



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

GIOVANA APARECIDA WOSNIAK

**INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA INTERAÇÃO ENTRE MATERIAIS
OBTURADORES E DENTINA INTRARRADICULAR: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

FLORIANÓPOLIS

2021

GIOVANA APARECIDA WOSNIAK

**INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA INTERAÇÃO ENTRE MATERIAIS
OBTURADORES E DENTINA INTRARRADICULAR: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do Título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti

Co-orientadora: Profa. Patrícia de Agostim Cancelier

FLORIANÓPOLIS

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Wosniak, Giovana Aparecida

Influência da radiação ionizante na interação entre materiais obturadores e dentina intrarradicular : uma revisão de literatura / Giovana Aparecida Wosniak ; orientador, Lucas da Fonseca Roberti Garcia, coorientadora, Patricia de Agostim Cancelier, 2021.
34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Radioterapia. 4. Dentina intrarradicular. I. Garcia, Lucas da Fonseca Roberti. II. Cancelier, Patricia de Agostim. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. IV. Título.

Giovana Aparecida Wosniak

**INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA INTERAÇÃO ENTRE MATERIAIS
OBTURADORES E DENTINA INTRARRADICULAR: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Cirurgião-Dentista, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia.

Florianópolis, 19 de março de 2021.

Prof^ª. Dr^ª. Gláucia Santos Zimmermann
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Dr^ª. Cleonice da Silveira Teixeira
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi
Universidade Federal de Santa Catarina

*Dedico este trabalho à minha mãe, por sempre
ser meu exemplo de força e coragem.*

AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, por ter proporcionado as condições para a minha permanência e inclusão aqui através dos programas de permanência, e principalmente por me permitir conhecer tantas pessoas e realidades diferentes da minha. Meu crescimento pessoal foi incalculável graças a isso.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pelo apoio financeiro via bolsa de iniciação científica.

Ao **Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia**, meu orientador, por além de ser um grande mestre, ter me dado oportunidades, ter sido o primeiro a me ajudar a ver a Odontologia de uma maneira diferente e mais leve, e principalmente, por sempre ter acreditado em mim. Obrigada.

À **equipe EndoUFSC**, por tantas vezes terem me dado suporte acadêmico e pessoal.

À família que a UFSC me ofereceu durante esses 5 anos, meus amigos **Bruno Abreu, Felipe Goularte, Diego Ferreira, Monique Pauli, Lisya Visotto, Murilo Iwassake, Rodrigo Cinelli e Douglas Lisboa**. Obrigada por tornarem esse período mais feliz, e por sempre me apoiarem.

Ao meu amigo **Mateus Szostak**, por tantas vezes ter sido um ponto de paz, meu apoio e confidente.

Aos meus irmãos **Mariana, Rodrigo e Daniela**, por sempre me apoiarem e ajudarem em qualquer decisão.

Ao meu avô, **Valdevino Santos Lima**, por ter proporcionado a minha vinda para UFSC. Sei o quanto ele gostaria de estar na minha formatura, mas a Covid-19 não nos permitiu esse momento. Espero que esteja orgulhoso onde estiver.

À minha mãe, **Aparecida Santos Lima**, por todos os sacrifícios e dificuldades que você enfrentou sozinha para me permitir estar aqui, e por ser meu exemplo de honestidade e força. Minha gratidão a você é eterna.

RESUMO

A radioterapia é uma modalidade de tratamento local do câncer, onde a radiação ionizante causa danos ao DNA das células tumorais, principalmente devido à produção de radicais livres. É uma modalidade terapêutica amplamente utilizada em casos de câncer de cabeça e pescoço como terapia concomitante à cirurgia e quimioterapia. O fracionamento da dose total de radiação é geralmente empregado a fim de reduzir danos aos tecidos adjacentes. Porém, em casos de radioterapia de cabeça e pescoço, raramente os tecidos sadios são preservados. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura científica, considerando os efeitos da radiação ionizante na interação entre cimentos obturadores e dentina intrarradicular. **Métodos:** A pesquisa bibliográfica dos artigos científicos foi realizada através de palavras-chave, combinadas de diferentes formas, nas bases de dados *online* PubMed, SciELO, LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde) e Periódicos Capes. **Resultados:** Foram selecionados sete artigos que possuíam tema compatível com o tema da revisão. Dois estudos avaliaram a resistência de união da resina composta a dentina irradiada, e suas propriedades químicas e mecânicas. Outro estudo avaliou a composição química e estrutural da dentina radicular irradiada, assim como suas propriedades mecânicas. Dois estudos avaliaram a capacidade de selamento de diferentes cimentos obturadores resinosos após a radioterapia. Outro estudo avaliou a influência da solução de irrigação final na resistência de união de um cimento obturador resinoso após a radioterapia. Um estudo analisou a resistência de união e a interface adesiva entre cimento obturador e dentina radicular, antes e após a radioterapia, em dentes obturados com AH Plus e MTA-Fillapex. **Conclusão:** A radioterapia causa danos à composição química e estrutural da dentina intrarradicular. Desta forma, afeta a resistência de união dos cimentos obturadores à dentina intrarradicular.

Palavras-chave: Radioterapia; cimento obturador; dentina intrarradicular.

ABSTRACT

Radiotherapy is a local cancer treatment modality, in which ionizing radiation promotes damage to tumor cells DNA, especially due to free radicals production. This therapy is widely used in cases of head and neck cancer, associated to surgery and chemotherapy. The fractionation of the total radiation dose is generally used to reduce the damage to the adjacent tissues; however, in cases of head and neck radiotherapy, rarely, the sound tissues are preserved. **Objective:** The objective of this study was to perform a scientific literature review, considering the effects of ionizing radiation on the interaction between endodontic sealer and intraradicular dentin. **Methods:** The bibliographic search of the scientific articles was performed using keywords, combined in different forms, on the following online databases: PubMed, SciELO, LILACS (Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences Information) and Capes Periodicals. **Results:** Seven articles compatible with the review theme were selected. Two studies evaluated the bond strength of composite resin in irradiated dentin and its chemical and mechanical properties. Another study evaluated the chemical and structural composition of irradiated root dentin, as well as its mechanical properties. Two studies evaluated the sealing ability of different resin-based root canal sealers after radiotherapy. Another study evaluated the influence of the final irrigation solution on the bond strength of a resin-based root canal sealer after radiotherapy. A study assessed the bond strength and the adhesive interface between sealer and root dentin, before and after radiotherapy, in teeth filled with AH Plus and MTA-Fillapex. **Conclusion:** Radiotherapy causes damage to the chemical and structural composition of root dentin. Therefore, it affects the bond strength of root canal sealers to intraradicular dentin.

