,04E+02 (0,05)	7,90E+02 (0,04)
Lente dos olhos	5,82E+00 (4,56)	6,46E+00 (4,07)	2,05E+00 (6,88)
Olhos	3,04E+03 (1,63)	3,33E+03 (1,53)	1,11E+03 (2,65)
Útero	1,01E+02 (1,36)	5,67E+01 (1,79)	6,07E+01 (1,69)
Dose efetiva	2,37E+02 (0,21)	2,10E+02 (0,26)	2,18E+02 (0,23)

Tabela A.4.10: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a médica com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,06E+02 (0,08)	1,86E+02 (0,08)	2,62E+02 (0,07)
Cólon	4,99E+02 (0,23)	3,49E+02 (0,27)	3,24E+02 (0,28)
Pulmão	1,99E+02 (0,25)	1,92E+02 (0,25)	1,21E+02 (0,31)
Estômago	5,80E+02 (0,34)	5,21E+02 (0,35)	3,78E+02 (0,42)
Mamas	6,63E+02 (0,23)	7,21E+02 (0,22)	4,13E+02 (0,29)
Demais tecidos*	2,07E+00 (0,01)	1,55E+00 (0,01)	2,24E+00 (0,01)
Gônadas	1,93E+02 (1,74)	1,09E+02 (2,25)	1,12E+02 (2,27)
Bexiga	1,76E+02 (1,14)	1,04E+02 (1,51)	1,10E+02 (1,43)
Esôfago	8,44E+01 (1,38)	8,47E+01 (1,35)	5,41E+01 (1,63)
Fígado	2,20E+02 (0,33)	2,54E+02 (0,30)	1,49E+02 (0,39)
Tireoide	1,91E+02 (1,51)	2,96E+02 (1,20)	1,06E+02 (2,05)
Superfície óssea	2,04E+02 (0,08)	1,83E+02 (0,08)	2,52E+02 (0,07)
Cérebro	5,83E+01 (0,65)	5,35E+01 (0,67)	1,99E+01 (1,12)
Glândulas salivares	1,05E+02 (0,56)	1,11E+02 (0,55)	4,42E+01 (0,87)
Pele	8,81E+02 (0,04)	7,22E+02 (0,05)	9,10E+02 (0,04)
Lente dos olhos	7,02E+00 (4,22)	8,25E+00 (3,60)	2,69E+00 (6,43)
Olhos	3,77E+03 (1,48)	4,41E+03 (1,35)	1,56E+03 (2,28)
Útero	1,48E+02 (1,15)	8,69E+01 (1,51)	8,98E+01 (1,43)
Dose efetiva	3,13E+02 (0,18)	2,85E+02 (0,21)	2,18E+02 (0,23)

Tabela A.4.11: Doses efetiva e equivalente ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a m6dica com campo  $32\times 32\text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 90 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,55E+02 (0,07)	2,33E+02 (0,08)	3,16E+02 (0,06)
C6lon	6,16E+02 (0,21)	4,49E+02 (0,24)	4,12E+02 (0,26)
Pulm\~{a}o	2,53E+02 (0,23)	2,51E+02 (0,23)	1,58E+02 (0,28)
Est6mago	7,28E+02 (0,31)	6,74E+02 (0,32)	4,85E+02 (0,38)
Mamas	7,92E+02 (0,22)	8,83E+02 (0,20)	5,06E+02 (0,27)
Demais tecidos*	2,50E+00 (0,01)	1,92E+00 (0,01)	2,65E+00 (0,01)
G6nadas	2,46E+02 (1,55)	1,53E+02 (2,03)	1,56E+02 (1,94)
Bexiga	2,35E+02 (1,02)	1,41E+02 (1,29)	1,51E+02 (1,24)
Es6fago	1,14E+02 (1,21)	1,21E+02 (1,17)	7,66E+01 (1,43)
F6gado	2,83E+02 (0,30)	3,33E+02 (0,27)	1,96E+02 (0,35)
Tireoide	2,45E+02 (1,36)	3,74E+02 (1,11)	1,37E+02 (1,83)
Superf6cie 6ssea	2,47E+02 (0,07)	2,25E+02 (0,08)	2,97E+02 (0,06)
C6rebro	7,90E+01 (0,58)	7,31E+01 (0,59)	2,76E+01 (0,97)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,29E+02 (0,52)	1,40E+02 (0,51)	5,43E+01 (0,81)
Pele	9,98E+02 (0,04)	8,34E+02 (0,05)	1,02E+03 (0,04)
Lente dos olhos	9,06E+00 (3,74)	9,99E+00 (3,26)	3,66E+00 (5,57)
Olhos	4,85E+03 (1,34)	5,46E+03 (1,23)	1,92E+03 (2,09)
6tero	1,95E+02 (1,03)	1,20E+02 (1,32)	1,24E+02 (1,26)
Dose efetiva	3,87E+02 (0,16)	3,63E+02 (0,19)	2,75E+02 (0,20)

Tabela A.4.12: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a m6dica com campo  $32\times 32\text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 100 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	3,00E+02 (0,00)	2,78E+02 (0,07)	3,66E+02 (0,06)
C6lon	7,26E+02 (0,20)	5,48E+02 (0,23)	4,92E+02 (0,24)
Pulm\~{a}o	3,04E+02 (0,21)	3,08E+02 (0,21)	1,94E+02 (0,26)
Est6mago	8,60E+02 (0,29)	8,13E+02 (0,30)	5,86E+02 (0,35)
Mamas	9,16E+02 (0,21)	1,03E+03 (0,19)	5,91E+02 (0,25)
Demais tecidos*	2,89E+00 (0,01)	2,26E+00 (0,01)	3,03E+00 (0,01)
G6nadas	3,06E+02 (1,42)	1,82E+02 (1,88)	1,87E+02 (1,78)
Bexiga	2,92E+02 (0,93)	1,81E+02 (1,17)	1,85E+02 (1,14)
Es6fago	1,43E+02 (1,10)	1,55E+02 (1,06)	1,01E+02 (1,29)
F6gado	3,45E+02 (0,28)	4,09E+02 (0,25)	2,42E+02 (0,33)
Tireoide	2,97E+02 (1,25)	4,38E+02 (1,02)	1,63E+02 (1,66)
Superf6cie 6ssea	2,87E+02 (0,07)	2,64E+02 (0,07)	3,36E+02 (0,06)
C6rebro	9,96E+01 (0,53)	9,41E+01 (0,54)	3,57E+01 (0,88)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,51E+02 (0,49)	1,64E+02 (0,47)	6,50E+01 (0,75)
Pele	1,10E+03 (0,04)	9,33E+02 (0,04)	1,12E+03 (0,04)
Lente dos olhos	1,01E+01 (3,49)	1,21E+01 (3,00)	4,24E+00 (5,10)
Olhos	5,75E+03 (1,23)	6,66E+03 (1,13)	2,27E+03 (1,93)
6tero	2,38E+02 (0,94)	1,55E+02 (1,17)	1,58E+02 (1,15)
Dose efetiva	4,57E+02 (0,15)	4,34E+02 (0,18)	3,26E+02 (0,19)

