



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

YASMIN BARBOSA DE SOUSA

IMPACTOS DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO EM EXAMES ODONTOLÓGICOS

TERESINA

2025

YASMIN BARBOSA DE SOUSA

IMPACTOS DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO EM EXAMES ODONTOLÓGICOS

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. Dr^a. Idna de Carvalho Barros Taumaturgo.

TERESINA

2025

IMPACTOS DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO EM EXAMES ODONTOLÓGICOS

Yasmin Barbosa de Sousa¹
Idna de Carvalho Barros Taumaturgo²

RESUMO

Introdução: Desde a descoberta dos raios-X em 1895, reconhece-se que a radiação em altas doses pode causar efeitos nocivos, contudo, os impactos das baixas doses, como as utilizadas em radiologia odontológica, ainda são motivos de debate. **Objetivo:** analisar os impactos da exposição à radiação em exames odontológicos, considerando seus efeitos biológicos, níveis de dose, medidas de proteção radiológica e a importância do uso de técnicas e protocolos que minimizem riscos à saúde. **Metodologia:** Conduziu-se uma pesquisa eletrônica nas bases de dados PubMed Central, CAPES, SciELO. A partir de descritores “Radiology”, “Radiation”, “Imaging”, “Dentistry”, “Exposure”, “Protection” e “Proteção”, “Patient” e “Paciente”, separadamente e combinados entre si por meio do operador booleano AND. **Resultados e Discussão:** Encontrou-se 117.206 artigos publicados, dos quais 60 artigos foram selecionados através do título e resumo para a leitura integrativa e após análise 8 artigos foram considerados relevantes para o estudo. **Conclusão:** Os resultados revelam divergência quanto ao impacto genotóxico da radiação, mas todos indicam aumento da citotoxicidade, sugerindo que a exposição, embora potencialmente prejudicial a curto prazo, tende a ser reversível com o tempo. Apesar das evidências de danos celulares iniciais causados pela radiação, é necessário aprofundar os estudos sobre os efeitos a longo prazo, para confirmar o potencial carcinogênico da radiação de baixa intensidade em exposições cumulativas.

Palavras-chave: exposição à radiação; efeitos biológicos; radiologia odontológica.

ABSTRACT

Introduction: Since the discovery of X-rays in 1895, it has been recognized that high doses of radiation can cause harmful effects; however, the impacts of low doses, such as those used in dental radiology, are still debated. **Objective:** To analyze the impacts of radiation exposure in dental examinations, considering its biological effects, dose levels, radiological protection measures, and the importance of using techniques and protocols that minimize health risks. **Methodology:** An electronic search was conducted in the PubMed Central, CAPES, and SciELO databases. The search terms used were “Radiology”, “Radiation”, “Imaging”, “Dentistry”, “Exposure”, “Protection”, and “Patient”, both separately and combined using the Boolean operator AND. **Results and Discussion:** 117,206 published articles were found, of which 60 articles were selected through title and abstract for integrative reading, and after

¹ Graduando(a) em Tecnologia em Radiologia. IFPI. yasminsousa3870@gmail.com

² Doutora em Biologia Celular e Molecular Aplicada à Saúde. IFPI. idnabarros@gmail.com

analysis, 8 articles were considered relevant to the study. **Conclusion:** The results reveal divergence regarding the genotoxic impact of radiation, but all indicate increased cytotoxicity, suggesting that exposure, although potentially harmful in the short term, tends to be reversible over time. Despite evidence of initial cellular damage caused by radiation, further studies on long-term effects are needed to confirm the carcinogenic potential of low-intensity radiation in cumulative exposures.

Keywords: radiation exposure, biological effects, imaging tests.

Data de aprovação: 28/11/2025

1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta dos raios X por Wilhelm Röntgen, em 1895, já se reconhecem efeitos nocivos decorrentes da exposição a doses elevadas de radiação. No entanto, ainda não há consenso sobre os possíveis impactos provocados por baixas doses, como aquelas empregadas em radiografias odontológicas. Assim, os riscos atribuídos a essas exposições menores acabam sendo inferidos a partir do que já se conhece sobre doses mais altas, o que leva à suposição de que a probabilidade de efeitos biológicos, incluindo a possibilidade de desenvolvimento de câncer, aumenta conforme a exposição se eleva. Como consequência, muitos pacientes ainda demonstram receio ao se submeter a exames de imagem, mesmo que os riscos envolvidos sejam mínimos e não tenham confirmação científica. (Mendonça *et al.* 2025).