Keywords: Radiotherapy; endodontic sealer; root dentin.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos selecionados para a revisão de literatura e síntese de suas principais características:	23
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCP - Câncer de cabeça e pescoço

RT - Radioterapia

QT - Quimioterapia

Gy - Grays

RU - Resistência de União

LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde

FTIR - Espectroscopia por infravermelho transformada de Fourier

CLSM - Microscopia Confocal de Varredura a Laser

MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura

MTA - Agregado de Trióxido Mineral

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3 OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GERAL.....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS	21
5 RESULTADOS	22
6 DISCUSSÃO	25
7 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXO A	34

1 INTRODUÇÃO

O câncer é a segunda principal causa de mortes no mundo, responsável por 9,8 milhões de óbitos somente no ano de 2018 (OPAS, 2018). Dentre os diversos tipos de câncer, os de cabeça e pescoço (CCP) representam a sétima neoplasia mais prevalente no mundo, com uma incidência estimada em 2.000 casos por dia (GLOBOCAN, 2017). No Brasil, 14.700 novos casos de câncer de cavidade oral foram registrados no ano de 2018, sendo o quinto mais comum entre homens, com 11.200 novos casos (INCA, 2018). Histologicamente, o tipo mais frequente é o carcinoma epidermóide, responsável por cerca de 90% dos casos de CCP, sendo sua causa muito associada ao uso contínuo de álcool e tabaco, exposição solar, e infecção pelo vírus HPV (OLIVEIRA *et al.*, 2015; WITTEKINDT *et al.*, 2012).

O padrão atual de tratamento para pacientes recém-diagnosticados com CCP é a cirurgia seguida de radioterapia (RT), podendo ser associada à quimioterapia (QT), de acordo com o estadiamento da doença (SIERKO *et al.*, 2019). A RT, realizada após a cirurgia, tem como objetivo o controle local da doença, eliminando quaisquer células tumorais residuais (MATZINGER *et al.*, 2009). Sua aplicação é realizada de forma localizada, com frequência e intensidade determinadas pelo volume tumoral (LIESHOUT; BOTS, 2014).

Durante a RT não apenas as células tumorais são expostas à radiação ionizante de alta energia, mas também células saudáveis do local irradiado. Por este motivo, os pacientes podem apresentar efeitos colaterais associados aos danos teciduais por algumas semanas, meses ou anos (SIERKO *et al.*, 2019). O fracionamento da radioterapia é clinicamente comprovado como eficaz em equilibrar a eficácia antitumoral e a proteção dos tecidos adjacentes normais (SEMRAU, 2017). Em tumores de cabeça e pescoço a dose aplicada varia de 65 a 72 Grays (Gy), fracionadas em doses diárias de 1,5 a 2 Gy, por cinco dias consecutivos, durante sete semanas (LIESHOUT e BOTS, 2014).

Pacientes submetidos a RT na região de cabeça e pescoço costumam apresentar como principais alterações a deterioração periodontal, risco de osteorradionecrose, infecções da mucosa, distúrbios sensoriais, fibrose tecidual, disfunção de glândulas salivares, e conseqüentemente, aumento da susceptibilidade à doença cárie (SROUSSI *et al.*, 2017). Além disso, a RT pode alterar tanto a resistência mecânica do esmalte, quanto da dentina, causando significativos danos na matriz de colágeno e processos odontoblásticos (NOVAIS *et al.*, 2016).

A cárie por radiação caracteriza-se pela rápida progressão, geralmente acometendo a cervical de incisivos e caninos, e incisais de dentes posteriores, com ampla destruição da estrutura dental, podendo levar a perda do elemento dentário (VISSINK *et al.*, 2003). No passado, dentes severamente cariados costumavam ser extraídos antes da RT. Entretanto, atualmente, os dentes são submetidos ao tratamento endodôntico para evitar sua perda precoce (LILLY *et al.*, 1998).

O tratamento endodôntico tem como objetivo manter a estrutura dental, preservando estética e função, através do preenchimento do sistema de canais radiculares, após sua limpeza e modelagem, com um material obturador biocompatível, impedindo a reinfecção (TUNCEL *et al.*, 2015). Os cimentos obturadores endodônticos são classificados de acordo com sua composição, podendo ser à base de óxido de zinco e eugenol, hidróxido de cálcio, resinosos, e mais recentemente, os biocerâmicos (DE DEUS *et al.*, 2002; MAMOOTIL e MESSER, 2007; TEDESCO *et al.*, 2014; TOPÇUOĞLU *et al.*, 2014). As propriedades adesivas são um aspecto muito importante dos cimentos obturadores, pois reduzem o risco de falha entre o material e a dentina radicular durante a função mastigatória ou procedimentos restauradores, garantindo um selamento tridimensional do sistema de canais e, assim, o sucesso clínico do tratamento endodôntico (GURGEL-FILHO *et al.*, 2014).

A radiação ionizante causa importantes alterações na estrutura física e química dos tecidos dentais e, devido a elas, podem ocorrer alterações das propriedades adesivas entre materiais obturadores e substrato dental (BODRUMLU, 2018). Com os recentes avanços nas modalidades de tratamento do CCP, há uma melhora nas taxas de sobrevivência dos pacientes e, com isso, torna-se cada vez maior a possibilidade do cirurgião-dentista se deparar com esses casos, sendo necessário o conhecimento das condições e limitações do tratamento (BAHL *et al.*, 2018; YAMAZAKI *et al.*, 2017). Portanto, o presente trabalho objetivou realizar uma busca na literatura das evidências científicas disponíveis quanto à interação entre materiais obturadores e a dentina intrarradicular irradiada, ao melhor momento para a realização do tratamento endodôntico, e quanto as alterações na resistência de união (RU), a fim de evitar o insucesso clínico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A radioterapia representa uma das mais importantes opções de tratamento para casos de CCP. A localização e o estadiamento da doença determinam como o tratamento deve ser conduzido, e se deve ser associado a outras modalidades de tratamento, como cirurgia e QT (RODRIGUES *et al.*, 2017). Embora apresente uma alta eficácia antitumoral, a radiação ionizante proveniente da RT também causa diversos efeitos deletérios aos tecidos saudáveis adjacentes ao tumor (GALETTI *et al.*, 2013).

A radiação ionizante causa lesão celular de duas diferentes formas, direta ou indiretamente. Na forma direta, há absorção de energia da radiação pelo meio biológico causando a ejeção de elétrons, estes que em seguida interagem com os componentes celulares, principalmente o DNA, provocando alterações funcionais e estruturais que inibem a divisão celular (PAIOLA *et al.*, 2018). No mecanismo indireto, a RT atua através da formação de radicais livres de hidrogênio e peróxido de hidrogênio, que na presença de água possuem forte capacidade de oxidação, causando desnaturação de estruturas moleculares (RODRIGUES *et al.*, 2017). Esses radicais livres, por serem altamente reagentes, interagem com o núcleo celular causando danos ao DNA e levando a necrose (PAIOLA *et al.*, 2018).

