



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Patrícia Da Agostim Cancelier

**Efeito da radiação ionizante na resistência de união do cimento resinoso à dentina
intrarradicular em função do momento do tratamento endodôntico/protético**

Florianópolis

2020

Patrícia da Agostim Cancelier

Efeito da radiação ionizante na resistência de união do cimento resinoso à dentina
intrarradicular em função do momento do tratamento endodôntico/protético

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi

Florianópolis

2020

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO ELABORADA PELO AUTOR

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

Cancelier, Patrícia da Agostim Cancelier

Efeito da radiação ionizante na resistência de união do cimento resinoso à dentina intrarradicular em função do momento do tratamento endodôntico/protético / Patrícia da Agostim Cancelier Cancelier ; orientador, Lucas da Fonseca Roberti Garcia, coorientador, Eduardo Antunes Bortoluzi, 2020.

39 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Radioterapia. 3. Endodontia. 4. Pinos dentários. 5. Resistência ao cisalhamento. I. da Fonseca Roberti Garcia, Lucas. II. Antunes Bortoluzi, Eduardo. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

Patrícia da Agostim Cancelier

Efeito da radiação ionizante na resistência de união de pinos de fibra de vidro a dentina intrarradicular em função do momento do tratamento endodôntico/reabilitador

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia (Presidente)

Instituição - UFSC

Prof. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo (Membro Titular Externo)

Instituição - FOA - UNESP

Profa. Dra. Renata Gondo Machado (Membro Titular Interno)

Instituição - UFSC

Certificamos que está a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para a obtenção do título de mestre em Odontologia.

Profa. Dra. Elena Riet de Castro

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia

Orientador

Dedico esta dissertação aos meus familiares, Lourival, Zulma, Rosimere, Fábio e Vitor, por todo amor e segurança nos momentos mais desafiadores da vida.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, quem cria o tudo a partir do nada, a possibilidade máxima da existência de todas as coisas. Obrigada por me presentear com uma família de princípios, valores, força, união na qual eu me orgulho muito e por me guiar para a realização dos meus sonhos, apresentando-me as pessoas certas na hora certa.

Aos **meus pais**, que me deram o maior presente: a vida.

À **minha mãe**, minha guia para o caminho do bem, do amor, da honestidade, da liberdade. Meu exemplo de força, coragem, dedicação, inteligência e bons princípios. Eu descobri que o mundo é um plano infinito e sem fronteiras, por isso “Eu te amo do tamanho do mundo e muito mais”.

Ao **meu pai**, por ser meu maior exemplo de sucesso na vida independente das circunstâncias sempre com foco no estudo/trabalho. O desejo da realização deste mestrado foi baseado nesse exemplo e princípio. Obrigada por você ser quem você é, simples assim.

À minha irmã mais velha **Rosimere**, que sempre me deu os maiores conselhos de vida por já ter passado por experiências diversas. Por ser uma mulher corajosa, divertida, dona de si. Obrigada por sempre me incentivar a cursar Odontologia e morar fora.

Ao meu irmão mais velho **Fábio**, por sempre ter sido um irmão carinhoso e protetor. Meu maior exemplo de profissional dentista, tornou tudo mais simples e mais fácil na minha vida! Peça fundamental para a concretização desse trabalho.

Ao meu irmão mais novo **Vitor**. Quando eu tinha 5 anos, pedi a Deus para que mantivesse nossa família unida e Ele mandou você. Saiba que és peça chave na nossa união. Obrigada por me incentivar a ser uma pessoa ainda melhor.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia**, pela dedicação, competência, inteligência e força para com essa profissão. Obrigada por confiar em mim, por ser paciente, simples e claro durante esses anos de trabalho em equipe.

Ao meu co-orientador, **Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi**, por me incentivar a entrar para esse mundo mágico da pesquisa e do conhecimento. Você é um exemplo de dedicação a essa profissão de professor/pesquisador e de amor à vida.

À **Profa. Dra. Renata Gondo Machado**, sempre muito prestativa, delicada, amável comigo durante a realização dessa pesquisa. Obrigada por nos presentear com sua sabedoria.

À **Profa. Dra. Cleonice da Silveira Teixeira** pelas suas considerações durante os anos de mestrado, especialização, graduação, nas viagens e nos momentos fora de aula que me

enriqueceram não só em relação a vida acadêmica, mas a vida como um todo. Saiba que me inspiro em você como mulher, esposa, profissional, mãe, amiga.

Aos meus professores de Endodontia da graduação e da especialização **Mara Cristina Santos Fellipe, Wilson Tadeu Fellipe e Gabriela Fellipe**, que foram minha base na Endodontia, mesmo não estando mais presentes, estão sempre na memória, no coração e na essência da minha vida profissional.

À **Profa. Dra. Ana Maria Hecke Alves**, professora desde a época da graduação, especialização e agora parte da banca desse trabalho, sempre presente nesses anos de mestrado, obrigada pelos conselhos e por cuidar da gente.

À **Profa. Dra. Thaís Mageste Duque**, que sempre me incentivou a acreditar em mim. Obrigada pelo carinho.

Aos meus colegas da pós-graduação, **Júlia Gabriela, Wesley, Roberta, Luiz, Daniela e Dilma** por dividirmos conhecimento e compartilharmos experiências seja durante as aulas ou durante as viagens que eu gosto tanto de planejar para estarmos juntos estudando e nos divertindo ao mesmo tempo.

À minha colega que virou amiga, **Júlia**, pelo exemplo de dedicação, paciência e amor em tudo o que ela faz, e que nunca mediu esforços para ajudar, sempre respondendo as minhas milhões de dúvidas, obrigada por ter sido tão amiga, parceira de viagens. A gente se completa.

Ao funcionário **Sérgio** sempre disposto a alegrar nosso ambiente de trabalho durante a pesquisa com suas histórias engraçadas das trilhas e adoçar nossa vida com seu pastel de banana.

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, por ser minha segunda casa há mais de 10 anos.

Entre a raiz e a flor, há o TEMPO.