Nesse contexto, compreender como esses efeitos biológicos se manifestam é essencial para esclarecer dúvidas e reduzir percepções equivocadas de risco. Os danos podem ocorrer a nível celular ao indivíduo exposto, e são classificados em efeito determinístico e efeito estocástico. O efeito determinístico ocorre quando o limiar de dose é atingido, ou seja, quando a exposição é menor que o limite de dose estabelecido não causa nenhum efeito, porém, exposições acima do limiar de dose causando um grau de morte celular. Já no efeito estocástico a probabilidade de ocorrência é proporcional a dose que o paciente é exposto (não existe um limiar de dose), assim, doses pequenas de radiação podem induzir tal efeito. Ressalta-se que

crianças estão mais suscetíveis aos efeitos biológicos das radiações ionizantes devido fatores como: elevada taxa de divisão celular, proximidade a órgãos radiosensíveis e a maior quantidade de água presente nos tecidos (Schüler *et al.*, 2023).

A compreensão desses mecanismos é fundamental para contextualizar o uso da dose efetiva, medida que considera não apenas a quantidade de radiação absorvida pelo corpo, mas também a sensibilidade radiobiológica de cada tecido ou órgão exposto, o que permite estimar a probabilidade de ocorrência de efeitos estocásticos. Com o objetivo de estabelecer parâmetros de segurança e reduzir os riscos à saúde, a Comissão Nacional de Proteção Radiológica definiu o limite anual de dose efetiva em 1 milisievert (mSv) por ano. (Pereira *et al.*, 2023).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo principal analisar, por meio de uma revisão de literatura, os impactos da exposição à radiação em exames odontológicos, considerando seus efeitos biológicos, níveis de dose, medidas de proteção radiológica. E como objetivo específico identificar os principais tipos de exames radiográficos utilizados na odontologia e suas respectivas doses de radiação, comparando protocolos e técnicas que visam a redução da dose de radiação sem comprometer a qualidade diagnóstica.

2 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, no qual organiza e explora as informações mais importantes e presentes na literatura atual (Souza; Silva; Carvalho, 2010). Conduziu-se uma pesquisa eletrônica nas seguintes bases de dados: Superior (CAPES) e The Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed Central, Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível, no período de Junho a Novembro de 2025, considerando-se os artigos publicados nas línguas portuguesa e inglesa entre os anos de 2020 e 2025.

Para seleção dos artigos foram aplicados os seguintes descritores: “Radiology”, “Radiation”, “Imaging”, “Dentistry”, “Exposure”, “Protection”, “Patient”

bem como suas correspondências em português “Radiologia”, “Radiação”, “Imagem”, “Odontologia”, “Exposição”, “Proteção”, “Paciente”, separadamente e combinados entre si por meio do operador booleano AND (Figura 01 e Quadro 01). Após a filtragem, as informações foram salvas em um arquivo no Google Docs, com o objetivo de realizar a triagem a partir da análise da relevância dos títulos e resumos em relação aos objetivos propostos.

Como critério de exclusão, considerou-se os estudos que estavam indisponíveis para leitura completa de maneira gratuita, e os que não explorasse a temática relacionada a humanos, publicações feitas antes do período estabelecido, em que o idioma de publicação não estivesse disponível em português e/ou inglês, artigos duplicados e artigos que não apresentassem os descritores no título ou resumo.