Tabela A.5.1: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,25E+01 (0,22)	2,24E+01 (0,22)	2,89E+01 (0,20)
Cólon	7,35E+01 (0,56)	2,42E+01 (0,97)	3,70E+01 (0,78)
Pulmão	3,73E+01 (0,56)	1,70E+01 (0,82)	3,25E+00 (2,00)
Estômago	7,73E+01 (0,90)	2,45E+01 (1,60)	1,73E+01 (1,95)
Mamas	1,41E+02 (0,48)	5,61E+01 (0,76)	1,73E+01 (1,47)
Demais tecidos*	3,15E-01 (0,01)	1,67E-01 (0,02)	2,34E-01 (0,02)
Gônadas	5,16E+01 (3,25)	1,53E+01 (6,08)	3,51E+01 (3,91)
Bexiga	5,26E+01 (2,05)	1,55E+01 (3,71)	3,67E+01 (2,36)
Esôfago	2,46E+01 (2,46)	1,19E+01 (3,36)	1,43E+00 (11,35)
Fígado	8,10E+01 (0,52)	2,85E+01 (0,87)	1,45E+01 (1,24)
Tireoide	1,14E+02 (1,93)	5,82E+01 (2,61)	4,52E+00 (9,85)
Superfície óssea	2,27E+01 (0,22)	2,25E+01 (0,22)	2,88E+01 (0,20)
Cérebro	9,31E+00 (1,59)	6,83E+00 (1,87)	7,17E-01 (5,94)
Glândulas salivares	2,37E+01 (1,30)	1,28E+01 (1,76)	2,26E+00 (4,10)
Pele	1,22E+02 (0,11)	9,06E+01 (0,14)	1,20E+02 (0,12)
Lente dos olhos	3,08E+00 (5,45)	1,71E+00 (7,02)	1,71E-01 (25,84)
Olhos	1,72E+03 (2,25)	9,53E+02 (3,00)	9,21E+01 (9,45)
Útero	3,88E+01 (2,17)	1,15E+01 (3,97)	2,62E+01 (2,56)
Dose efetiva	5,90E+01 (0,34)	2,44E+01 (0,26)	1,91E+01 (0,79)

Tabela A.5.2: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	3,14E+01 (0,19)	3,02E+01 (0,20)	3,78E+01 (0,18)
Cólon	9,90E+01 (0,50)	3,53E+01 (0,84)	5,01E+01 (0,69)
Pulmão	5,17E+01 (0,49)	2,50E+01 (0,70)	4,76E+00 (1,73)
Estômago	1,05E+02 (0,80)	3,58E+01 (1,36)	2,41E+01 (1,68)
Mamas	1,80E+02 (0,44)	7,57E+01 (0,67)	2,30E+01 (1,33)
Demais tecidos*	4,16E-01 (0,01)	2,25E-01 (0,02)	3,04E-01 (0,02)
Gônadas	6,81E+01 (2,90)	2,29E+01 (5,13)	4,95E+01 (3,39)
Bexiga	7,30E+01 (1,78)	2,29E+01 (3,15)	5,32E+01 (2,08)
Esôfago	3,47E+01 (2,08)	1,76E+01 (2,87)	2,17E+00 (8,35)
Fígado	1,10E+02 (0,47)	4,25E+01 (0,75)	1,99E+01 (1,10)
Tireoide	1,49E+02 (1,75)	8,10E+01 (2,32)	7,42E+00 (8,04)
Superfície óssea	3,11E+01 (0,19)	2,98E+01 (0,20)	3,69E+01 (0,18)
Cérebro	1,42E+01 (1,34)	1,02E+01 (1,57)	1,10E+00 (4,96)
Glândulas salivares	3,03E+01 (1,18)	1,75E+01 (1,50)	3,35E+00 (3,58)
Pele	1,49E+02 (0,11)	1,11E+02 (0,13)	1,44E+02 (0,11)
Lente dos olhos	3,92E+00 (5,04)	2,27E+00 (6,34)	2,68E-01 (22,39)
Olhos	2,11E+03 (2,04)	1,26E+03 (2,59)	1,44E+02 (8,17)
Útero	5,62E+01 (1,88)	9,80E+03 (0,13)	3,97E+01 (2,17)
Dose efetiva	7,84E+01 (0,30)	3,43E+01 (0,51)	2,59E+01 (0,65)

Tabela A.5.3: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	4,05E+01 (0,18)	3,83E+01 (0,19)	4,70E+01 (0,17)
Cólon	1,26E+02 (0,01)	4,65E+01 (0,75)	6,44E+01 (0,62)
Pulmão	6,71E+01 (0,46)	3,36E+01 (0,62)	6,25E+00 (1,56)
Estômago	1,33E+02 (0,44)	4,82E+01 (1,20)	3,07E+01 (1,53)
Mamas	2,16E+02 (0,73)	9,59E+01 (0,62)	2,87E+01 (1,22)
Demais tecidos*	5,16E-01 (0,08)	2,84E-01 (0,02)	3,74E-01 (0,01)
Gônadas	9,73E+01 (0,41)	3,05E+01 (4,32)	6,42E+01 (2,98)
Bexiga	9,42E+01 (2,62)	3,13E+01 (2,78)	7,25E+01 (1,80)
Esôfago	4,51E+01 (1,58)	2,35E+01 (2,70)	3,08E+00 (7,60)
Fígado	1,38E+02 (1,88)	5,65E+01 (0,67)	2,53E+01 (1,02)
Tireoide	1,82E+02 (0,43)	1,03E+02 (2,12)	9,51E+00 (7,38)
Superfície óssea	3,94E+01 (0,62)	3,71E+01 (0,19)	4,50E+01 (0,17)
Cérebro	1,96E+01 (1,60)	1,44E+01 (1,37)	1,46E+00 (4,42)
Glândulas salivares	3,79E+01 (0,92)	2,18E+01 (1,38)	4,23E+00 (3,35)
Pele	1,75E+02 (1,17)	1,30E+02 (0,12)	1,66E+02 (0,10)
Lente dos olhos	4,94E+00 (1,87)	2,75E+00 (5,65)	3,06E-01 (19,73)
Olhos	2,61E+03 (0,12)	1,57E+03 (2,33)	1,68E+02 (7,70)
Útero	7,41E+01 (4,55)	2,47E+01 (2,89)	5,32E+01 (1,93)
Dose efetiva	9,89E+01 (0,19)	4,46E+01 (0,44)	3,30E+01 (0,59)

Tabela A.5.4: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	4,93E+01 (0,17)	4,59E+01 (0,18)	5,53E+01 (0,16)
Cólon	1,51E+02 (0,43)	5,77E+01 (0,69)	7,79E+01 (0,58)
Pulmão	8,14E+01 (0,41)	4,25E+01 (0,56)	7,43E+00 (1,44)
Estômago	1,58E+02 (0,67)	6,01E+01 (1,11)	3,74E+01 (1,42)
Mamas	2,48E+02 (0,39)	1,15E+02 (0,57)	3,30E+01 (1,16)
Demais tecidos*	6,09E-01 (0,01)	3,40E-01 (0,02)	4,41E-01 (0,01)
Gônadas	1,14E+02 (2,36)	4,06E+01 (3,94)	7,68E+01 (2,82)
Bexiga	1,17E+02 (1,48)	4,02E+01 (2,49)	8,86E+01 (1,64)
Esôfago	5,43E+01 (1,78)	3,08E+01 (2,34)	4,04E+00 (6,78)
Fígado	1,65E+02 (0,40)	7,15E+01 (0,61)	3,05E+01 (0,95)
Tireoide	2,09E+02 (1,52)	1,21E+02 (1,97)	1,04E+01 (7,25)
Superfície óssea	4,73E+01 (0,17)	4,38E+01 (0,18)	5,19E+01 (0,16)
Cérebro	2,48E+01 (1,05)	1,84E+01 (1,23)	1,94E+00 (3,98)
Glândulas salivares	4,44E+01 (1,02)	2,67E+01 (1,27)	4,80E+00 (3,18)
Pele	1,98E+02 (0,09)	1,47E+02 (0,11)	1,85E+02 (0,10)
Lente dos olhos	5,34E+00 (4,22)	3,71E+00 (5,57)	3,09E-01 (19,94)
Olhos	3,12E+03 (1,76)	1,94E+03 (2,21)	1,94E+02 (7,30)
Útero	9,08E+01 (1,55)	3,17E+01 (2,60)	6,53E+01 (1,78)
Dose efetiva	1,17E+02 (0,25)	5,48E+01 (0,40)	3,93E+01 (0,55)

