



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

Ariadne Laís Costa Fernandes Stenger

**EFEITOS DE DOSES CUMULATIVAS DE RADIAÇÃO IONIZANTE NA  
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO CIMENTO OBTURADOR À DENTINA  
INTRARRADICULAR**

Florianópolis  
2023

Ariadne Laís Costa Fernandes Stenger

**EFEITOS DE DOSES CUMULATIVAS DE RADIAÇÃO IONIZANTE NA  
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO CIMENTO OBTURADOR À DENTINA  
INTRARRADICULAR**

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

Orientador(a): Prof., Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia

Florianópolis

2023

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

Stenger, Ariadne Lais Costa Fernandes  
Efeito de doses cumulativas de radiação ionizante na resistência de união do cimento obturador a dentina intrarradicular / Ariadne Lais Costa Fernandes Stenger ; orientador, Lucas da Fonseca Roberti Garcia, 2023.  
43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. radioterapia. 3. resistência de união. 4. tratamento endodôntico. I. Garcia, Lucas da Fonseca Roberti. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. III. Título.



Ariádne Laís Costa Fernandes Stenger

**EFEITOS DE DOSES CUMULATIVAS DE RADIAÇÃO IONIZANTE NA  
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO CIMENTO OBTURADOR À DENTINA  
INTRARRADICULAR**

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

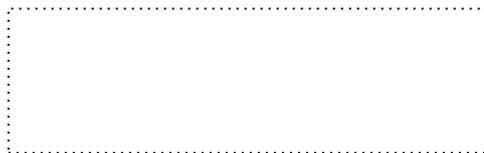


Profª Drª Glauca Santos Zimmermann  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora**



Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia  
Orientador



Profa. Dra. Cleonice da Silveira Teixeira



Doutoranda Lívia Ribeiro



*Dedico esse trabalho aos meus filhos, Raví e Melissa,  
vocês são minha recompensa.*



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço ao meu Deus, Ele é quem me deu ânimo e alegria, e quando eu achei que não conseguiria o Senhor me sustentou, Ele abriu todas as portas para que eu pudesse chegar até aqui, não teve absolutamente nada que veio dessas minhas mãos, o Senhor proveu todas as vezes que eu precisava escolher entre tomar um café ou pagar um xerox, as listas de materiais infindáveis, me sustentou em meio a crises de ansiedade e síndrome do pânico, me direcionou inclusive na escolha do orientador responsável por esse trabalho, pois não existe nada que eu faça sem antes orar ao meu Pai. Toda honra é para Ti, meu Deus!

A Melissa e Ricardo que durante 5 anos me confiaram o trabalho de cuidar dos seus bens mais preciosos, Theodoro, Santiago e Vicente. Essa família é um verdadeiro presente de Deus na minha vida, foi através desse trabalho que eu consegui comprar todos os materiais e me manter no curso. Theo e Santi, obrigada por terem sido verdadeiros amigos e me encherem de alegria quando meu dia não tinha sido tão bom, por pularem comigo por uma nota boa em alguma prova e principalmente porque vocês me lembravam todos os dias que a verdadeira alegria está nas coisas mais simples da vida. Amo vocês de todo o coração! Obrigada por terem sido minha resposta de oração em vários momentos, por vocês sempre dei o meu melhor.

Ao meu marido Alysson e meus filhos Raví e Melissa, obrigada por serem o meu bem mais precioso que o Senhor me deu, vocês são a expressão viva do quanto Deus me ama e eu dificilmente conseguiria finalizar essa etapa sem vocês! Aos meus pais Antônio e Margareth, sei o quanto tudo isso significa pra vocês, por isso me esforcei para honrá-los com essa conquista! Obrigada por todo o amor e apoio, amo vocês com todo o meu coração.

Ao meu Orientador e Professor, muito obrigada! Você é um ser humano incrível e uma grande inspiração, é evidente que você faz o que ama, isso transparece desde o primeiro dia que assisti você ministrando uma aula. Obrigada por toda ajuda e compreensão ao longo dessa jornada, obrigada por confiar suas horas de pesquisa e trabalho em minhas mãos, me esforcei pra honrar o presente que foi ter participado desse trabalho. Que Deus abençoe você abundantemente.



## RESUMO

O objetivo do presente estudo *in vitro* foi avaliar o efeito de doses cumulativas de radiação ionizante na resistência de união de dois cimentos obturadores de diferentes bases à dentina intrarradicular. Foram selecionados 60 dentes unirradiculares de humanos. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 6 grupos (n=10), de acordo com a dose de radiação ionizante (70 Gy e 70 Gy + 70 Gy) e os cimentos obturadores utilizados (AH Plus e BioRoot): G1 (controle) - AH Plus/sem radiação; G2 (controle) - BioRoot/sem radiação; G3 - AH Plus/70 Gy; G4 - BioRoot/70 Gy; G5 - AH Plus/70 Gy + 70 Gy e G6 - BioRoot/70 Gy + 70 Gy. Para avaliação da resistência de união dos cimentos à dentina intrarradicular foi realizado teste de *push-out* em Máquina Universal de Ensaio (0,5 mm/min). Os padrões de falha foram classificados em adesivo, coesivo ou misto após análise em estereomicroscópio. Não houve diferença entre a condição experimental (irradiação) e terços radiculares para o cimento AH Plus (p=0,113). Para o cimento BioRoot não houve interação entre a condição experimental e terços radiculares (p=0,771). Ao compararmos os diferentes cimentos entre si, houve diferença significativa para todos os terços radiculares e condições experimentais (p<0,001). Para BioRoot, as amostras apresentaram predominantemente padrão de falha do tipo adesiva, e AH Plus, apresentou predomínio de falha do tipo mista em todas as condições experimentais. O cimento à base de resina epóxica foi afetado positivamente pelas diferentes doses de radiação. Já o cimento biocerâmico apresentou resistência de união inferior ao do cimento à base de resina epóxica, entretanto, estável em todas as condições experimentais.