3 RESULTADOS

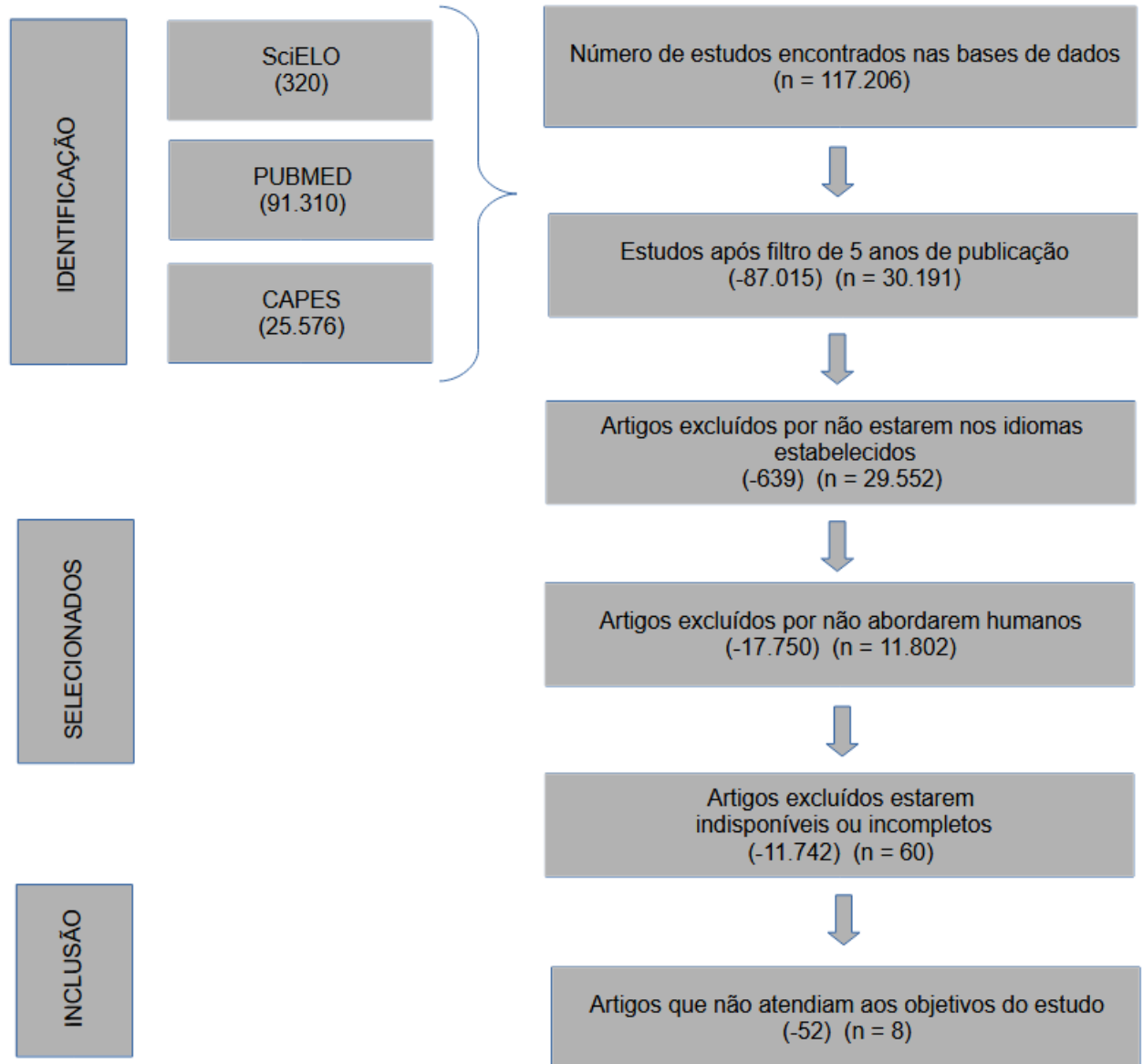
A partir da aplicação dos descritores definidos nas bases de dados previamente selecionadas, foram identificadas 117.206 publicações. A triagem inicial considerou apenas os artigos publicados entre 2020 e 2025, conforme os critérios estabelecidos na metodologia (Quadro 1).

Quadro 01: Quantidade de artigos antes e após triagem, separados por descritores e base de dados.

DESCRITORES	FASE DE IDENTIFICAÇÃO			APÓS TRIAGEM		
	SCIELO	PUBMED	CAPES	SCIELO	PUBMED	CAPES
Dental radiology	215	59.725	18.836	14	4.428	2.482
Radiologia odontológica	29	18	675	2	6	132
Imaging <i>and</i> dental exams	21	276	894	7	42	261
Radiation exposure <i>and</i> dentistry	7	3.922	1.788	0	261	274
Radiological protection <i>and</i> dentistry	6	1.419	125	0	60	29
Proteção radiológica <i>and</i> paciente	21	10.914	62	2	996	18
radiological <i>and</i> patient protection	21	15.036	3.196	2	2.143	643
TOTAL	117.206			11.802		

Após a triagem inicial os 11.802 artigos foram sendo filtrados baseados nos critérios de inclusão e exclusão descritos na metodologia resultando em 60 estudos selecionados dos quais a partir da análise dos títulos e resumos 52 foram excluídos por não atenderem aos objetivos do presente trabalho. As etapas da estratégia de filtragem estão descritas na Figura 01.

Figura 01: Estratégia de busca.