Jorge de Lima

RESUMO

O objetivo deste estudo *ex vivo* foi avaliar o efeito da radiação ionizante na resistência de união do cimento resinoso à dentina intrarradicular, e qual o momento mais apropriado para realização do tratamento endodôntico/protético frente à radiação ionizante a qual os dentes foram submetidos. Foram utilizados 50 dentes humanos. As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 5 grupos: G1 (controle) - dentes não submetidos a radioterapia (RT); G2 - dentes submetidos a RT antes do preparo e obturação do canal radicular; G3 - dentes submetidos a RT após preparo, seguido de preenchimento do canal radicular com pasta medicamentosa à base de hidróxido de cálcio; e G4 - dentes submetidos a RT após preparo químico-mecânico e obturação do canal radicular; G5 - dentes submetidos a RT após preparo, obturação e cimentação do pino de fibra de vidro. Os grupos submetidos a RT receberam dose total de 70 Gy. As raízes foram seccionadas em discos de 1,0 mm de espessura, que foram submetidos ao teste de resistência de união *push-out* em Máquina Universal de Ensaio (Instron, Modelo 4444 - 0,5 mm/min). Posteriormente, as amostras foram avaliadas em estereomicroscópio para análise do padrão de fratura. Os dados obtidos foram comparados estatisticamente (two-way ANOVA e Tukey). G4 e G5 apresentaram resistência de união significativamente menor que G1 ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa entre os demais grupos ($p > 0,05$). G1 e G3 apresentaram maior percentual de falhas do tipo coesivo da dentina. Já para os demais grupos, o maior percentual foi de falhas do tipo adesiva. A irradiação afetou a adesividade do cimento resinoso à dentina radicular quando a obturação e a cimentação do pino foram realizadas previamente a RT. O melhor momento para realizar a RT foi após a modelagem e preenchimento do canal radicular com pasta à base de hidróxido de cálcio.

Palavras-chave: Radioterapia, Endodontia, Pinos dentários, Resistência ao cisalhamento.

ABSTRACT

The purpose of this *ex vivo* study was to evaluate the effect of the ionizing radiation on the bond strength of resin cement to root intraradicular dentin, and to determine the most appropriate period to perform the endodontic/prosthetic treatment against the ionizing radiation to which the teeth were submitted. Fifty human teeth were used. The samples were randomly distributed into 5 groups, as follows: G1 (control) - no radiotherapy (RT); G2 - RT before root canal preparation and filling; G3 - RT after preparation, followed by root canal filling with calcium hydroxide dressing; G4 - RT after chemical-mechanical preparation and root canal filling; and G5 - RT after preparation, filling and fiberglass posts luting. Groups submitted to RT received a total dose of 70 Gy. The roots were sectioned in 1.0 mm-thick dentin discs, which were submitted to the push-out bond strength test in a Universal Testing Machine (Instron, Model 4444 - 0.5 mm/min). Next, the samples were analyzed under stereomicroscope to determine the failure mode. The data obtained were statistically compared (two-way ANOVA and *post hoc* Tukey tests). G4 and G5 had lower bond strength values than G1 ($p < 0.05$). There was no significant difference among the other groups ($p > 0.05$). G1 and G3 had a higher percentage of dentin cohesive-type failures. For G2, G4 and G5, the highest percentage was of adhesive type failures. The irradiation affected the resin cement bonding to the root dentin when filling and post luting were performed previously to RT. The most appropriate period to perform the RT was after root canal shaping and filling with calcium hydroxide dressing.

Keywords: Radiotherapy, Endodontic treatment, Fiberglass post, Shear bond strength.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição dos materiais para cimentação dos pinos de fibra de vidro.....	22
Tabela 2. Valores médios e desvio padrão da resistência de união (MPa) em relação aos diferentes grupos e terços radiculares.....	25
Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da resistência de união (MPa) em relação aos diferentes grupos, independente do terço radicular avaliado.....	25
Tabela 4. Tipos de falhas (%) observadas nos diferentes grupos, não considerando os terços radiculares.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPP - Câncer de cabeça e pescoço

RT - Radioterapia

QT - Quimioterapia

CCS - Centro de Ciências da Saúde

SC - Santa Catarina

CT - Comprimento de Trabalho

CRD - Comprimento real do dente

CEPON - Centro de pesquisas oncológicas

KN - KiloNewton

N - Newton

IMRT - Radioterapia de intensidade modulada

Dmáx - Dose máxima

Dméd - Dose média

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS E HIPÓTESES	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.2 Objetivos Específicos	18
2.3 Hipóteses	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Delineamento do estudo.....	19
3.2 Seleção das amostras.....	19
3.3 Distribuição dos grupos experimentais.....	20
3.4 Preparo das amostras.....	20
3.5 Radiação ionizante dos dentes.....	21
3.6 Cimentação dos pinos de fibra de vidro.....	21
3.7 Teste de resistência de união <i>push-out</i>	22
3.8 Análise Estatística.....	23
4 RESULTADOS	25
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
ANEXO A	38
ANEXO B	39
ANEXO C.....	40

1 INTRODUÇÃO

O câncer de cabeça e pescoço (CPP) é o sétimo grupo de neoplasias mais frequentes no mundo, com incidência diária de aproximadamente 2.000 casos (GLOBOCAN 2017). Pode atingir diversas regiões como, a cavidade oral, faringe, laringe, cavidade nasal, seios paranasais, tireóide e glândulas salivares (GLOBOCAN 2017). No Brasil, o câncer de cavidade oral ocupa a quinta posição de neoplasias mais frequentes, com 11.200 casos novos entre os homens e 3.500 casos entre as mulheres (INCA 2018). Cerca de 90% dos casos de CPP são diagnosticados histologicamente como carcinoma de células escamosas ou carcinoma epidermóide, e sua causa frequentemente é ocasionada ao uso constante e simultâneo de álcool e tabaco (DOBROSSY 2005, OLIVEIRA et al. 2015).

Os métodos de tratamento para tal doença são a cirurgia, a radioterapia (RT) e a quimioterapia (QT), sendo o tratamento primário nesses casos a RT, combinada ou não ao tratamento cirúrgico e/ou a QT (VISHAK et al. 2015). Para que a RT tenha um efeito adequado sobre os tecidos é necessário e essencial que ocorra um processo chamado de ionização (TAUHATA et al. 2014). Este é alcançado através da excitação e interação dos elétrons presentes no meio com os elétrons das ondas eletromagnéticas (radiação ionizante) liberadas pela radioterapia (TAUHATA et al. 2014). Como os elétrons liberados são superiores aos elétrons do meio, elétrons livres são criados, sendo responsáveis direta e indiretamente pela destruição das células tumorais (TAUHATA et al. 2014).