**Palavras-chave:** radioterapia, tratamento endodôntico, câncer de cabeça e pescoço, resistência de união.

## ABSTRACT

The objective of the present *in vitro* study was to evaluate the effect of cumulative doses of ionizing radiation on the bond strength of two endodontic sealers of different bases to intraradicular dentin. Sixty single-rooted human teeth were selected. The teeth were randomly distributed into 6 groups (n=10), according to the dose of ionizing radiation (70 Gy and 70 Gy + 70 Gy) and the sealers used (AH Plus and BioRoot): G1 (control) - AH Plus/no-irradiation; G2 (control) - BioRoot/no-irradiation; G3 - AH Plus/70 Gy; G4 - BioRoot/70 Gy; G5 - AH Plus/70 Gy + 70 Gy and G6 - BioRoot/70 Gy + 70 Gy. A push-out test was carried out on a Universal Testing Machine (0.5 mm/min). Failure modes were classified as adhesive, cohesive or mixed after analysis using a stereomicroscope. The data obtained were statistically compared (2-way ANOVA and Tukey tests -  $\alpha = 0.05$ ). There was no interaction between the experimental condition (irradiation) and root thirds for AH Plus ( $p=0.113$ ). For BioRoot cement there was no interaction between the experimental condition and root thirds ( $p=0.771$ ). When comparing the different sealers to each other, there was a significant difference for all root thirds and experimental conditions ( $p<0.001$ ). For BioRoot, the specimens had a predominantly adhesive failure mode. AH Plus showed a predominance of mixed failure in all experimental conditions. The epoxy resin-based sealer was positively affected by the different doses of radiation. The bioceramic sealer had lower bond strength than epoxy resin-based sealer, however, it was stable under all experimental conditions.

**Keywords:** radiotherapy, endodontic treatment, head and neck cancer, bond strength.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação gráfica do padrão de falha das amostras após teste de push-out .....	31
Figura 2 – Imagens obtidas em estereomicroscópio após o teste de push-out .....	31



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos grupos experimentais de acordo com o cimento obturador e dose de radiação ionizante aplicadas .....	25
Tabela 2 – Valores médios (Mpa) e desvio-padrão em relação aos diferentes grupos (cimento e radiação) e terços radiculares .....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>21</b>
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>24</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	24
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	24
3.3 HIPÓTESE NULA.....	24
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
4.1 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS .....	25
4.2 CÁLCULO AMOSTRAL.....	25
4.3 SELEÇÃO DAS AMOSTRAS .....	25
4.4 IRRADIAÇÃO DOS DENTES.....	26
4.5 PROCEDIMENTOS ENDODÔNTICOS.....	27
4.6 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO <i>PUSH-OUT</i> .....	28
4.7 ANÁLISE DO PADRÃO DE FALHA .....	29
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	29
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>45</b>
ANEXO I – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....	45
ANEXO II – ATA DE DEFESA.....	47

## 1 INTRODUÇÃO

O câncer é a segunda principal causa de mortes no mundo, responsável por 9,6 milhões de óbitos somente no ano de 2018 (OPAS, 2018). Dentre os diversos tipos de câncer, os de cabeça e pescoço (CCP) apresentam a sexta maior prevalência, com uma incidência estimada em 2.000 casos por dia (GLOBOCAN, 2020). No Brasil, 15.190 novos casos de câncer de cavidade oral foram registrados no ano de 2020, sendo o quinto mais comum entre homens, com 11.180 novos casos (INCA, 2020). 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).

A radioterapia é considerada o padrão atual de tratamento para pacientes recém-diagnosticados com CCP, além da cirurgia e podendo também ser associada a 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 qualquer tumor residual (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 a radiação ionizante de alta energia, mas também células saudáveis adjacentes ao local irradiado (SIERKO *et al.*, 2019). Por este motivo, os pacientes podem apresentar efeitos colaterais associados a danos teciduais por algumas semanas, meses ou anos (SIERKO *et al.*, 2019). O fracionamento da radioterapia é clinicamente comprovado e altamente eficaz por equilibrar ação antitumoral e 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 & 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 a resistência mecânica do esmalte e de forma mais significativa da dentina, causando danos na matriz de colágeno e processos odontoblásticos (NOVAIS *et al.*, 2016).

A cárie relacionada à 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 (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 a perda precoce do elemento dental (LILLY *et al.*, 1998).

O tratamento endodôntico tem como objetivo reestabelecer a saúde do sistema de canais radiculares, manter a estrutura dental, preservar a função para posterior adequação estética, 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). Para isso, é essencial que os materiais obturadores tenham adequada selamento à dentina radicular impedindo a recontaminação do sistema de canais (TAGGER *et al.*, 2002; MONTICELLI *et al.*, 2007). Os cimentos obturadores endodônticos são classificados de acordo com sua composição, podendo ser a base de óxido de zinco e eugenol, hidróxido de cálcio, resinosos, e mais

recentemente biocerâmicos (DE DEUS *et al.*, 2002; MAMOOTIL e MESSER, 2007; TEDESCO *et al.*, 2014; TOPÇUOĞLU *et al.*, 2014).

Avanços recentes nas modalidades de tratamento do CCP mostraram uma melhora de até 5 anos de sobrevida dos pacientes (BAHL *et al.*, 2018; YAMAZAKI *et al.*, 2017). No entanto, a recidiva locorregional é o padrão predominante de falha no tratamento dos casos de CCP mais avançados, e ainda é vista como um obstáculo na cura da doença (YAMAZAKI *et al.*, 2017; BAHL *et al.*, 2018) com taxas de recorrência que variam entre 18% e 33% para doença avançada (KYRGIAS *et al.*, 2016). Apesar de possíveis danos aos tecidos adjacentes, a Radioterapia de Intensidade Modulada (IMRT) e seus refinamentos adicionais, como a radioterapia guiada por imagem (IGRT) impulsionaram a prática de re-irradiação utilizando a RT externa devido à alta dose de conformação em área tumoral e a capacidade de restringir as doses recebidas pelos tecidos circundantes em risco (YAMAZAKI *et al.*, 2017; BAHL *et al.*, 2018).

Modificações nas propriedades mecânicas da dentina causadas pela radiação ionizante são confirmadas por muitos estudos (DE SIQUEIRA MELLARA *et al.*, 2014; REED *et al.*, 2015). No entanto, o efeito provocado por doses cumulativas de radiação ionizante sobre a dentina intrarradicular, e sua influência sobre a resistência de união de cimentos endodônticos de bases diversas não possui evidência científica (NOVAIS *et al.*, 2016), sendo necessária a realização de estudos que correlacionem estas variáveis.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Câncer é um termo utilizado que engloba diversos grupos de doença que podem afetar qualquer parte do corpo (OPAS, 2018). É caracterizado como uma rápida multiplicação celular que cresce além da normalidade e que pode se espalhar a outras partes do corpo e órgãos, processo este chamado de metástase. A metástase é a principal causa de morte por câncer (OPAS, 2018).