Fonte: Autor, 2025.

Assim, os 8 artigos restantes foram organizados conforme autor, ano, título, objetivos e principais resultados, como apresentado nos Quadros 02 e 03. A partir daí os estudos foram analisados na busca das contribuições, concordâncias e discordâncias em relação ao tema proposto.

Quadro 02: Organização dos estudos conforme autor(es), ano de publicação, título do artigo e objetivos.

Nº	AUTOR(ES) / ANO	TÍTULO DO ARTIGO	OBJETIVOS
1	BENAVIDES <i>et al.</i> (2024)	Optimizing radiation safety in dentistry Clinical recommendations and regulatory considerations	Compreender os fatores que afetam a segurança da imagem e aplicar princípios fundamentais de proteção radiológica consistentes com os requisitos federais, estaduais e locais.
2	SCHÜLER <i>et al.</i> (2023)	Radiation Exposure and Frequency of Dental, Bitewing and Occlusal Radiographs in Children and Adolescents	Investigar os valores de dose de radiação e as justificativas subjacentes para radiografias dentárias, interproximais e oclusais em crianças e adolescentes.
3	BENAVIDES <i>et al.</i> (2023)	Patient shielding during dentomaxillofacial radiography Recommendations from the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology	Informar sobre a evolução das práticas de proteção radiológica e fornecer orientações simples e inequívocas aos profissionais da odontologia para a implementação destas diretrizes.
4	PEREIRA <i>et al.</i> (2023)	Associated risks with periodontal x-rays or CBCT scans: Are there any?	Fornecer informações concisas sobre a exposição, os riscos e os benefícios da imagem odontológica, comparando-os com a radiação absorvida pelas atividades da vida diária.
5	HILES <i>et al.</i> (2022)	European consensus on patient contact shielding	Apresentar uma declaração de consenso baseada em evidências, desenvolvida por diversos órgãos profissionais europeus, com o intuito de harmonizar e orientar a aplicação clínica da blindagem por contato em radiologia, destacando seus benefícios limitados e potenciais riscos.
6	COSTA <i>et al.</i> (2021)	Alerta sobre a importância do conhecimento das radiações ionizantes e uso de protetores plumbíferos na radiologia odontológica	Verificar o potencial dos protetores plumbíferos como método de radioproteção em consultórios odontológicos como meio de redução aos níveis de exposição à radiação ionizante.
7	BELMANS <i>et al.</i> (2021)	Radiobiological risks following dentomaxillofacial imaging: should we be concerned?	Apresentar estudos que investigaram prospectivamente os efeitos biológicos em pacientes após radiologia dentomaxilofacial diagnóstica (DMFR).

8	ALTOUKHI (2021)	Genotoxicity and cytotoxicity of cone beam computed tomography in children	Avaliar a genotoxicidade em termos de micronúcleos e citotoxicidade em termos de cromatina condensada, cariorrexia, picnose e cariólise entre células bucais esfoliadas de crianças que foram submetidas à TCFC nos seguintes períodos: 10±2 dias e 1 mês após a exposição; e compará-las com a linha de base.
---	-----------------	--	--

Fonte: Autor, 2025

Quadro 03: Organização dos estudos conforme os resultados alcançados.

Nº	AUTOR(ES)/ ANO DE PUBLICAÇÃO	RESULTADOS
1	BENAVIDES <i>et al.</i> (2024)	Exposição cumulativa à radiação de baixa intensidade pode estar associada ao desencadeamento de estresse oxidativo ou à potencial indução de danos ao DNA celular ou ao epitélio oral, aumentando o risco de carcinogênese
2	SCHÜLER <i>et al.</i> (2023)	Um total de 4455 radiografias intraorais foram investigadas onde a DE média de 0,77 μ sv para radiografias intraorais dentárias e interproximais neste estudo estava dentro da faixa de outros valores relatados para melhor garantia de qualidade e proteção radiológica, estudos adicionais são necessários para determinar o nível de referência de dose (NDR) significativo para crianças
3	BENAVIDES <i>et al.</i> (2023)	Considerando a ausência de efeitos hereditários induzidos por radiação em humanos e a dose insignificante nas gônadas e no feto decorrente de exames de imagem dentomaxilofacial. Com base nas doses de radiação obtidas em exames de imagem maxilofacial contemporâneos, o comitê considerou que os riscos de câncer de tireoide são insignificantes e recomenda que a proteção da tireoide não seja utilizada durante exames de imagem intraoral, panorâmica, cefalométrica e tomografia computadorizada de feixe cônico
4	PEREIRA <i>et al.</i> (2023)	Entender os vários tipos de exames de imagem que podem ser solicitados e seus propósitos diagnósticos é essencial para a prática odontológica. No entanto, é igualmente importante estar ciente dos níveis de exposição à radiação, tanto para o profissional quanto para o paciente, para que o dentista possa tomar decisões informadas e escolher o exame de imagem mais adequado, que fornecerá o melhor diagnóstico, minimizando os riscos potenciais para os pacientes.