Nos casos de CCP, a exposição à radiação ionizante, mesmo em doses baixas, pode provocar danos irreversíveis aos tecidos adjacentes, como hipóxia celular e redução na quantidade de osteoblastos e osteócitos, reduzindo o potencial de vascularização e reparo dos tecidos (IHDE et al. 2009, GREEN & RUBIN 2014, POMPA et al. 2015). Tal fato aumenta significativamente as chances do desenvolvimento de uma osteorradionecrose, uma necrose asséptica do tecido ósseo (OZEN et al. 2005), que apesar de ter sua prevalência diminuído muito nos últimos 50 anos, ainda flutua entre 5% a 9 % dos casos (DHANDA J et al. 2016).

Com o intuito de se diminuir os efeitos colaterais da radiação ionizante sobre os tecidos adjacente à lesão oncológica, esta é realizada de forma fracionada (THIAGARAJAN & IYER 2014). O procedimento consiste num total de 65 a 72 Gy divididos em frações diárias menores de 1,8 a 2, que são realizadas num período de 7 semanas, 5 dias por semana (THIAGARAJAN & IYER 2014). Entretanto, glândulas salivares, ossos, mucosa e dentes raramente são preservados (THIAGARAJAN & IYER 2014). Apesar disso, a RT ainda é o tratamento de eleição (ou parte dele) para aproximadamente 70% dos pacientes portadores de tumores malignos de cabeça e pescoço (MA & SHEN 2012).

Em relação a mudanças que ocorrem na cavidade oral, Soares et al. (2010) e Gonçalves et al. (2014) relataram alterações significativas na microdureza do esmalte e da dentina de dentes submetidos à RT. Outros efeitos como perda do paladar, infecções fúngicas e mucosites (KHAW et al. 2014), diminuição no fluxo salivar e alteração na sua composição (VISSINK et al. 2003, GONÇALVES et al. 2014, de SIQUEIRA MELLARA et al. 2014), osteorradionecrose mandibular, atrofia muscular, trismo (BEECH et al. 2014), e mudanças na composição da microbiota oral (KHAW et al. 2014) também foram relatadas. Além disso, a exposição à radiação ionizante pode provocar alterações morfológicas significativas na junção cimento-esmalte, solubilidade ácida no esmalte, alteração no módulo de elasticidade da dentina e a ação das metaloproteinases presentes na matriz colágena da dentina (KIELBASSA et al. 1999, SILVA et al. 2010, GONÇALVES et al. 2014, MCGUIRE et al. 2014, REED et al. 2015). Desta forma, o aparecimento e a progressão de **lesões de cárie associadas à radiação** são favorecidos (GUPTA et al. 2015, DOBRÓS et al. 2016).

Com o aumento da expectativa de vida da população, há um aumento no número de pacientes que desenvolvem CCP, e conseqüentemente, na quantidade de RTs realizadas (SILVA et al. 2010). Desta forma, é fundamental que o profissional esteja apto a identificar precocemente patologias dentárias e maxilofaciais decorrentes da RT, bem como conduzir o tratamento adequado para suas eventuais sequelas, durante e após a RT (SILVA et al. 2010).

Algumas décadas atrás, dentes severamente acometidos por lesão de cárie eram extraídos antes do tratamento radioterápico (LYLLI 1998). Entretanto, a partir do final da década de 1990, tais dentes começaram a ser submetidos a tratamento endodôntico previamente à RT para evitar sua extração precoce (LYLLI 1998).

A terapia endodôntica tem como objetivo a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares, assim como o selamento de toda extensão do canal radicular, a fim de impedir a reinfecção e manter a saúde bucal e sistêmica do paciente (TUNCEL et al. 2015). Para que tal selamento ocorra de forma eficiente, é importante que o material obturador tenha adesão as paredes dos canais radiculares, impedindo ou diminuindo a infiltração microbiana (TAGGER et al. 2002; MAMOOTIL & MESSER 2007; MONTICELLI et al. 2007; TEDESCO et al. 2014; TOPÇUOĞLU et al. 2014).

Em dentes com grande destruição coronária, pinos de fibra de vidro pré-fabricados são indicados após o tratamento endodôntico **para retenção do material restaurador** (GULDENER et al. 2016). Devido ao módulo de elasticidade similar ao da dentina, pinos de fibra de vidro tendem a diminuir a concentração de estresse na interface pino-dentina, reduzindo o risco de fratura radicular (SANTOS-FILHO et al. 2014; GULDENER et al. 2016).

A adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular é obtida com o uso de cimentos resinosos, que podem ser classificados como convencionais (múltiplos passos) de polimerização química ou polimerização-dual; auto condicionantes, que dispensam condicionamento ácido prévio, e os cimentos auto-adesivos, que não necessitam de aplicação de sistemas adesivos (HIKITA et al. 2007).

Os procedimentos adesivos para fixação do pino de fibra de vidro utilizando cimentos de múltiplos passos (cimentos convencionais) tendem a ser mais complexos devido aos inúmeros passos operatórios que devem ser realizados para uma adequada hibridização do substrato dentinário (CHERSONI 2005; D'ARCANGELO 2008). Em contrapartida, os cimentos auto condicionantes e auto-adesivos têm se tornado cada vez mais difundidos devido a menor sensibilidade de sua técnica de aplicação (CHERSONI 2005; D'ARCANGELO 2008; SARKIS-ONOFRE et al. 2014).

São poucos os estudos que avaliaram a retenção de pinos de fibra de vidro e a adesão do cimento resinoso à dentina radicular submetida a RT (AGGARWAL 2009; LOPES et al. 2020). Ainda, nenhum estudo demonstrou qual seria o momento ideal para realização do tratamento endodôntico e cimentação dos pinos de fibra de vidro em pacientes submetidos ao tratamento radioterápico.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESE

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da radiação ionizante na resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular em função do momento do tratamento endodôntico/protético.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular por meio do teste de *push-out* em dentes irradiados e não irradiados;
- Avaliar a resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular, onde a radioterapia foi realizada em diferentes momentos: antes, durante e após o tratamento endodôntico; e após a cimentação dos pinos de fibra de vidro.

2.3 HIPÓTESE

A hipótese nula testada foi a de que os diferentes momentos em que seriam realizados o tratamento endodôntico/protético em função da radioterapia não afetariam a resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é do tipo experimental *ex vivo*. Foram utilizados elementos dentais humanos, sendo este projeto de pesquisa devidamente submetido à avaliação e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (Protocolo CAAE n. 14579519.7.0000.0121) (Anexo A).