Nas Américas só em 2008 causou 1,2 milhão de mortes e 45% destas ocorreram na América Latina e Caribe (OPAS, 2018). Há uma previsão de que a mortalidade por câncer nas Américas aumente em 2,1 milhões até 2030 (OPAS, 2018). Pelo menos um terço de todos os casos de câncer poderiam ser evitados se os fatores de risco fossem mais trabalhados, como tabagismo, abuso de álcool, dieta inadequada e falta de exercício físico (OPAS, 2018).

Segundo Sroussi et al. (2017), o tratamento para pacientes diagnosticados com câncer de cabeça e pescoço é normalmente determinado por cirurgia seguida de radioterapia. Porém, sabe-se que a radioterapia atinge tanto células cancerígenas quanto tecidos saudáveis, fazendo com que toda a área exposta a radiação sofra algum tipo de dano e os sintomas resultantes desse tratamento podem durar por até 3 meses na maioria dos casos ou até anos (SROUSSI et al., 2017).

De Siqueira Mellara et al. (2014) e Reed et al. (2015), analisaram que pacientes com câncer de cabeça e pescoço que são submetidos ao tratamento de radioterapia, tem sua saúde bucal comprometida e afetada em alguns aspectos. Esses comprometimentos nos tecidos incluem xerostomia, mucosite, perda de paladar, trismo, perda progressiva do ligamento periodontal, alterações microvasculares, necrose de tecidos moles, osteorradição e cárie relacionada à

radiação. Alterações morfológicas e estruturais também foram observadas em muitos estudos (DE SIQUEIRA MELLARA et al., 2014; REED et al., 2015).

De acordo com Sroussi et al. (2017), a cárie relacionada à radiação tem uma implicação bastante significativa, pois quando não tratada, tem sua evolução acelerada, necessitando subsequentemente a tratamentos mais extensos como um tratamento de canal. A razão para o aparecimento dessa lesão pode estar associada ao fato da radiação na área de cabeça e pescoço causar hipossalivação, facilitando o aparecimento e progressão da doença cárie. A vitalidade pulpar é muito importante para manter a longevidade de uma restauração, e a alta incidência de cárie pode levar a polpa a passar por um processo degenerativo. Novais et al. (2016), verificaram que antigamente, era frequente que dentes cariados fossem extraídos previamente a radioterapia, porém, atualmente, os dentes têm sido submetidos a tratamento de canal para evitar a perda do elemento dental (NOVAIS et al., 2016).

Em pesquisas publicadas pelos autores De Siqueira Mellara et al. (2014) e Reed et al. (2015), sabe-se que do mesmo modo que alterações teciduais ocorrem como resultado da radioterapia, também acontecem alterações morfológicas relevantes em esmalte e dentina, fazendo com que essas superfícies fiquem frágeis e propensas a uma ruptura progressiva. Foi observado também uma maior concentração de água na região amelodentinária, e que a radiação causa justamente uma diminuição do teor da água nos tecidos, tornando-o rígido e conseqüentemente promovendo uma diminuição na microdureza. Isso faz com que o dente absorva as forças oclusais de forma insatisfatória, tornando-se assim mais friável. Foi verificado em estudos com pacientes irradiados, o esmalte dentário se desprendendo da dentina na região dentina esmalte, sendo esse local onde a microdureza do esmalte é aumentada. Já temos como resultados estudos que trazem como a radiação modifica

propriedades mecânicas da dentina, mas há poucos casos na literatura sobre a ação causada pelo tratamento endodôntico realizado em dentes irradiados (DE SIQUEIRA MELLARA et al., 2014; REED et al., 2015).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a resistência de união de dois diferentes cimentos endodônticos à dentina intrarradicular submetida a doses cumulativas de radiação ionizante.

#### **3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Analisar o efeito de doses cumulativas de radiação ionizante (70 Gy e 70 Gy + 70 Gy) na resistência de união à dentina intrarradicular de um cimento endodôntico à base de resina epóxica e um biocerâmico.

#### **3.3 HIPÓTESE NULA**

As diferentes doses de radiação ionizante não afetarão a resistência de união dos cimentos testados à dentina intrarradicular, independente de sua composição.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS

Esse estudo utilizou elementos dentais humanos, extraídos por motivos alheios a esta pesquisa, e foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC (CAAE: No. 26203019.9.1001.0121).

### 4.2 CÁLCULO AMOSTRAL

O cálculo amostral foi realizado baseado no estudo de Lopes et al. (2021), com o *software* G\*Power version 3.1.9.6 (<http://www.psych.uni-duesseldorf.de/abteilungen/aap/gpower3/>), levando em consideração os seguintes parâmetros: erro  $\alpha = 0.05$  (nível de significância de 5%), poder de teste  $(1-\beta) = 0.80$  e um tamanho de efeito = 1. O cálculo amostral demonstrou um número total de dez espécimes por grupo experimental para aplicação apropriada da análise estatística.

### 4.3 SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram selecionados para este estudo 60 dentes hígidos recém-extraídos de humanos, unirradiculares, com canal único, reto, ápice fechado e após a remoção da coroa todos os dentes foram padronizados em 15 mm de comprimento. Inicialmente, os dentes foram armazenados em solução de cloramina T a 0,1% durante 48 horas, seguido de lavagem em água corrente por 24 horas. Após, os dentes foram armazenados em recipientes com água destilada em estufa a 37°C a fim de evitar sua desidratação até a realização dos experimentos. Finalizado esse período, as coroas dos dentes foram seccionadas próximo à junção amelocementária utilizando disco diamantado de dupla-face (American Burrs, Palhoça, SC, Brasil) montado em micromotor e peça reta (Modelo S4 Classic; Schuster, Santa Maria, RS, Brasil), sob abundante refrigeração por água.

As amostras foram então distribuídas aleatoriamente em 6 grupos experimentais (n=10), de acordo com a dose de radiação ionizante recebida e o tipo de cimento obturador utilizado, sendo um à base de resina epóxica (AH Plus; Dentsply-Herpo, Petrópolis, RJ, Brasil) e outro biocerâmico (BioRoot; Septodont, Saint-Maur-des-fossés, França) (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos grupos experimentais de acordo com o cimento obturador e dose de radiação ionizante aplicadas.

