

AVALIAÇÃO DE DOSE EM RADIOGRAFIAS DE TÓRAX

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.039-017>

Fernando França Reis

IFBA

E-mail: fernandofrancareis@outlook.com

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4653037685544981>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8093-6410>

Bárbara Catarina da Silva dos Santos

Tecnóloga em Radiologia

E-mail: barbara96css@gmail.com

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/7689456195648945>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5393-3288>

Cristiana Silva

Fisioterapeuta

E-mail: crismariafisio7@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0358-2743>

Guillermo Alberto López

Doutor em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas

E-mail: guillermolopez@ifba.edu.br

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8949059624508320>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9944-8571>

RESUMO

Objetivo: Foi realizado um estudo para averiguar se a dose entregue ao paciente durante a radiografia de tórax em dois posicionamentos, pósterio-anterior e perfil, está de acordo com o valor recomendado pela RDC 611/2022 (IN nº 90). **Metodologia:** Foi realizado um estudo exploratório e descritivo a partir de dados previamente coletados de forma observacional em um hospital da cidade de Salvador-BA. Foram coletados 200 parâmetros de exposição (tensão e produto corrente tempo), dos 100 pacientes, sendo 50 do sexo feminino e 50 do sexo masculino. Estes dados coletados foram reproduzidos no equipamento de raios X fixo digital, pertencente à clínica escola do Instituto Federal da Bahia. Foi utilizado um sistema de medição de raios X com câmara de ionização e sensores de dose de estado sólido específicos para raios X, que indicou o valor da dose de entrada na pele (DEP) em software instalado em laptop. **Resultados:** Constatou-se que o valor de DEP entregue aos pacientes está de acordo com o valor de referência máximo estabelecido pela RDC 611/2022 (IN nº 90). Os valores para o produto corrente tempo (mAs) apresentaram grande discrepância entre os posicionamentos, tendo um aumento de 210%, já a tensão (kV) permaneceu quase que inalterado. **Conclusão:** Destaca-se que apesar do valor estar abaixo do recomendado, ainda se a possibilidade de melhoria com a implementação de um programa de controle e garantia de qualidade para contribuir com a padronização dos procedimentos e a utilização de um espessmetro para uma melhor seleção dos parâmetros técnicos utilizados. Consolidando a aplicação de protocolos de forma individual levando em conta a espessura da estrutura a ser estudada para determinar os parâmetros técnicos a serem aplicados.

Palavras-chave: Radiografia. Tórax. Dose de Entrada na Pele. Posicionamentos.

1 INTRODUÇÃO

Desde que foram descobertos, os raios-X têm desempenhado um papel significativo para fins de diagnóstico, sendo cada vez mais utilizados à medida que novas tecnologias são implementadas para garantir maior segurança e melhor qualidade das imagens. De acordo com uma publicação da United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, o número total anual de exames no mundo é de 4,2 bilhões. Realizam-se, em média, por ano um pouco mais de 574 exames médicos de diagnóstico por 1.000 habitantes (Unsear, 2020).

Dentre eles a radiografia do tórax, por ser um exame útil, rápido, não invasivo e de baixo custo, continua sendo um dos mais solicitados no Brasil, correspondendo a cerca de 30% a 50% das radiografias (Guimieri, 2018). Esta incidência tem como objetivo servir de registro para a investigação de possíveis alterações da saúde de pacientes sintomáticos ou assintomáticos.

A qualidade da imagem e a quantidade de radiação em um exame radiográfico estão intimamente ligadas às características técnicas específicas, entre elas os parâmetros de exposição das técnicas radiográficas como tensão e corrente aplicadas ao tubo, colimação efetiva, ponto focal, posicionamento do paciente, distância foco-filme e objeto-filme, dos conhecimentos técnicos do operador e do estado físico e psíquico do paciente (Silva et al., 2013).