5	HILES <i>et al.</i> (2022)	A blindagem por contato deve ser evitada na maioria dos contextos clínicos atuais, principalmente por causa de avanços tecnológicos e evidências de riscos associados. Em situações específicas como em pacientes com alta dose acumulada, ansiedade significativa ou radiosensibilidade o uso pode ser considerado, desde que justificado e bem protocolado por equipe multidisciplinar.
6	COSTA <i>et al.</i> (2021)	o conhecimento sobre radiologia, e as normas de radioproteção são escassas, e por muitas vezes, a falta de conhecimento, pode levar à imperícia e negligência, ocasionando acidentes. Os estudos demonstram de forma densa a necessidade de uma nova visão a respeito da disciplina de radiologia nos cursos de graduação, e especialização.
7	BELMANS <i>et al.</i> (2021)	Há muita variabilidade nos métodos de avaliação radiobiológica e nas medidas de dose de radiação relatados, tornando a comparação entre estudos radiobiológicos desafiadora. A maioria dos estudos radiológicos de DMFR concentra-se em dados de genotoxicidade e citotoxicidade para radiografias dentomaxilofaciais 2D, embora com algumas fragilidades metodológicas que enviesam os resultados. Para a TCFC, as evidências disponíveis são limitadas e poucos estudos incluem dados comparativos de adultos e crianças.
8	ALTOUKHI (2021)	Houve diferenças estatisticamente significativas nas porcentagens médias de micronúcleos, cromatina condensada, cariorrexe, picnose e cariólise antes e 10 ± 2 dias após a tomografia computadorizada de feixe cônico ($p < 0,05$). Não houve diferenças estatisticamente significativas na frequência de micronúcleos, cromatina condensada, cariorrexe ou picnose antes e 1 mês após a exposição ($p > 0,05$), exceto para cariólise ($p < 0,05$).

Fonte: Autor, 2025

Sobre os principais tipos de exames radiológicos realizados, o estudo de Pereira *et al.* (2024) fez a análise de 4.455 radiografias intraorais obtidas de 2.195 pacientes entre 2002 e 2020. Os pesquisadores observaram que dentre os principais tipos de radiografias intra-orais as radiografias periapicais foram a modalidade mais utilizada, representando 70,2% do total, seguida pelas radiografias interproximais com 20,3%, e as radiografias oclusais com 9,5%, destaca-se que dentre as principais indicações estão os trauma dentário (28,7%), diagnóstico de cárie (22,7%) e avaliação apical (22,7%).

Os achados supracitados vão ao encontro das observações de Schüller (2023) que mostrou que apesar do grande uso de outros tipos de radiografias como as panorâmicas e tomografias computadorizadas, no diagnóstico e no planejamento de tratamentos, às radiografias periapicais ainda permanecem como o principal método de imagem em periodontia. Este autor acrescenta ainda informações sobre as doses efetivas desses

métodos, destacando que estas variam de acordo com o tipo de equipamento e o tempo de exposição.

As Radiografias periapicais e interproximais, por exemplo, podem apresentar doses efetivas entre 1 e 20 μSv , podendo resultar em uma dose acumulada de até 400 μSv . Já as radiografias panorâmicas variam entre 4 e 61 μSv , com média de 20 μSv . As tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC), por sua vez, apresentam uma dose efetiva maior que varia conforme o campo de visão (FOV), desta maneira, FOVs menores apresentam valores médios menores que 100 μSv , enquanto FOVs maiores podem ultrapassar dose efetiva de 1.000 μSv (Schüler, 2023).

Embora as doses efetivas associadas às diferentes modalidades de radiografias odontológicas sejam consideradas baixas quando comparadas aos limites necessários para causar efeitos biológicos ($\geq 100 \text{ mGy}$), os pacientes estão sujeitos a exposições frequentes ao longo da vida e apesar de não haver uma relação direta comprovada entre a exposição cumulativa de baixa dose e efeitos adversos, estudos indicam que a exposição prolongada à radiação de baixo nível pode estar relacionada ao desenvolvimento de estresse oxidativo e, possivelmente, a danos ao DNA celular (Benavides *et al.*, 2024).