Dose de Radiação	Cimento Endodôntico	
	AH Plus	BioRoot
Não-irradiado	G1 (controle)	G2 (controle)
70 Gy	G3	G4
70 Gy + 70 Gy	G5	G6

#### 4.4 IRRADIAÇÃO DOS DENTES

Para a realização da RT, uma análise tomográfica inicial foi realizada e um mapa de distribuição de doses foi elaborado para que a dose total de irradiação prevista atingisse uniformemente todos os dentes. Os dentes foram imersos em água deionizada dentro de um suporte plástico, alinhado e equidistante ao centro do feixe para garantir a distribuição da taxa de dose (400 UM/min), de acordo com o protocolo realizado por Da Cunha *et al.* (2016). Em seguida, todos os grupos experimentais foram submetidos a uma dose total de 70 Gy fracionados em doses de 2 Gy diários, conforme o método utilizado por Reed *et al.* (2015). Após isso, os grupos G3 e G4 foram removidos do suporte plástico e, então, os grupos G5 e G6 foram submetidos a

uma nova irradiação, simulando um caso de recidiva locorregional. Foi utilizado o mesmo protocolo de 70 Gy, acumulando então nesses dois grupos uma dose total de 140 Gy devido às duas irradiações aplicadas.

A irradiação dos dentes foi realizada no Departamento de Radioterapia do Centro de Pesquisas Oncológicas (CEPON) de Florianópolis (SC, Brasil); sob a responsabilidade e supervisão de um físico e de um médico radio-oncologista. O aparelho utilizado foi um acelerador linear (Clinac 2100C; Varian Medical Systems, Inc., Palo Alto, CA, EUA) pela técnica de Terapia de Radioterapia de Intensidade Modulada (IMRT), com colimadores dinâmicos (Dynamic Multileaf Collimator - DMLC). Ao final de cada ciclo de irradiação, a água destilada e deionizada era substituída por saliva artificial e os dentes mantidos à 37°C para simular as condições orais. A cada novo ciclo de irradiação, a saliva artificial era substituída por água destilada e deionizada novamente. Finalizada a RT, os dentes foram armazenados em saliva artificial a 37°C até o uso.

#### 4.5 PROCEDIMENTOS ENDODÔNTICOS

Após aplicação das diferentes doses de radiação ionizante, as amostras foram submetidas ao tratamento endodôntico. Os canais radiculares foram acessados e explorados com lima tipo K #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) e a determinação do comprimento de trabalho (CT) foi realizada inserindo a lima no comprimento real do dente (CRD) até sua visualização no forame apical, seguido de recuo de 1 mm. A modelagem dos canais foi realizada pela técnica coroa-ápice, utilizando sistema Reciproc (VDW GmbH, Munique, Alemanha) montado em contra-ângulo 6:1 (VDW Silver Reciproc, Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemanha) acionado por motor elétrico (VDW Silver Reciproc Motor, Sirona Dental Systems), utilizando-se instrumento R40 (40.06) no modo "RECIPROC ALL", de

acordo com as orientações do fabricante. O preparo dos terços cervical, médio e apical foi realizado de forma gradativa pelo instrumento, penetrando o canal com movimentos de vai-e-vem, com avanços de 3 mm a cada inserção. A cada avanço do instrumento, esse foi removido do canal e limpo com gaze estéril. Neste momento, o canal foi irrigado com 2 mL de solução de hipoclorito de sódio à 2,5% (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil), com a agulha de irrigação calibrada em 2 mm aquém do CT, e uma lima K #15 foi utilizada como instrumento de patência, no CRD. Concluído o preparo do canal, uma irrigação com 3 mL de EDTA à 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) foi realizada durante 3 minutos, seguido por irrigação final com 2 mL de hipoclorito de sódio à 2,5%, aspiração e secagem com cones de papel absorvente (Dentsply-Malleifer).

A obturação dos canais radiculares foi realizada pela técnica da compactação lateral, utilizando os dois tipos diferentes de cimentos; os grupos G1, G3 e G5 foram obturados com cimento à base de resina epóxica (AH Plus; Dentsply-Herpo) e cones de guta-percha (VDW GmbH), e os grupos G2, G4 e G6 foram obturados com cimento biocerâmico (BioRoot; Septodont) e cones de guta-percha (VDW GmbH).

#### 4.6 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO *PUSH-OUT*

Após a realização do tratamento endodôntico, as raízes foram incluídas individualmente em blocos de resina acrílica autopolimerizável (Jet, Clássico, São Paulo, SP, Brasil) para que fossem então seccionadas transversalmente, perpendiculares ao longo eixo do canal. Para isso, os blocos de resina foram acoplados a uma cortadora metalográfica (SYJ - 150 Digital Diamond Low Speed Saw 4, MTI Crystal, Richmond, CA, EUA), e seccionados com disco diamantado dupla face nº 11-4243 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), utilizando peso de corte de 100 gramas e

velocidade de 300 RPM, sob abundante refrigeração por água, obtendo-se fatias de dentina com 1 mm de espessura. Para a realização do teste *push-out* foram selecionadas duas fatias por terço (cervical, médio e apical).

Cada disco obtido foi fixado a uma base metálica de aço inoxidável contendo um orifício de 2,5 mm de diâmetro na região central, acoplado na Máquina Universal de Ensaio (Instron, Modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA), posicionando o canal radicular obturado na mesma direção do orifício da base metálica. Uma haste com ponta compatível com o diâmetro do canal foi acionada com uma velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min, até o deslocamento do material obturador. A força aplicada para o deslocamento do material obturador foi registrada em KiloNewton (KN), convertida em Newton (N), e dividida pela área de adesão (mm<sup>2</sup>). Em seguida, os valores foram convertidos para MPa (MegaPascal). A área de adesão foi obtida pela fórmula:  $\pi (R + r) \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$

Onde  $\pi$  é a constante, “R” é o raio do canal radicular no terço cervical, “r” no terço apical e “h” a espessura do disco de dentina em mm.

#### 4.7 ANÁLISE DO PADRÃO DE FALHA

Após o teste de *push-out*, o padrão de falha das amostras foi analisado em estereomicroscópio (SteREO Discovery.V12; Carl Zeiss, Jena, Alemanha) em aumentos de 15x e 40x. Os padrões de falha foram classificados em adesivo, coesivo ou misto.

#### 4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores obtidos no teste de *push-out* foram submetidos à análise estatística com o software JAMOVI versão 1.2 (<https://www.jamovi.org/about.html>). Os dados

foram comparados estatisticamente após verificação do padrão de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade (teste de Levene). A análise estatística subsequente foi realizada com uma análise de variância de dois fatores para identificar o efeito da associação entre cimentos e dose de radiação, e terços radiculares, bem como a interação desses esses fatores. Comparações pareadas foram realizadas com o teste *post-hoc* de Tukey. Para todas as comparações, a significância estatística foi pré-estabelecida em  $\alpha = 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

Nenhuma amostra foi perdida durante a realização do teste de resistência de união *push-out*. As forças de *push-out* para os grupos experimentais nos diferentes terços radiculares podem ser vistos na Tabela 2.