3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Parte deste estudo foi realizado no laboratório de pesquisas em Endodontia do Departamento de Odontologia - CCS, da Universidade Federal de Santa Catarina, por um único operador, previamente treinado, e especialista em Endodontia. A irradiação dos dentes foi realizada no Departamento de Radioterapia do Centro de Pesquisas Oncológicas (CEPON) de Florianópolis (SC), sob supervisão de um físico e de um médico oncologista.

3.2 SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

Um cálculo amostral foi inicialmente realizado para determinar o número mínimo de repetições necessárias por grupo experimental, para que fosse possível detectar diferença significativa de 5% entre eles (nível de significância).

Com base no cálculo amostral, foram utilizados neste estudo 50 dentes anteriores humanos permanentes (incisivos e caninos), recém extraídos por motivos diversos alheios a esta pesquisa, com dimensões similares, raiz completamente formada, porção apical fechada, canal único e reto, sem sinais de calcificação ou reabsorções internas e externas. Os dentes ainda passaram por uma segunda etapa de inspeção, onde foram examinados com lupa em aumento de 4x. Dentes com presença de trincas, sinais de fratura ou lesões cáries foram excluídos da amostra final. Os pacientes doadores dos dentes assinaram um Termo de Doação (Anexo B) e foram conscientizados sobre este estudo por meio da leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo C). Em seguida, os dentes foram armazenados em solução de cloramina T à 5% por sete dias para desinfecção, seguido de armazenamento em frascos contendo água destilada em estufa a 37°C para evitarem sua desidratação até o momento de sua utilização.

Decorrido este período, as coroas dos dentes foram seccionadas próximo a junção cimento-esmalte, com auxílio de um disco diamantado de dupla-face (Fava, São Paulo, SP, Brasil), montado em baixa rotação (Modelo 605; Kavo, Joinville, Brasil), sob abundante refrigeração por água, padronizando-se o comprimento das raízes em 16 mm. Em seguida, o diâmetro da porção cervical do canal radicular foi medido com paquímetro digital (Starret 727,

Starret, Itu, SP, Brasil) e os espécimes com diâmetro superior a 1,5 mm (diâmetro do pino) foram descartados da amostragem final (PEREIRA et al. 2017).

3.3 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

Inicialmente as amostras foram distribuídas aleatoriamente em 5 grupos experimentais (n=10), levando-se em consideração o momento em que foi realizado o preparo químico-mecânico, a obturação do canal radicular e a cimentação do pino de fibra de vidro, frente à radiação ionizante aplicada sobre eles: G1 (controle) - dentes não submetidos a RT; G2 - dentes submetidos a RT antes do preparo e obturação do canal radicular; G3 - dentes submetidos a RT após preparo e preenchimento do canal radicular com pasta medicamentosa à base de hidróxido de cálcio; e G4 - dentes submetidos a RT após preparo químico-mecânico e obturação do canal radicular; G5 - dentes submetidos a RT após preparo, obturação e cimentação do pino de fibra de vidro.

3.4 PREPARO DAS AMOSTRAS

Inicialmente, os canais radiculares foram explorados com lima tipo K #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). A determinação do comprimento de trabalho (CT) foi realizada pelo método visual, subtraindo-se 1 mm do comprimento real do dente (CRD) quando a ponta do instrumento foi visualizada no forame apical. O preparo dos canais radiculares foi realizado pela técnica coroa-ápice, utilizando-se o instrumento R40 (40/.06 - 21 mm) do sistema Reciproc (VDW GmbH, Munique, Alemanha), acoplado 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), no modo “RECIPROC ALL”, de acordo com as orientações do fabricante. O instrumento foi inserido gradativamente, em movimentos de vai-e-vem realizando-se o preparo dos terços cervical, médio e apical, com avanço de 3 mm a cada inserção. Finalizado o preparo de cada terço radicular, o instrumento foi removido do interior do canal e limpo com gaze esterilizada. Os canais foram então irrigados com 2 mL de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (Biodinâmica, Iporã, PR, Brasil), com seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip amarela (Ultradent Products Inc.) 2 mm aquém do CT. Uma lima tipo K #15 foi utilizada como instrumento de patência, no CRD. Ao final da instrumentação, foi realizada irrigação final com 3 mL de EDTA 17% (Biodinâmica) por 3 minutos, seguido de irrigação final com 2 mL de

solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, aspiração e secagem dos canais radiculares com cones de papel absorvente (Dentsply-Maillefer).

Nas amostras do G3, antes da obturação, os canais radiculares foram preenchidos com pasta medicamentosa à base de hidróxido de cálcio, Ultracal XS (Ultradent Products Inc.). A pasta foi inserida no interior dos canais radiculares com auxílio de uma agulha NaviTips 29ga (Ultradent Products Inc.), respeitando-se o comprimento de trabalho, com preenchimento de todo o canal. Em seguida, o selamento da porção coronal foi realizado com bolinha de algodão seca e estéril e resina composta (Z350, 3M, Sumaré, SP, Brasil).

A obturação dos canais radiculares também seguiu a ordem na qual as amostras foram submetidas à RT. De maneira geral, a obturação foi realizada com cimento AH Plus (Dentsply-herpo, Petrópolis, RJ, Brasil) e cones de guta-percha (VDW GmbH), pela técnica híbrida de Tagger.

3.5 IRRADIAÇÃO IONIZANTE DOS DENTES

A RT foi realizada no Departamento de Radioterapia do Centro de Pesquisas Oncológicas (CEPON), Florianópolis, SC; sob a responsabilidade e supervisão do físico Daniel Souza Felipe e do médico radio-oncologista Paulo Marcelo Rodrigues. O aparelho de RT utilizado foi um acelerador linear Clinac 2100S/C, energia 6MV de fótons (Varian, EUA). Todo o procedimento de RT seguiu o protocolo do CEPON, com a administração total de 70 Gy, fracionados em 2 Gy diários, 5 vezes por semana, durante 7 semanas. Para tal, as amostras foram imersas em água deionizada dentro de um suporte plástico específico para o procedimento (DA CUNHA et al. 2016).

3.6 CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO

Inicialmente, as amostras foram inseridas em moldes previamente fabricados em silicona por adição (Express XT, 3M, Sumaré, SP, Brasil) para simular o osso alveolar e a condição clínica. Foi então realizada a remoção do material obturador em 2/3 do comprimento total do canal radicular obturado (12 mm). O preparo do espaço para receber o pino de fibra de vidro foi realizado com brocas específicas do sistema de pinos (0,5 a 3 mm de diâmetro de acordo com o diâmetro do canal) utilizados neste estudo (BM4; Maringá, PR, Brasil).

