



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

MARIA CLARA DE SOUSA BASTOS

**COMPARAÇÃO ENTRE DOSES ABSORVIDAS EM EXAMES DE
RADIODIAGNÓSTICO E A SÍNDROME AGUDA DA RADIAÇÃO**

TERESINA

2023

MARIA CLARA DE SOUSA BASTOS

COMPARAÇÃO ENTRE DOSES ABSORVIDAS EM EXAMES DE RADIODIAGNÓSTICO
E A SINDROME AGUDA DA RADIAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Tecnologia em Radiologia do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Central .

Orientadora: Prof^a. Me^a. Wilson Seraine

TERESINA

2023

COMPARAÇÃO ENTRE DOSES ABSORVIDAS EM EXAMES DE RADIODIAGNÓSTICO E A SÍNDROME AGUDA DA RADIAÇÃO.

RESUMO

O presente estudo discorre sobre a dose absorvida nos exames radiológicos, serviço que possui grande importância no âmbito da saúde. Todos os dias são realizados diversos exames e consequentemente mais pacientes estão sendo submetidos à radiação artificial, trazendo impacto para a radioproteção de todos os envolvidos. **Objetivo:** Essa pesquisa possui como objetivo demonstrar de forma quantificada quantos exames serão necessários para que um indivíduo do público possa sofrer com o efeito determinístico da radiação, comparando o limiar de 1Gy com a soma da quantidade de exames que devem ser cumpridos para que se chegue até este limiar. **Metodologia:** Este trabalho consistiu em uma pesquisa bibliográfica baseada em levantamento de dados em artigos, livros publicados no Instituto Nacional de Câncer - INCA, Colégio Brasileiro de Radiologia - CBR, Associação Brasileira de Radiologia Odontológica - ABRO, Hospital Israelita Albert Einstein e sites afins. **Resultado:** Conforme a quantidade de aquisições de imagens pelos aparelhos de radiodiagnóstico e seus parâmetros utilizados é possível notar o aumento de dose a qual os pacientes são submetidos, em contrapartida, à diminuição da quantidade de exames necessários para se chegar ao limiar de 1Gy, aproximando-se mais ainda da Síndrome de Irradiação Aguda. **Conclusão:** Observou-se que mesmo que houvesse o aumento da dose no paciente decorrente a quantidade de aquisições de imagens pelos aparelhos de radiodiagnóstico e seus parâmetros, ainda sim estaria muito distante da dose que seria necessária para que houvesse os sintomas leves da Síndrome Aguda da Radiação.

Palavras-chaves: Síndrome Aguda da Radiação, Dose Absorvida, Radiodiagnóstico.

1. INTRODUÇÃO

Tudo na natureza é formado por átomos, que são constituídos por nêutrons, prótons e elétrons [1]. No universo, milhares de átomos estão se desestabilizando a todo o momento e emitindo radiação. Radiação é a passagem de energia de um ponto a outro, seja por meio de ondas eletromagnéticas ou partículas [2].

Os raios X são ondas eletromagnéticas de alta frequência, que têm grande poder de penetração, podem ionizar átomos e moléculas ocasionando diversas alterações e possíveis mutações, que são potencialmente capazes de causar neoplasias e principalmente a morte celular dependendo de sua energia. Os raios X utilizados no radiodiagnóstico são de baixa energia, portanto oferecem pequenas doses aos pacientes [3].

Os efeitos radioinduzidos podem ser denominados em função da dose e forma de resposta, sendo classificados em efeito estocástico, que consiste na probabilidade em que se pode haver um efeito proporcionalmente à dose de radiação, portanto, doses fracionadas ou pequenas doses abaixo dos limites estabelecidos por normas podem induzir tal efeito, e em efeito determinístico, que são causados por irradiação total ou localizada no tecido por doses elevadas

acima do limiar, causando um grau de morte celular maior que a capacidade de regeneração daquela célula, com prejuízos detectáveis no funcionamento do órgão definindo condições patológicas reconhecíveis [4].

Os efeitos que os raios-X provocam no organismo humano ainda é um debate recorrente no âmbito da saúde, tanto os indivíduos ocupacionalmente expostos e não expostos quanto os indivíduos do público ainda possuem uma concepção de risco em relação aos exames radiológicos, e que muitas vezes dificultam o diagnóstico, pois alguns pacientes se negam a realizar por exemplo as prevenções, até mesmo pacientes que por justa causa precisam estar fazendo com frequências exames por imagem, podem questionar se realmente é necessário, gerando o questionamento se de alguma forma eles irão desenvolver um efeito colateral a exposição [4].