Deve ser produzida uma imagem de boa definição e com a menor dose possível para o paciente, compatível com um diagnóstico adequado (Peixoto, 1999). A radiação irá interagir com a matéria por meio de dois mecanismos: direto, quando a radiação interage diretamente com as moléculas importantes como as de DNA, podendo causar desde mutação genética até morte celular; e indireta, quando a radiação quebra a molécula da água, formando assim radicais livres que podem atacar outras moléculas importantes. Esse mecanismo é importante, uma vez que nosso corpo é composto por mais de 70% de água (Okuno, 2013)

Essas interações por menores que sejam podem acarretar danos à célula, os efeitos biológicos provocados pela interação das radiações ionizantes com a matéria podem ser de dois tipos: determinísticos e estocásticos. Os efeitos determinísticos acontecem quando a irradiação no corpo, geral ou localizada, provoca mais morte celular do que é possível ser compensada pelo organismo (limiar de efeitos clínicos). Acima desse limiar a severidade do dano aumenta com a dose (Navarro et al., 2008) já os efeitos estocásticos são aqueles cuja probabilidade de ocorrência é em função da dose, não existindo limiar, como é o caso do câncer. Assim, para qualquer indivíduo irradiado há uma chance de que certos efeitos atribuíveis à radiação se manifestem (CNEN, 2014). Assim quanto maior a dose ao qual o paciente está exposto, maior a probabilidade de ocorrência. Surge então a necessidade de averiguar se a dose entregue ao paciente durante o exame está de acordo com o princípio da otimização, apresentado pela Comissão Internacional de Proteção contra a Radiação (ICRP) que define a dose deve ser “tão baixa quanto razoavelmente exequível”.



Tendo em vista os fatores supracitados, e com o crescente aumento na realização de radiografias de tórax, o presente estudo tem como objetivo aferir o valor da Dose de Entrada na Pele (DEP) ao qual os pacientes estão expostos durante os exames radiográficos de tórax realizados em equipamentos de raio X convencionais, em dois posicionamentos, pósterio-anterior (PA) e perfil.

2 METODOLOGIA

Esse estudo consiste em uma pesquisa exploratória e descritiva. No qual, métodos mistos combinam técnicas quantitativas e qualitativas em um mesmo desenho de pesquisa (CRESWELL e CLARK, 2011). Neste estudo, o método exploratório, averigua um problema fornecendo informações para uma investigação mais precisa, que combinado ao método descritivo fornece informações adicionais sobre o tema pesquisado, associando-se de forma eficaz (QUALYBEST, 2020).

2.1 COLETA DE DADOS

O estudo foi realizado a partir de dados previamente coletados com autorização através de carta de anuência da Diretoria de Ensino e Pesquisa da Instituição de forma observacional em um hospital privado, na cidade de Salvador – BA.

Radiografias de tórax em dois posicionamentos, pósterio-anterior e perfil (rotina), foram conduzidos por técnicos e tecnólogos em radiologia. Ao todo, foram coletados 200 parâmetros de exposição, sendo eles a tensão (kV) e o produto corrente tempo (miliamperes por segundo, mAs), de 100 pacientes, sendo 50 do sexo feminino e 50 do sexo masculino. Estes parâmetros foram coletados dos equipamentos de raios X convencional fixos de modelo SIEMENS® Multix B com constante de 40kV e PHILLIPS® Compacto Plus 500 com constante de 30kV.

Como critério de inclusão, foram selecionados para amostragem, pacientes adultos típicos, de ambos os gêneros e idade maior ou igual a 18 anos. A RDC 611/2022 (IN nº 90), define o indivíduo típico como aquele em que as características biométricas sejam: peso entre 60 e 75 kg e altura entre 1,60 e 1,75 m.

Como critério de exclusão, foram descartados os pacientes que não se encaixavam neste perfil estabelecido. Para a compilação dos dados foi utilizado uma planilha eletrônica (Quadro 1).

Quadro 1 – dados em planilha eletrônica

PCT	kV	mAs	Incidencia
1	92	7	PA
	92	23	PERFIL
2	95	3	PA
	97	13	PERFIL
3	92	5	PA
	92	16	PERFIL
4	90	10	PA
	90	25	PERFIL
5	95	5	PA
	95	18	PERFIL

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

2.2 TESTAGEM DOS PARÂMETROS

Com os dados dos fatores técnicos (kV e mAs) coletados dos equipamentos pertencentes ao hospital privado, estes foram inseridos no equipamento de raios X fixo digital, da marca Konica Minolta® modelo DRX (Figura 1), pertencente Ao laboratório LAFIR 2 da clínica escola do Instituto Federal da Bahia.

Figura 1 - Equipamento de raios X convencional digital Konica Minolta® modelo DRX



Fonte: Autor, 2024.

Para simular a presença do paciente foi utilizado um Phantom comercial da marca Pixy modelo RSD 101 (Figura 2) e um sistema de medição de raios X com câmara de ionização, e sensores de dose de estado sólido específicos para raios X, modelo RADCAL® Accu-Gold (Figura 3)

Figura 2 – Phantom de Tórax em posicionamento PA



Fonte: Autor, 2024.