Os pinos de fibra de vidro foram condicionados com ácido fosfórico à 35% (Ultra-Etch; Ultradent, South Jordan, UT EUA) por 30 segundos, lavados em água por 30 segundos e

secados com jato de ar. Um agente de união silano (Prosil; FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil), foi friccionado com ajuda de um *microbrush* em toda a superfície do pino durante 60 segundos e reservados. Em todas as amostras foi realizada aplicação de uma camada de sistema adesivo de passo único (Single Bond Universal, 3M, Sumaré, SP, Brasil), sendo friccionado por 20 segundos, seguido de aplicação de jato de ar durante 5 segundos para volatilização do solvente. O cimento resinoso autocondicionante (RelyX Ultimate; 3M, Sumaré, SP, Brasil) (Tabela 1) foi então dispensado sobre uma placa de vidro e manipulado por 10 segundos até obtenção de uma pasta homogênea, e inserido no canal radicular com espiral Lentulo #40 (Dentsply-Maillefer). Logo após, uma fina camada de cimento foi aplicada sobre o pino de fibra de vidro, e inserido apicalmente no interior do canal radicular em movimento de rotação. Após a remoção do excesso de cimento, foi realizada fotoativação por 60 segundos (VALO Cordless, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA - intensidade de luz ≥ 1200 mW/cm², comprimento de onda entre 460 e 480 nm). Todos os procedimentos adesivos relatados acima foram realizados de acordo com as orientações do fabricante.

Tabela 1 - Composição dos materiais para cimentação dos pinos de fibra de vidro.

Materiais	Composição	Fabricante
RelyX Ultimate	Pasta Base: monômeros de metacrilato, carga silanizada radiopaca, componentes iniciadores, estabilizantes, aditivos reológicos. Pasta Catalisadora: Monômeros de metacrilato, carga alcalina radiopaca, componentes iniciadores, estabilizantes, pigmentos, agente de fluorescência ativador para adesivo Scotchbond Universal.	3M, Sumaré, SP, Brasil
Single Bond Universal	Monômero de fosfato MDP, resina de dimetacrilato, 2-hidroxietil metacrilato (HEMA), copolímero Vitrebond, carga, etanol, água, iniciador, silano.	3M, Sumaré, SP, Brasil

3.7 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO *PUSH-OUT*

Finalizada a etapa de cimentação dos pinos, as raízes foram removidas dos moldes de silicona por adição, e incluídas individualmente em moldes de silicone com resina acrílica auto-polymerizável incolor (Dencrilay; Dencril, Vaieiras, SP, Brasil) formando blocos de 25 mm x 10 mm. Para inclusão das amostras na resina acrílica, o conjunto pino/raiz foi posicionado paralelamente ao molde, e perpendicularmente ao solo, com auxílio de um paralelômetro.

As raízes incluídas dentro dos blocos de resina acrílica foram seccionadas transversalmente em relação ao seu longo eixo com disco de corte diamantado (152,4 mm x 0,5 mm x 12,7 mm) (Buehler, Lake Forest, IL, EUA) montado em cortadeira metalográfica de alta precisão (Isomet 1000; Buehler) com peso de 150 g e velocidade constante de 250 RPM, sob abundante refrigeração por água. Discos de dentina com 1 mm de espessura foram obtidos e identificados com caneta de tinta permanente na face apical. Foi selecionado um disco para cada terço.

Os discos de dentina foram fixados em uma base metálica de aço inoxidável, contendo um orifício de 2,5 mm de diâmetro na região central, acoplada na porção inferior da máquina universal de ensaios (Modelo 4444; Instron, Canton, MA, EUA). Uma haste metálica, com ponta ativa selecionada de acordo com o diâmetro da obturação/pino (0,47 mm a 1,3 mm) foi fixada na porção superior da máquina e acionada no sentido ápico-cervical, com velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min, até o deslocamento do conjunto obturador/pino. A força necessária para o deslocamento foi aferida em kiloNewtons (kN), transformada em Newtons (N) e dividida pela área lateral (SL) da obturação (em mm²) para em seguida ser convertida em MPa (MegaPascal). A área lateral (SL) foi calculada pela seguinte fórmula: $SL = \pi (R + r) \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$ onde, SL = área lateral do canal; R = medida do raio do canal em sua porção coronal; r = medida do raio do canal em sua porção apical; e h = altura/espessura do disco de dentina.

Após a etapa do teste de resistência de união, os discos foram submetidos a um criterioso exame visual em estereomicroscópio (SteREO Discovery.V12, Carl Zeiss, Jena, Alemanha) em aumento de 40x. As falhas observadas foram classificadas em 4 tipos: falha adesiva, na qual a superfície da dentina estava livre de cimento; falha coesiva da dentina, na qual é observada a fratura da dentina, mas com a dentina ainda recoberta por cimento; coesiva do pino; na qual é observada fratura do pino; e falha mista, onde podia-se observar dois tipos de falha na mesma amostra.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise estatística foi realizada com auxílio do programa JAMOVl Version 1.2 (<https://www.jamovi.org/about.html>). Os dados obtidos no ensaio de resistência de união *push-out* foram comparados estatisticamente e, após verificação de normalidade realizado pelo teste de Shapiro-Wilk, foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores (grupos e

terços radiculares) para comparação. Quando notada diferença estatística, o teste *post-hoc* de Tukey foi utilizado para identificá-la. O nível de significância adotado foi de 5%.

4 RESULTADOS

Os valores médios de resistência de união em relação aos grupos e terços radiculares estão dispostos nas Tabelas 2 e 3.

Quando os terços radiculares foram considerados, G4 ($p=0,023$) e G5 ($p=0,05$) apresentaram resistência de união significativamente menor no terço médio em relação aos demais grupos. Nos demais terços não houve diferença significativa entre os grupos ($p>0,05$).

Somente G1 apresentou diferença estatística entre os terços radiculares. Os terços cervical e médio apresentaram resistência de união significativamente maior que o terço apical ($p=0,013$). Os demais grupos não apresentaram diferença entre os terços ($p>0,05$).

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão da resistência de união (MPa) em relação aos diferentes grupos e terços radiculares.

