

OS EFEITOS DA RADIAÇÃO ASSOCIADOS A EXAMES DE RAIOS X DENTÁRIOS

THE EFFECTS OF RADIATION ASSOCIATED TO DENTAL X-RAY EXAMINATIONS

Giulia Cristina Rodrigues de Oliveira

Nathan Alex da Costa Medeiros

giulia.olv@gmail.com

RESUMO

O presente estudo intenta analisar e evidenciar, por meio de revisão de literatura, os efeitos dos raios X no organismo humano em virtude da exposição à radiação, de pacientes e profissionais, em procedimentos de radiografia odontológica. A critério de seleção foram incluídos estudos relacionados à área odontológica e/ou da saúde, que abordassem aspectos e produção dos raios X, fatores contribuintes para uma maior exposição e seus respectivos riscos, bem como medidas de proteção radiológica. Assim, em primeiro plano foi traçado um entendimento básico, pautado na física, da produção dos Raios X, visando maior compreensão de sua atuação. Posteriormente, foram evidenciadas as finalidades do uso de raios X na odontologia e as medidas de proteção radiológica regulamentadas, em contrapartida daquelas adotadas pelos profissionais da área. Na sequência, os efeitos da radiação ionizante são descritos. Os resultados demonstraram que os efeitos deletérios estão associados à inobservância às medidas de biossegurança, limites de doses e princípios de proteção radiológica, e ao caráter cumulativo da radiação ionizante. As principais ocorrências são tumores em virtude de mutação de células. Concluiu-se que a exposição à radiação sempre carrega um risco, sendo crucial o conhecimento sobre os possíveis efeitos a fim de que estes sejam evitados.

Palavras-chave: Raios X. Odontologia. Proteção Radiológica.

ABSTRACT

This study aims to analyze and evidence, through a literature review, the effects of X-rays on the human organism due to radiation exposure, from patients and professionals, in dental radiography procedures. The selection criteria included studies related to the dental and / or health area, which addressed aspects and production of X-rays, contributing factors to greater exposure and their respective risks, as well as measures of radiological protection. Thus, in the foreground, a basic understanding, based on physics, of the production of X-rays was traced, aiming at a better understanding of its performance. Subsequently, the purpose of using x-rays in dentistry and the regulated radiation protection measures were highlighted, in contrast to those adopted by professionals in the field. In the sequence, the effects of ionizing radiation are described. The results demonstrated that the deleterious effects are associated with non-compliance with biosafety measures, dose limits and principles of radiological protection, and with the cumulative character of ionizing radiation. The main occurrences are tumors due to cell mutation. It was concluded that exposure to radiation always carries a risk, and knowledge about the possible effects is crucial in order to avoid them.

Key words: X-Ray. Dentistry. Radioprotection.

INTRODUÇÃO

A radiografia integra-se como parte fundamental para o exame odontológico, correspondendo a um método auxiliar que propicia um diagnóstico mais preciso²⁰. Portanto, com esse aparato, o profissional adquire uma visão mais concisa do problema e assim é capaz de formular um tratamento que se adeque melhor ao paciente, às suas necessidades e vulnerabilidades. Contudo, se por um lado o exame radiológico auxilia na elaboração de tratamentos e consequentemente na promoção da saúde, por outro, a falta de conhecimento técnico-científico acerca do manuseio dos aparelhos envolvidos pode afetar de forma negativa tanto a saúde daquele que estiver sendo atendido quanto a do profissional. Segundo a Secretaria de Vigilância Sanitária⁴ “as exposições radiológicas para fins de saúde constituem a principal fonte de exposição da população a fontes artificiais de radiação ionizante”. Deste modo, sendo dever do cirurgião-dentista zelar pela saúde do paciente⁶, é fundamental que se tenha conhecimento dos possíveis efeitos da radiação associados a exames de radiografia odontológicos.

