

Danos da radioterapia na estrutura e restauração dentária

Radiation therapy damage to tooth structure and restoration

Daño de la radioterapia a la estructura y restauración del diente

Lorena Lyra Soriano¹, Kaio Wynício Oliveira Lima¹, Izabel Cristina Gomes de Mendonça¹.

RESUMO

Objetivo: Realizar uma revisão de literatura sobre danos causados pela radioterapia na estrutura dentária e no tratamento restaurador com base na análise de artigos científicos, teses e dissertações. **Revisão bibliográfica:** A radioterapia é uma modalidade de tratamento oncológico que pode desencadear alguns efeitos colaterais na cavidade oral, como xerostomia, cárie de radiação, entre outros. Entretanto, dependendo da dose e do número de sessões, a radiação pode causar alterações na estrutura dental, especialmente em sua composição orgânica, podendo afetar o tratamento restaurador. A radiação ionizante atua principalmente na presença de água, então a dentina é mais vulnerável aos efeitos da radiação do que o esmalte devido a sua composição. **Considerações finais:** As alterações na estrutura dental decorrentes da radiação afetam diretamente o uso dos materiais restauradores, inclusive os materiais resinosos, pois utilizam o sistema adesivo. O dano causado nas fibras colágenas afeta diretamente o desempenho do adesivo, ocasionando na diminuição da dureza, resistência, e estabilidade da junção amelodentinária.

Palavras-chave: Neoplasias de cabeça e pescoço, Radioterapia, Esmalte dentário, Dentina.

ABSTRACT

Objective: To carry out a literature review on damage caused by radiotherapy on tooth structure and restorative treatment based on the analysis of scientific articles, theses and dissertations. **Bibliographic review:** Radiotherapy is an oncological treatment modality that can trigger some side effects in the oral cavity, such as xerostomia, radiation caries, among others. However, depending on the dose and number of sessions, radiation can cause changes in the dental structure, especially in its organic composition, which can affect the restorative treatment. Ionizing radiation acts mainly in the presence of water, so dentin is more vulnerable to the effects of radiation than enamel due to its composition. **Final considerations:** Changes in dental structure resulting from radiation directly affect the use of restorative materials, including resin materials, as they use the adhesive system. The damage caused to collagen fibers directly affects the performance of the adhesive, causing a decrease in hardness, strength, and stability of the dentin-enamel junction.

Keywords: Head and neck neoplasms, Radiotherapy, Dental enamel, Dentin.

RESUMEN

Objetivo: Realizar una revisión bibliográfica sobre los daños causados por la radioterapia en la estructura dental y el tratamiento restaurador a partir del análisis de artículos científicos, tesis y disertaciones. **Revisión bibliográfica:** La radioterapia es una modalidad de tratamiento oncológico que puede desencadenar algunos efectos secundarios en la cavidad oral, como xerostomía, caries por radiación, entre otros. Sin embargo, dependiendo de la dosis y número de sesiones, la radiación puede provocar cambios en la estructura dental, especialmente en su composición orgánica, lo que puede afectar el tratamiento restaurador. Las radiaciones

¹ Centro Universitário Cesmac (CESMAC), Maceió - AL.

ionizantes actúan principalmente en presencia de agua, por lo que la dentina es más vulnerable a los efectos de las radiaciones que el esmalte debido a su composición. **Consideraciones finales:** Los cambios en la estructura dental resultantes de la radiación afectan directamente el uso de materiales restauradores, incluidos los materiales de resina, ya que utilizan el sistema adhesivo. El daño causado a las fibras de colágeno afecta directamente el desempeño del adhesivo, provocando una disminución en la dureza, resistencia y estabilidad de la unión amelodentinaria.

Palabras clave: Neoplasias de cabeza y cuello, Radioterapia, Esmalte dental, Dentina.