Considerando essas variações de dose, torna-se fundamental compreender os possíveis efeitos biológicos decorrentes da exposição à radiação ionizante, mesmo em níveis relativamente baixos. Nesse contexto Belmans *et al.* (2021), por meio de ensaios de citotoxicidade (que avaliam se a exposição pode ser tóxica para a célula, levando geralmente à morte celular ou necrose) e de genotoxicidade (que indicam risco potencial de desenvolvimento de malignidades em longo prazo) investigou os efeitos biológicos decorrentes da exposição a baixas doses de radiação ionizantes associadas aos exames de TCFC. Os estudos incluídos analisaram células esfoliadas da mucosa oral e apresentaram resultados divergentes quanto à genotoxicidade: dois estudos observaram aumento na frequência de micronúcleos (MN) após exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), enquanto três estudos não identificaram essa indução. Em contrapartida, todos os cinco estudos analisados relataram aumento da citotoxicidade.

Com base nessas evidências, o estudo conduzido Altoukhi *et al.* (2021), com crianças saudáveis entre 9 e 12 anos, evidenciou que a exposição à TCFC pode gerar efeitos celulares iniciais, porém transitórios. Os autores observaram aumento significativo na frequência de micronúcleos e em outras alterações nucleares, como cromatina condensada, cariorrexe, picnose e cariólise, até 10 dias após a exposição, indicando tanto citotoxicidade

quanto genotoxicidade. Contudo, após 1 mês, os valores retornaram próximos aos níveis basais, sugerindo que tais alterações celulares não persistem a longo prazo e que os efeitos induzidos pela radiação tendem a ser reversíveis.

Desta forma pode-se concluir que a TCFC é capaz de induzir alterações biológicas imediatas, mas que a manutenção desses efeitos a longo prazo ainda não é comprovada. Isso evidencia a importância de cautela no uso do exame, especialmente em populações mais sensíveis, como crianças, e a necessidade de mais pesquisas de acompanhamento prolongado para esclarecer o real impacto genotóxico da radiação em baixas doses.

Diante dos achados sobre os efeitos biológicos da exposição à radiação ionizante, torna-se essencial adotar medidas eficazes de proteção radiológica, com o objetivo de reduzir a dose absorvida pelos pacientes. Costa *et al.* (2021) destaca que, na prática odontológica, os principais dispositivos de proteção utilizados são os aventais plumbíferos e os protetores de tireóide que devem apresentar espessura mínima de 0,25 mm de chumbo (mmPb) e oferecer cobertura adequada às regiões do tronco, tireóide e gônadas. O autor evidencia ainda que o uso desses equipamentos apresenta alta eficácia na diminuição da dose absorvida pelo paciente quando utilizados aventais plumbíferos, essa proteção é especialmente significativa em exposições realizadas sob uma tensão de 75 kV, podendo alcançar uma atenuação da radiação de até 95%.

Em contrapartida, Hiles *et al.* 2022 demonstra que a Comissão Internacional de Proteção Radiológica reduziu o fator de ponderação tecidual de forma expressiva do valor atribuído às gônadas, passando de 0,20 para 0,08. Esta mudança demonstra que a utilização de blindagem específica para a região gonadal tem sido considerada de eficácia limitada, especialmente em exames em que essa área não se encontra na trajetória direta do feixe primário. Estes mesmos autores acrescentam que, da mesma forma, a proteção na região do tórax se mostra desnecessária já que se encontra fora do campo de visão (FOV), e complementam ainda que evidências indicam que o uso de blindagem de contato sobre a região mamária, em alguns casos, pode resultar em aumento da dose absorvida pelos pulmões, especialmente quando ocorre dispersão secundária ou alterações na configuração do feixe.