Os raios X são ondas eletromagnéticas de alta frequência e curto comprimento de onda, que têm caráter ionizante e alto poder de penetração. Eles podem ser contidos por metais pesados, como o chumbo. Lima, Afonso e Pimentel¹³ explicam que esses raios podem ser originados a partir de dois fenômenos: freamento ou interações nucleares. No primeiro caso, o elétron, carregado negativamente, ao interagir com o campo elétrico do núcleo, é desviado de sua trajetória, causando uma desaceleração e transformando energia cinética em fótons de Raios X. No segundo caso, por interações nucleares, um elétron é capturado ou expulso. Então, o orbital vazio é ocupado por outro elétron de uma camada mais externa, o qual, durante a transição, libera energia em forma de Raios-x, com energia equivalente à energia entre as camadas de transição. Radiações de frequências ionizantes podem ser

prejudiciais à saúde¹⁵. Contudo, de acordo com Ramirez³ as doses de radiação utilizadas em radiodiagnósticos na medicina são muito pequenas, além de se tratar de uma fonte de radiação artificial.

“As fontes de radiação artificial são exposições médicas e ocupacionais. As exposições médicas incluem a exposição do paciente à radiação ionizante durante o tratamento odontológico. Apesar de na odontologia as doses de radiação utilizadas serem relativamente baixas, é comum os pacientes serem expostos aos raios X repetidamente durante o tratamento e ao longo da vida. Isso aumenta as chances do paciente de desenvolver um efeito adverso da radiação ionizante, uma vez que as doses de radiação são cumulativas.”³

De maneira resumida, o aparelho de Raios X odontológico é constituído pelo corpo de base fixa (1), responsável pelas partes elétricas gerais; pelo cabeçote com cilindro localizador (2), que funciona como um continente blindado para o tubo de Raios X; pelo braço articular (3), que permite movimentar o cabeçote; e pelo marcador de tempo (4)⁹.

Os elétrons, para serem acelerados, necessitam de uma diferença de potencial, que será fornecida por um gerador ou fonte de alta tensão por meio de dois eletrodos (um ânodo e um cátodo). Devido à diferença de potencial, os elétrons vão do cátodo em direção ao ânodo gerando Raios X e calor, e provocando uma luminescência¹². Esse processo ocorre no tubo de Raios X, localizado no cabeçote do equipamento. Parte da radiação que atravessa o corpo do paciente é absorvida, e a parte não absorvida atinge a chapa fotográfica, sendo responsável pela formação da imagem radiográfica.

Assim, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação de estudos a respeito

da utilização da radiografia e seus efeitos, os quais muitas vezes estão associados a determinadas condições. Visando um conhecimento mais detalhado e acurado, foram consultados artigos científicos que possuíam dados numéricos e/ou exemplos exatos, e que conseguiam uma junção, de forma harmoniosa, entre as falas referentes a radiação e as patologias que podem ser decorrentes tanto de exposições frequentes quanto das escolhas de profissionais despreparados.

METODOLOGIA

Para a presente revisão de literatura as buscas foram realizadas nas bases de dados bibliográficas SciELO, LILACS e PubMed. Optou-se tanto pela busca por termos livres quanto por descritores, estratégia que permite a detecção de um maior número de referências, variando a busca entre os seguintes termos, separados ou em associações de interesse: *x-ray, dentistry, efeitos, riscos, patologia, funcionamento, formação, radiografia, radiologia, radiação, radiodiagnóstico, radioproteção, biossegurança*.

No que tange à linguagem, foram selecionados artigos escritos em português, inglês ou espanhol, o que amplia o campo de leitura e assim proporciona informações de diferentes perspectivas. Ainda, em relação ao período, foram escolhidos aqueles publicados entre 2001 e 2020, a fim de se obter informações mais recentes na literatura científica a respeito do assunto em questão.