INTRODUÇÃO

Câncer é um termo dado a diferentes tipos de doenças malignas que têm a capacidade de dividir-se rapidamente de forma agressiva e incontrolável, ou seja, há um crescimento desordenado de células, que podem invadir tecidos adjacentes ou órgãos distantes, característica conhecida como metástase (INSTITUTO DO CÂNCER, 2022).

O câncer de cabeça e pescoço concerne a um conjunto de tumores que se manifestam no trato gastrointestinal superior, como a cavidade oral, nasofaringe, orofaringe, laringe, cavidade nasal e glândulas salivares (MOTA LP, et al., 2021). É o sétimo tipo de câncer mais comum em todo o mundo e acomete cerca de 650.000 a cada ano em todo o mundo (BARROS DA CUNHA SR, et al., 2017; FELICE F, et al., 2018). No Brasil, o câncer na cavidade oral é o quinto tipo mais comum entre os homens, com incidência estimada de 11.200 casos no ano de 2020, e é o décimo terceiro mais frequente entre as mulheres, com incidência estimada de 4.010 casos. O câncer da cavidade oral corresponde a cerca de 30% de todos os cânceres da cabeça e pescoço (SANTOS JCS, et al., 2022; INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2022).

O câncer de cabeça e pescoço é mais comum em áreas com baixo desenvolvimento socioeconômico devido a relação com os hábitos de vida. O consumo de tabaco, álcool, exposição à luz solar e infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HPV) são fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento do câncer (MOTA LP, et al., 2021).

Os fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento do câncer de cabeça e pescoço podem ser externos ou internos, isto é, quando o indivíduo possui predisposição e ainda é exposto a fatores de risco externos, que estão ligados ao meio ambiente e aos hábitos individuais de cada indivíduo, a chance de desenvolver alguma neoplasia é ainda maior. O álcool e o tabaco são os fatores de risco externos mais associados ao câncer de cabeça e pescoço. O uso do tabaco aumenta em até 80% o risco de surgimento de câncer na cavidade bucal. O risco é maior quando há associação entre o uso de álcool e de tabaco, pois estes apresentam efeito sinérgico, os indivíduos que fumam dois marcos de cigarro e bebem pelo menos quatro doses de bebidas alcoólicas diariamente, o risco de desenvolver uma neoplasia maligna na região de cabeça e pescoço aumenta em 35 vezes (ARID J, 2015).

Os pacientes podem ser tratados pela realização de procedimentos cirúrgicos, radioterápicos e quimioterápicos, isolados ou associados (DONATO ES, et al., 2019). A escolha do tratamento depende de vários fatores, como a localização, tamanho e metástase do tumor, com o objetivo de proteger os órgãos, função e questões estéticas (MOTA LP, et al., 2021).

No tratamento radioterápico geralmente utilizam-se doses de radiação em torno de 40-60 Gy e esse procedimento consiste no uso de energia ionizante eletromagnética ou corpuscular, que interage com os tecidos, originam os elétrons que ionizam o meio e provocam efeitos químicos e biológicos, como a hidrólise e ruptura das cadeias de DNA das células tumorais, que impedem a proliferação das células neoplásicas. Porém, o tratamento radioterápico não é seletivo, atinge também as células saudáveis (ROLIM AEH, et al., 2011; LIMA RBW et al., 2019).

Durante o tratamento radioterápico podem surgir algumas complicações que vão depender do volume da radiação, da dose total, do local irradiado, da idade do paciente, das condições clínicas (DONATO ES, et al.,

2019). Os efeitos adversos orais mais comuns são a mucosite, trismo, xerostomia, disfagia, disgeusia, osteorradionecrose e cárie de radiação (SROUSSI HY, et al., 2017). Segundo o Instituto Nacional do Câncer (2022), a intensidade desses efeitos depende da dose recebida, da parte do corpo tratada, da extensão da área irradiada, do tipo de radiação, do aparelho utilizado, e da colaboração do paciente com os cuidados durante e após o tratamento.