Tabela A.5.5: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	4,38E+01 (0,16)	3,70E+01 (0,17)	5,06E+01 (0,15)
Cólon	1,44E+02 (0,40)	4,39E+01 (0,72)	9,14E+01 (0,49)
Pulmão	7,18E+01 (0,41)	3,03E+01 (0,61)	6,17E+00 (1,45)
Estômago	1,51E+02 (0,65)	4,51E+01 (1,17)	5,38E+01 (1,07)
Mamas	2,79E+02 (0,34)	9,92E+01 (0,57)	2,98E+01 (1,12)
Demais tecidos*	6,05E-01 (0,01)	2,84E-01 (0,02)	4,47E-01 (0,01)
Gônadas	1,04E+02 (2,30)	2,86E+01 (4,41)	8,18E+01 (2,56)
Bexiga	1,01E+02 (1,48)	2,82E+01 (2,73)	8,03E+01 (1,60)
Esôfago	4,62E+01 (1,78)	2,06E+01 (2,56)	2,60E+00 (7,84)
Fígado	1,58E+02 (0,37)	5,27E+01 (0,64)	4,17E+01 (0,72)
Tireoide	2,21E+02 (1,39)	1,01E+02 (2,00)	8,03E+00 (7,29)
Superfície óssea	4,41E+01 (0,16)	3,71E+01 (0,17)	5,03E+01 (0,15)
Cérebro	1,70E+01 (1,17)	1,17E+01 (1,41)	1,26E+00 (4,52)
Glândulas salivares	4,52E+01 (0,95)	2,16E+01 (1,32)	3,94E+00 (3,13)
Pele	2,37E+02 (0,08)	1,49E+02 (0,10)	2,16E+02 (0,09)
Lente dos olhos	5,74E+00 (4,20)	2,98E+00 (5,56)	3,04E-01 (18,59)
Olhos	3,14E+03 (1,68)	1,64E+03 (2,25)	1,62E+02 (7,32)
Útero	7,67E+01 (1,55)	2,11E+01 (2,88)	6,00E+01 (1,72)
Dose efetiva	1,16E+02(0,24)	4,33E+01 (0,44)	4,24E+01 (0,55)

Tabela A.5.6: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	5,97E+01 (0,14)	4,99E+01 (0,16)	6,60E+01 (0,14)
Cólon	1,89E+02 (0,36)	6,24E+01 (0,63)	1,20E+02 (0,45)
Pulmão	9,73E+01 (0,36)	4,38E+01 (0,53)	9,00E+00 (1,24)
Estômago	2,01E+02 (0,57)	6,40E+01 (1,00)	7,11E+01 (0,96)
Mamas	3,46E+02 (0,32)	1,33E+02 (0,51)	3,94E+01 (1,01)
Demais tecidos*	7,83E-01 (0,01)	3,82E-01 (0,01)	5,74E-01 (0,11)
Gônadas	1,31E+02 (2,11)	3,83E+01 (3,95)	1,10E+02 (0,18)
Bexiga	1,40E+02 (1,29)	4,15E+01 (2,34)	1,13E+02 (1,40)
Esôfago	6,42E+01 (1,53)	3,16E+01 (2,19)	4,30E+00 (6,25)
Fígado	2,08E+02 (0,34)	7,72E+01 (0,55)	5,50E+01 (0,66)
Tireoide	2,78E+02 (1,29)	1,36E+02 (1,78)	1,17E+01 (6,30)
Superfície óssea	5,91E+01 (0,14)	4,92E+01 (0,16)	6,43E+01 (0,14)
Cérebro	2,57E+01 (0,99)	1,76E+01 (1,20)	1,97E+00 (3,70)
Glândulas salivares	5,74E+01 (0,86)	2,93E+01 (1,16)	5,61E+00 (2,75)
Pele	2,84E+02 (0,08)	1,82E+02 (0,10)	2,56E+02 (0,08)
Lente dos olhos	6,97E+00 (3,67)	4,03E+00 (4,85)	4,54E-01 (17,72)
Olhos	3,86E+03 (1,52)	2,16E+03 (1,98)	2,31E+02 (6,35)
Útero	1,07E+02 (1,36)	3,26E+01 (2,45)	8,48E+01 (1,50)
Dose efetiva	1,50E+02 (0,22)	5,97E+01 (0,39)	5,62E+01 (0,43)

Tabela A.5.7: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	7,60E+01 (0,13)	6,32E+01 (0,16)	8,17E+01 (0,13)
Cólon	2,38E+02 (0,33)	8,20E+01 (0,63)	1,50E+02 (0,41)
Pulmão	1,24E+02 (0,32)	5,86E+01 (0,53)	1,17E+01 (1,13)
Estômago	2,49E+02 (0,53)	8,66E+01 (1,00)	8,83E+01 (0,89)
Mamas	4,07E+02 (0,30)	1,66E+02 (0,51)	4,90E+01 (0,93)
Demais tecidos*	9,60E-01 (0,01)	4,81E-01 (0,01)	7,01E-01 (0,01)
Gônadas	1,79E+02 (1,89)	5,29E+01 (3,95)	1,42E+02 (2,00)
Bexiga	1,78E+02 (1,15)	5,76E+01 (2,34)	1,49E+02 (1,25)
Esôfago	8,44E+01 (1,38)	4,21E+01 (2,19)	5,82E+00 (5,51)
Fígado	2,60E+02 (0,31)	1,02E+02 (0,55)	6,77E+01 (0,61)
Tireoide	3,35E+02 (1,18)	1,70E+02 (1,78)	1,62E+01 (5,80)
Superfície óssea	7,40E+01 (0,13)	6,12E+01 (0,16)	7,80E+01 (0,13)
Cérebro	3,54E+01 (0,87)	2,46E+01 (1,20)	2,72E+00 (3,28)
Glândulas salivares	7,01E+01 (0,80)	3,65E+01 (1,16)	7,04E+00 (2,60)
Pele	3,28E+02 (0,07)	2,14E+02 (0,10)	2,93E+02 (0,08)
Lente dos olhos	8,67E+00 (3,44)	4,94E+00 (4,85)	4,03E-01 (17,25)
Olhos	4,77E+03 (1,40)	2,73E+03 (1,98)	2,65E+02 (6,17)
Útero	1,39E+02 (1,22)	4,40E+01 (2,45)	1,13E+02 (1,32)
Dose efetiva	1,85E+02 (0,20)	7,73E+01 (0,39)	7,05E+01 (0,42)