Esta pesquisa tem como objetivo demonstrar quantas vezes um exame do setor de radiodiagnóstico precisa ser repetido para que ocorra o início de um efeito da Síndrome Aguda da Radiação, lembrando que esta síndrome somente ocorre a partir de um limiar (1Gy), portanto, um efeito determinístico [4], sendo assim possível de forma quantitativa desmistificar questionamentos referentes as doses que pacientes estão sujeitos.

2. METODOLOGIA

O trabalho em questão utilizou como metodologia a revisão bibliográfica, visto que o artigo faz parte de um projeto de pesquisa, que revela explicitamente o universo de contribuições científicas de autores sobre um tema específico. Consiste em uma análise no acervo de publicações correntes em uma determinada área de estudo, a fim de buscar respostas ou um maior conhecimento sobre um determinado assunto [5].

O trabalho em questão utilizou dados apresentados nos artigos que foram obtidos a partir dos seguintes bancos de dados; INCA, CBR, ABRO, Hospital Israelita Albert Einstein e em artigos encontrados no google acadêmico, buscando assim dados referentes ao kV (unidade de medida de tensão elétrica responsável pela aceleração dos elétrons), mAs (fator da corrente elétrica (mA) pelo tempo em segundos (s) que define a quantidade de fótons de raios X aplicados na exposição radiográfica), dose absorvida (quantidade de energia depositada pela radiação ionizante em uma material), e por fim, comparando quantos exames serão necessários, aproximadamente, para que houvesse o início da manifestação dos sintomas da Síndrome Aguda da Radiação em um paciente.

Foi utilizado como parâmetro de comparação uma dose referente a 1Gy, visto que esta dose apresenta os sintomas iniciais da Síndrome Aguda da Radiação como náuseas e vômitos. O conjunto e a sucessão de sintomas que vítimas de doses de radiação podem apresentar é denominada de Síndrome Aguda da Radiação. Na tabela a seguir pode-se ter noção dos efeitos da dose absorvida no intervalo de 1 Gy até 10Gy e os sintomas [4].

Tab. 1. Síndrome Aguda da Radiação.

Forma	Dose absorvida (Gray)	Sintomas
Infra-clínica	<1	Ausência de sintomas, na maioria dos indivíduos.
Reações Leves Generalizadas	1 a 2	Astenia, náuseas e vômitos de 3 a 6 horas após a exposição. Efeito desaparecendo em 24 horas.
Síndrome Hematopoiética Leve	2 a 4	Depressão da função medular (Linfopenia, leucopenia, trombopenia, anemia). Máximo em 3 semanas após a exposição e voltando ao normal em 4 a 6 meses.
Síndrome Hematopoiética Grave	4 a 6	Depressão severa da função medular.
Síndrome do Sistema Gastro-intestinal	6 a 7	Diarreia, vômitos, hemorragias.
Síndrome Pulmonar	6 a 10	Insuficiência respiratória aguda.
Síndrome do Sistema Nervoso Central	>10	Coma e morte. Horas após a exposição.

3. RESULTADO

Os exames de radiodiagnóstico possuem grande importância para a saúde, por meio deles é possível prevenir e identificar patologias. A cada dia, mais pessoas estão sujeitas a realização desses exames, sendo eles a Radiografia Digital – CR, Radiografias e Tomografia Odontológica, Mamografia, Densitometria Óssea, Radiografia Intervencionista e Tomografia Computadorizada.

3.1 Radiografia Digital - CR

Segundo o Hospital Israelita Albert Einstein “[...] torna-se necessária a normatização contínua dos processos de utilização diagnóstica da radiação ionizante, de modo a manter relação risco / benefício dentro de limites aceitáveis. Entende-se benefício a relação ideal entre detecção de anormalidades e resolução do método, este, em última análise, podendo depender da dose de radiação [...]” [6].

Na radiografia digital – CR foram escolhidos 5 exames para a comparação de dose absorvida [6] e para valores de kV e mAs foi utilizado uma tabela de técnicas radiológicas para dosagem com valor aproximado para o biotipo mediolíneo baseado em técnicas aplicadas no dia a dia de um CR do hospital Santa Maria na tabela 2.

Tab. 2. Radiografia Digital - CR

Radiografia Digital - CR	kV	mAs	Dose (Gy)	Nº de exames necessários para o início de efeitos biológicos (1 Gy).
Crânio	70	60	0.00007	$\approx 14.285,7$
Tórax	90	16	0.00002	≈ 50.000
Coluna lombar	65	100	0.0013	$\approx 769,23$
Radiografia de extremidades (mãos).	50	10	0.000001	1.000.000
Urografia Excretora	75	120	0,00106	$\approx 946,29$

3.2 Radiografias e Tomografia Odontológica.

Foram escolhidos dois tipos de radiografia odontológica, sendo a Periapical a que proporciona a observação de grupos de dente, incluindo coroa e raiz e é possível também avaliar ligamento periodontal, cisto de erupção e lesões periapicais. A radiografia Panorâmica permite a visualização da mandíbula e do maxilar na mesma imagem, possibilitando observar todas as estruturas do complexo maxilomandibular [7].