	Cervical	Médio	Apical
G1	10,34±5,69 ^{Aa}	8,16±2,35 ^{Aa}	5,14±2,34 ^{Ba}
G2	8,59±3,79 ^{Aa}	6,23±2,53 ^{Aa}	6,03±2,73 ^{Aa}
G3	6,51±2,64 ^{Aa}	7,53±3,16 ^{Aa}	7,14±2,87 ^{Aa}
G4	5,03±3,77 ^{Aa}	4,28±2,56 ^{Ab}	6,15±4,04 ^{Aa}
G5	6,30±4,47 ^{Aa}	4,67±3,05 ^{Ab}	5,21±3,17 ^{Aa}

*Letras maiúsculas iguais nas linhas indicam que não há diferença entre os terços do grupo ($p>0,05$).

*Letras minúsculas iguais nas colunas indicam que não há diferença entre os grupos para cada terço ($p>0,05$).

Independente do terço radicular, G4 ($p=0,024$) e G5 ($p=0,051$) apresentaram resistência de união significativamente menores em relação aos demais grupos. Não houve diferença significativa entre os demais grupos ($p>0,05$).

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão da resistência de união (MPa) em relação aos diferentes grupos, independente do terço radicular avaliado.

	Resistência de União (MPa)
G1	7,88±4,26 ^a
G2	6,95±3,19 ^a
G3	7,06±2,83 ^a
G4	5,15±3,48 ^b
G5	5,39±3,56 ^b

**Letras minúsculas iguais nas colunas indicam que não há diferença entre os grupos ($p>0,05$).*

Na Tabela 4 estão descritas as porcentagens dos diferentes tipos de falha (adesiva, coesiva do pino, coesiva da dentina ou mista) observadas em cada grupo. G1 e G3 apresentaram maior percentual de falhas do tipo coesivo da dentina. Já para o G2, G4 e G5, o maior percentual foi de falhas do tipo adesiva.

Tabela 4 - Tipos de falhas (%) observadas nos diferentes grupos, não considerando os terços radiculares.

	Adesiva	Coesiva do pino	Coesiva da dentina	Mista
G1	35,5	5,5	45,5	13,5
G2	50	0	30	20
G3	26	0	48	26
G4	46,5	0	35,5	18
G5	75	0	11,5	13,5

5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da radiação ionizante na resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular, em função do momento em que o tratamento endodôntico/protético foi realizado. De acordo com os resultados obtidos, a hipótese nula testada foi rejeitada, uma vez que os diferentes momentos em que foram realizados o tratamento frente a RT afetaram a resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular.

Do ponto de vista odontológico, a manutenção da saúde oral de um paciente portador de CCP está intimamente associado à elaboração de um plano de tratamento minucioso previamente à RT (HANSEN 2012). Diversos aspectos inerentes à RT devem ser considerados neste momento, como o campo a ser irradiado, a dose total de irradiação administrada ao tumor e as doses entregues às estruturas adjacentes como dentes, tecidos moles, maxila e mandíbula (EPSTEIN 2012).

Para que altas doses de irradiação possam ser administradas aos tecidos-alvo (células tumorais) de forma eficaz, e ao mesmo tempo segura aos tecidos normais adjacentes, a modalidade de tratamento chamada radioterapia de intensidade modulada (IMRT) é uma das mais utilizadas (PULTE & BRENNER 2010). Esta modalidade de tratamento radioterápico diminui a necessidade de extração dentária e possibilita a manutenção dos dentes saudáveis por maior tempo em boca (PULTE & BRENNER 2010). Por este motivo, tal modalidade foi empregada no presente estudo.

O tratamento radioterápico para CCP geralmente utiliza doses totais de radiação ionizante que podem variar entre 65-72 Gy, divididos em frações diárias de, em média, 1,8 a 2 Gy, com objetivo de diminuir os efeitos colaterais causados pela terapia (THIAGARAJAN & IYER 2014). Para determinar as áreas mais afetadas pela irradiação e para correlacionar essas áreas com complicações orais após a RT, um mapa de distribuição de doses deve ser elaborado (PARAYBA et al. 2016).

Parayba et al. (2016) determinaram através de um mapa de distribuição de doses, a dose máxima ($D_{\text{máx}}$) e a dose média ($D_{\text{méd}}$) de irradiação alcançada nos dentes, maxila e mandíbula de pacientes com câncer de orofaringe e nasofaringe tratados com IMRT. Os autores indicaram que a quantidade de irradiação alcançada nos dentes foi menor que na maxila e mandíbula. Observou-se ainda que dentes superiores e inferiores em pacientes com tumores orofaríngeos e dentes posteriores em tumores nasofaríngeos receberam $D_{\text{máx}}$ próxima a 60 Gy. Desta forma, no presente estudo, a dose total utilizada nas amostras irradiadas foi de 70 Gy, visto que parte

dessa irradiação se perde durante seu trajeto até o tecido alvo, sendo este protocolo geralmente utilizado para esse tipo de terapia (SOARES et al. 2010, GONÇALVES et al. 2014).

Para avaliar a resistência de união do cimento resinoso à dentina **intrarradicular** foi utilizado o teste de *push-out* (**cisalhamento por extrusão**). Este teste é amplamente empregado, pois é capaz de determinar de forma específica a resistência de união de determinado material nos diferentes terços radiculares (PEREIRA et al. 2015). Além disso, o teste de *push-out* é capaz de simular adequadamente condições clínicas, como as forças de deslocamento axial durante a função mastigatória, as quais materiais restauradores e protéticos estão sujeitos (PEREIRA et al. 2015).

Para a realização do ensaio, uma haste metálica com ponta ativa selecionada de acordo com o diâmetro da região central de cada terço radicular foi utilizada para favorecer a aplicação da força de cisalhamento o mais próximo possível da interface cimento/dentina (ZANATTA et al. 2015). Com o intuito de complementar o teste de *push-out*, o tipo de falha também foi analisado utilizando um estereomicroscópio.

Os resultados deste estudo demonstraram que somente G1 (grupo controle), em que as amostras não foram irradiadas, apresentou valores de resistência de união significativamente diferentes entre os terços radiculares. Os terços cervical e médio apresentaram resistência de união maior que o terço apical. Apesar da fotoativação do cimento resinoso ter sido realizada com uma intensidade de luz mínima de ≥ 1200 mW/cm², como recomendado para cimentação de pinos de fibra de vidro (BAHARI et al. 2014; LOPES et al. 2020) a transmissão da luz através do pino no sentido apical é limitada, o que pode comprometer a polimerização do cimento resinoso em áreas mais profundas do canal radicular (RADOVIC et al. 2009; ZAITTER et al. 2011; BAHARI et al. 2014; LOPES et al. 2020).