O câncer é um problema de saúde pública mundial, e o atendimento odontológico a pacientes submetidos ao tratamento radioterápico vem se tornando mais comum nas últimas décadas. Cuidar da saúde bucal antes, durante e depois, é extremamente importante para os pacientes não precisarem interromper o tratamento. Sendo assim, a necessidade do tratamento restaurador por conta de cáries de radiação, fraturas ou troca por materiais de menor densidade é uma realidade e é um grande desafio para o cirurgião dentista (BRANDEBURSKI SBN e REICHERT LA, 2018).

Diante disso, este estudo teve como objetivo revisar na literatura sobre danos causados pela radioterapia na estrutura dentária e no tratamento restaurador, visto que há um aumento no número de atendimentos odontológicos aos pacientes submetidos ao tratamento radioterápico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A radioterapia é um dos principais métodos para o tratamento do câncer de cabeça e pescoço, e as suas consequências na estrutura dentária ainda são incertas. Alguns autores afirmam que a radiação não causa danos à estrutura dentária diretamente, porém a grande maioria dos estudos demonstram que a radioterapia pode causar danos na estrutura dental, principalmente em seu componente orgânico, o que pode ser a causa da maior frequência de cáries relacionadas à radiação (BORDIGNON NCT, 2020).

O esmalte é formado histologicamente por uma grande quantidade de matéria inorgânica, em menor quantidade por matéria orgânica e água. Já a dentina apresenta mais matéria orgânica e água do que matéria inorgânica, e é composta basicamente por fibras colágenas tipo I (BORDIGNON NCT, 2020).

A dentina é mais vulnerável aos efeitos da radiação por conta de sua composição, pois a radiação atua principalmente em presença de água. Essa reação libera radicais livres de hidrogênio e peróxido de hidrogênio, que podem agir como forte oxidante, causando a desnaturação dos componentes orgânicos da dentina (danos às fibras colágenas) e comprometendo procedimentos adesivos que podem alterar a integridade da camada híbrida (RODRIGUES RB, 2015).

As alterações na estrutura dental podem afetar o uso de materiais restauradores resinosos, pois a adesão é feita através de sistemas adesivos, que faz a união entre os materiais resinosos e o tecido dental duro. Na dentina há uma desmineralização da hidroxiapatita para expor as fibras colágenas, estas serão infiltradas por monômeros resinosos para formar a camada híbrida. A radiação pode causar danos às fibras colágenas, principal componente da porção orgânica da dentina, o que pode afetar o desempenho adesivo e leva a uma diminuição na dureza, resistência ao desgaste, estabilidade da junção amelodentinária e resistência à tração. Essas alterações podem ser a causa do aparecimento da cárie de radiação (BORDIGNON NCT, 2020; KELES S, et al., 2018).

Os pacientes que passam pelo tratamento radioterápico, estão sujeitos a desenvolver a chamada cárie de radiação, que é um efeito colateral crônico, e pode apresentar em até ¼ dos pacientes que estão sendo submetidos ao tratamento. As características clínicas de desenvolvimento são diferentes da cárie comum, tendo como característica a desmineralização cervical, lesões nas bordas incisais e também é comum em pontas de cúspides, outra característica bem marcante é a descoloração da coroa, difundindo de marrom a preto (FONSÊCA JM, et al., 2019; KAWASHITA Y, et al., 2020).

A hipossalivação é diminuição do fluxo salivar ou quando há alteração dos seus componentes, contribui significativamente para o desenvolvimento da cárie de radiação, pois a saliva controla o pH bucal, e quando há uma diminuição, a chance de surgir uma cárie aumenta porque fica um ambiente propício para as bactérias proliferarem e colonizarem (HUMPHREY SP, 2001; DONATO ES, et al., 2019).