O fracionamento da dose de radiação ionizante é empregado a fim de reduzir os danos causados aos tecidos adjacentes ao local irradiado e favorecer seu reparo (PAIOLA *et al.*, 2018). Entretanto, são considerados radiosensíveis e danificados com doses menores de radiação todos os grupos celulares que possuem alta taxa de divisão celular, como as células da mucosa, por exemplo, tornando raros os casos em que os tecidos adjacentes são preservados durante a RT de cabeça e pescoço (PAIOLA *et al.*, 2018).

Os efeitos colaterais agudos mais significativos da RT para CCP são a mucosite, disgeusia e infecções fúngicas, como a candidíase (GALETTI *et al.*, 2013). Enquanto outros efeitos colaterais são considerados crônicos ou tardios por se apresentarem posteriormente, como a xerostomia, osteorradionecrose, trismo e a cárie de radiação (GALETTI *et al.*, 2013).

Entre os efeitos colaterais crônicos ou tardios da RT para CCP, a cárie de radiação tem se mostrado altamente prevalente. O aumento da sobrevida dos pacientes associado a alterações importantes nas estruturas dentárias e outros efeitos colaterais, podem causar uma severa destruição do esmalte e dentina, levando a consequentes alterações pulpares na maioria dos casos, e determinando a necessidade do tratamento endodôntico. Portanto, é importante avaliar diferentes protocolos do tratamento endodôntico para pacientes submetidos a RT (PAIOLA *et al.*, 2018).

Grande parte dos estudos acerca das alterações na estrutura dentária se concentra nos efeitos da radiação ionizante em esmalte e dentina coronária (VELO *et al.*, 2018). Porém, o padrão estrutural da dentina coronária difere da estrutura da dentina radicular (VELO *et al.*, 2018). Os túbulos dentinários distribuem-se regularmente da junção esmalte-dentina à polpa na dentina coronal, e da junção cimento-dentina ao canal pulpar na dentina radicular (VELO *et al.*, 2018). Essa microestrutura está relacionada ao comportamento funcional do tecido, onde um diferente padrão de alinhamento dos túbulos pode vir a afetar suas propriedades mecânicas (VELO *et al.*, 2018). Dessa forma, no caso de procedimentos restauradores, mudanças na composição do substrato dental podem interferir nas interações com os materiais restauradores, principalmente durante o processo de adesão (VELO *et al.*, 2018).

De acordo com estudo de Velo *et al.* (2018), a exposição à radiação ionizante altera a composição química e estrutural, além das propriedades mecânicas e a dureza de superfície da dentina intrarradicular. Para a realização deste estudo *in vitro*, os espécimes foram randomicamente distribuídos em dois grupos, irradiados com 55 ou 70 Gy. Os espécimes foram avaliados antes da RT e foi observada uma diminuição da relação cálcio/fósforo após a irradiação, o que indica que a exposição à radiação alterou os componentes orgânicos e inorgânicos da dentina radicular. Também foi observada a incorporação de oxigênio e magnésio após a irradiação, alterando a estrutura e tornando a apatita amorfa, o que demonstra a provável susceptibilidade maior à degradação da hidroxiapatita dentinária, além da contribuição para a formação de fissuras e obliteração dos túbulos dentinários, tornando a dentina radicular seca e friável. Todas essas alterações no substrato poderiam interferir negativamente na adesão de materiais obturadores à dentina intrarradicular.

Com relação às alterações nos componentes orgânicos da dentina, foi observada degradação do colágeno tipo IV presente na estrutura dentinária (VELO *et al.*, 2018). Essas alterações podem ser parcialmente explicadas pela ativação e indução de expressão de enzimas que degradam o colágeno, como as metaloproteinases da matriz, induzidas pela exposição à radiação (VELO *et al.*, 2018). O colágeno tipo IV possui um importante papel estrutural e bioquímico na ligação molecular de esmalte e dentina, e quando é degradado ocorre uma forte instabilidade no substrato, o que explica algumas das alterações observadas no estudo, como fraturas e trincas na dentina, por exemplo, podendo assim interferir no processo de adesão (VELO *et al.*, 2018).

Bodrumlu *et al.* (2009) avaliaram alterações na capacidade de selamento apical após a RT de três cimentos obturadores resinosos. Foram utilizadas as raízes de 90 dentes humanos

extraídos, onde os canais foram instrumentados, separados em grupos (n=30) e obturados com a técnica da compactação lateral, utilizando guta-percha e os cimentos resinosos MM-Seal, AH 26 e AH Plus. Após a obturação, as raízes foram submetidas a um protocolo de RT fracionada, totalizando uma dose de 60 Gy. Em seguida, as raízes foram cobertas com esmalte para unhas, exceto na região apical, e foram então imersas em corante azul de metileno e centrifugadas a 3000 rpm durante 4 minutos. Neste estudo, a microinfiltração apical foi ligeiramente superior nos grupos irradiados, porém, a diferença não foi considerada estatisticamente relevante. O cimento AH 26 apresentou diferenças significativas em relação aos resultados obtidos com AH Plus e MM-Seal, obtendo um valor maior de microinfiltração apical.

Um estudo mais recente do mesmo autor buscou analisar os efeitos da RT no selamento coronal de dois cimentos obturadores (BODRUMLU *et al.*, 2018). Nesse novo estudo, foram utilizados cinquenta e seis pré-molares distribuídos em quatro grupos de acordo com exposição ou não a RT, e com o cimento obturador utilizado. A dose de radiação utilizada, assim como o método de inserção e centrifugação do corante foram os mesmos utilizados no estudo de 2009, exceto o tempo de centrifugação que foi de cinco minutos. Entretanto, no estudo atual, o protocolo de RT foi aplicado previamente ao tratamento endodôntico. Como resultado, os grupos irradiados obtiveram uma taxa de microinfiltração coronal ligeiramente superior aos grupos não irradiados, porém, as diferenças não foram estatisticamente relevantes, o que está de acordo com os dados obtidos no estudo anterior.

Dessa forma, é possível perceber que apesar de alterações físicas e químicas causadas pela radiação ionizante na estrutura dental relatadas em outros estudos *in vitro*, nos dois estudos de Bodrumlu *et al.* (2009 e 2018), não houve alterações significativas na capacidade de selamento dos cimentos obturadores. Porém, em ambos os estudos, a adesividade dos materiais obturadores à dentina intrarradicular não foi analisada, fazendo com que um importante aspecto na capacidade de selamento coronal e apical não tenha sido considerado nos resultados.

Paiola *et al.* (2018) avaliaram a influência de três diferentes soluções irrigadoras utilizadas na irrigação final (NaOCl, EDTA e quitosana) na RU de um cimento obturador à base de resina epóxi a dentina radicular, assim como a interface cimento/dentina em dentes submetidos à RT fracionada. Sessenta caninos superiores humanos foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos, irradiado e não irradiado. As amostras foram submetidas a um protocolo de RT de 30 frações (2 Gy/fração), totalizando uma dose cumulativa de 60 Gy.