Na tomografia odontológica, também conhecida como tomografia *cone beam*, é possível visualizar tridimensionalmente os terços médio e inferior da face do paciente, obtendo imagens em fatias volumétricas. Este exame é solicitado para avaliar traumas faciais, fraturas, trincas na raiz, investigação dos canais dos dentes, diagnóstico de disfunção da ATM (articulação temporomandibular) e análise de dentes inclusos [8].

A seguir valores kV, mAs e dose [9].

Tab. 3. Radiografia e Tomografia Odontológica

Radiografia e tomografia odontológica	kV	mAs	Dose (Gy)	Nº de exames necessários para o início de efeitos biológicos (1 Gy).
Periapical	70	2,4	0.00000271	$\approx 369.003,369$
Panorâmica	60	118,8	0.0000043	$\approx 232.558,14$
Tomográfica odontológica	120	5	0.000089	$\approx 11.235,95$

3.3 Mamografia

Os mamógrafos naturalmente são operados no modo automático, o próprio equipamento a partir da compressão utilizando um *software* determina a média de kV e mAs. Diante disso foi utilizada uma média estipulada do exame de rotina pelo Instituto Nacional de Câncer Jose Alencar Gomes da Silva – INCA [10]. Além disso, o valor utilizado para dose absorvida foi retirado de uma média referente à otimização dos mamógrafos atuais [11].

Tab. 4. Mamografia Digital

Mamografia digital	kV	mAs	Dose (Gy)	Nº de exames necessários para o início de efeitos biológicos (1 Gy).
Rotina	28	80	0.005	200

3.4 Densitometria Óssea

O exame de densitometria óssea é feito a através da emissão de um feixe de raios X de dupla energia, em torno de 40 kV e 80 kV, o equipamento de D.O em um exame de corpo total que consegue distinguir as densidades dos tecidos entre tecidos moles (gordura e músculo) e tecido ósseo, pois estes possuem valores de atenuação diferentes [12].

Assim como o mamógrafo o DXA é um equipamento que determina o kV e o mAs automaticamente utilizando dados como peso, altura, idade e etnia. Não foram utilizados exames de fêmur e coluna visto a grande variedade de valores, portanto foi utilizado uma dose de corpo inteiro [13].

Tab. 5. Densitometria Óssea

Densitometria óssea	kV	mAs	Dose (Gy)	Nº de exames necessários para o início de efeitos biológicos (1 Gy).
Corpo inteiro	40 e 80	Automático	> 0.00001	100.000

3.5 Radiologia Intervencionista

De acordo com Blanc Medplex Hospital (2021) “A Radiologia Intervencionista é uma especialidade médica que atua realizando procedimentos e intervenções cirúrgicas minimamente invasivas guiadas por imagem, dentro dela temos a hemodinâmica.”

Foi utilizado o exame de Cateterismo Cardíaco, neste é feito 5 incidências radiográficas e para que seja possível a comparação foi somada os valores de dose absorvida de cada incidência e a partir da soma determinado a dose absorvida geral [14].

Tab. 6. Radiologia Intervencionista

Radiologia intervencionista (Cateterismo Cardíaco)	kV	mAs	Dose (Gy)	Nº de exames necessários para o início de efeitos biológicos (1 Gy).
Oblíqua direita 30 graus modo cine	60	50	0,004	$\cong 7,24$
Oblíqua anterior direita 10 graus e caudal 30 graus modo cine	60	51	0,038	
Oblíqua esquerda 55 graus caudal 34 graus modo cine	60	50	0,023	
Cranial 28 graus oblíqua esquerda 10 graus modo cine	60	52	0,020	
Oblíqua esquerda 50 graus cranial 25 graus modo cine	63	65	0,053	

3.6 Tomografia Computadorizada

A tomografia computadorizada é um método todo de diagnóstico por imagem que combina o uso de raios- X obtidos por tubos de alta potência com computadores especialmente adaptados para processar grande volume de informação e produzir imagens com alto grau de resolução [15].

Deve-se ressaltar que os valores apresentados podem variar de acordo com o equipamento, equipamentos mais novos tendem a diminuir kV, mAs e consequentemente a dose absorvida pelo paciente.

Valores a seguir de kV, mAs [16] e dose absorvida [17].