Um estudo feito por Siripamidul P, et al. (2022) verificou que a radiação causa uma alteração na microdureza do elemento dental e diminuição da relação proteína-mineral. E essas modificações podem ser um dos fatores que contribuem para o surgimento da cárie de radiação.

A cárie de radiação evolui rapidamente, podendo ocasionar alguns danos na superfície do esmalte, como as rachaduras no esmalte, levando a destruição dos dentes. Além do mais, com a presença da cárie de radiação, aumenta o risco de desenvolvimento de osteorradionecrose, e isto afeta a função oral e geral do paciente de forma negativa. Dessa forma, é imprescindível realizar o tratamento da cárie e as exodontias antes do início da radioterapia para prevenir a osteorradionecrose (FONSÊCA JM, et al., 2019; KAWASHITA Y, et al., 2020).

Um estudo realizado por Liang X, et al. (2016) examinou 50 terceiros molares humanos expostos a radiação com o intuito de averiguar os danos causados na superfície desses elementos e as mudanças nas propriedades nano-mecânicas (módulo de elasticidade, nanodureza e coeficiente de atrito) do esmalte e dentina. As amostras foram divididas em um grupo controle e quatro grupos teste, onde foram realizados irradiação diariamente doses de 2Gy por dia, o grupo 1 foi exposto por 5 dias (total de 10Gy), grupo 2 por 15 dias (total de 30Gy), grupo 3 por 25 dias (total de 50Gy) e grupo 4 por 35 dias (total de 70Gy). A dose máxima administrada foi de 70 Gy, que foi semelhante à dose total utilizada clinicamente para o tratamento do câncer de cabeça e pescoço.

Liang X, et al. (2016) constatou que houve uma diminuição na resistência a fratura dos dentes e aumento da fragilidade. A radiação causou alterações nano-mecânicas na dentina e no esmalte que foram relacionadas à dose, a partir de 30Gy já é possível identificar, essas modificações podem ser resultantes da descarboxilação da cadeia de aminoácidos presente no colágeno, e perda de grupos fosfato ácidos com a formação de novos grupos fosfato com pontes de íons de cálcio. Deste modo, pode ocorrer uma interação mineral-orgânica entre apatita e colágeno, podendo causar microfissuras no mineral hidroxiapatita. Essas modificações nano-mecânicas no tecido dentário duro podem aumentar a suscetibilidade à cárie.

Outro estudo realizado por Lu H, et al. (2019) avaliou sessenta terceiros molares que foram divididos em três grupos, o grupo controle e dois grupos testes que foram expostos a radiação de 30GY e 60 Gy. O objetivo era verificar a microdureza, módulo de elasticidade após a exposição à radiação. Lu H, et al. (2019) constatou que alterações degenerativas no tecido dentário duro foram evidentes após a exposição a 30 Gy de radiação, e a destruição era maior ainda quando a exposição era de 60 Gy. A exposição de 30 Gy aparentemente pode causar reduções na microdureza e no módulo de elasticidade do esmalte próximo à JDE. Houve uma diminuição na microdureza e módulo de elasticidade nos grupos de 30 Gy e 60 Gy, com o aumento da dose, detectou destruição da região interprismática e fissuras na região adjacente a junção dentina-esmalte (JDE).

A microdureza na junção cimento-esmalte (JCE) é maior que na junção dentina-esmalte (JDE) devido aos túbulos dentinários serem maiores e mais largos, possuem o diâmetro maior e da sua maior quantidade no nível da junção cimento-esmalte. Portanto, a região da junção cimento-esmalte fica mais susceptível à reação oxidativa do que a junção dentina-esmalte (SIRIPAMIDUL P, et al., 2022).

Em um estudo realizado por Barros da Cunha SR, et al. (2017), percebeu-se que a região cervical do esmalte foi a área que mais sofreu alteração em comparação com o terço médio e oclusal do elemento dental, foi observado principalmente a diminuição da sua microdureza. Essa modificação é decorrente da maior porosidade da área e menor espessura de esmalte da região. O autor concluiu que a região cervical é uma área mais propensa a ser afetada pelos efeitos diretos e indiretos da radioterapia, ficando mais susceptível à cárie de radiação que geralmente se origina nessa localização.