Entre os ciclos de irradiação, as amostras foram armazenadas individualmente em saliva artificial, renovada diariamente. Os canais radiculares foram então preparados e irrigados com NaOCl a 1%, sendo 2 MI entre cada etapa do processo de modelagem. Após o preparo biomecânico, os dentes foram redistribuídos em três subgrupos (n = 10), de acordo com a solução de irrigação final utilizada: Grupo A — NaOCl 1% (controle); Grupo B — EDTA 17%; e Grupo C — quitosana a 0,2%. Foram utilizados 5 MI de cada solução, sendo a irrigação realizada durante 5 minutos. Os canais foram obturados pela técnica da compactação lateral com o cimento obturador AH Plus. As amostras foram então submetidas ao teste de *push out* e analisadas microscopicamente, a fim de classificar o tipo de falha. Os resultados demonstram que as amostras irradiadas obtiveram valores de RU menores que as amostras não irradiadas, e que apesar das alterações encontradas na relação entre solução irrigadora e RU, estes valores não demonstraram diferenças estatisticamente relevantes. Estes achados provavelmente estão associados às mudanças na microestrutura da dentina, como obliteração dos túbulos dentinários, alterações na dentina intertubular e peritubular, e colapamento da rede de fibras colágenas, assim como sua desnaturação (PAIOLA *et al.*, 2018).

Paiola *et al.* (2018) demonstraram que em dentes irradiados, a irrigação final com quitosana a 0,2% apresentou maiores valores de RU, em comparação aos dentes irrigados com NaOCl 1% e EDTA 17%, que obtiveram resultados estatisticamente semelhantes. Sabe-se que o uso de NaOCl a 1% não promove a remoção da *smear layer*, o que evita o contato adequado entre cimentos endodônticos e dentina radicular, justificando a menor força de adesão encontrada neste estudo (PAIOLA *et al.*, 2018). Entretanto, a quitosana, que apresenta ação quelante semelhante à do EDTA, promoveu aumento da RU dos dentes irradiados, pois foi capaz de estabilizar a estrutura do colágeno comprometida pela irradiação (PAIOLA *et al.*, 2018).

Martins *et al.* (2015) analisaram a RU e a interface adesiva formada entre materiais obturadores e dentina intrarradicular em dentes submetidos a RT fracionada. Os dentes foram obturados com a técnica do cone único, utilizando-se guta-percha e um cimento à base de resina epóxica (AH Plus) e outro à base de agregados minerais (MTA-Fillapex). Foram selecionados 32 caninos inferiores humanos, distribuídos em dois grupos, irradiados e não irradiados. As amostras foram primeiramente submetidas a um protocolo de irradiação com dose total de 60 Gy, fracionada em 30 frações de 2 Gy/dia. Os canais foram então preparados com instrumentação recíprocante e irrigados com NaOCl a 1% durante o procedimento. Para a irrigação final foi utilizado EDTA a 17% por 5 minutos, seguido por irrigação com NaOCl

1% e uma lavagem final com água destilada. As amostras foram então redistribuídas em subgrupos (n = 8) de acordo com o cimento obturador utilizado. Em seguida, foi realizado o teste de *push-out* na primeira fatia de cada terço radicular (coronal, médio e apical), que após, foram examinadas com microscópio óptico, a fim de classificar o modo de falha. A segunda fatia de cada terço foi utilizada para análise qualitativa da interface materiais obturadores/dentina por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram obtidos valores de RU significativamente menores nos grupos irradiados, em comparação aos não irradiados, assim como em espécimes obturados com MTA-Fillapex, em comparação aos obturados com AH Plus. Comparando-se os terços radiculares, os valores de RU no terço coronal foram significativamente maiores, em comparação aos terços médio e apical, sendo este último com os menores valores. Com relação aos tipos de falhas, a porcentagem de falhas adesivas aumentou após a irradiação, em todos os terços radiculares, para o cimento AH Plus. Para o MTA-Fillapex, houve predomínio de falhas adesivas em todos os terços da raiz, nos grupos irradiados e não irradiados, com um leve aumento dessas falhas após a radiação.

Alterações na dentina intertubular, peritubular e intratubular podem ser observadas após 30 a 60 Gy de radiação, e a obliteração dos túbulos dentinários é observada após uma dose final de 60 Gy, sugerindo que essas alterações ocorrem devido à degeneração dos processos odontoblastócitos, causada pelos danos diretos ao tecido devido à ação dos radicais livres obtidos da radiação (MARTINS *et al.*, 2015).

O cimento MTA-Fillapex, contém em sua composição o Agregado de Trióxido Mineral (MTA), além de sílica nanoparticulada em uma matriz resinosa de salicilato (MARTINS *et al.*, 2015). O MTA se trata de um cimento bioativo, ou seja, em contato com tecidos dentais, ele estimula a deposição de tecido mineralizado, formando apatita carbonatada e esta, por sua vez, tende a penetrar os túbulos dentinários, criando uma camada interfacial com estruturas semelhantes a prolongamentos (*tags*) (MARTINS *et al.*, 2015). Nesse caso, pode-se dizer que o cimento MTA-Fillapex promove uma adesão química e micromecânica devido à presença dos componentes resinosos e MTA em sua formulação (MARTINS *et al.*, 2015). Essa adesão induzida pelo MTA poderia ser fortemente prejudicada pela obliteração dos túbulos dentinários causada pela ação da radiação ionizante, impedindo que este componente infiltre pelos túbulos (MARTINS *et al.*, 2015). Isso pode explicar a menor RU obtida nos grupos obturados com MTA-Fillapex após a RT no estudo de Martins *et al.* (2015).

Ainda, no estudo de Martins *et al.* (2015), a análise qualitativa microscópica revelou maior número de lacunas na interface cimento obturador/dentina radicular nos espécimes irradiados. Entretanto, o grupo obturado com o cimento AH Plus apresentou uma interface mais homogênea, melhor adaptação e menor número de falhas que o grupo obturado com MTA-Fillapex. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos no estudo de Paiola *et al.* (2018), em que foi observado um aumento expressivo no número de falhas na interface entre cimento obturador e dentina, porém, neste estudo, apenas o cimento AH Plus foi utilizado.