O terço apical é considerado uma zona crítica para realização de procedimentos adesivos devido às características morfológicas do substrato nesta porção da raiz, como a menor densidade e distribuição dos túbulos dentinários, além das dificuldades inerentes do meio impostas durante a cimentação de pinos de fibra de vidro (CUNHA et al. 2008). Pode-se ainda destacar o difícil controle da umidade local que interfere na polimerização do sistema adesivo e do cimento resinoso, a insuficiente evaporação dos solventes presentes nos agentes adesivos e a dificuldade de aplicação do cimento resinoso no interior do canal radicular levando à formação de bolhas de ar na interface adesiva (PEREZ et al. 2006; UBALDINI et al. 2018).

Por este motivo, o uso de sistemas adesivos de múltiplos passos é extremamente desafiador nesses casos (REZENDE et al. 2016; UBALDINI et al. 2018), fazendo com que cimentos resinosos autocondicionantes e auto-adesivos sejam utilizados cada vez mais, visto

que algumas limitações dos protocolos de cimentação em áreas profundas do canal radicular podem ser evitadas (SARKIS-ONOFRE et al. 2014, PEREIRA et al. 2015; UBALDINI et al. 2018).

No presente estudo, o cimento resinoso autocondicionante RelyX Ultimate foi utilizado de acordo com as recomendações do fabricante, sem o condicionamento ácido prévio da dentina radicular (modo *self-etching*). Entretanto, de acordo com o fabricante, esse cimento também pode ser utilizado com aplicação de condicionamento ácido prévio (modo *total-etching*) para potencializar seus efeitos de adesão (PEUMANS et al. 2013).

Ubal dini et al. (2018) demonstraram que quando utilizado no modo *total-etching*, RelyX Ultimate promove uma zona de difusão mais ampla e profunda dos prolongamentos resinosos através da dentina do que no modo *self-etching*. Entretanto, segundo esses autores, a resistência de união desse cimento resinoso à dentina radicular está muito mais associada à sua interação química com a dentina do que à forma como ele se difunde pelo substrato. De acordo com Ferracane et al. (2011), a resistência de união do cimento resinoso não depende somente da formação de uma adequada camada híbrida ou da presença de prolongamentos resinosos profundos. A ionização do meio para que a reação química entre o cimento resinoso e o substrato dentinário ocorra é fundamental (FERRACANE et al. 2011; MUSHASHE et al. 2016). Entretanto, esta pode ser alterada pela radiação ionizante recebida pelos dentes durante a RT, levando a uma diminuição significativa no número de ligações químicas entre o cimento resinoso e a dentina (YAMIN et al. 2018).

É consenso que procedimentos adesivos em dentes irradiados são comprometidos devido às alterações provocadas pela radiação ionizante no substrato dentinário, como a desproteinização e fragmentação do colágeno, alterações morfológicas da dentina intertubular, peritubular e intratubular (GONÇALVES et al. 2014; DE SIQUEIRA MELLARA et al. 2014; YAMIN et al. 2018), além da indução e ativação de metaloproteinases responsáveis pela degradação da camada híbrida (MCGUIRE et al. 2014; LOPES et al. 2020). A obliteração dos túbulos dentinários devido à degradação dos processos odontoblásticos também é um destes efeitos negativos e afeta de forma significativa a retenção micromecânica do cimento resinoso (GONÇALVES et al. 2014). Assim, entende-se que nestes casos, o condicionamento ácido prévio da dentina não seria capaz de aumentar a adesividade do pino de fibra de vidro/cimento resinoso, além de promover maiores danos ao tecido já alterado (YAMIN et al. 2018).

Quando os terços radiculares foram considerados na análise, G4 (irradiado após obturação) e G5 (irradiado após cimentação dos pinos), apresentaram resistência de união significativamente menor no terço médio em comparação aos demais grupos experimentais. O

mesmo foi observado quando os terços radiculares foram desconsiderados. G4 e G5 apresentaram os menores valores de resistência de união.

Aggarwal et al. (2009) avaliaram o efeito da radiação ionizante sobre a resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular em função dos diferentes momentos para cimentação de pinos de fibra de quartzo. O grupo submetido à radiação após obturação do canal radicular e previamente a cimentação dos pinos apresentou menor resistência de união em comparação ao grupo controle (não irradiado). Tal resultado está de acordo com os achados do presente estudo, uma vez que G4 (RT após obturação) apresentou valores de resistência de união significativamente menores que a do grupo não irradiado. Por outro lado, neste mesmo estudo de Aggarwal et al. (2009), as amostras irradiadas após a cimentação dos pinos não apresentaram diferença significativa em relação ao grupo controle, diferentemente do que foi observado por nós. Deve-se ressaltar que no estudo de Aggarwal et al. (2009) pinos de fibra de quartzo foram utilizados, o que poderia explicar os resultados discrepantes. Além disso, o protocolo de cimentação utilizado (condicionamento ácido da dentina) também foi diferente do presente estudo, demonstrando mais uma vez que a interação química do cimento resinosos com a dentina é fundamental para obtenção de valores adequados de resistência de união (UBALDINI et al. 2018).

Já G2 e G3 apresentaram resistência de união semelhante ao do grupo controle, demonstrando que o momento para realização do tratamento endodôntico/protético pode ter papel fundamental no desempenho adesivo do cimento resinoso.

Em G3, os dentes foram submetidos à radiação ionizante após serem modelados e preenchidos com pasta medicamentosa a base de hidróxido de cálcio. A condição clínica simulada neste grupo experimental representa a de pacientes oncológicos que necessitam de tratamento endodôntico/protético antes mesmo de iniciarem o tratamento radioterápico. Os resultados obtidos com este grupo demonstraram que este protocolo pode ser uma alternativa viável de tratamento, já que a pasta medicamentosa a base de hidróxido de cálcio é comumente utilizada entre as sessões de tratamento endodôntico (SIQUEIRA JR & LOPES 1999). Entretanto, vale enfatizar que o uso do hidróxido de cálcio por um período superior a 4 semanas pode causar redução nos valores da microdureza da dentina radicular (NASERI et al. 2019). A causa mais provável de redução nesta propriedade mecânica da dentina é a alteração da força de ligação entre a hidroxiapatita e as fibras colágenas (NASERI et al. 2019). O aumento do pH da dentina promovido pelo hidróxido de cálcio induz a uma mudança na conformação das enzimas proteolíticas, levando a um aumento da atividade das metaloproteinases da matriz orgânica dentinária (NASERI et al. 2019).