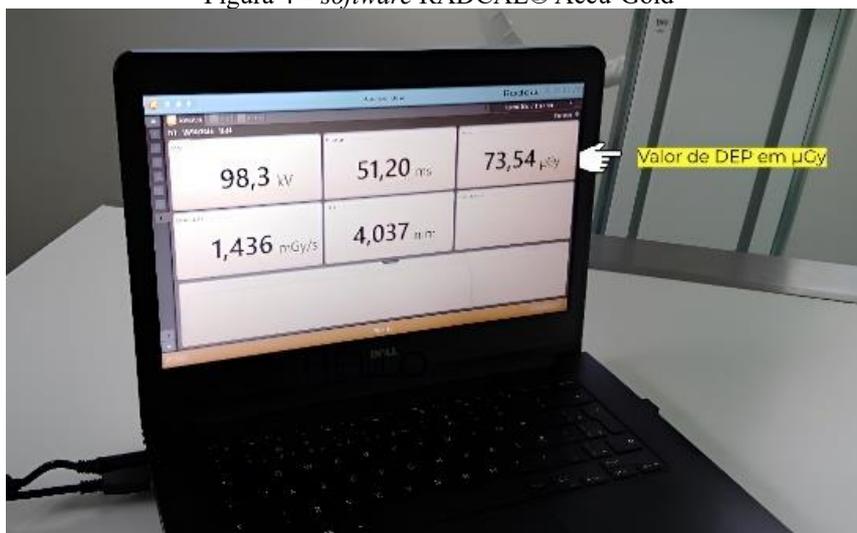
Figura 3 – Sensor de estado sólido e câmara de ionização Radcal® AccuGold®



Fonte: Autor, 2024.

O valor de DEP foi indicado em software instalado em laptop (Figura 4), com o valor dado em microgray (μGy) e posteriormente convertido para miligray (mGy). Para cada uma das incidências, foram realizadas 3 radiografias e então foi feito a média para se ter uma maior confiabilidade no resultado.

Figura 4 – software RADCAL® Accu-Gold



Fonte: Autor, 2024.

Os resultados foram compilados e apresentados em números absolutos e percentuais, sob a forma de quadros.

3 RESULTADOS

Dos 100 pacientes incluídos no estudo, 50 eram mulheres e 50 eram homens. Na comparação da média da dose de entrada na pele (DEP) por sexo, constatou-se que nas incidências referentes ao sexo masculino (Tabela 1), ocorreu um aumento da kilovoltagem ou tensão (kV) tanto no posicionamento pósterio-anterior quanto em perfil, provavelmente decorrente do maior tamanho da caixa torácica masculina quando comparada a feminina, já os miliampères ou produto corrente tempo (mAs), se evidenciou um aumento superior na incidência PA do que em perfil, que apresentou um valor menor do que o encontrado em pacientes femininos (Tabela 2), o que levou a um pequeno aumento na dose, sendo mais claro em PA.

Tabela 1 – Média de dose para os 50 pacientes masculinos.

Média			
INCIDÊNCIA	kV	mAs	DEP – mGy
PA	93,82	6,2	0,10
PERFIL	94,76	17,69	0,26

Fonte: Autor, 2024.

Tabela 2 – Média de dose para os 50 pacientes femininos.

Média			
INCIDÊNCIA	kV	mAs	DEP – mGy
PA	93,46	5,06	0,07
PERFIL	94,34	17,79	0,24

Fonte: Autor, 2024.

A média de valores de kV e, mAs obtidos a partir de todas as incidências (Tabela 3) demonstrou um valor abaixo do que a referência máxima estabelecida pela RDC 611/22 IN nº 90 (Tabela 4).

Tabela 3 - Média total por incidências e seus valores de DEP em referência.

Média			
INCIDÊNCIA	kV	mAs	DEP – mGy
PA	93,64	5,70	0,09
PERFIL	94,55	17,74	0,25

Fonte: Autor, 2024.

Tabela 4 - Valor de referência máxima para radiografia de tórax - RDC 611/22 IN nº 90

Radiografia	
INCIDÊNCIA	DEP – mGy
PA	0,4
PERFIL	1,4

Fonte: Autor, 2024.