Tabela A.5.8: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a assistente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	9,15E+01 (0,12)	7,57E+01 (0,14)	9,60E+01 (0,12)
Cólon	2,81E+02 (0,31)	1,01E+02 (0,52)	1,77E+02 (0,39)
Pulmão	1,49E+02 (0,30)	7,36E+01 (0,43)	1,43E+01 (1,04)
Estômago	2,96E+02 (0,49)	1,08E+02 (0,82)	1,03E+02 (0,84)
Mamas	4,65E+02 (0,29)	2,00E+02 (0,43)	5,68E+01 (0,88)
Demais tecidos*	1,12E+00 (0,01)	5,75E-01 (0,01)	8,19E-01 (0,01)
Gônadas	2,14E+02 (1,72)	7,29E+01 (2,95)	1,65E+02 (1,91)
Bexiga	2,19E+02 (1,07)	7,23E+01 (1,86)	1,82E+02 (1,14)
Esôfago	9,98E+01 (1,29)	5,27E+01 (1,77)	7,77E+00 (4,95)
Fígado	3,07E+02 (0,29)	1,26E+02 (0,46)	8,01E+01 (0,58)
Tireoide	3,84E+02 (1,13)	2,00E+02 (1,53)	1,79E+01 (5,36)
Superfície óssea	8,77E+01 (0,12)	7,21E+01 (0,14)	8,99E+01 (0,12)
Cérebro	4,40E+01 (0,79)	3,11E+01 (0,94)	3,29E+00 (3,06)
Glândulas salivares	8,09E+01 (0,75)	4,44E+01 (0,98)	8,01E+00 (2,45)
Pele	3,66E+02 (0,07)	2,42E+02 (0,09)	3,26E+02 (0,07)
Lente dos olhos	9,04E+00 (3,24)	5,85E+00 (4,23)	5,76E-01 (15,88)
Olhos	5,41E+03 (1,34)	3,28E+03 (1,70)	3,30E+02 (5,75)
Útero	1,70E+02 (1,13)	5,56E+01 (1,97)	1,36E+02 (1,23)
Dose efetiva	2,17E+02 (0,18)	9,48E+01 (0,30)	8,28E+01 (0,39)

Tabela A.5.9: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32\times 32\text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 70 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,80E+01 (0,11)	6,30E+01 (0,13)	1,22E+02 (0,09)
C6lon	2,83E+02 (0,29)	8,39E+01 (0,53)	1,68E+02 (0,37)
Pulm\~{a}o	1,41E+02 (0,29)	5,60E+01 (0,45)	3,73E+02 (0,18)
Est6mago	2,98E+02 (0,46)	8,68E+01 (0,84)	1,95E+02 (0,56)
Mamas	5,69E+02 (0,24)	1,86E+02 (0,42)	4,50E+02 (0,26)
Demais tecidos*	1,19E+00 (0,01)	5,05E-01 (0,01)	1,67E+00 (0,01)
G6nadas	1,97E+02 (1,67)	5,45E+01 (3,23)	1,36E+02 (2,01)
Bexiga	1,96E+02 (1,07)	5,61E+01 (1,99)	1,35E+02 (1,24)
Es6fago	8,92E+01 (1,29)	3,68E+01 (1,93)	1,27E+02 (1,05)
F6gado	3,12E+02 (0,26)	1,02E+02 (0,46)	2,64E+02 (0,28)
Tireoide	4,44E+02 (0,99)	1,76E+02 (1,52)	3,49E+01 (3,37)
Superf6cie 6ssea	8,85E+01 (0,11)	6,32E+01 (0,13)	1,20E+02 (0,09)
C6rebro	3,26E+01 (0,85)	1,98E+01 (1,08)	3,51E+00 (2,62)
Gl\~{a}ndulas salivares	8,87E+01 (0,68)	3,67E+01 (1,01)	9,23E+00 (1,98)
Pele	4,78E+02 (0,06)	2,55E+02 (0,08)	6,41E+02 (0,05)
Lente dos olhos	1,14E+01 (2,98)	4,98E+00 (4,34)	5,60E-01 (14,07)
Olhos	6,14E+03 (1,20)	2,81E+03 (1,72)	3,28E+02 (5,08)
6tero	1,48E+02 (1,12)	4,09E+01 (2,07)	1,01E+02 (1,33)
Dose efetiva	2,30E+02 (0,17)	8,01E+01 (0,32)	1,98E+02 (0,24)

Tabela A.5.10: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32\times 32\text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 80 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,18E+02 (0,10)	8,47E+01 (0,12)	1,55E+02 (0,09)
C6lon	3,67E+02 (0,26)	1,17E+02 (0,46)	2,18E+02 (0,33)
Pulm\~{a}o	1,89E+02 (0,26)	8,01E+01 (0,39)	4,47E+02 (0,17)
Est6mago	3,86E+02 (0,41)	1,23E+02 (0,72)	2,50E+02 (0,51)
Mamas	6,85E+02 (0,23)	2,45E+02 (0,37)	5,12E+02 (0,25)
Demais tecidos*	1,51E+00 (0,01)	6,75E-01 (0,01)	1,98E+00 (0,01)
G6nadas	2,65E+02 (1,49)	7,66E+01 (2,73)	1,80E+02 (1,77)
Bexiga	2,68E+02 (0,93)	7,96E+01 (1,67)	1,84E+02 (1,10)
Es6fago	1,23E+02 (1,10)	5,57E+01 (1,63)	1,71E+02 (0,92)
F6gado	4,06E+02 (0,24)	1,46E+02 (0,40)	3,28E+02 (0,27)
Tireoide	5,47E+02 (0,93)	2,36E+02 (1,35)	4,57E+01 (3,09)
Superf6cie 6ssea	1,16E+02 (0,10)	8,34E+01 (0,12)	1,49E+02 (0,09)
C6rebro	4,82E+01 (0,72)	2,95E+01 (0,92)	5,17E+00 (2,23)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,11E+02 (0,62)	5,00E+01 (0,89)	1,25E+01 (1,77)
Pele	5,60E+02 (0,05)	3,11E+02 (0,07)	7,18E+02 (0,05)
Lente dos olhos	1,34E+01 (2,72)	6,85E+00 (3,85)	9,66E-01 (11,45)
Olhos	7,53E+03 (1,11)	3,69E+03 (1,52)	4,62E+02 (4,39)
6tero	2,03E+02 (0,98)	6,17E+01 (1,78)	1,40E+02 (1,16)
Dose efetiva	2,93E+02 (0,16)	1,10E+02 (0,27)	2,42E+02 (0,22)

Tabela A.5.11: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32\times 32\text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 90 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,48E+02 (0,09)	1,07E+02 (0,11)	1,89E+02 (0,08)
C6lon	4,51E+02 (0,24)	1,52E+02 (0,41)	2,67E+02 (0,31)
Pulm\~{a}o	2,37E+02 (0,23)	1,06E+02 (0,35)	5,18E+02 (0,16)
Est6mago	4,78E+02 (0,38)	1,63E+02 (0,65)	3,04E+02 (0,48)
Mamas	7,92E+02 (0,22)	3,04E+02 (0,34)	5,70E+02 (0,24)
Demais tecidos*	1,82E+00 (0,01)	8,45E-01 (0,01)	2,28E+00 (0,01)
G6nadas	3,37E+02 (1,37)	1,04E+02 (2,39)	2,25E+02 (1,59)
Bexiga	3,40E+02 (0,84)	1,08E+02 (1,46)	2,39E+02 (0,99)
Es6fago	1,59E+02 (1,00)	7,40E+01 (1,47)	2,14E+02 (0,84)
F6gado	4,99E+02 (0,23)	1,91E+02 (0,36)	3,89E+02 (0,25)
Tireoide	6,44E+02 (0,86)	2,97E+02 (1,25)	6,13E+01 (2,78)
Superf6cie 6ssea	1,44E+02 (0,09)	1,04E+02 (0,11)	1,77E+02 (0,08)
C6rebro	6,48E+01 (0,64)	4,13E+01 (0,81)	7,03E+00 (2,00)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,32E+02 (0,58)	6,18E+01 (0,81)	1,56E+01 (1,66)
Pele	6,35E+02 (0,05)	3,64E+02 (0,07)	7,89E+02 (0,05)
Lente dos olhos	1,61E+01 (2,60)	8,39E+00 (3,34)	8,86E-01 (11,94)
Olhos	8,91E+03 (1,04)	4,60E+03 (1,40)	5,61E+02 (4,14)
6tero	2,62E+02 (0,89)	8,35E+01 (1,56)	1,81E+02 (1,04)
Dose efetiva	3,55E+02 (0,14)	1,41E+02 (0,24)	2,86E+02 (0,19)