Já no que se refere à proteção da tireoide, Hilles *et al.* (2022), recomenda o uso de blindagem, uma vez que essa glândula se encontra próxima ao campo de visão, especialmente em situações que envolvem doses cumulativas elevadas. A exceção ocorre apenas nos casos em que é indispensável a avaliação da coluna cervical, como nas

radiografias cefalométricas. Em contraposição à perspectiva apontada pelo autor supracitado, os achados de Benavides *et al.* (2023) indicam que o emprego de técnicas complementares, como sensores semicondutores de óxido metálico e colimação retangular, pode reduzir a dose de radiação em até 50%. Esses métodos demonstraram maior eficácia na diminuição da dose absorvida pela tireoide em comparação ao uso da blindagem. Além disso, exames como as radiografias bite-wing e periapicais apresentaram níveis de dose abaixo do limite de detecção. Dessa forma, considera-se que a exposição à radiação em radiografias intraorais possui impacto insignificante na carcinogênese da tireoide, tornando desnecessário o uso de blindagem nesta região.

Apesar de alguns estudos sugerirem possíveis riscos decorrente da exposição a baixas doses de radiação ionizante, ainda não há consenso entre os pesquisadores sobre esses efeitos, principalmente porque faltam estudos mais completos e de longo prazo que confirmem essas evidências. Nesse sentido, é importante a ampliação de pesquisas nessa área para compreender melhor os possíveis impactos e, assim, melhorar as normas de radioproteção já existentes. (Belmans *et al.* 2021).

4 DISCUSSÃO

O potencial carcinogênico da radiação ionizante está relacionado a lesões causadas no DNA e à capacidade individual de reparo celular. A radiação ionizante provoca danos nos tecidos de diversas maneiras, sendo uma delas, os efeitos diretos que ocorrem quando a energia depositada nos tecidos resulta na quebra de ligações químicas dentro das macromoléculas (que são grandes moléculas essenciais para a estrutura e função celular, como o DNA, proteínas e lipídios). Esse processo resulta em modificações químicas e biológicas significativas do tecido afetado podendo causar mutações, disfunção ou até morte celular. Além disso, podem ocorrer efeitos indiretos, que ocorrem quando há interação das partículas ionizadas com a água presente nos tecidos. Essa interação resulta na formação de espécies reativas de oxigênio (moléculas e radicais que contêm oxigênio e apresentam alta atividade devido à presença de elétrons desemparelhados) e radicais livres. Como resultado dessa interação, as estruturas celulares adjacentes e as informações genéticas são danificadas (Correia, 2020).

Os indicadores biológicos mais usados para medir a exposição às radiações ionizantes são as alterações nos cromossomos e a presença de micronúcleos em células do

sangue (linfócitos). Isso porque a radiação pode danificar o DNA e causar a formação de micronúcleos, que são pequenos núcleos formados por fragmentos de DNA ou cromossomos que se soltam do núcleo principal da célula. Esses micronúcleos aparecem durante a divisão celular quando parte do material genético não é incluída nos núcleos das células-filhas, formando esses núcleos pequenos e separados. Eles podem surgir por quebras nos cromossomos (causados por eventos clastogênicos) ou por problemas na divisão celular (aneugênicos). Desta forma a exposição à radiação pode causar esse tipo de dano e levar à formação dos micronúcleos, além de outras mudanças no núcleo. A quantidade de micronúcleos encontrados é utilizado para mostrar o quanto uma pessoa foi exposta à radiação e o quanto seu DNA foi afetado. Por isso, esse marcador é importante para indicar o risco de desenvolver câncer devido a essas exposições (Caurio *et al.*, 2023).

A sensibilidade de um tecido à radiação é determinada por fatores como sua capacidade de responder aos danos causados pela radiação ionizante, o estágio de maturidade das células e a velocidade com que elas se proliferam. Tecidos locais, como a pele, as gônadas e a medula óssea, podem apresentar efeitos imediatos. A tireoide, por exemplo, é composta por células especializadas na secreção de hormônios, o que torna o metabolismo dessas células mais acelerado, resultando em uma maior sensibilidade à radiação. Diante disto, a exposição à radiação pode desencadear inúmeras alterações fisiológicas e estruturais, em nível celular, a radiação é capaz de alterar o epitélio folicular, inibindo ou ativando funções específicas da tireoide (Bushong, 2010; Lisboa, 2020).

O uso inadequado de radiação ionizante, sem a devida proteção ou com uma exposição além do necessário, representa um dos maiores riscos à saúde. Isso se dá porque a radiação interage com o organismo de maneira prejudicial, estando associada ao aumento da probabilidade de câncer. Até mesmo exposições de baixa intensidade, quando frequentes, podem levar a alterações celulares malignas. Embora uma única exposição não garanta o desenvolvimento de câncer, a chance de uma célula afetada pela radiação ionizante se transformar em uma célula cancerígena é consideravelmente maior em comparação com aquelas que não sofreram danos (Moura *et al.*, 2022).