Em primeiro plano, a busca por informações acerca do mecanismo de funcionamento da radiografia e a formação dos raios X foi priorizada, tendo sido excluídos artigos de relato de experiência e relacionados ao ensino médio, e incluídos aqueles que relataram histórico e produção dos raios X, associando-os à saúde. Posteriormente, foram incluídos artigos quantitativos e qualitativos que colocassem em evidência informações a respeito da finalidade do uso, das medidas de biossegurança e dos efeitos do Raios X, e

excluídos aqueles que não abordavam o campo da odontologia. Além disso, foram utilizados como base o Código de Ética Odontológico, elaborado pelo Conselho Federal de Odontologia (CFO), as Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico (Portaria 453/98), estabelecido pelo Ministério da Saúde, e as Diretrizes Europeias em Proteção da Radiação na Radiologia Odontológica, elaborado pela Comissão Europeia.

REVISÃO DE LITERATURA

FINALIDADE DO USO DE RAIOS X NA ODONTOLOGIA

A radiologia na odontologia possui grande relevância. Contudo, a exposição à radiação, ainda que em doses pequenas, deve ser calculada, a fim de que os benefícios trazidos por esses exames sejam maiores do que o risco em que o paciente é colocado, sendo este o princípio da justificação³. Para isso, alguns questionamentos devem ser levantados, como a finalidade do uso de Raios X na odontologia e em quais situações o pedido da radiografia é realmente necessário, a fim de se evitar exposições desnecessárias. Segundo a Comissão Europeia⁸ a radiografia como exame de rotina é inadmissível. Os casos em que o pedido da radiografia é indispensável consistem no diagnóstico, no planejamento do tratamento e no monitoramento do tratamento ou do desenvolvimento de lesões⁸. Além disso, ela possui papel de grande relevância na investigação forense.

As radiografias intraorais comuns têm como objetivo fornecer algumas evidências importantes para o profissional da saúde ou até mesmo um profissional forense, visto que o filme radiográfico consegue armazenar de forma efetiva muitas informações que estão além das que os olhos podem enxergar sem o intermédio de algum equipamento. Algumas dessas informações estão relacionadas à anatomia, a citar a anatomia pulpar, a forma e a posição da crista do osso alveolar.

O uso da radiografia em seres humanos vivos não é de difícil manuseio, porém, quando empregados em finados, seu uso pode se tornar complicado devido ao fato de o material anatômico ali empregado já não possuir mais a consistência de antes quando tinha vida. Então, antes da inserção deve ser calculada a localização e a força que será usada na colocação do filme, uma vez que dependendo da força a qual é

empregada pode-se ocasionar alguma degradação naquela matéria, como o esmagamento de algum tecido ou a ruptura de algum nervo¹⁰.

De modo geral, o papel dos raios X na Odontologia é de extrema importância, pois ao atender o paciente, o profissional não consegue ver de forma precisa onde está cada osso, ou se a locomoção de algum dente pode ocasionar um prejuízo em questão neural. Assim, a radiografia consegue trabalhar dando um suporte ao profissional da saúde, direcionando-o à melhor decisão a ser tomada para resolver determinado problema. Além disso, por outro lado, Gruber e Kameyama¹⁰ apontam que a radiografia também funciona como suporte para os profissionais legistas na odontologia legal, já que um estudo a partir da carga dentária do cadáver pode transmitir informações importantes como a causa da morte e a idade do ser que está sendo avaliado.

MEDIDAS DE SEGURANÇA ADOTADAS PELOS PROFISSIONAIS

A primeira medida de segurança a ser adotada pelo profissional deve ocorrer antes mesmo do exame. O cirurgião-dentista deve conhecer o histórico médico do paciente para que assim possa atuar segundo suas necessidades e vulnerabilidades¹. A exposição à radiação implica riscos, principalmente devido ao seu efeito cumulativo no corpo. Diante disso, a Secretaria de Vigilância Sanitária⁴ estabeleceu quatro princípios a serem seguidos pelos profissionais, mostrados abaixo na Tabela 1, visando a diminuição da exposição e a consequente minimização dos impactos. É importante ressaltar que os

seguintes princípios não se aplicam apenas à saúde do paciente, mas deve ser levada em consideração também a segurança de todos os envolvidos, como profissional, acompanhante, e técnico auxiliar.