Tabela A.5.12: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a assistente com campo  $32\times 32\text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 100 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,75E+02 (0,09)	1,28E+02 (0,10)	2,19E+02 (0,08)
C6lon	5,27E+02 (0,23)	1,87E+02 (0,38)	3,13E+02 (0,29)
Pulm\~{a}o	2,81E+02 (0,22)	1,31E+02 (0,32)	5,83E+02 (0,15)
Est6mago	5,60E+02 (0,36)	2,00E+02 (0,60)	3,54E+02 (0,45)
Mamas	8,90E+02 (0,21)	3,59E+02 (0,32)	6,22E+02 (0,23)
Demais tecidos*	2,11E+00 (0,01)	1,01E+00 (0,01)	2,56E+00 (0,01)
G6nadas	3,96E+02 (1,26)	1,36E+02 (2,16)	2,69E+02 (1,49)
Bexiga	4,08E+02 (0,78)	1,37E+02 (1,35)	2,89E+02 (0,91)
Es6fago	1,91E+02 (0,94)	9,31E+01 (1,31)	2,52E+02 (0,79)
F6gado	5,84E+02 (0,21)	2,33E+02 (0,34)	4,44E+02 (0,24)
Tireoide	7,25E+02 (0,82)	3,47E+02 (1,17)	7,27E+01 (2,54)
Superf6cie 6ssea	1,68E+02 (0,09)	1,22E+02 (0,11)	2,01E+02 (0,08)
C6rebro	8,04E+01 (0,59)	5,23E+01 (0,73)	8,93E+00 (1,83)
Gl\~{a}ndulas salivares	1,50E+02 (0,55)	7,43E+01 (0,75)	1,83E+01 (1,54)
Pele	7,00E+02 (0,05)	4,12E+02 (0,07)	8,51E+02 (0,05)
Lente dos olhos	1,73E+01 (2,45)	9,61E+00 (3,28)	1,17E+00 (10,58)
Olhos	9,81E+03 (0,99)	5,37E+03 (1,31)	6,58E+02 (3,93)
6tero	3,15E+02 (0,82)	1,05E+02 (1,42)	2,22E+02 (0,97)
Dose efetiva	4,11E+02 (0,13)	1,71E+02 (0,22)	3,26E+02 (0,18)

Tabela A.6.1: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 70 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	5,91E+02 (0,04)	5,46E+02 (0,05)	5,92E+02 (0,04)
Cólon	1,84E+03 (0,10)	2,80E+03 (0,08)	1,89E+03 (0,10)
Pulmão	1,65E+02 (0,28)	4,62E+01 (0,53)	1,65E+02 (0,28)
Estômago	3,57E+02 (0,41)	5,65E+01 (1,02)	3,07E+02 (0,44)
Mamas	3,56E+01 (0,87)	1,04E+01 (1,72)	3,12E+01 (0,90)
Demais tecidos*	7,57E+00 (0,01)	1,79E+02 (0,01)	6,98E+00 (0,01)
Gônadas	1,91E+03 (0,51)	3,92E+03 (0,35)	1,67E+03 (0,55)
Bexiga	2,05E+03 (0,31)	6,12E+03 (0,18)	1,78E+03 (0,34)
Esôfago	5,99E+01 (1,59)	1,44E+01 (3,33)	5,73E+01 (1,62)
Fígado	2,14E+02 (0,31)	4,93E+01 (0,66)	2,45E+02 (0,30)
Tireoide	2,10E+01 (4,45)	6,84E+00 (8,52)	1,98E+01 (4,63)
Superfície óssea	5,76E+02 (0,04)	5,31E+02 (0,05)	5,78E+02 (0,04)
Cérebro	2,29E+00 (3,33)	1,14E+00 (4,66)	2,23E+00 (3,38)
Glândulas salivares	3,55E+00 (3,12)	1,60E+00 (4,73)	3,08E+00 (3,28)
Pele	1,68E+03 (0,03)	2,38E+03 (0,03)	1,62E+03 (0,03)
Lente dos olhos	1,33E-01 (38,03)	1,11E-01 (35,78)	6,73E-02 (43,35)
Olhos	4,97E+01 (13,52)	3,29E+01 (14,58)	4,27E+01 (12,38)
Útero	3,24E+03 (0,23)	7,28E+03 (0,15)	2,88E+03 (0,24)
Dose efetiva	6,29E+02 (0,23)	1,48E+03 (0,14)	5,99E+02 (0,24)

Tabela A.6.2: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 80 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,30E+02 (0,04)	7,66E+02 (0,04)	8,23E+02 (0,04)
Cólon	2,59E+03 (0,09)	3,67E+03 (0,08)	2,62E+03 (0,09)
Pulmão	2,44E+02 (0,24)	6,92E+01 (0,45)	2,42E+02 (0,24)
Estômago	5,30E+02 (0,34)	9,30E+01 (0,83)	4,66E+02 (0,37)
Mamas	5,43E+01 (0,72)	1,65E+01 (1,37)	4,91E+01 (0,74)
Demais tecidos*	1,02E+01 (0,01)	1,79E+01 (0,01)	9,38E+00 (0,01)
Gônadas	2,81E+03 (0,43)	5,50E+03 (0,31)	2,49E+03 (0,46)
Bexiga	2,98E+03 (0,27)	8,25E+03 (0,16)	2,57E+03 (0,29)
Esôfago	9,47E+01 (1,28)	2,32E+01 (2,71)	8,97E+01 (1,32)
Fígado	3,27E+02 (0,26)	8,04E+01 (0,54)	3,66E+02 (0,25)
Tireoide	3,21E+01 (3,73)	1,12E+01 (6,41)	3,10E+01 (3,73)
Superfície óssea	7,87E+02 (0,04)	7,24E+02 (0,04)	7,82E+02 (0,04)
Cérebro	3,70E+00 (2,73)	2,06E+00 (3,69)	3,54E+00 (2,80)
Glândulas salivares	5,37E+00 (2,67)	2,50E+00 (3,80)	4,67E+00 (2,71)
Pele	2,09E+03 (0,03)	2,91E+03 (0,02)	2,01E+03 (0,03)
Lente dos olhos	1,71E-01 (29,45)	1,00E-01 (33,33)	1,09E-01 (37,66)
Olhos	7,84E+01 (10,40)	6,34E+01 (12,08)	7,96E+01 (10,59)
Útero	4,61E+03 (0,19)	9,80E+03 (0,13)	4,10E+03 (0,21)
Dose efetiva	9,03E+02 (0,19)	1,37E+03 (0,35)	8,54E+02 (0,20)