Durante a presa de cimentos à base de resina, ocorre a contração de polimerização, aumentando gradualmente também a tensão gerada, o que faz com que o cimento apresente uma tendência maior a se deslocar da interface materiais obturadores/dentina, criando lacunas (MARTINS *et al.*, 2015). Entretanto, é importante observar que no estudo de Paiola *et al.* (2018), a técnica de compactação lateral foi utilizada para a obturação, diferentemente do estudo de Martins *et al.* (2015), em que a técnica de cone único foi a escolhida. Na técnica da compactação lateral há um preenchimento mais adequado e homogêneo do espaço endodôntico pelo cimento obturador e cones de gutta-percha em proporções similares. Na técnica do cone único, utilizada no estudo de Martins *et al.* (2015), o sistema de canais possui uma área maior de preenchimento pelos cimentos obturadores, principalmente nos terços coronal e médio da raiz, onde a morfologia é mais irregular. Tal técnica poderia causar um aumento na força de contração de polimerização, favorecendo o deslocamento do cimento, e diminuindo assim a qualidade de adesão ao substrato dental (MARTINS *et al.*, 2015).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão de literatura a respeito da influência da radiação ionizante na interação entre materiais obturadores e dentina intrarradicular.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se a radiação ionizante altera a estrutura da dentina intrarradicular;
- Verificar a influência da radiação ionizante na resistência de união de materiais obturadores à dentina intrarradicular;
- Verificar se a aplicação do protocolo de radioterapia, antes ou após o tratamento endodôntico, interfere na resistência de união do cimento obturador.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica envolvendo artigos recentes relacionados ao tema. Os artigos selecionados para a revisão foram pesquisados nas bases de dados *online*: PubMed, SciELO e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde). A pesquisa bibliográfica teve como foco estudos que demonstrassem as alterações na RU de materiais obturadores à dentina intrarradicular e alterações das propriedades adesivas após a RT, assim como as mudanças físicas e químicas na estrutura dental, causadas pela radiação ionizante.

Para delimitação da busca foram selecionados descritores específicos do tema: “Radioterapia” (Radiotherapy), “câncer de cabeça e pescoço (head and neck cancer), “dentina” (dentin), “resistência de união” (bond strength), “cimento” (cement), “selador” (sealer), “canal radicular” (root canal), “radiação ionizante” (ionizing radiation) e “endodontia” (endodontics). Os descritores em português e inglês, assim como seus termos alternativos foram pesquisados pela plataforma de DeSC/MeSH (Descritores em Ciências da Saúde). As pesquisas foram realizadas com diferentes combinações dos termos, obtendo 130 artigos como resultado total, entre o período de julho/2009 a julho/2020.

Para a seleção dos artigos pertinentes a esta revisão de literatura, foi realizada a leitura de todos os títulos e resumos dos trabalhos obtidos como resultado das buscas nas bases de dados. Foram descartadas duplicatas e aqueles artigos que, apesar de aparecerem como resultados da busca, não possuíam o tema de enfoque. Após isso, foram pré-selecionados 9 artigos considerados compatíveis com o tema desta revisão, sendo então lidos integralmente. Para esta primeira seleção, foram considerados apenas estudos *in vitro*, *in vivo* e *ex vivo* relacionados à Odontologia, em que as amostras fossem expostas à RT independentemente do tipo de equipamento utilizado e da dose total aplicada. Desses, 4 foram descartados por não serem considerados adequados, devido aos materiais e técnicas empregadas, resultando em 5 artigos para a realização da presente revisão de literatura.

Assim, os artigos foram lidos integralmente e, os elementos necessários para constituir esta revisão de literatura, sintetizados.

5 RESULTADOS

Na página seguinte está disponível a Tabela 1, onde estão sintetizadas as principais informações dos artigos selecionados neste estudo.

Tabela 1 - Artigos selecionados para a revisão de literatura e síntese de suas principais características:

Título	Can radiotherapy affect the apical sealing ability of resin-based root canal sealers?	Influence of therapeutic cancer radiation on the bond strength of an epoxy- or an MTA-based sealer to root dentine	Effect of radiotherapy on the coronal-sealing ability of two different root canal sealing materials	Radiotherapy alters the composition, structural and mechanical properties of root dentin in vitro	How to improve root canal filling in teeth subjected to radiation therapy for cancer
Autores	E. Bodrumlu; A. Avsar; A. D. Meydan; N. Tuloglu.	C. V. Martins; G. B. Leoni; H. F. Oliveira; J. Arid; A. M. Queiroz; L. A. B. Silva; M. D. Sousa-Neto.	E. H. Bodrumlu, E. Bodrumlu.	M. M. A. C. Velo; A. L. H. Farha; P. S. S. Santos; A. Shiota; S. Z. Sansavino; A. T. Souza; H. M. Honório; L. Wang.	F. G. Paiola; F. C. Lopes; J. F. mazzi-Chaves; R. D. Pereira; H. F. Oliveira; A. M. Queiroz; M. D. Sousa-Neto.
Ano de publicação	2009	2015	2018	2018	2018
Tipo de estudo	In vitro	In vitro	In vitro	In vitro	In vitro
Método de RT	Bomba de Cobalto	Acelerador linear	Bomba de Cobalto	Acelerador linear	Acelerador linear
Dose RT	60 Gy	60 Gy	60 Gy	55 e 70 Gy	60 Gy
Momento de realização da RT	Pós-obturação	Prévio a obturação	Prévio a obturação	Prévio as análises	Prévio a obturação
Testes Realizados	Microinfiltração apical	Teste de microtração	Microinfiltração coronária	Análise de energia dispersiva de raios-X (EDX), Microdureza e difrac�o de raios-X (XRD).	Teste de microtração

Materiais analisados	Cimentos obturadores MM-Seal, AH-26 e AH-Plus	Cimentos obturadores AH Plus e MTA Fillapex	Cimentos obturadores AHPlus e Resilon	Não se aplica	NaOCl 1%, EDTA 17% e quitosana 0,2%, obturados com AH Plus.
Principais alterações observadas	O valor médio de microinfiltração apical foi ligeiramente superior nos grupos que receberam RT após a obturação.	Força de adesão significativamente menor foi observada nos grupos irradiados em comparação com os não irradiados, bem como em espécimes preenchidos com MTA Fillapex.	O valor médio de microinfiltração coronal aumentou ligeiramente nos grupos irradiados, mas sem diferenças estatisticamente significativas.	A porcentagem atômica de Cálcio diminuiu em todos os grupos após a irradiação, e a de Magnésio aumentou. Imagens obtidas em MEV sugeriram que a radiação induziu a desidratação da dentina; Após 55 Gy, os túbulos dentinários foram parcialmente obliterados e após 70 Gy, estavam totalmente obliterados. Desorganização notável dos cristais de apatita após a RT; Redução significativa da média de dureza superficial foi observada em todas as amostras de dentina após a irradiação.	Os dentes irradiados tiveram valores de resistência de união mais baixos do que os dentes não irradiados. Para dentes irradiados, a irrigação final com quitosana demonstrou maior resistência de união do que com NaOCl, e o tratamento com EDTA apresentou resultados semelhantes aos grupos tratados com quitosana e NaOCl.

Fonte: A autora (2021).