Tabela 1 - Princípios Básicos de Proteção Radiológica

Princípios	Regimento
Justificação	Nenhuma prática ou fonte adscrita a uma prática deve ser autorizada a menos que produza suficiente benefício para o indivíduo exposto ou para a sociedade, de modo a compensar o detrimento que possa ser causado.
Otimização	Instalações e práticas devem ser planejadas, implantadas e executadas de modo que a magnitude das doses individuais, o número de pessoas expostas e a probabilidade de exposições acidentais sejam tão baixos quanto razoavelmente exequíveis, levando-se em conta fatores sociais e econômicos, além das restrições de dose aplicáveis.
Limitação de Doses	Valores de dose efetiva ou de dose equivalente, estabelecidos para exposição ocupacional e exposição do público decorrentes de práticas controladas, cujas magnitudes não devem ser excedidas.
Prevenção de Acidentes	No projeto e operação de equipamentos e de instalações deve-se minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes (exposições potenciais). Deve-se desenvolver os meios e implementar as ações necessárias para minimizar a contribuição de erros humanos que levem à ocorrência de exposições acidentais.

A biossegurança é fundamental na prática odontológica¹⁷. Assim, pensando na segurança da população geral, e não somente dos profissionais da saúde, algumas medidas devem ser tomadas. No Brasil, esses protocolos são regulamentados, dentre outros órgãos, pelo Ministério da Saúde, enquanto a fiscalização das clínicas fica a cargo da Agência de Vigilância Sanitária. Além disso, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é responsável por regular e fiscalizar o uso da energia nuclear no país.

Iared e Shigueoka¹¹ ressaltam como medidas importantes a disposição de sinalização visível nas portas de acesso às salas equipadas com aparelhos de raios X, contendo o símbolo internacional da radiação ionizante acompanhado da inscrição "raios X" e entrada radiológica. Ainda, é de extrema importância que os acompanhantes que estejam do lado de fora estejam protegidos de radiações secundárias. É notório que os profissionais que executam esses exames em pacientes devem tomar cada vez mais cuidados e seguir de forma precisa os requisitos dos protocolos efetuados pelo Ministério da Saúde, como manter uma distância de 2 metros do tubo radiográfico para que não haja uma contaminação desnecessária de radiação ionizante. Ademais, o uso do dosímetro é recomendado para mensurar o nível de radiação recebida, assim permitindo um controle individual⁴. A *dosimetria* diz respeito à determinação da dose de exposição à radiação, sendo o termo *dose* utilizado para "descrever a quantidade de energia absorvida por unidade de massa na área de interesse"²³. Cada população possui um nível de exposição à radiação diferente, por isso os estudos de biomonitorização dos raios X geralmente são específicos²¹. Contudo, as tabelas 2 e 3 trazem algumas informações quantitativas, abordadas na literatura científica, a respeito da dosimetria em diferentes localidades e de valores de energia de diferentes tipos de radiação em que os indivíduos são expostos no dia a dia, respectivamente, para fins comparativos.

Tabela 2 - Comparativo da Limitação de Doses Individuais em Diferentes Localidades

Indivíduos	Localidade	Limitação de Doses Individuais
Profissionais da Odontologia	Estados Unidos	0.2 mSv por ano
Profissionais da Odontologia	Reino Unido	0.1 mSv por ano
Exposições ocupacionais	Brasil	A dose efetiva média anual não deve exceder 20 mSv em qualquer período de 5 anos consecutivos, não podendo exceder 50 mSv em nenhum ano
Exposições ocupacionais	Europa	100 mSv em quaisquer 5 anos consecutivos, com um máximo de 50 mSv por ano
Pacientes/Público	Brasil	A dose efetiva anual não deve exceder 1 mSv
Pacientes/Público	Europa	1 mSv por ano

Fonte: elaborada pelos autores com base na Portaria 453/98 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1998) e no Issue N° 136 da European Commission (2004)⁸.