Tabela A.6.3: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,08E+03 (0,04)	9,96E+02 (0,04)	1,06E+03 (0,04)
Cólon	3,38E+03 (0,08)	4,55E+03 (0,07)	3,38E+03 (0,08)
Pulmão	3,26E+02 (0,21)	9,41E+01 (0,39)	3,25E+02 (0,21)
Estômago	7,22E+02 (0,30)	1,37E+02 (0,70)	6,38E+02 (0,32)
Mamas	7,66E+01 (0,62)	2,30E+01 (1,19)	6,95E+01 (0,64)
Demais tecidos*	1,28E+01 (0,01)	2,21E+01 (0,01)	1,18E+01 (0,03)
Gônadas	3,77E+03 (0,37)	7,11E+03 (0,27)	3,31E+03 (0,03)
Bexiga	3,94E+03 (0,24)	1,04E+04 (0,15)	3,38E+03 (0,26)
Esôfago	1,39E+02 (1,09)	3,46E+01 (2,27)	1,35E+02 (1,12)
Fígado	4,52E+02 (0,23)	1,16E+02 (0,46)	4,96E+02 (0,22)
Tireoide	4,72E+01 (3,13)	1,58E+01 (5,69)	4,42E+01 (3,28)
Superfície óssea	9,99E+02 (0,04)	9,18E+02 (0,04)	9,85E+02 (0,04)
Cérebro	5,50E+00 (2,33)	2,68E+00 (3,29)	4,85E+00 (2,42)
Glândulas salivares	7,37E+00 (2,28)	3,45E+00 (3,37)	6,75E+00 (2,36)
Pele	2,49E+03 (0,02)	3,41E+03 (0,02)	2,40E+03 (0,03)
Lente dos olhos	2,44E-01 (25,13)	7,13E-02 (41,50)	1,20E-01 (31,35)
Olhos	1,15E+02 (8,60)	6,97E+01 (11,76)	1,10E+02 (9,69)
Útero	6,06E+03 (0,17)	1,24E+04 (0,12)	5,33E+03 (0,19)
Dose efetiva	1,19E+03 (0,17)	1,73E+03 (0,30)	1,12E+03 (0,17)

Tabela A.6.4: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,32E+03 (0,03)	1,22E+03 (0,04)	1,29E+03 (0,03)
Cólon	4,15E+03 (0,07)	5,37E+03 (0,07)	4,11E+03 (0,08)
Pulmão	4,08E+02 (0,19)	1,20E+02 (0,36)	4,04E+02 (0,19)
Estômago	9,12E+02 (0,28)	1,83E+02 (0,62)	7,99E+02 (0,29)
Mamas	9,88E+01 (0,55)	3,02E+01 (1,05)	8,94E+01 (0,57)
Demais tecidos*	1,53E+01 (0,01)	2,60E+01 (0,01)	1,41E+01 (0,01)
Gônadas	4,78E+03 (0,34)	8,68E+03 (0,25)	4,18E+03 (0,37)
Bexiga	4,91E+03 (0,22)	1,25E+04 (0,14)	4,18E+03 (0,24)
Esôfago	1,83E+02 (0,97)	4,80E+01 (1,91)	1,73E+02 (0,99)
Fígado	5,81E+02 (0,21)	1,54E+02 (0,41)	6,23E+02 (0,20)
Tireoide	6,57E+01 (2,70)	1,90E+01 (5,11)	5,69E+01 (2,91)
Superfície óssea	1,20E+03 (0,03)	1,10E+03 (0,04)	1,17E+03 (0,04)
Cérebro	7,23E+00 (2,05)	3,64E+00 (2,90)	6,52E+00 (2,15)
Glândulas salivares	9,54E+00 (2,05)	4,32E+00 (3,07)	8,65E+00 (2,11)
Pele	2,86E+03 (0,02)	3,87E+03 (0,02)	2,75E+03 (0,02)
Lente dos olhos	2,26E-01 (23,86)	1,62E-01 (28,95)	2,29E-01 (20,90)
Olhos	1,60E+02 (7,51)	9,11E+01 (10,91)	1,26E+02 (8,83)
Útero	7,49E+03 (0,16)	1,48E+04 (0,11)	6,53E+03 (0,17)
Dose efetiva	1,48E+03 (0,14)	2,09E+03 (0,27)	1,38E+03 (0,15)

Tabela A.6.5: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 70 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	8,67E+02 (0,04)	9,01E+02 (0,04)	8,56E+02 (0,04)
C6lon	2,52E+03 (0,09)	3,78E+03 (0,07)	2,62E+03 (0,09)
Pulm\~{a}o	2,89E+02 (0,21)	8,67E+01 (0,39)	2,86E+02 (0,21)
Est6mago	6,67E+02 (0,30)	1,16E+02 (0,71)	5,47E+02 (0,33)
Mamas	6,73E+01 (0,63)	1,93E+01 (1,23)	5,67E+01 (0,67)
Demais tecidos*	1,16E+01 (0,01)	2,04E+01 (0,01)	1,05E+01 (0,01)
G6nadas	2,40E+03 (0,45)	4,93E+03 (0,32)	2,26E+03 (0,47)
Bexiga	2,62E+03 (0,28)	7,27E+03 (0,17)	2,71E+03 (0,27)
Es6fago	1,06E+02 (1,18)	2,78E+01 (2,36)	1,01E+02 (1,20)
F6gado	4,34E+02 (0,22)	1,02E+02 (0,46)	4,63E+02 (0,22)
Tireoide	3,67E+01 (3,33)	1,28E+01 (6,09)	3,43E+01 (3,55)
Superf6cie 6ssea	8,46E+02 (0,04)	8,75E+02 (0,04)	8,36E+02 (0,04)
C6rebro	3,97E+00 (2,50)	2,03E+00 (3,47)	3,77E+00 (2,57)
Gl\~{a}ndulas salivares	6,01E+00 (2,37)	2,93E+00 (3,49)	5,33E+00 (2,51)
Pele	2,57E+03 (0,02)	3,62E+03 (0,02)	2,41E+03 (0,02)
Lente dos olhos	1,78E-01 (30,09)	1,55E-01 (29,08)	1,12E-01 (30,87)
Olhos	9,65E+01 (9,92)	5,63E+01 (11,60)	8,20E+01 (9,38)
6tero	3,99E+03 (0,21)	8,92E+03 (0,14)	4,30E+03 (0,20)
Dose efetiva	8,85E+02 (0,17)	1,33E+03 (0,32)	8,71E+02 (0,18)

Tabela A.6.6: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg\~{a}os}$  da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tens\~{a}o 80 kV. As incertezas s\~{a}o apresentadas entre par\~{e}nteses (%).