6 DISCUSSÃO

De acordo com Galetti *et al.* (2013), estudos mostram que os padrões microscópicos de desenvolvimento e progressão da cárie de radiação não diferem da cárie convencional (SILVA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2010). Outros estudos não demonstraram uma maior susceptibilidade à cárie após a irradiação, sugerindo que a etiologia dessa complicação não pode ser considerada exclusivamente como resultado dos efeitos da radiação ionizante sobre a estrutura dental (KIELBASSA, 2000; KIELBASSA *et al.*, 2000). Para Galetti *et al.* (2013) é mais provável que o desenvolvimento da cárie de radiação seja de origem multifatorial, em que os efeitos indiretos da RT de cabeça e pescoço, como alterações de quantidade e composição salivar, limitações na higiene oral devido a lesões na mucosa, reduzindo a biodisponibilidade de flúor e uma dieta cariogênica comum em pacientes com mucosite e hipossalivação, atuam em sinergia e levam a rápida progressão da cárie.

Em seu estudo, Galetti *et al.* (2013) demonstrou que a RT não altera as propriedades adesivas da dentina coronária, através de um estudo *ex vivo* em incisivos inferiores extraídos de pacientes submetidos a RT bidimensional convencional. Após o teste de microtração, foi observado como resultado um padrão homogêneo de fratura entre as amostras de ambos os grupos, além dos adesivos apresentarem níveis de RU à dentina de dentes irradiados *in vivo* consistentes com os obtidos em dentina não irradiada. Por outro lado, foi observada uma redução da estabilidade das propriedades mecânicas da dentina após a irradiação, porém, não foram consideradas significativas. Isso sugere que a radiação ionizante sozinha não seria capaz de alterar as propriedades mecânicas da dentina, tendo papel importante nessas alterações os efeitos indiretos da radiação sobre a cavidade oral.

É importante observar que diferentemente do estudo realizado por Galetti *et al.* (2013), o estudo de Velo *et al.* (2018) foi uma pesquisa *in vitro*, sendo assim, as amostras não foram submetidas a outros efeitos indiretos da RT sobre a cavidade oral, como xerostomia, aumento da viscosidade e diminuição do Ph salivar. Apesar disso, alterações físicas e químicas notáveis foram observadas no estudo de Velo *et al.* (2018), dados que estão de acordo com outras pesquisas realizadas *in vitro*. Essas conclusões contrastantes dos dois estudos pode se dar devido aos dois diferentes tipos de dentina utilizadas. O estudo de Galetti *et al.* (2013) analisou a dentina coronária que foi exposta à cavidade oral durante e após a RT, que mesmo com os efeitos adversos, como alterações salivares e dietéticas, foi submetida aos diversos estímulos pulpares e ambientais que um dente vital sofre em condições normais, como deposição de dentina terciária e o processo de desmineralização e remineralização, o

que não é possível observar em amostras *in vitro*, como no estudo de Velo *et al.* (2018). O que também pode explicar as maiores alterações observadas no estudo *in vitro*, é a dose direta de radiação a que as amostras foram submetidas nesse caso, diferentemente do estudo de Galetti *et al.* (2013), em que as amostras foram expostas de forma indireta, pois os dentes não foram o alvo da radiação, e sim as superfícies tumorais aos quais estavam próximos. Sendo assim, é provável que as doses recebidas por essas amostras tenham sido consideravelmente menores que no estudo de Velo *et al.* (2018), o que pode explicar as maiores alterações encontradas no estudo *in vitro*.

A falha dos cimentos obturadores pode ocorrer devido às propriedades físicas como adesividade, estabilidade dimensional e solubilidade (BODRUMLU *et al.*, 2009). De acordo com Bodrumlu *et al.* (2009) o selamento apical pode ser melhorado aumentando a superfície de contato entre as paredes do canal radicular e o cimento endodôntico. Porém, essa propriedade pode ser afetada pela ação da radiação ionizante sobre a estrutura dental, pois de acordo com Velo *et al.* (2018), há alterações nas matrizes mineral e orgânica que geram instabilidades ao substrato.

Durante a presa de cimentos à base de resina, ocorre a contração de polimerização, aumentando gradualmente também a tensão gerada, o que faz com que o cimento apresente uma tendência maior a se deslocar da interface materiais obturadores/dentina, criando lacunas (MARTINS *et al.*, 2015). Entretanto, é importante observar que no estudo de Paiola *et al.* (2018), a técnica de compactação lateral foi utilizada para a obturação, diferentemente do estudo de Martins *et al.* (2015), em que a técnica de cone único foi a escolhida. Na técnica da compactação lateral há um preenchimento mais adequado e homogêneo do espaço endodôntico pelo cimento obturador e cones de gutta-percha em proporções similares. Na técnica do cone único, utilizada no estudo de Martins *et al.* (2015), o sistema de canais possui uma área maior de preenchimento pelos cimentos obturadores, principalmente nos terços coronal e médio da raiz, onde a morfologia é mais irregular. Tal técnica poderia causar um aumento na força de contração de polimerização, favorecendo o deslocamento do cimento, e diminuindo assim a qualidade de adesão ao substrato dental (MARTINS *et al.*, 2015).

Rodrigues *et al.* (2017) analisaram as alterações nas propriedades da dentina, assim como sua RU após a RT. Como resultado, foi observado que a RT alterou as propriedades da dentina e influenciou as forças de ligação na dentina irradiada, assim como causou importantes alterações na sua matriz orgânica.

A radioterapia causa a quebra de moléculas de água e formação de radicais livres, como oxigênio e hidrogênio, e esse processo pode levar a desnaturação dos componentes orgânicos da dentina (RODRIGUES *et al.*, 2017). O colágeno é a proteína mais abundante na matriz orgânica dentinária (90%), e sua proteólise tem grande impacto na integridade estrutural deste tecido (RODRIGUES *et al.*, 2017). O colágeno dentinário apresenta um número expressivo de ligações covalentes intermoleculares entre as cadeias de grupos aldeído e amina, sendo essas ligações cruzadas responsáveis pela estabilidade e força de tração, necessárias para manter a estrutura da dentina (RODRIGUES *et al.*, 2017). No estudo de Rodrigues *et al.* (2017), foram observadas alterações na conformação dessas ligações covalentes, principalmente no grupo amina, o que ocorreu devido a liberação de radicais livres de peróxido de hidrogênio, e estes provavelmente se reorganizaram, causando alterações nas ligações químicas. Tal fato demonstra que com a quebra de ligações químicas durante a RT, há uma reorganização dos componentes, alterando assim as estruturas moleculares e, conseqüentemente, a organização estrutural do colágeno, fragilizando a interação entre matriz orgânica e cristais de hidroxiapatita (RODRIGUES *et al.*, 2017).