Tabela 3 - Estimativa de Exposição a Doses Efetivas Individuais por Ano

Raios Cósmicos	0,39 mSv
Solo	0,48 mSv
Radônio (presente nas rochas, solos e edifícios)	1,3 mSv
Alimentos	0,29 mSv

Fonte: elaborada pelos autores segundo o United Nations Environment Programme (UNEP), traduzido e adaptado pelo IRD/CNEN: "Radiação: Efeitos e Fontes" (2016)¹⁹.

Apesar do constante uso de aparelhos emissores de radiação ionizante nos consultórios odontológicos, estudos revelam grande desconhecimento e descumprimento das normas de proteção radiológica vigentes. Melo²⁴ avalia as condições de radioproteção dos consultórios odontológicos, apresentando falhas dos profissionais mediante as exigências dos órgãos competentes, principalmente no que diz respeito à proteção individual.

"Foi encontrado no presente estudo que 7,8% dos dentistas utilizam o biombo como forma de proteção; 27,2% relatam se proteger atrás de uma parede de alvenaria, saindo da sala durante o exame, não sendo o mais indicado, pois o operador deve observar e ouvir o paciente durante as exposições (art.5 §8 alínea g); 32% utilizam avental plumbífero, pois em seus consultórios não é possível distanciar-se o suficiente do tubo; e 33% afirmaram utilizar do distanciamento como forma de autoproteção; todavia, 38% dos consultórios destes profissionais não permitem um

distanciamento de mais de dois metros." (MELO, 2008, p. 2167-2168)

Na pesquisa realizada em Montes Claros/MG¹⁷ sobre o conhecimento dos cirurgiões-dentistas sobre técnicas radiográficas e radioproteção, percebe-se uma conduta inadequada por parte dos profissionais decorrente da inobservância da Portaria 453/98⁴, como o retardo do timer (mecanismo que, segundo a portaria, deveria ser desativado, além de ser sugerida a troca do sistema mecânico pelo eletrônico) e o tempo de exposição acima de 0,8 segundos. Analogamente, na pesquisa⁵ realizada em Belo Horizonte/MG, a maioria dos dentistas entrevistados não se atentou ao tempo de exposição à radiação a que sujeitam seus pacientes, além de parte considerável dos dentistas que possuem aparelhos de Raios X ter demonstrado desconhecimento acerca dos impactos ambientais do descarte inadequado dos resíduos. Os autores concluem que "a prática da radiologia apresenta problemas diferenciados que podem ser solucionados com melhor observância à legislação vigente e com atualizações profissionais"⁵.

EFEITOS DA RADIAÇÃO NO ORGANISMO

A radiação, por seu caráter ionizante, pode ocasionar danos a diversas moléculas. Contudo, é importante destacar as alterações ocorridas no DNA quando afetado, visto que apesar de sua grande capacidade de reparação, é possível (ainda que seja um pouco mais raro) que cromossomos sejam alterados permanentemente, promovendo mutações, que podem levar à formação de tumores²¹. Navarro *et al*¹⁶ expõem esse fato como um efeito probabilístico - sem relação com limiar de dose -, uma vez que a morte de algumas células não necessariamente causará danos, mas é possível que a modificação de apenas uma célula leve a uma transformação celular e provoque um

tumor. Além disso, por outro lado os autores também abordam um dano geralmente relacionado a ultrapassagem do limiar individual de dose: a capacidade da interação das radiações ionizantes com o corpo humano causar morte celular, em maior ou menor escala. Portanto, fica claro que os efeitos da radiação no organismo podem ou não ter relação com a dose a que o indivíduo é exposto.