A análise estatística demonstrou que houve interação entre a condição experimental (irradiação) e terços radiculares para o cimento à base de resina epóxica (AH Plus) ( $p=0,113$ ). Observou-se diferença estatística entre os terços cervical/médio e apical ( $p<0,001$ ); e entre os grupos não-irradiado (controle) e irradiados ( $p=0,004$ ). Não houve diferença estatística entre os grupos irradiados ( $p>0,05$ ). Para o cimento biocerâmico (BioRoot) não houve interação entre a condição experimental e terços radiculares ( $p=0,771$ ). Houve diferença estatística entre os terços cervical e médio/apical ( $p=0,012$ ) para as amostras não-irradiadas e irradiadas com 70 Gy; e entre os terços cervical/médio e apical para as amostras irradiadas com 70 Gy + 70 Gy ( $p<0,001$ ). Ao compararmos os diferentes cimentos entre si, houve diferença significativa para todos os terços radiculares e condições experimentais ( $p<0,001$ ).

Tabela 2. Valores médios (Mpa) e desvio-padrão em relação aos diferentes grupos (cimentos e radiação) e terços radiculares.

<b>Cimento</b>	<b>Terço</b>	<b>Controle (não irradiado)</b>	<b>70 Gy</b>	<b>70 Gy + 70 Gy</b>
<b>AH Plus</b>	Cervical	6,94 ± 0,17 <sup>A,a</sup>	7,18 ± 2,96 <sup>A,b</sup>	8,40 ± 3,14 <sup>A,b</sup>
	Médio	5,27 ± 0,42 <sup>A,a</sup>	7,03 ± 2,49 <sup>A,b</sup>	7,40 ± 2,24 <sup>B,b</sup>
	Apical	4,70 ± 0,96 <sup>B,a</sup>	4,15 ± 1,27 <sup>B,a</sup>	7,63 ± 2,32 <sup>B,b</sup>
<b>BioRoot</b>	Cervical	5,04 ± 3,22 <sup>B,a</sup>	3,94 ± 0,97 <sup>B,a</sup>	5,84 ± 3,81 <sup>C,a</sup>
	Médio	3,64 ± 2,94 <sup>C,a</sup>	2,71 ± 0,90 <sup>C,a</sup>	3,58 ± 2,96 <sup>C,a</sup>
	Apical	2,09 ± 1,58 <sup>C,a</sup>	1,95 ± 1,16 <sup>C,a</sup>	1,95 ± 1,38 <sup>D,a</sup>

\*Letras maiúsculas iguais nas colunas indicam que não há diferença entre os terços radiculares; letras minúsculas iguais nas linhas indicam que não há diferença entre grupo controle e doses de radiação para cada cimento. Two-way ANOVA and Tukey' test ( $p<0,05$ ).

A representação gráfica do padrão de falha das amostras após o teste de *push-out* pode ser vista na Figura 1. Para o cimento BioRoot, as amostras apresentaram predominantemente padrão de falha do tipo adesiva, independente da condição experimental (não-irradiada e irradiada com diferentes doses). O cimento AH Plus apresentou predomínio de falha do tipo mista em todas as condições experimentais (Figuras 1 e 2).

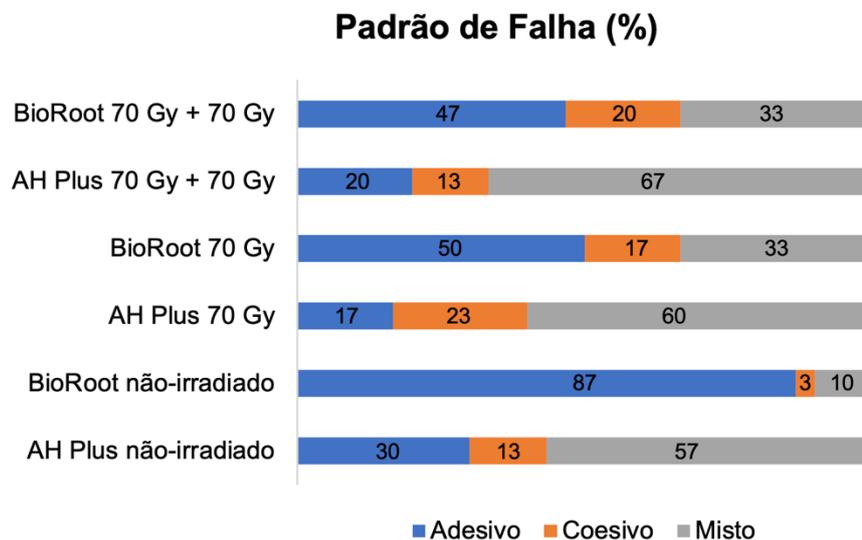


Figura 1. Representação gráfica do padrão de falha das amostras após o teste de *push-out*.

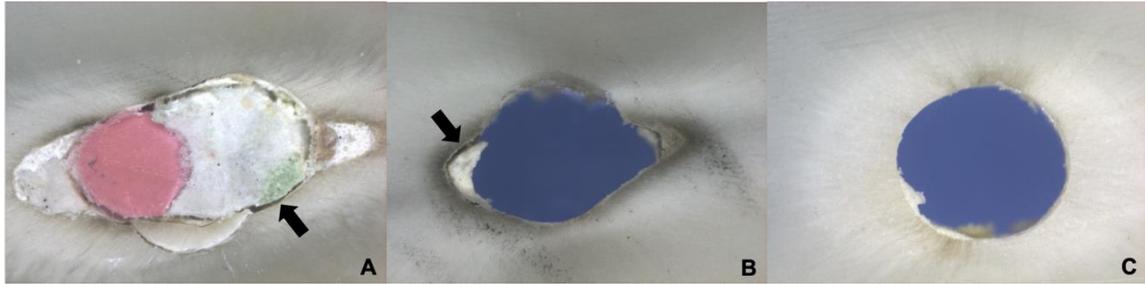


Figura 2. Imagens representativas obtidas em estereomicroscópio após o teste de *push-out*. A. Falha do tipo mista em amostra do grupo AH Plus irradiado com 70 Gy. Note a falha da adesão na área indicada (seta). B. Falha do tipo mista em amostra do grupo BioRoot irradiado com 70 Gy. Remanescente de cimento aderido à parede do canal radicular (seta). C. Falha adesiva em amostra do grupo BioRoot irradiado com 70 + 70 Gy. Aumentos de 40x.