Um estudo feito por Rodrigues RB (2015) analisou quarenta e três terceiros molares extraídos que foram divididos em grupo controle e grupo irradiado, realizou-se a comparação desses grupos com o intuito de avaliar os efeitos da radioterapia nas propriedades biomecânicas da dentina e na resistência de união de restaurações adesivas realizadas antes ou após a radioterapia. Os resultados deste estudo mostram que a radioterapia gera radicais livres na presença de água que provoca alterações das ligações químicas do colágeno, ou seja, há uma mudança na estrutura primária do colágeno, que causa uma alteração nas

propriedades mecânicas de microdureza e módulo de elasticidade. Essa desorganização da matriz colágena da dentina pode afetar a integridade da camada híbrida, comprometendo os procedimentos de adesão à dentina irradiada e essas alterações nas propriedades mecânicas da dentina deixa o elemento dental mais fragilizado, ficando mais susceptível ao acometimento de cáries de radiação.

Rodrigues RB (2015) constatou que houve pouco comprometimento da adesão do material restaurador à dentina quando a restauração em resina composta foi realizada antes do tratamento radioterápico. Já quando o tratamento restaurador em resina composta foi realizado após o tratamento radioterápico houve comprometimento dessa adesão, ou seja, as alterações na dentina decorrentes da radiação comprometem a resistência de união à resina composta.

Com base em estudos, a dentina é mais afetada devido a sua composição, pois é composta por uma maior quantidade de compostos orgânicos, tornando-a mais suscetível aos danos causados pela radiação devido à formação de radicais livre que causam a desnaturação das fibras colágenas. Essas alterações interferem na polimerização das resinas compostas e podem promover a hidrólise de adesivos dentinários, que acelera a degradação da interface adesiva, aumentando o risco de falhas na restauração e progressão da cárie de radiação. Portanto, essa alteração nas fibras colágenas decorrentes da radiação pode causar prejuízo à interação e à força adesiva entre compósitos resinosos e dentina (BORDIGNON NCT, 2020).

As alterações na estrutura dentária e os danos causados nas fibras colágenas provenientes da radiação podem ser consequências de alterações metabólicas que envolvem a degeneração do processo odontoblástico, isso contribui para a fragilidade do tecido, ressecamento, causando a diminuição da microdureza e obliteração dos túbulos dentinários (BORDIGNON NCT, 2020).

A diminuição da microdureza pode ser decorrente do processo de descarboxilação iniciado pela radiação, pois pode ocasionar a eliminação dos grupos carboxila, além de formar o dióxido de carbono, que pode induzir microfissuras na estrutura do dente. A reação de oxidação também pode levar a diminuição da microdureza dos elementos dentais que foram irradiados, por conta da quebra de moléculas de água na estrutura dental, que leva a liberação de oxigênio, podendo afetar a proteólise de proteínas colagenosas e não colagenosas (SIRIPAMITDUL P, et al., 2022).

A respeito dos materiais restauradores, o cimento de ionômero de vidro (CIV) é encontrado de duas formas, a forma convencional e modificado por resina. Estudos demonstram que o cimento de ionômero de vidro convencional não apresenta resultados muito favoráveis quando é utilizado em pacientes irradiados (ARID J, 2015).

Um estudo realizado por Amorim DMG, et al. (2021) comprovou que o ionômero de vidro convencional foi afetado negativamente e teve alteração da microdureza após a exposição à radiação ionizante, já o ionômero de vidro modificado por resina não sofreu alteração na sua microdureza.