Foi avaliado separadamente o valor médio da dose absorvida por órgão, por meio de programa computacional disponível de forma gratuita na internet o CALDose_X versão 5.0 (2010), mais especificamente o pulmão, tendo-se notado que o aumento dos parâmetros de uma incidência para a outro, levou ao aumento da dose (Tabela 5).

Tabela 5 - Média de dose absorvida no pulmão por incidência.

Média	
INCIDÊNCIA	DEP – mGy
PA	0,02
PERFIL	0,04

Fonte: Autor, 2024.

4 DISCUSSÃO

A emissão de raios X durante o exame radiográfico requer atenção especial no tocante à radioproteção para o ser humano contra possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante. A proteção radiológica visa a minimizar os riscos de efeitos determinísticos e diminuir a probabilidade de aparecimento de efeitos estocásticos (López, 2021).

Assim, um programa de proteção radiológica efetivo deve estar fundamentado na Instituição como um todo e seu corpo gerencial devem assumir um compromisso com a segurança, ou seja: a estrutura gerencial deve ser eficiente, as autoridades, responsabilidades e descrições de tarefas devem estar claramente designadas e documentadas, os recursos para a área de segurança devem ser adequados e todos os empregados devem ter um compromisso com o princípio de manter as doses de radiação tão baixas quanto razoavelmente exequível (CNEN, 2014).

Os resultados encontrados, mostram que os valores médios de DEP ao qual os pacientes estão expostos durante a realização de radiografias de tórax encontram-se abaixo dos valores máximos de referência estabelecidos pela RDC 611/22 IN nº 90, precisamente os indivíduos têm em suas

radiografias na incidência PA um valor 77,5% menor, enquanto em perfil esse valor chega a 82,14%. Em contraponto, para os parâmetros técnicos selecionados averiguou-se que na mudança entre as incidências, mesmo com a variação do tamanho da estrutura a ser radiografada, do PA para o Perfil a tensão (kV) foi praticamente mantida tendo um pequeno acréscimo de 0,91 kV enquanto o produto corrente tempo (mAs) teve um acréscimo de 12,04 (aumento de aproximadamente 211%) o que levou a um aumento da dose em 180% entre as incidências.

Adicionalmente foi feito a mesma avaliação isoladamente para os pacientes femininos que demonstrou um aumento na tensão (kV) de 0,88 kV enquanto o produto corrente-tempo (mAs) teve um acréscimo de 12,73 mAs (aumento de aproximadamente 239%). Para pacientes masculinos a tensão (kV) aumentou 0,94 kV e o produto corrente tempo (mAs) de 11,49 mAs (aumento de aproximadamente 180%), destacando que a correção só foi evidenciada em apenas 13% dos pacientes.

Essas alterações demonstraram que com o aumento do mAs se teve um aumento diretamente proporcional da dose A quantidade dos raios X é diretamente proporcional ao produto corrente-tempo (mAs). Pois, quando esse produto é duplicado, o número de elétrons que atinge o alvo do tubo também duplica e, portanto, tem-se a emissão do dobro do número de raios X (Bushong, 2010)

Anteriormente, na mesma população foi calculado o valor da dose de entrada na pele por meio de um programa computacional o CALDose_X versão 5.0 (2010). Os valores apresentados pelo CALDose X indicaram que a dose entregue ao paciente estava superior ao recomendado pela norma vigente, para PA em pacientes masculinos se teve um valor médio de 0,41 kV e para femininos o valor também foi de 0,41 mGy, em Perfil o valor chegou a 1,539 mGy para ambos. Dessa forma o valor apresentado pelo *software* (Tabela 6) foi superior ao obtido pela câmara de ionização, está que estava devidamente calibrada (Tabela 7).

Tabela 6 - Média por incidência e seus valores de DEP de referência (CALDose X)

Média							
		PA		-		PERFIL	
PACIENTE	kV	mAs	DEP – mGy	-	kV	mAs	DEP – mGy
Homem	94	6	0,41	-	95	17	1,539
Mulher	93	5	0,41	-	94	17	1,539

Fonte: Santos (2020)

Tabela - 7 Médias por incidência e seus valores de DEP de referência (câmara de ionização)

Média							
		PA		-		PERFIL	
PACIENTE	kV	mAs	DEP – mGy	-	kV	mAs	DEP – mGy
Homem	93,82	6,2	0,10	-	94,76	17,69	0,26
Mulher	93,46	5,06	0,07	-	94,34	17,19	0,24

Fonte: Autor, 2024.