## 6 DISCUSSÃO

Um cimento endodôntico ideal deve ser dimensionalmente estável, de presa lenta para garantir tempo de trabalho suficiente, insolúvel em fluidos teciduais, biocompatível e possuir adesão adequada às paredes do canal radicular (ZHOU, et al., 2013). Certas condições terapêuticas, como a RT em pacientes portadores de CCP, podem afetar a adesão destes materiais às paredes do canal radicular (MARTINS et al., 2014; YAMIN et al., 2018).

O objetivo do presente estudo *in vitro* foi avaliar a resistência de união de cimentos endodônticos de diferentes bases à dentina intrarradicular submetida a doses cumulativas de radiação ionizante. Com base nos resultados obtidos, a hipótese nula testada foi parcialmente rejeitada, uma vez que as diferentes condições experimentais (doses de radiação ionizante) afetaram somente a resistência de união à dentina intrarradicular do cimento à base de resina epóxica. Ainda, o cimento à base de resina epóxica apresentou resistência de união significativamente maior que o cimento biocerâmico em todos os terços radiculares, independente da condição experimental.

O teste de *push-out* (cisalhamento por extrusão) foi utilizado para avaliar a resistência de união dos diferentes cimentos obturadores à dentina intrarradicular. Tal teste é amplamente utilizado, pois determina de forma específica a resistência de união do material obturador nos diferentes terços radiculares, simulando condições clínicas como o deslocamento axial durante a mastigação (PEREIRA et al., 2015). Para tal, uma haste metálica com ponta ativa previamente selecionada de acordo com o diâmetro da região central de cada terço radicular foi utilizada durante o teste para aplicar a força axial de deslocamento o mais próximo possível da interface cimento obturador/dentina intrarradicular (ZANATTA et al., 2015). Após o teste de *push-out*, as

amostras foram submetidas a análise em estereomicroscópio para classificação do padrão de falha e complementar os achados obtidos no ensaio mecânico.

No presente estudo, a radiação foi administrada de forma fracionada, seguindo protocolos clínicos seguros e amplamente recomendados, até atingir doses totais de 70 Gy e 70 + 70 Gy. Pacientes portadores de CCP geralmente são submetidos a uma dosagem terapêutica total de radiação que pode variar entre 65-72 Gy (THIAGARAJAN & IYER, 2014). Por outro lado, em casos de recidiva locorregional de CCP, a área pode ser re-irradiada, atingindo valores superiores ao protocolo padrão estabelecido. Por este motivo, as amostras foram re-irradiadas (70 + 70 Gy) a fim de se observar os possíveis efeitos deletérios desta modalidade de radioterapia sobre a dentina intrarradicular e, conseqüentemente, a adesão dos cimentos obturadores. Ainda, a modalidade de RT utilizada nesta pesquisa laboratorial foi a IMRT, umas das mais modernas e utilizadas atualmente, pois permite que dosagens pré-estabelecidas de radiação sejam entregues às células tumorais sem provocar grandes danos aos tecidos normais adjacentes (PULTE & BRENNER, 2010).

No presente estudo, o cimento à base de resina epóxica apresentou resistência de união superior ao cimento biocerâmico em todos os terços radiculares, independente das condições experimentais (doses de radiação). Estudos prévios já demonstraram que o cimento AH Plus é superior a muitos outros em termos de resistência de união, e seu uso em endodontia é considerado padrão ouro (SÖNMEZ, SÖNMEZ & ALMAZ, 2013; KURUP et al., 2021).

É consenso na literatura que a partir de uma dose total de radiação de 40 Gy, o substrato dentinário sofre desproteinização e fragmentação da rede de fibrilas colágenas e profundas alterações morfológicas na dentina intertubular, peritubular e intratubular (GONÇALVES et al., 2014; DE SIQUEIRA MELLARA et al., 2014; YAMIN

et al., 2018). Ainda, em conjunto com estas alterações, a degradação dos processos odontoblásticos leva à obliteração dos túbulos dentinários, afetando negativamente a penetração e a retenção micromecânica de cimentos obturadores (MARTINS et al., 2014). Entretanto, os resultados obtidos nesta pesquisa apontam o contrário. As amostras irradiadas (70 Gy e 70 + 70 Gy) do cimento AH Plus apresentaram maior resistência de união que as amostras não-irradiadas. Para o cimento BioRoot, os valores de resistência de união foram semelhantes, independente da condição experimental (radiação).

Em um estudo recente, Yaduka et al. (2021) reportaram que uma dose total de radiação de 60 Gy afetou negativamente a resistência de união de ambos os cimentos, AH Plus e BioRoot, não corroborando com os nossos achados. A adesão do AH Plus à dentina intrarradicular ocorre a partir da interação química entre o cimento e a rede de fibrilas colágenas por meio de ligações covalentes entre os anéis epóxi e os grupos amina do colágeno (Sousa-Neto et al., 2005). O colapso da rede de fibrilas colágenas devido à radiação ionizante tem um papel relevante na adesão do cimento AH Plus. Por se tratar de um cimento com componentes resinosos em sua formulação, a adesão depende em parte também da infiltração destes componentes na matriz de colágeno presente na dentina intertubular, promovendo uma retenção micromecânica do material (MARTINS et al., 2014). A radiação diminui significativamente a quantidade de água (10% em volume) presente na porção orgânica da dentina, num processo chamado de radiólise (YAMIN et al., 2018; YADUKA et al., 2021). Durante este processo, peróxido de hidrogênio é formado e radicais livres são liberados (YAMIN et al., 2018; YADUKA et al., 2021). Apesar deste fenômeno ser prejudicial para a adesão de cimentos obturadores resinosos, a presença de monômeros hidrofóbicos na formulação do cimento AH Plus (MARTINS

et al., 2014) pode sugerir uma melhor interação entre o material e a dentina intrarradicular, e o aumento na resistência de união após as diferentes doses de radiação aplicadas.