Ainda sobre materiais restauradores, o amálgama não é a primeira escolha de material, pois a radiação quando atinge objetos metálicos é dispersa e resulta na diminuição da dose que atinge o tumor, além de aumentar a exposição dos tecidos moles e duros, ou seja, a radiação interage com o material metálico, intensificando a radiação no entorno do material, podendo afetar as propriedades do material (AMADE ES, et al., 2010; ARID J, 2015; UGURLU M, et al., 2020).

O ideal é que os pacientes que serão submetidos à radioterapia substituam as restaurações metálicas e de cimento de ionômero de vidro convencional por restaurações com materiais de baixa densidade. Diante disso, os materiais restauradores resinosos, que utilizam sistemas adesivos costumam ser o mais indicado para restauração nos pacientes que são submetidos ao tratamento de radioterápico (AMADE ES, et al., 2010; ARID J, 2015; UGURLU M, et al., 2020).

O tratamento restaurador de lesões cariosas de pacientes submetidos a radioterapia pode ser desgastante para o paciente e cirurgião-dentista, pois ainda há dúvidas sobre quando restaurar as lesões cariosas em pacientes que serão submetidos a radioterapia, antes ou após o tratamento, assim como a escolha do melhor material restaurador. As resinas compostas são bem indicadas por conta das suas propriedades óptica, boa

biocompatibilidade, performance clínica, módulo de elasticidade semelhante ao do esmalte e dentina, que permite uma distribuição das forças resultantes das cargas mastigatórias (AMADE ES, et al., 2010; BORDIGNON NCT, 2020).

O protocolo para restaurações dentárias em pacientes submetidos à radioterapia ainda é controverso, pois há uma contradição na literatura em relação aos efeitos da radiação na performance de sistemas adesivos em dentina. Porém, sabe-se que a radiação altera as propriedades dos tecidos dentais duros, que podem afetar o desempenho e longevidade da adesão (LIMA RBW, et al., 2019; BORDIGNON NCT, 2020).

Ugurlu M, et al. (2020) afirma que a melhor forma para redução dos efeitos colaterais da radiação é a prevenção, esta deve ser realizada antes, durante e após o tratamento radioterápico. Controlar o acúmulo de biofilme com a escovação diária com escova macia, uso de creme dental com flúor, fio dental e bochechos quando prescritos pelo profissional são medidas simples que podem reduzir a incidência de complicações e elevar a qualidade de vida do paciente.

Com aumento do número de doenças malignas e da expectativa de vida da população mundial, é extremamente importante que os cirurgiões dentistas entendam quais efeitos colaterais que podem acometer a cavidade bucal durante o tratamento radioterápico, quais são as alterações dos substratos dentários, como fazer a seleção do material restaurador e como selecionar a melhor forma de tratamento para o paciente. Esse cuidado visa contribuir com a melhoria da qualidade de vida dos pacientes com câncer de cabeça e pescoço tanto antes, durante e após o tratamento oncológico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações apresentadas, a radiação é capaz de alterar a estrutura dental do esmalte e dentina, principalmente a microdureza, módulo de elasticidade e composição química. O cirurgião dentista deve elaborar um plano de tratamento preferencialmente antes do paciente ser submetido ao tratamento radioterápico, para remover focos de infecção, substituir restaurações metálicas por restaurações em resina composta, a fim de adequar o meio bucal, além de conscientizar e fazer orientações sobre ações preventivas para se obter um melhor prognóstico.