5 CONCLUSÃO

A conclusão deste estudo são de que os valores da dose de entrada na pele ao qual os pacientes estão expostos durante a realização de suas radiografias de tórax encontram-se abaixo do valor de referência máximo recomendado pela RDC 611/22 IN nº 90. No entanto, a grande discrepância nos valores médios do produto corrente tempo, sugerem que deve haver uma melhor escolha dos parâmetros técnicos para cada paciente, buscando otimizar ainda mais a dose entregue.

Esse resultado mostra a necessidade da implementação de um programa de controle e garantia de qualidade, para contribuir com a padronização dos procedimentos e a utilização de um espessometro, instrumento utilizado para medir a espessura de um membro do paciente que será radiografado, para melhor seleção dos parâmetros técnicos a serem utilizados, garantindo assim uma redução na dose.



REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Ana Cecília Pedrosa de. Radioproteção em serviços de saúde. *Fiocruz*, Rio de Janeiro, 2005.

BUSHONG, S. C. Ciência radiológica para tecnólogos. 9ª ed. Rio de Janeiro, RJ: *Elsevier*, 2010.

CIRILO, Artur Nunes et al. Radiação ionizante: Uma revisão de literatura. *Revista Acadêmica Novo Milênio*, v. 3, n. 4, 2021.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Princípios básicos de segurança e proteção radiológica. 3ª ed. rev. Rio de Janeiro: *CNEN*, 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/centro-de-informacoes-nucleares/material-didatico-1/principios-basicos-de-seguranca-e-protecao-radiologica-terceira-edicao-revisada.pdf>>. Acesso em: 8 de dezembro de 2024.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. Designing and conducting mixed methods research. 2nd ed. Los Angeles: *SAGE Publications*, 2011.

FRANCISCO, Fabiano Celli et al. Radiologia: 110 anos de história. *Revista Imagem*, v. 24, p. 281-286, 2005.

GUMIERI, Dhiego Donizethe Ferreira. ABC... na avaliação sistemática da radiografia de tórax. *Revista Curie & Roentgen – Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER)*, Brasília, DF, p. 1-9, 2018. Disponível em: <<https://conter.gov.br/uploads/trabalhos/p41.pdf>>. Acesso em: 8 de setembro de 2024.

HALL, E. J.; GIACCIA, A. J. Radiobiology for the Radiologist. 6ª ed. Philadelphia: *Lippincott Williams & Wilkins*, 2006.

INSTITUTO QUALYBEST. Como realizar uma pesquisa exploratória. *Instituto Qualibest*, São Paulo, 13 mai. 2020. Disponível em: <<https://www.institutoqualibest.com/>>. São Paulo, 13 mai. 2020. Acessado em: 4 de agosto de 2024

LÓPEZ, Guillermo Alberto. Análise comparativa de doses de entrada e produtos dose/área em órgãos da cabeça e pescoço. *Omnis Scientia*, Triunfo, PE, 2021.

NAVARRO, Marcus Vinicius Teixeira et al. Controle de riscos à saúde em radiodiagnóstico: uma perspectiva histórica. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 1039-1047, out.-dez. 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/fhvKsgyHWVWR7pwXsR9CFKM/?format=pdf>>. Acesso em: 3 de dezembro de 2024.

OKUNO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. *Estudos Avançados*, v. 27, p. 185-200, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/xzD9Dgv8GPFtHkxkfbQsn4f/>>. Acesso em: 3 de dezembro de 2024.

PEIXOTO, J. E. Padronização da Análise da Qualidade em Mamografia. Tese (D.Sc.), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999.

RADIOLÓGICA, Proteção. Noções Básicas de Proteção Radiológica. *Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen)*, 2002.



RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 611, DE 9 DE MARÇO DE 2022.
Disponível em:
<<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=16/03/2022&jornal=515&pagina=107>>. Acesso em: 30 de novembro de 2024.

SILVA, R. Padronização das técnicas radiológicas empregadas nos exames de tórax como proposta para rede hospitalar do Distrito Federal. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica), Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. v. 1 – Sources, Report to General Assembly, with Scientific Annexes, New York: *UNSCEAR*, 2022. Disponível em:
<https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2020_21_Annex-A.pdf>. Acesso em: 30 de novembro de 2024.

XAVIER, Ana M.; MORO, José T.; HEILBRON, Paulo F. Princípios básicos de segurança e proteção radiológica. *UFRGS*, 3ª ed., 2006.