Tab. 7. Tomografia Computadorizada

Tomografia Computadorizada	kV	mAs	Dose (Gy)	Nº de exames necessários para o início de efeitos biológicos (1 Gy).
Crânio	120	300	0,002	500
Tórax	120	200	0,008	≈125
Abdôme	100	120	0,010	≈100
Pelve	120	120	0.01329	≈75,24
Seios da face	120	300	0.0006	≈1.666,66

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto nas tabelas apresentadas, foi possível observar que os valores de dose que os pacientes estão sendo expostos não podem ocasionar o início da Síndrome Aguda da Radiação, visto que, deverá ser feito o mesmo exame diversas vezes até que se chegue ao limiar. Portanto, mesmo que este exame seja feito periodicamente, a possibilidade é muito pequena que o indivíduo possa sofrer algum dano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Rutherford *et al.*, The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom. Philosophical Magazine, v. 92, n. 4, p. 379-398 (2012).
- [2] O. E. Yoshimura *et al.*, E. M. Física das radiações. São Paulo: Oficina de textos (2010).
- [3] E. Okuno *et al.*, Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes. Acidente Radiológico de Goiânia. São Paulo, v. 27, n. 77 (2013).
- [4] L. S. I. P. R. TAUHATA *et al.*, RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA: FUNDAMENTOS INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR RIO DE JANEIRO 5ª Revisão -Agosto/2003, pp. 115-125.
- [5] UNESP. Faculdade de Ciências Agronômicas. Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos. Tipos de revisão de literatura. Botucatu, 2015. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura> Acessado em: 25/05/2022

- [6] Diretrizes Assistenciais Radiação Ionizante nos Estudos Radiológicos, 2009. Disponível em: https://www.saudedireta.com.br/docsupload/1340229646radiacao_ionizante_estudos_radiologicos Acessado em: 25/05/2022
- [7] 4 principais tipos de radiografia odontológica - BRLaudos. Disponível em: <https://brlaudoss.com.br/radiografia-odontologica/> Acessado em: 05/07/2022.
- [8] Tomografia odontológica: o que é, como é feita e para que serve? Clínica OralDents. Disponível em: <https://clnicasoraldents.com.br/tomografia-odontologica/#:~:text=A%20tomografia%20odontol%C3%B3gica%20%C3%A9%20um%20exame%20que%20tem,de%20doen%C3%A7as%20%28como%20cistos%2C%20tumores%20e%20Fou%20corpos%20estranhos%3B> Acessado em: 05/07/2022.
- [9] L. P. Neves *et al.* Revisão de doses em pacientes submetidos à tomografia computadorizada e radiografia dental.
- [10] ATUALIZAÇÃO EM MAMOGRAFIA PARA TÉCNICOS EM RADIOLOGIA MINISTÉRIO DA SAÚDE Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) 2ª Edição revista e atualizada. Disponível em: https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//2a_edicao_atualizacao_em_mamografia_para_tecnicos_em_radiologia_2019 . Acessado em: 26/05/2022.
- [11] F. T. N. Denise *et al.*, Estudos de otimização de dose e qualidade de imagem em processos de transição tecnológica em mamografia. Revista Brasileira de Física Médica, v. 4, n. 3, p. 11-14 (2010).
- [12] D. Regina *et al.*, Efeitos do exercício moderado e da orientação nutricional sobre a composição corporal de adolescentes obesos avaliados por densitometria óssea (DEXA). Revista Paulista de Educação Física, v. 12, n. 2, p. 210-218 (1998).
- [13] C. M. A. Vicensotto *et al.*, EXAME DE DENSITOMETRIA ÓSSEA DE CORPO TOTAL NA AVALIAÇÃO CORPORAL. In: VIII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica. (2019).
- [14] S. S. H. T. J. Scremin *et al.*, Avaliação da exposição ocupacional em procedimentos de hemodinâmica. Radiologia Brasileira, v. 39, n. 2, p. 123–126, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/C6cCWKzBCByNncBgng66gNK/abstract/?lang=pt> . Acessado em: 05/07/2022.
- [15] Almir *et al.*, Manual de Tomografia Computadorizada- serie tecnológica em radiologia médica. São Paulo: Atheneu.
- [16] Protocolos de Tomografia Computadorizada. Disponível em: https://cbr.org.br/wp-content/uploads/2017/10/Protocolos-de-TC_Completo.pdf . Acessado em: 05/07/2022.
- [17] Protocolos para exames de tomografia computadorizada – ano 2006. Disponível em: [Protocolos de Tomografia Computadorizada \(imaginologia.com.br\)](https://www.imaginologia.com.br/Protocolos%20de%20Tomografia%20Computadorizada%20(imaginologia.com.br).). acessado em