A radiação ionizante é mais deletéria para os componentes orgânicos do que os inorgânicos das estruturas dentais, o que ajuda a explicar a estabilidade na resistência de união do cimento BioRoot, mesmo após radiação (SOARES et al., 2010). BioRoot é um cimento hidráulico à base de silicato tricálcico, com alto conteúdo de fosfato de cálcio em sua formulação. A capacidade de adesão e a bioatividade de cimentos à base de silicato tricálcico estão intimamente ligadas à sua capacidade de liberação e captação de íons cálcio da dentina (REYES-CARMONA et al., 2009; REYES-CARMONA et al., 2010). Este processo é regulado pela presença de íons fosfato na dentina e no cimento (REYES-CARMONA et al., 2009; REYES-CARMONA et al., 2010). O cimento BioRoot tem ganhado popularidade ultimamente devido à sua capacidade de selamento através da deposição de apatita carbonatada na interface formada com as paredes do canal radicular (VIAPIANA et al., 2016).

Zach (1976) demonstrou que a radiação ionizante não altera as quantidades de cálcio e fósforo das estruturas dentais. O cimento BioRoot adere de forma semelhante à porção orgânica e inorgânica da dentina (AL-HADDAD et al., 2016). Uma vez que a porção orgânica da dentina é mais afetada pela radiação do que a inorgânica, tal fato pode explicar a estabilidade de união deste cimento mesmo após a aplicação das diferentes doses de radiação nas amostras.

Com relação ao padrão de falha observado nas amostras dos diferentes grupos experimentais após o teste de push-out, o cimento AH Plus apresentou predominantemente falha do tipo mista, enquanto o cimento BioRoot apresentou falha do tipo adesiva, para todas as condições experimentais. Falhas adesivas são

consideradas mais comuns em ensaios de resistência de união, demonstrando que apesar de toda evolução dos materiais, a interação com a dentina intrarradicular ainda é frágil. Apesar da estabilidade de união apresentada pelo cimento BioRoot para todas as condições experimentais, esta sempre foi inferior ao do cimento AH Plus. A falha adesiva apresentada pela maioria das amostras deste cimento biocerâmico corroboram estes achados.

## **7 CONCLUSÕES**

Apesar das limitações inerentes de uma pesquisa laboratorial, os resultados do presente estudo nos permitem concluir que:

- O cimento à base de resina epóxica foi afetado positivamente pelas diferentes doses de radiação, sendo sua resistência de união superior após a radioterapia.

- O cimento biocerâmico apresentou resistência de união inferior ao do cimento à base de resina epóxica, entretanto, estável em todas as condições experimentais.

## REFERÊNCIAS

- AL-HADDAD, A. & CHE AB AZIZ, Z.A. Bioceramic-based root canal sealers: a review. **Int J Biomater**, v. 2016, p. 9753210, 2016.
- BAHL, A. et al. Evaluation of reirradiation in locally advanced head and neck cancers: toxicity and early clinical outcomes. **J Oncol**, v, 26, n. 2018, p. 8183694, 2018.
- BODRUMLU, E. et al. 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, 2018.
- DE DEUS, G. et al. Intratubular penetration of root canal sealers. **Pesqui Odontol Bras**, v. 16, n. 4 , p. 332-6, 2002.
- DE SIQUEIRA MELLARA, T. et al. The effect of radiation therapy on the mechanical and morphological properties of the enamel and dentin of deciduous teeth--an in vitro study. **Radiat Oncol**, v. 22, n. 9, p. 30, 2014.
- GLOBOCAN. **International Association of Cancer Registries**, 2020. Disponível em: <<http://www.iacr.com.fr>>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- GONÇALVES, L.M.N. et al. Radiation therapy alters microhardness and microstructure of enamel and dentin of permanent human teeth. **J Dent**, v. 42, n. 8, p. 986-92, 2014.
- INCA. **Instituto Nacional do Câncer**, 2020. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br>>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- JAWAD, H. et al. A review of dental treatment of head and neck cancer patients, before, during and after radiotherapy: part 1. **Br Dent J**, v. 218, n. 2, p. 65-8, 2015.
- KURUP, D. et al. Data on the push-out bond strength of three different root canal treatment sealers. **Bioinformation**, v. 17, n. 1, p. 67-72, 2021.
- Kyrgias G. et al. Intraoperative radiation therapy (IORT) in head and neck cancer: A systematic review. **Medicine (Baltimore)**, 95(50) p e5035, 2016.

LIESHOUT, H. & BOTS, C. The effect of radiotherapy on dental hard tissue--a systematic review. **Clin Oral Investig**, v. 18, n. 1, p. 17-24, 2014.

LILLY, J. 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. 2, p.224-6, 1998.

LOPES, F.C. et al. Effect of carbodiimide and chlorhexidine on the bond strength longevity of resin cement to root dentine after radiation therapy. **Int Endod J**, v. 53, n.4, p. 539-52, 2020.

MADHURI, G.V. et al. Comparison of bond strength of different endodontic sealers to root dentin: an in vitro push-out test. **J Conserv Dent**, v. 19, n. 5, p. 461-4, 2016.

MAMOOTIL, K. & MESSER, H. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. **Int Endod J**, v. 40, n. 11, p. 873-81, 2007.

MARTINS, C.V. et al. Influence of therapeutic cancer radiation on the bond strength of an epoxy- or an MTA-based sealer to root dentine. **Int Endod J**, v. 49, n. 11, p. 1065-72, 2016.

MATZINGER, O. et al. Radiochemotherapy in locally advanced squamous cell carcinomas of the head and neck. **J Clin Oncol**, v. 21, n. 7, p. 525-31, 2009.

MONTICELLI, F. et al. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. **Int Endod J**, v. 40, n. 5, p. 374-85, 2007.

MUÑOZ, M.A. et al. The adverse effects of radiotherapy on the structure of dental hard tissues and longevity of dental restoration. **Int J Radiat Biol**, v. 96, n. 7, p. 910-8, 2020.

NOVAIS, V. 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. 670-4, 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, p. S1806-83242015000100270, 2015.

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

PANE, E.S. et al. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. **J. Endod**, v. 39, n. 5, p. 669-73, 2013.

PEREIRA, R.D., et al. Effect of photoactivation timing on the mechanical properties of resin cements and bond strength of fiberglass post to root dentin. **Oper Dent**, v. 40, n. 5, p. 206-21, 2015.

PULTE, D., BRENNER, H. Changes in survival in head and neck cancers in the late 20th and early 21st century: a period analysis. **Oncologist**, v. 15, n. 9, p. 994-1001, 2010.

REED, R. et al. Radiotherapy effect on nano-mechanical properties and chemical composition of enamel and dentine., v. 60, n. 5, p. 690-7, 2015.

REYES-CARMONA; J.F. et al. Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. **J Endod**, v. 35, n. 5, p. 731-6, 2009.