O estudo de Rodrigues *et al.* (2017) demonstrou também que em amostras não irradiadas, a dentina peritubular é mais mineralizada e apresenta uma estrutura mais lisa que a dentina intertubular, com áreas mais rugosas, ricas em colágeno. Já nos grupos irradiados observou-se uma perda na continuidade entre dentina peritubular e intertubular, onde uma morfologia homogênea pôde ser observada, mostrada por pontos de destruição e quebra entre elas. A desorganização das estruturas dentinárias após a RT pode ser associada à reorganização das estruturas do colágeno já citadas, o que compromete as propriedades mecânicas e adesivas da dentina (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Contrariamente aos resultados obtidos no estudo de Velo *et al.* (2018), em que foi observado diminuição da dureza de superfície da dentina radicular, os resultados do estudo de Rodrigues *et al.* (2017) apresentaram maiores valores de dureza nos grupos irradiados quando comparados ao grupo controle, independentemente da profundidade da dentina avaliada. As propriedades mecânicas da dentina variam de acordo com seu conteúdo mineral (RODRIGUES *et al.*, 2017). Sendo assim, estes resultados podem estar associados aos dados obtidos na análise de espectroscopia por infravermelho transformada de Fourier (FTIR), que demonstraram um aumento de 20% na concentração de fosfato na dentina nos grupos irradiados. O fosfato está presente na estrutura da hidroxiapatita, o que sugere que a RT foi capaz de alterar as ligações químicas, gerando uma reorganização desta estrutura e

favorecendo a maior formação de íons fosfato (RODRIGUES *et al.*, 2017). Contudo, no estudo de Rodrigues *et al.* (2017) foi observado valores menores de RU em um dos grupos irradiados. Imagens de microscopia confocal de varredura a laser (CLSM) mostraram que quando a restauração foi realizada após a RT, a interface adesiva apresentou características de permeabilidade devido à porosidade da superfície dentinária. Isso demonstra que procedimentos restauradores devem ser realizados previamente a RT, pois, após a irradiação o substrato sofre danos que podem comprometer a capacidade de ligação dos materiais às estruturas dentais.

Pode-se observar que existem muitas controvérsias na literatura referente às alterações nas propriedades mecânicas e na dureza de superfície da dentina irradiada, contudo, muitos fatores podem influenciar essas alterações. Metodologias utilizadas, protocolos e tipos de irradiação, e meios de armazenamento são algumas das variáveis que podem contribuir para diferentes resultados obtidos em estudos *in vitro* (RODRIGUES *et al.*, 2017).

A dentina é classificada como um substrato heterogêneo devido a sua constituição, 70% de matriz inorgânica, 20% de matriz orgânica e 10% de água, sendo a matriz orgânica composta principalmente por fibras colágenas (PAIOLA *et al.*, 2018). Devido à fragmentação dessas fibras colágenas, a radiação tem se mostrado mais prejudicial para os componentes orgânicos do que inorgânicos da dentina (PAIOLA *et al.*, 2018). Isso pode explicar a redução da RU do cimento AH Plus após a irradiação no estudo de Paiola *et al.* (2018), pois a hibridização é o processo primário durante a adesão de materiais a base de resina e, neste processo, grande parte da adesão é promovida pela união micromecânica do colágeno da dentina intertubular e materiais obturadores (PAIOLA *et al.*, 2018). Portanto, neste caso, a fragmentação da rede de colágeno provavelmente prejudicou a adesão micromecânica, o que explica a presença de falhas adesivas e lacunas na interface entre material obturador e dentina, observadas na análise microscópica (PAIOLA *et al.*, 2018). A integridade da interface é crucial para um adequado selamento tridimensional do sistema de canais, minimizando as chances de recontaminação, o que poderia induzir ao fracasso clínico do tratamento endodôntico (PAIOLA *et al.*, 2018).

Os resultados obtidos no estudo de Paiola *et al.* (2018), corroboram os dados obtidos por Martins *et al.* (2015) em que foi observada uma menor RU após a radioterapia, independente do terço da raiz e outros fatores, como diferentes materiais obturadores ou solução de irrigação final, analisados. Estes resultados obtidos em ambos os estudos provavelmente estão relacionados a importantes alterações na microestrutura dentinária, como

a fragmentação da rede de fibras colágenas, alterações na mineralização da dentina, obliteração dos túbulos dentinários, e a indução da expressão das metaloproteinases da matriz (MARTINS *et al.*, 2015). Como já mencionado, a composição da dentina se constitui de cerca de 10% de água, e essa constituição favorece o aumento da produção de radicais livres de hidrogênio e peróxido de hidrogênio pela ação da radiação ionizante, o que pode explicar grande parte das alterações nas estruturas secundárias e terciárias das proteínas, causando efeitos nocivos à hidratação do colágeno e gerando as alterações adesivas (MARTINS *et al.*, 2015).

O cimento obturador AH Plus interage quimicamente com a rede de colágeno da dentina radicular, aumentando a força de união através de ligações covalentes entre os anéis de epóxi e os grupos amina do colágeno, gerando fortes ligações entre as moléculas do cimento e da dentina (MARTINS *et al.*, 2015). O estudo de Rodrigues *et al.* (2017) relata as reorganizações estruturais, principalmente dos grupos amina, causadas pela ação dos radicais livres de hidrogênio, o que poderia explicar os menores valores de RU observados para o cimento AH Plus após a RT, visto que as ligações covalentes que deveriam ser normalmente formadas, foram prejudicadas pela organização estrutural, gerando danos à adesão do cimento obturador.

7 CONCLUSÃO

A radiação ionizante altera a composição química e estrutural da dentina intrarradicular, além de suas propriedades mecânicas, por meio da obliteração dos túbulos dentinários e fragmentação da rede de fibras colágenas. Com isso, a RT pode afetar o desempenho dos materiais obturadores, diminuindo sua capacidade de selamento e resistência de união.

Com relação ao momento da realização do tratamento endodôntico, a exposição à radiação ionizante previamente a obturação dos canais esteve associada a menores valores de resistência de união, assim como maior número de falhas na interface materiais obturadores/dentina intrarradicular.