6rg\~{a}os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,22E+03 (0,03)	1,26E+03 (0,03)	1,19E+03 (0,03)
C6lon	3,56E+03 (0,08)	5,02E+03 (0,06)	3,64E+03 (0,08)
Pulm\~{a}o	4,23E+02 (0,18)	1,29E+02 (0,33)	4,17E+02 (0,18)
Est6mago	9,82E+02 (0,25)	1,87E+02 (0,58)	8,20E+02 (0,28)
Mamas	1,01E+02 (0,52)	3,04E+01 (1,00)	8,80E+01 (0,55)
Demais tecidos*	1,55E+01 (0,01)	2,66E+01 (0,01)	1,40E+01 (0,01)
G6nadas	3,56E+03 (0,38)	6,99E+03 (0,27)	3,38E+03 (0,39)
Bexiga	3,82E+03 (0,24)	9,91E+03 (0,15)	3,89E+03 (0,24)
Es6fago	1,70E+02 (0,96)	4,55E+01 (1,92)	1,62E+02 (0,98)
F6gado	6,49E+02 (0,19)	1,64E+02 (0,38)	6,81E+02 (0,18)
Tireoide	5,71E+01 (2,78)	2,08E+01 (4,65)	5,66E+01 (2,82)
Superf6cie 6ssea	1,15E+03 (0,03)	1,19E+03 (0,03)	1,13E+03 (0,03)
C6rebro	6,38E+00 (2,06)	3,49E+00 (2,84)	5,99E+00 (2,14)
Gl\~{a}ndulas salivares	9,04E+00 (2,02)	4,40E+00 (2,85)	8,04E+00 (2,10)
Pele	3,20E+03 (0,02)	4,43E+03 (0,02)	2,99E+03 (0,02)
Lente dos olhos	3,49E-01 (20,47)	1,26E-01 (29,07)	2,20E-01 (28,43)
Olhos	1,57E+02 (7,57)	9,96E+01 (9,42)	1,27E+02 (8,45)
6tero	5,71E+03 (0,18)	1,21E+04 (0,12)	6,09E+03 (0,17)
Dose efetiva	1,27E+03 (0,15)	1,82E+03 (0,25)	1,24E+03 (0,15)

Tabela A.6.7: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg6os}$  da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tens6o 90 kV. As incertezas s6o apresentadas entre par6nteses (%).

6rg6os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,58E+03 (0,03)	1,63E+03 (0,03)	1,54E+03 (0,03)
C6lon	4,65E+03 (0,07)	6,29E+03 (0,06)	4,70E+03 (0,07)
Pulm6o	5,63E+02 (0,16)	1,75E+02 (0,33)	5,55E+02 (0,16)
Est6mago	1,32E+03 (0,22)	2,68E+02 (0,58)	1,12E+03 (0,24)
Mamas	1,42E+02 (0,45)	4,25E+01 (1,00)	1,23E+02 (0,48)
Demais tecidos*	1,95E+01 (0,01)	3,28E+01 (0,01)	1,76E+01 (0,01)
G6nadas	4,80E+03 (0,33)	9,08E+03 (0,27)	4,50E+03 (0,35)
Bexiga	5,07E+03 (0,21)	1,26E+04 (0,15)	5,11E+03 (0,21)
Es6fago	2,49E+02 (0,81)	6,60E+01 (1,92)	2,35E+02 (0,85)
F6gado	8,86E+02 (0,17)	2,32E+02 (0,38)	9,12E+02 (0,17)
Tireoide	8,50E+01 (2,35)	2,92E+01 (4,65)	7,56E+01 (2,49)
Superf6cie 6ssea	1,46E+03 (0,03)	1,50E+03 (0,03)	1,43E+03 (0,03)
C6rebro	9,19E+00 (1,78)	4,69E+00 (2,84)	8,49E+00 (1,83)
Gl6ndulas salivares	1,24E+01 (1,74)	5,93E+00 (2,85)	1,13E+01 (1,81)
Pele	3,80E+03 (0,02)	5,20E+03 (0,02)	3,56E+03 (0,02)
Lente dos olhos	3,45E-01 (20,26)	1,25E-01 (29,07)	2,82E-01 (21,83)
Olhos	2,08E+02 (6,45)	1,25E+02 (9,42)	1,89E+02 (7,18)
6tero	7,54E+03 (0,16)	1,54E+04 (0,12)	7,92E+03 (0,15)
Dose efetiva	1,68E+03 (0,12)	2,32E+03 (0,25)	1,63E+03 (0,13)

Tabela A.6.8: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg6os}$  da ICRP (2007), para a paciente com campo  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  sem EPI e tens6o 100 kV. As incertezas s6o apresentadas entre par6nteses (%).

6rg6os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,93E+03 (0,03)	1,99E+03 (0,03)	1,87E+03 (0,03)
C6lon	5,71E+03 (0,06)	7,50E+03 (0,06)	5,73E+03 (0,06)
Pulm6o	7,03E+02 (0,14)	2,22E+02 (0,26)	6,88E+02 (0,15)
Est6mago	1,66E+03 (0,20)	3,55E+02 (0,44)	1,40E+03 (0,22)
Mamas	1,81E+02 (0,41)	5,57E+01 (0,76)	1,59E+02 (0,43)
Demais tecidos*	2,33E+01 (0,01)	3,86E+01 (0,01)	2,10E+01 (0,01)
G6nadas	6,09E+03 (0,30)	1,12E+04 (0,22)	5,67E+03 (0,32)
Bexiga	6,32E+03 (0,19)	1,52E+04 (0,12)	6,30E+03 (0,19)
Es6fago	3,26E+02 (0,72)	8,90E+01 (1,39)	3,02E+02 (0,74)
F6gado	1,13E+03 (0,15)	3,04E+02 (0,29)	1,14E+03 (0,15)
Tireoide	1,11E+02 (2,06)	3,84E+01 (3,66)	9,88E+01 (2,21)
Superf6cie 6ssea	1,75E+03 (0,03)	1,78E+03 (0,03)	1,70E+03 (0,03)
C6rebro	1,22E+01 (1,58)	6,23E+00 (2,21)	1,09E+01 (1,65)
Gl6ndulas salivares	1,62E+01 (1,57)	7,38E+00 (2,29)	1,45E+01 (1,63)
Pele	4,36E+03 (0,02)	5,90E+03 (0,02)	4,07E+03 (0,02)
Lente dos olhos	4,83E-01 (19,76)	2,45E-01 (23,02)	3,42E-01 (17,42)
Olhos	2,93E+02 (5,64)	1,64E+02 (8,03)	2,21E+02 (6,57)
6tero	9,33E+03 (0,14)	1,85E+04 (0,10)	9,69E+03 (0,14)
Dose efetiva	2,09E+03 (0,11)	2,81E+03 (0,20)	2,01E+03 (0,12)

Tabela A.6.9: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg6os}$  da ICRP (2007), para a paciente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  sem EPI e tens6o 70 kV. As incertezas s6o apresentadas entre par6nteses (%).

6rg6os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,36E+03 (0,03)	1,39E+03 (0,03)	1,19E+03 (0,03)
C6lon	3,96E+03 (0,07)	4,70E+03 (0,06)	3,35E+03 (0,08)
Pulm6o	5,33E+02 (0,15)	1,71E+02 (0,28)	5,07E+02 (0,16)
Est6mago	1,50E+03 (0,20)	2,58E+02 (0,48)	1,01E+03 (0,24)
Mamas	1,40E+02 (0,44)	4,01E+01 (0,84)	1,06E+02 (0,50)
Demais tecidos*	1,86E+01 (0,01)	2,90E+01 (0,01)	1,58E+01 (0,01)
G6nadas	2,96E+03 (0,41)	5,84E+03 (0,29)	3,05E+03 (0,41)
Bexiga	3,28E+03 (0,01)	8,40E+03 (0,16)	3,77E+03 (0,23)
Es6fago	2,06E+02 (0,25)	5,61E+01 (1,65)	1,85E+02 (0,89)
F6gado	8,99E+02 (0,85)	2,40E+02 (0,30)	9,17E+02 (0,15)
Tireoide	7,05E+01 (0,15)	2,70E+01 (4,14)	6,30E+01 (2,62)
Superf6cie 6ssea	1,32E+03 (2,43)	1,35E+03 (0,03)	1,17E+03 (0,03)
C6rebro	7,13E+00 (0,03)	3,67E+00 (2,60)	7,73E+00 (1,78)
Gl6ndulas salivares	1,10E+01 (1,86)	5,58E+00 (2,49)	9,96E+00 (1,82)
Pele	4,19E+03 (1,75)	5,57E+03 (0,02)	3,50E+03 (0,02)
Lente dos olhos	4,52E-01 (0,02)	3,73E-01 (20,66)	3,13E-01 (22,19)
Olhos	2,08E+02 (17,83)	1,22E+02 (8,10)	2,08E+02 (6,52)
6tero	4,79E+03 (0,19)	1,04E+04 (0,13)	5,57E+03 (0,17)
Dose efetiva	1,37E+03 (0,13)	1,68E+03 (0,22)	1,76E+03 (0,11)

Tabela A.6.10: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para  $\text{6rg6os}$  da ICRP (2007), para a paciente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  sem EPI e tens6o 80 kV. As incertezas s6o apresentadas entre par6nteses (%).