REYES-CARMONA; J.F. et al. The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentin enhances the push-out strength. **J Endod**, v. 36, n. 2, p. 286-91, 2010.

RODRIGUES, R.B. et al. Influence of radiotherapy on the dentin properties and bond strength. **Clin Oral Investig**, v. 22, n. 2, p. 875-83, 2018.

SEMRAU, R. The role of radiotherapy in the definitive and postoperative treatment of advanced head and neck cancer. **Oncol Res Treat**, v. 40, n. 6, p. 347-52, 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. 627-32, 2019.

SOARES, C.J. et al. Effect of gamma irradiation on ultimate tensile strength of enamel and dentin. **J Dent Res**, v. 89, n. 2, p. 159-64, 2010.

SÖNMEZ, I.S. et al. Evaluation of push-out bond strength of a new MTA-based sealer. **Eur Arch Paediatr Dent**, v. 14, n. 3, p. 161-6, 2013.

SROUSSI, H. 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. 2918-31, 2017.

TAGGER, M. et al. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. **J Endod**, v. 28, n. 5, p. 351-4, 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. 1015-22, 2014.

THIAGARAJAN, A., IYER, N. G. Radiation-induced sarcomas of the head and neck. **World J Clin Oncol**, v. 5, n. 5, p. 973-81, 2014.

TOPÇUOĞLU, H. et al. The effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the dislocation resistance of mineral trioxide aggregate to root canal dentin. **J Endod**, v. 40, n. 12, p. 2041-4, 2014.

TUNCEL, B. et al. Effect of endodontic chelating solutions on the bond strength of endodontic sealers. **Brazi Oral Res**, v. 29, n. 1, p. S1806-83242015000100256, 2015.

VIAPIANA, R. et al. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. **Int Endod J**, v. 49, n. 8, p. 774-82, 2016.

VISSINK, A. et al. Oral sequelae of head and neck radiotherapy. **Crit Rev Oral Biol Med**, v. 14, n. 3, p. 199-212, 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, p. Doc09, 2012.

YADUKA, P. et al. Effects of radiation therapy on the dislocation resistance of root canal sealers applied to dentin and the sealer-dentin interface: a pilot study. **Restor Dent Endod**, v. 29, n. 2, p. e22, 2021.

YAMAZAKI, H. et al. Reirradiation for recurrent head and neck cancers using charged particle or photon radiotherapy. **Strahlenther Onkol.**, v. 193, n. 7, p. 525-33, 2017.

YAMIN, P.A. et al. Longevity of bond strength of resin cements to root dentine after radiation therapy. **Int Endod J**, v. 51, n. 11, p. 1301-12, 2018.

ZACH, G.A. X-ray diffraction and calcium-phosphorous analysis of irradiated human teeth. **J Dent Res**, v. 55, n. 5, p. 907-9, 1976.

ZANATTA, R.F., et al. Effect of punch and orifice base sizes in different push-out test setups: stress distribution analysis. **J Adhes Dent**, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2015.

ZHOU, H. et al. Physical properties of 5 root canal sealers. **J Endod**, v. 39, n. 10, p. 1281-6, 2013.

## ANEXOS

### Carta de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO DE DOSES CUMULATIVAS DE RADIAÇÃO IONIZANTE NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO CIMENTO OBTURADOR A DENTINA RADICULAR

**Pesquisador:** LUCAS DA FONSECA ROBERTI GARCIA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 26203019.9.1001.0121

**Instituição Proponente:** CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.761.367

##### Apresentação do Projeto:

Trata-se o presente parecer da apreciação ética do projeto de conclusão de curso de graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina de Giovana Aparecida Wosniak orientada pelo prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia. O estudo pretende avaliar o efeito de doses cumulativas de radiação ionizante na resistência de união do cimento obturador a dentina radicular de dente extraídos por motivos alheios a pesquisa com uma amostra de 60 dentes doados.

##### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Primário:**

Avaliar a resistência de união de cimentos endodônticos à dentina radicular submetida a doses cumulativas de radiação ionizante.

**Objetivo Secundário:**

Avaliar o efeito de doses cumulativas de radiação ionizante (70 Gy e 70 Gy + 70 Gy) na resistência de união de um cimento endodôntico à base de resina epóxica (AH Plus, Dentsply) e um biocerâmico (BioRoot, Septodont).

##### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

**Riscos:**

Poderá haver desconforto e sensibilidade no local devido à cirurgia que é uma consequência

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.761.367

possível no pós-operatório cirúrgico. No entanto, não há riscos diretos relacionados ao estudo, apenas aqueles inerentes aos procedimentos de extração que não serão realizados pelos executores da pesquisa.

**Benefícios:**

Desenvolvimento de um novo protocolo clínico para tratamento endodôntico de pacientes que necessitam de tratamento radioterápico na região de cabeça e pescoço.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é relevante, encontra-se adequadamente fundamentada e apresneta a documentação adequada para a tramitação.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

TCLE adequado a Resolução 466/2012 e com Termo de doação de dente.

**Recomendações:**

Orienta-se que o TCLE seja paginado: ex: 1-3,2-3...

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Conclusão: aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1478719.pdf	26/11/2019 14:58:59		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	26/11/2019 14:58:32	LUCAS DA FONSECA ROBERTI GARCIA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	25/11/2019 15:55:54	LUCAS DA FONSECA ROBERTI GARCIA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	25/11/2019 15:55:40	LUCAS DA FONSECA ROBERTI GARCIA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Infraestrutura.pdf	25/11/2019 15:55:00	LUCAS DA FONSECA ROBERTI GARCIA	Aceito

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

## ANEXOS

## ATA DE DEFESA



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 27 dias do mês de OUTUBRO de 2020, às 10:30 horas,  
em sessão pública no (a) BLOCO F desta Universidade, na presença da  
Banca Examinadora presidida pelo Professor

LUZAS DA FONSECA ROBERTI FERRAZ

e pelos examinadores:

1- CLEONICE DA SILVEIRA TEIXEIRA

2- LIVIA RIBEIRO

o aluno ARIADNO KAI'S COSTA FERNANDES STENGER

apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

EFEITOS DE DOSES CUMULATIVAS DE RADIAÇÃO IONIZANTE  
NA RESISTÊNCIA DE UNIDADE DE CIMENTO - OBSTÁCULO NA DESTINA  
INTERFACER

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.

\_\_\_\_\_  
Presidente da Banca Examinadora

Cleonice S. Teixeira

Examinador 1

Livia Ribeiro

Examinador 2

Ariadno Kai's Costa Fernandes Stenger

Aluno