REFERÊNCIAS

1. AMADE ES, et al. Influência da Radiação nas Propriedades de Diferentes Materiais Resinosos. Revista Odontológica do Brasil Central (ROBRAC), 2010; 19(50): 205-210.
2. AMORIM DMG, et al. Effects of ionizing radiation on surface properties of current restorative dental materials. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 2021; 32(6): 69.
3. ARID J. Efeito da radioterapia na adesão e interface ao substrato de dentes permanentes. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015; 98 p.
4. BARROS DA CUNHA SR, et al. Effects of different radiation doses on the microhardness, superficial morphology, and mineral components of human enamel. Archives of Oral Biology, 2017; 80: 130-135.
5. BORDIGNON NCT. Efeitos da radioterapia na resistência de união à microtração de sistemas restauradores adesivos. Dissertação (Mestrado em Odontologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020; 71 p.
6. BRANDEBURSKI SBN, REICHERT LA. Efeito da radioterapia com raios x de alta energia sobre a resistência de união da dentina humana com resina composta – estudo in vitro. Journal of Oral Investigations, 2018; 7(2): 33-45.
7. DONATO ES, et al. Cárie de radiação: efeitos da radioterapia na estrutura dentária. Revista Cubana Estomatología, 2019; 56(1): 86-92.
8. FELICE F, et al. Radiotherapy Controversies and Prospective in Head and Neck Cancer: A Literature-Based Critical Review. Neoplasia, 2018; 20(3): 227-232.

9. FONSÊCA JM, et al. Dentin-pulp complex reactions in conventional and radiation-related caries: A comparative study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 2019; 11(3): 236-243.
10. HUMPHREY SP, WILLIAMSON RT. A review of saliva: normal composition, flow, and function. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2001; 85(2): 162-169.
11. INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. 2022. Quais os possíveis efeitos da radioterapia e o que fazer quando surgirem?. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/perguntas-frequentes/quais-os-possiveis-efeitos-radioterapia-e-o-que-fazer-quando-surgirem>. Acessado em: 20 de Junho de 2022.
12. INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. 2020. O que é câncer?. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/o-que-e-cancer>. Acessado em: 20 de Junho de 2022.
13. INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. 2022. Estatísticas de câncer. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer>. Acessado em: 20 de Junho de 2022.
14. KAWASHITA Y, et al. Oral management strategies for radiotherapy of head and neck cancer. *Japanese Dental Science Review*, 2020; 56(1): 62-67.
15. KELES S, et al. Microtensile Bond Strength of Polyacid-modified Composite Resin to Irradiated Primary Molars. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 2018; 19(2): 189-195.
16. LIANG X, et al. Effect of high energy X-ray irradiation on the nano-mechanical properties of human enamel and dentine. *Brazilian Oral Research*, 2016; 30(1): 1-9.
17. LIMA RBW, et al. Impact of radiotherapy on the bond strength of different adhesive systems to human dentin: one-year in vitro evaluation. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 2019; 18(1): 1-10.
18. LU H, et al. Direct radiation-induced effects on dental hard tissue. *Radiation Oncology*, 2019; 14(5): 1-11.
19. MOTA LP, et al. Head and neck neoplasm: Main causes and treatments. *Research, Society and Development*, 2021; 10(5): e55810515113.
20. RODRIGUES RB. Efeitos da radioterapia nas propriedades biomecânicas e procedimentos adesivos à dentina humana. Dissertação (Mestrado em Odontologia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015; 75 p.
21. ROLIM AEH, et al. Repercussões da radioterapia na região orofacial e seu tratamento. *Radiologia Brasileira*, 2011; 44(6): 388-395.
22. SANTOS JCS, et al. Avaliação Clínico-epidemiológica de Pacientes com Carcinoma de Células Escamosas Oral. *Revista Brasileira de Cancerologia*, 2022; 68(1): e-141584.
23. SIRIPAMITDUL P, et al. The Effects of Radiotherapy on Microhardness and Mineral Composition of Tooth Structures. *European Journal of Dentistry*, 2022.
24. SROUSSI HY, et al. Common oral complications of head and neck cancer radiation therapy: mucositis, infections, saliva change, fibrosis, sensory dysfunctions, dental caries, periodontal disease, and osteoradionecrosis. *Cancer Medicine*, 2017; 6(12): 2918-2931.
25. UGURLU M, et al. The effect of ionizing radiation on properties of fluoride-releasing restorative materials. *Brazilian Oral Research*, 2020; 34(1): e005.