6rg6os/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	1,88E+03 (0,03)	1,94E+03 (0,03)	1,66E+03 (0,03)
C6lon	5,51E+03 (0,06)	6,35E+03 (0,06)	4,67E+03 (0,07)
Pulm6o	7,69E+02 (0,13)	2,52E+02 (0,23)	7,29E+02 (0,14)
Est6mago	2,14E+03 (0,17)	4,06E+02 (0,39)	1,50E+03 (0,20)
Mamas	2,06E+02 (0,37)	6,23E+01 (0,69)	1,60E+02 (0,41)
Demais tecidos*	2,46E+01 (0,01)	3,78E+01 (0,01)	2,11E+01 (0,01)
G6nadas	4,41E+03 (0,34)	8,41E+03 (0,25)	4,55E+03 (0,34)
Bexiga	4,79E+03 (0,21)	1,15E+04 (0,14)	5,41E+03 (0,20)
Es6fago	3,24E+02 (0,69)	9,27E+01 (1,33)	2,93E+02 (0,73)
F6gado	1,32E+03 (0,13)	3,70E+02 (0,25)	1,32E+03 (0,13)
Tireoide	1,08E+02 (2,03)	4,06E+01 (3,36)	9,97E+01 (2,11)
Superf6cie 6ssea	1,79E+03 (0,03)	1,83E+03 (0,03)	1,58E+03 (0,03)
C6rebro	1,14E+01 (1,55)	6,34E+00 (2,11)	1,21E+01 (1,50)
Gl6ndulas salivares	1,63E+01 (1,50)	8,35E+00 (2,05)	1,47E+01 (1,54)
Pele	5,16E+03 (0,02)	6,80E+03 (0,01)	4,35E+03 (0,02)
Lente dos olhos	5,79E-01 (15,81)	3,48E-01 (19,45)	5,16E-01 (17,55)
Olhos	3,01E+02 (5,56)	1,82E+02 (6,83)	2,96E+02 (5,78)
6tero	6,90E+03 (0,16)	1,43E+04 (0,11)	7,91E+03 (0,15)
Dose efetiva	1,95E+03 (0,11)	2,33E+03 (0,18)	1,76E+03 (0,11)

Tabela A.6.11: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 90 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,42E+03 (0,02)	2,51E+03 (0,02)	2,15E+03 (0,03)
Cólon	7,14E+03 (0,06)	8,04E+03 (0,05)	6,05E+03 (0,06)
Pulmão	1,02E+03 (0,12)	3,39E+02 (0,21)	9,61E+02 (0,12)
Estômago	2,83E+03 (0,15)	5,69E+02 (0,34)	2,03E+03 (0,18)
Mamas	2,83E+02 (0,32)	8,63E+01 (0,60)	2,21E+02 (0,36)
Demais tecidos*	3,08E+01 (0,01)	4,67E+01 (0,01)	2,64E+01 (0,01)
Gônadas	5,99E+03 (0,30)	1,10E+04 (0,22)	6,06E+03 (0,30)
Bexiga	6,40E+03 (0,19)	1,48E+04 (0,12)	7,09E+03 (0,18)
Esôfago	4,61E+02 (0,59)	1,36E+02 (1,12)	4,18E+02 (0,63)
Fígado	1,77E+03 (0,12)	5,14E+02 (0,22)	1,75E+03 (0,12)
Tireoide	1,52E+02 (1,74)	5,89E+01 (2,92)	1,34E+02 (1,84)
Superfície óssea	2,25E+03 (0,02)	2,30E+03 (0,02)	1,99E+03 (0,03)
Cérebro	1,65E+01 (1,33)	8,50E+00 (1,86)	1,67E+01 (1,31)
Glândulas salivares	2,21E+01 (1,30)	1,10E+01 (1,88)	2,03E+01 (1,34)
Pele	6,10E+03 (0,02)	7,99E+03 (0,01)	5,16E+03 (0,02)
Lente dos olhos	6,74E-01 (13,70)	3,53E-01 (20,37)	6,74E-01 (14,30)
Olhos	3,83E+02 (4,77)	2,46E+02 (6,15)	3,98E+02 (4,96)
Útero	9,14E+03 (0,14)	1,83E+04 (0,10)	1,03E+04 (0,13)
Dose efetiva	2,56E+03 (0,09)	2,99E+03 (0,16)	2,30E+03 (0,10)

Tabela A.6.12: Doses equivalente e efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) para órgãos da ICRP (2007), para a paciente com campo  $32 \times 32 \text{ cm}^2$  sem EPI e tensão 100 kV. As incertezas são apresentadas entre parênteses (%).

Órgãos/tecidos	LAO	PA	RAO
Medula vermelha	2,94E+03 (0,02)	3,06E+03 (0,02)	2,61E+03 (0,02)
Cólon	8,71E+03 (0,05)	9,66E+03 (0,05)	7,38E+03 (0,06)
Pulmão	1,26E+03 (0,11)	4,26E+02 (0,19)	1,19E+03 (0,11)
Estômago	3,51E+03 (0,14)	7,40E+02 (0,31)	2,54E+03 (0,16)
Mamas	3,59E+02 (0,29)	1,12E+02 (0,53)	2,84E+02 (0,32)
Demais tecidos*	3,65E+01 (0,01)	5,50E+01 (0,01)	3,14E+01 (0,01)
Gônadas	7,61E+03 (0,27)	1,36E+04 (0,20)	7,64E+03 (0,27)
Bexiga	7,99E+03 (0,17)	1,79E+04 (0,11)	8,75E+03 (0,16)
Esôfago	6,03E+02 (0,53)	1,79E+02 (0,98)	5,44E+02 (0,56)
Fígado	2,23E+03 (0,11)	6,60E+02 (0,20)	2,17E+03 (0,11)
Tireoide	2,00E+02 (1,54)	7,56E+01 (2,58)	1,75E+02 (1,66)
Superfície óssea	2,67E+03 (0,02)	2,74E+03 (0,02)	2,37E+03 (0,02)
Cérebro	2,13E+01 (1,19)	1,15E+01 (1,63)	2,13E+01 (1,18)
Glândulas salivares	2,79E+01 (1,18)	1,36E+01 (1,69)	2,56E+01 (1,22)
Pele	6,95E+03 (0,01)	9,05E+03 (0,01)	5,90E+03 (0,02)
Lente dos olhos	9,17E-01 (14,03)	5,30E-01 (16,38)	7,83E-01 (13,07)
Olhos	5,44E+02 (4,13)	3,06E+02 (5,66)	4,75E+02 (4,49)
Útero	1,14E+04 (0,13)	2,20E+04 (0,09)	1,26E+04 (0,12)
Dose efetiva	3,17E+03 (0,08)	3,64E+03 (0,14)	2,84E+03 (0,09)