Os Raios X, dependendo de sua intensidade, ao passarem pelo tecido humano, podem causar efeitos biológicos nocivos. Durante um exame radiográfico odontológico, a radiação dispersa atinge em maior parte a glândula tireóide, em virtude da sua posição anatômica⁷. Em sua análise, Santos²¹ enfatiza a teoria suportada por muitas entidades, como a *National Radiation Protection Board*, de que não existe uma dose limite segura de radiação para se expor o indivíduo. Ainda que a radiografia odontológica utilize doses extremamente baixas, a autora ressalta que uma transformação maligna pode ser induzida por qualquer tipo de tecido exposto à radiação. “Isto enfatiza a importância de usar proteção da tireóide durante a radiografia para reduzir a dose de radiação absorvida pela mesma”²¹.

A Comissão Europeia⁸ revela que estudos epidemiológicos mostraram evidências no aumento do risco de tumores cerebrais (*apud* Longstreth *et al*, 1993), das glândulas salivares (*apud* Preston-Martin; White, 1990) e da tireóide (*apud* Wingren; Hallquist; Hardell, 1997) em decorrência de radiografia odontológica. Ainda foi documentado que o diagnóstico clínico de um tumor pode levar anos desde a exposição do paciente ao R-X, e que os riscos são inversamente proporcionais à idade do indivíduo exposto. Além dos riscos supracitados, os raios X podem causar efeitos significantes no epitélio da cavidade oral, uma vez que a capacidade de reparação do DNA dessas células é limitada, de modo que alterações genômicas podem ser mais precisamente refletidas².

Pharoah e White²³ abordam em sua obra efeitos causados pela radiação na

cavidade oral, como a cárie de radiação (principalmente em função de alteração nas glândulas salivares e na saliva), retardo no desenvolvimento dental, danos no osso (por meio da destruição dos osteoblastos e osteoclastos, por exemplo), nas papilas gustativas, glândulas salivares e mucosa oral. Contudo, estes efeitos estão associados a uma exposição mais frequente e direta, como em casos de radioterapia, e não de exame radiológico. Porém, esse é um fator a ser considerado, já que a radiação possui efeito cumulativo. Assim, por já apresentarem doses de radiação no organismo em virtude do tratamento, pacientes submetidos à radioterapia precisam de um maior cuidado ao realizarem exames de Raios X, sendo importante que o profissional restrinja o pedido da radiografia a momentos de extrema necessidade.

O número de estudos acerca dos efeitos da radiação relacionados a exames de Raios X odontológicos ainda é limitado. Entretanto, apesar de a dose de radiação na odontologia ser muito pequena, é evidente que a radiação é prejudicial à saúde, podendo acarretar efeitos negativos a longo prazo. Portanto, uma vez que a saúde da população pode ser colocada em risco, ainda que pequenos, esses riscos devem ser vistos como possibilidades reais, para que sejam evitados o máximo possível.

CONCLUSÃO

A partir da análise feita anteriormente, pode-se notar que os exames radiológicos são de grande importância para a odontologia, principalmente para a observação de fraturas as quais não são visíveis aos olhos dos profissionais da saúde, confirmação de diagnóstico e planejamento de tratamento. Contudo, por outro lado, a exposição à radiação gerada pelos exames radiológicos pode ocasionar riscos à saúde, como morte e mutação de células, e aceleração no desenvolvimento de tumores. Ainda, cabe destacar o caráter cumulativo da radiação ionizante, fato que demanda um cuidado maior na realização do exame,

principalmente em pacientes que fazem tratamento radioterápico.

Assim, é de extrema importância que atitudes de precaução como utilização de equipamentos de proteção individual e correto manuseio da aparelhagem, em observação às diretrizes vigentes, sejam tomadas, para que esses riscos sejam cada vez menores e não prejudiquem pacientes e profissionais envolvidos no procedimento. Portanto, uma vez que as precauções são seguidas corretamente, o risco de efeitos deletérios e mutações referentes a radiações são minimizados bruscamente.