REFERÊNCIAS

- BAHL, A. et al. Evaluation of Reirradiation in Locally Advanced Head and Neck Cancers: Toxicity and Early Clinical Outcomes. **J. Oncol.**, Mar. 2018.
- DE DEUS, G. et al. [Intratubular penetration of root canal sealers]. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 16, n. 4, p. 332-336, Out-Dez. 2002.
- BODRUMLU, E. et al. Can Radiotherapy affect the apical sealing ability of resin-based root canal sealers?. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 140, n. 3, p. 326-330, Mar. 2009.
- BODRUMLU E. H.; BODRUMLU E. Effect of Radiotherapy on the Coronal-Sealing Ability of Two Different Root Canal Sealing Materials. **Niger J. Clin. Pract.**, v. 21, n. 8, p. 1008-1011, Ago. 2018.
- GALETTI, R. et al. Radiotherapy does not impair dentin adhesive properties in head and neck cancer patients. **Clin. Oral Invest.**, v. 18, p. 1771-1778, Dez. 2013.
- GLOBOCAN. **International Association of Cancer Registries**, 2017. Disponível em: <<http://www.iacr.com.fr>>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- GURGEL-FILHO, E. D. et al. Push out bond strength of a self-adhesive resin cement used as endodontic sealer. **Restor. Dent. Endod.**, v. 39, n. 4, p. 282-287, Ago. 2014.
- INCA. **Instituto Nacional do Câncer**, 2018. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br>>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- KIELBASSA, A. M. In situ induced demineralization in irradiated and non-irradiated human dentin. **Eur. J. Oral. Sci.**, v. 108, n. 3, p. 214-221, Jun. 2000.
- KIELBASSA, A. M.; SCHENDERA, A.; SCHULTE-MÖNTING, J. Microradiographic and microscopic studies on in situ induced initial caries in irradiated and nonirradiated dental enamel. **Caries Res.**, v. 34, n. 1, p. 41-47, Jan-Fev. 2000.
- LIESHOUT, H. F. J; BOTS, C. P. The effect of radiotherapy on dental hard tissue—a systematic review. **Clin. Oral Investig.**, v. 18, n. 1, p. 17-24, Jan. 2014.
- LILLY, J. P. et al. An evaluation of root canal treatment in patients who have received irradiation to the mandible and maxilla. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 86, n. n. 2, p.224-226, Ago. 1998.
- MAMOOTIL, K.; MESSER, H. H. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 11, p. 873-881, Nov. 2007.
- MARTINS, C.V. et al. Influence of therapeutic cancer radiation on the bond strength of na epoxy- or an MTA-based sealer to root dentine. **Int. Endod. J.**, v. 49, n. 11, p. 1065-1072, Out. 2015.
- MATZINGER, O. et al. Radiochemotherapy in locally advanced squamous cell carcinomas of the head and neck. **J. Clin. Oncol.**, v. 21, n. 7, p. 525-531, Set. 2009.

MONTICELLI, F. et al. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 5, p. 374-385, Maio 2007.

NOVAIS, V. R. et al. Effect of Gamma Radiation and Endodontic Treatment on Mechanical Properties of Human and Bovine Root Dentin. **Braz. Dent. J.**, v. 27, n. 6, p.670-674, Out-Dez. 2016.

OLIVEIRA, M. L. C. et al. A 10-year analysis of the oral squamous cell carcinoma profile in patients from public health centers in Uruguay. **Braz. Oral Res.**, v. 29, n. 1, Jun. 2015.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde, 2018. Disponível em: <<https://www.paho.org/bra/>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

PAIOLA, F. G. et al. How to improve root canal filling in teeth subjected to radiation therapy for cancer. **Braz. Oral Res.**, v. 32, n. 121, Nov. 2018.

REED, R. et al. Radiotherapy effect on nano-mechanical properties and chemical composition of enamel and dentine. **Arch. Oral Biol.**, v. 60, n. 5, p. 690-697, Maio 2015.

RODRIGUES, R. B. et al. Influence of radiotherapy on the dentin properties and bond strength. **Clin. Oral Invest.**, v. 22, n. 2, p. 875-883, Ago. 2017.

SEMRAU, R. The Role of Radiotherapy in the Definitive and Postoperative Treatment of Advanced Head and Neck Cancer. **Oncol. Res. Treat.**, v. 40, p. 347-52, Maio 2017.

SIERKO, E. et al. Endothelial Microparticles and Blood Coagulation Activation in Head and Neck Cancer Patients Undergoing Radiotherapy or Radiochemotherapy. **In Vivo**, v. 33, n. 2, p. 627-632, Mar-Abr. 2019.

SILVA, A. R. S. et al. Patterns of demineralization and dentin reactions in radiation-related caries. **Caries Res.**, v. 43, n. 1, p. 43-49, Jan. 2009.

SILVA, A. R. S. et al. Radiation-related caries and early restoration failure in head and neck cancer patients. A polarized light microscopy and scanning electron microscopy study. **Support Care Cancer**, v. 18, n. 1, p. 83-87, Jan. 2010.

SROUSSI, H. Y. 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 Med.**, v. 6, n. 12, p. 2918-2931, Dez. 2017.

TAGGER, M. et al. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. **Int. Endod. J.**, v. 28, n. 5, p. 351-354, Maio 2002.

TEDESCO, M. et al. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. **Microsc. Res. Tech.**, v. 77, n. 12, p. 1015-1022, Dez. 2014.

TOPÇUOĞLU, H. S. et al. The effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the dislocation resistance of mineral trioxide aggregate to root canal dentin. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 12, p. 2041-2044, Dez. 2014.

TUNCEL, B. et al. Effect of endodontic chelating solutions on the bond strength of endodontic sealers. **Braz. Oral Res.**, v. 29, n. 1, Maio 2015.

VELO, M. M. A. C. et al. Radiotherapy alters the composition, structural and mechanical properties of root dentin in vitro. **Clin. Oral Invest.**, v. 22, n. 8, p. 2871-2878, Fev. 2018.

VISSINK, A. et al. Oral sequelae of head and neck radiotherapy. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, v. 14, n. 3, p. 199-212, Maio 2003.

WITTEKINDT, C. et al. Basics of tumor development and importance of human papilloma virus (HPV) for head and neck cancer. **GMS. Curr. Top. Otorhinolaryngol Head Neck Surg.**, v. 11, Dez. 2012.

YAMAZAKI, H. et al. Reirradiation for recurrent head and neck cancers using charged particle or photon radiotherapy. **Strahlenther Onkol.**, v. 21, p. 521-526, Abril 2017.

ANEXO A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 19 dias do mês de Março de 2021, às 14:00 horas, em sessão pública em plataforma virtual (Plataforma online RNP), na presença da Banca Examinadora presidida pelo Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti da Garcia e pelos examinadores:

1 - Profa. Dra. Cleonice da Silveira Teixeira,

2 - Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi,

a aluna Giovana Aparecida Wosniak apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

Influência da Radiação Ionizante na Interação entre Cimentos Obturadores e Dentina Radicular: Uma Revisão de Literatura, como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela aprovação do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.



Documento assinado digitalmente
Lucas da Fonseca Roberti Garcia
Data: 19/03/2021 15:14:00-0300
CPF: 277.929.858-81
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Presidente da Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
Cleonice da Silveira Teixeira
Data: 21/03/2021 16:53:17-0300
CPF: 749.310.599-53
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Examinador 1



Documento assinado digitalmente
Eduardo Antunes Bortoluzzi
Data: 19/03/2021 16:09:21-0300
CPF: 889.411.919-04
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Examinador 2



Documento assinado digitalmente
Giovana Aparecida Wosniak
Data: 21/03/2021 20:22:16-0300
CPF: 095.034.309-92
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Aluno