4 CONCLUSÃO

Os estudos analisados mostram que a radiação empregada nos exames odontológicos, embora considerada baixa, pode gerar alterações celulares passageiras,

especialmente em pacientes mais sensíveis. Esses achados, porém, ainda não permitem afirmar com segurança quais seriam os efeitos de longo prazo, já que as evidências sobre potencial de dano ao DNA são limitadas e, muitas vezes, divergentes. Diante disso, permanece essencial que os exames sejam indicados com critério e realizados seguindo protocolos atualizados de radioproteção, garantindo a melhor relação possível entre benefício diagnóstico e segurança. Também se destaca a importância de novas pesquisas, com métodos mais uniformes e acompanhamento prolongado, para esclarecer definitivamente o impacto da exposição cumulativa a baixas doses de radiação na prática odontológica.

REFERÊNCIAS

- ALTOUKHI, Doua H. *et al*. Genotoxicidade e citotoxicidade da tomografia computadorizada de feixe cônico em crianças. *BMC Oral Health*, v. 21, n. 427, 2021. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-021-01792-w#citeas>
- BELMANS, Niels *et al*. Radiobiological risks following dentomaxillofacial imaging: should we be concerned? *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 50, n. 6, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33989056/>
- BENAVIDES, Erika *et al*. Otimizando a segurança radiológica em odontologia: recomendações clínicas e considerações regulatórias. *JADA*, v. 155, n. 6, p. 280-293, jun. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38300176/>
- BENAVIDES, Erika *et al*. Patient shielding during dentomaxillofacial radiography Recommendations from the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *JADA*, v. 54, n. 9, p. 826-835, set. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37530694/>
- BUSHONG, Stewart Carlyle. **Ciência radiológica para tecnólogos: física, biologia e proteção**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2010.
- CAURIO, Daniel Leirias Caurio *et al*. Avaliação da instabilidade genômica em profissionais expostos às radiações ionizantes de radiodiagnóstico médico por meio do ensaio de micronúcleo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.9, n.1, p.4753-4763, jan., 2023 Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56667/41569> (<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56667/41569>)
- COSTA, Marisa Macedo de Oliveira *et al*. Alerta sobre a importância do conhecimento das radiações ionizantes e uso de protetores plumbíferos na

radiologia odontológica. **E-Acadêmica**, v. 2, n. 3. Disponível em: <https://eacademica.org/eacademica/article/view/48>.

HILES, Peter. et al. European consensus on patient contact shielding. **Physica Medica: European Journal of Medical Physics**, v. 96, p. 198-203, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34955383/>

LISBOA, Bruno Fabricio de Oliveira. Determinação de dose em órgãos críticos expostos aos raios x em exames de radiologia panorâmica utilizando dosimetria termoluminescente. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Física Médica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/wp-content/uploads/2025/03/BRUNO-FABRICIO-DE-OLIVEIRA-LISBOA-1.pdf>

MENDONÇA, Rafael Pereira de *et al.* Principles of radiological protection and application of ALARA, ALADA, and ALADAIP: a critical review. **Pesquisa Oral Brasileira**, vol. 39, e 14, 7 fev. 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39936713/>

MOURA, Mariela Dutra Gontijo de *et al.* *Efeitos biológicos da radiação ionizante*. Revista da Universidade Vale do Rio Verde. v. 21, n. 1, , 2022. ISSN 1517-0276. EISSN 2236-5362. Disponível em: http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/6483/pdf_1120.

CORREIA, Osni. **RADIAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NO COTIDIANO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Física) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5017/1/TCC%20-%202%20-%20OSNI%20-%20pronto%20-%20pdf.pdf>(<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5017/1/TCC%20-%202%20-%20OSNI%20-%20pronto%20-%20pdf.pdf>)

PEREIRA, Rafael *et al.* Associated risks with periodontal x-rays or CBCT scans: Are there any? **Clinical Advances in Periodontics**, v. 14, n. 2, p. 121-126, jun. 2024. Disponível em: <https://aap.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/cap.10261>

SCHÜLER, Ina Manuela *et al.* Radiation Exposure and Frequency of Dental, Bitewing and Occlusal Radiographs in Children and Adolescents. **Journal of Personalized Medicine**, v. 13, n. 692, abr. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37109079/>

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, p. 102-106, jun. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx/?format=pdf&lang=pt>