REFERÊNCIAS

1. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS et al. Dental radiographic examinations: Recommendations for patient selection and limiting radiation exposure. US Department of Health and Human Services. **Public Health Service, Food and Drug Administration**, 2012.
2. ANGELIERI, Fernanda et al. Biomonitoring of oral epithelial cells in smokers and non-smokers submitted to panoramic X-ray: comparison between buccal mucosa and lateral border of the tongue. **Clinical oral investigations**, v. 14, n. 6, p. 669-674, 2010; 669-674.
3. BARBA RAMÍREZ L, RUIZ GARCÍA DE CHACÓN, V.; HIDALGO RIVAS, A. El uso de rayos X en odontología y la importancia de la justificación de exámenes radiográficos. **Avances en Odontoestomatología**, v. 36, n. 3, 2020; p.131-142.
4. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria 453/98 – Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Diário Oficial da União, Brasília, 2 jun. 1998.
5. CASTRO MAA de et al. Avaliação da utilização de aparelhos de raios-x em consultórios odontológicos em Belo Horizonte, Brasil. **Arquivos em Odontologia**, v. 49, n. 4, 2013; p. 191-197.
6. Conselho Federal de Odontologia – Código de Ética Odontológico – Rio de Janeiro, **CFO** 2003.
7. CRANE GD, ABBOTT PV. Radiation shielding in dentistry: an update. **Australian dental journal**, v. 61, n. 3, 2016; p. 277-281.
8. European Commission. European guidelines on radiation protection in dental radiology- The safe use of radiographs in dental practice. Issue N° 136. Ed. **European Commission**. Luxembourg; 2004.
9. FREITAS A, ROSA JE, SOUZA IF Radiologia Odontológica. 4. ed. São Paulo: **Artes Médicas**, 1998; 704p.
10. GRUBER J, KAMEYAMA MM. O papel da Radiologia em Odontologia Legal. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 15, n. 3, 2001; p. 263-268.
11. IAREDI W, SHIGUEOKAI DC. Exposição à radiação durante exames de imagem: dúvidas frequentes. **Diagn. Tratamento**, v. 15, n. 3, 2010; p. 143-5.
12. JUNIOR SBP. **Avaliação da exposição na região dos olhos e do pescoço em pacientes submetidos a exame periapical completo**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
13. LIMA RS, AFONSO JC, PIMENTEL LCF. Raios-X: fascinação, medo e ciência. **Química Nova**, v. 32, n. 1, 2009; p. 263-270.
14. MELO MFB, MELO SLS. Condições de radioproteção dos consultórios odontológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, 2008; p. 2163-2170.
15. NASCIMENTO AX. Como raio X. **Laboreal**, Porto , v. 14, n. 1, jul. 2018; p. 73-75.

16. NAVARRO MVT et al. Controle de riscos à saúde em radiodiagnóstico: uma perspectiva histórica. **Hist. cienc. saúde - Manguinhos [online]**, v.15, n. 4, 2008; p. 1039-1047.
17. OLIVEIRA MV, et al. Avaliação sobre o conhecimento dos cirurgiões dentistas de Montes Claros-MG sobre técnicas radiográficas, medidas de radioproteção e de biossegurança. **Arquivos em Odontologia**, v. 48, n. 2, 2012.
18. Parks et al. Digital Radiography: an Overview. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, v. 3, n. 4, 2002; p. 24.
19. UNSCEAR, United Nations Environment Programme (UNEP). Radiação: Efeitos e Fontes. Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/Cnen). Viena, 2016.
20. SANNOMIYA EK, et al. Avaliação do emprego dos exames radiográficos e proteção radiológica no cotidiano clínico do cirurgião-dentista na cidade de São Paulo. **Rev. Fac. Odontol. Lins (Impr.)**, 2004; p. 39-43.
21. SANTOS JAD. **Estudo dos Riscos para a Segurança do paciente provenientes do Raios X Dentário: uma revisão da literatura**. 2014. Tese de Doutorado. 2014.
22. WHAITES E. Princípios de Radiologia Odontológica. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998; 424p.
23. WHITE SC, PHAROAH MJ. **Radiologia Oral: Fundamentos e Interpretação**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.