É importante notar que os dentes submetidos à radiação ionizante passaram por um protocolo radioterápico de 7 semanas, para que a dose total de 70 Gy fosse aplicada de forma fracionada. Assim, os dentes de G3 ficaram preenchidos com a pasta à base de hidróxido de cálcio por um período superior a 4 semanas. Nenhum tipo de teste capaz de avaliar a resistência à fratura ou a microdureza dos dentes foi realizado neste estudo. Entretanto, G3 foi o grupo que apresentou o maior número de falhas do tipo coesiva da dentina, o que sugere um enfraquecimento da dentina ocasionado pelo hidróxido de cálcio (NASERI et al. 2019). Porém, grande parte das amostras do grupo controle também apresentaram falha do tipo coesiva da dentina. Por se tratar de um cimento resinoso autocondicionante, o mecanismo de adesão do RelyX Ultimate se baseia na ação de monômeros ácidos que interagem com a matriz orgânica da dentina (UBALDINI et al. 2018; LOPES et al. 2020). Estes monômeros ácidos promovem uma profunda desmineralização do substrato, criando áreas de microretenções mecânicas, que podem se tornar pontos de propagação de microfaturas (LOPES et al. 2020). Além dessas alterações, a instrumentação e o preparo do espaço endodôntico para cimentação do pino de fibra de vidro são fatores de *stress* adicionais que podem também afetar a resistência mecânica dos dentes não irradiados. Entretanto, não se deve descartar que a ocorrência de fraturas do tipo coesiva da dentina poderia estar mais associada à adequada força de adesão do cimento resinoso à dentina do que de seu enfraquecimento mecânico em si.

Por outro lado, nos demais grupos experimentais, a maior taxa de falhas foi a do tipo adesiva. Este tipo de falha é considerado o mais comum em ensaios de resistência de união, demonstrando que apesar de toda evolução dos materiais e técnicas de adesão, a interação entre cimento resinoso e dentina ainda é frágil (YAMIN et al. 2018).

Considerando-se que a taxa de sobrevivência de um paciente com câncer de cabeça e pescoço gira em torno de 80-90% (GLOBOCAN 2017), a criação de protocolos clínicos que atendam de forma satisfatória as necessidades endodônticas e protéticas deste tipo de paciente é crucial. Os resultados desta pesquisa demonstram que o momento em que o tratamento endodôntico/protético é realizado frente a RT afeta a retenção de pinos de fibra de vidro. Assim, mais estudos devem ser conduzidos para que novos protocolos clínicos sejam desenvolvidos e aprimorados para atender as necessidades de pacientes oncológicos.

6 CONCLUSÃO

Apesar das limitações inerentes a uma pesquisa laboratorial, os resultados obtidos no presente estudo nos permitem concluir que os diferentes momentos em que o tratamento endodôntico/protético é realizado frente à radioterapia afetam a resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular. Os melhores momentos para realização da radioterapia são antes do preparo e obturação do canal radicular, ou após o preparo e preenchimento do canal radicular com pasta medicamentosa à base de hidróxido de cálcio. Nestes casos, a retenção do pino de fibra de vidro foi semelhante ao do grupo onde a dentina não foi irradiada.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, V. An in vitro evaluation of effect of ionizing radiotherapy on push-out strength of fiber posts under cyclic loading. **Journal of Endodontics**, v. 35, n.5, p. 695-8, 2009.
- BAHARI, M., et al. Effect of light intensity on the degree of conversion of dual-cured resin cement at different depths with the use of translucent fiber posts. **Journal of Dentistry (Tehran, Iran)**, v. 11, n. 3, p. 248-55, 2014.
- BEECH, N., et al. Dental management of patients irradiated for head and neck cancer. **Australian Dental Journal**, v. 59, n. 1, p. 20-8, 2014.
- CUNHA L.G., et al. Influence of the curing method on the post-polymerization shrinkage stress of a composite resin. **Journal of Applied Oral Science**, v. 16, n. 4, p. 266-70, 2008.
- CHERSONI, S., et al. In vivo fluid movement through dentin adhesives in endodontically treated teeth. **Journal of Dental Research**, v. 19, n. 3, p. 223-7, 2005.
- D'ARCANGELO, C., et al. Bond strengths of three types of fibre-reinforced post systems in various regions of root canals. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 4, p. 322-8, 2008.
- 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. **Radiation Oncology**, v. 9, n. 30, p. 1-7, 2014.
- DHANDA, J., et al. Current concepts in osteoradionecrosis after head and neck radiotherapy. **Clinical Oncology**, v. 28, n. 7, p. 459-66, 2016.
- DOBROS, K., et al. Radiation-induced caries as the late effect of radiation therapy in the head and neck region. **Contemporary Oncology**, v. 20, n. 4, p. 287-90, 2016.
- DOBROSSY, L. Epidemiology of head and neck cancer: magnitude of the problem. **Cancer Metastasis Review**, v. 24, n. 4, p. 9-7, 2005.
- EPSTEIN, J.B., et al. Oral complications of cancer an cancer therapy: from cancer treatment to survivorship. CA: **A Cancer Journal for Clinicians**, v. 62, n. 6, p. 400-422, 2012.
- FERRACANE, J.L., et al. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 38, n. 4, p. 295-314, 2011.
- GLOBOCAN - **International Agency for Cancer Research**, 2017. Available at: <http://globocan.iarc.fr/Default.aspx> (Accessed in 11/26/2020).
- GONÇALVES, L.M., et al. Radiation therapy alters microhardness and microstructure of enamel and dentin of permanent human teeth. **Journal of Dentistry**, v. 42, n. 8, p. 986-92, 2014.
- GULDENER, A.K., et al. Long-term clinical outcomes of endodontically treated teeth restored with or without fiber post-retained single-unit restorations. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 2, p. 188-93, 2016.
- GUPTA, N., et al. Radiation-induced dental caries, prevention and treatment - a systematic review. **National Journal of Maxillofacial Surgery**, v. 6, n. 2, p. 160-6, 2015.

GREEN, D.E., RUBIN, C.T. Consequences of irradiation on bone and marrow phenotypes, and its relation to disruption of hematopoietic precursors. **Bone**, v. 63, p. 87-97, 2014.

HANSEN, H.J., et al. Dosimetric distribution to the tooth-bearing regions of the mandible following intensity-modulated radiation therapy for base of tongue cancer. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 114, n. 2, p. 50-54, 2012.

HIKITA, K., et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. **Dental Materials**, v. 23, n. 1, p. 71-80, 2007.

IHDE, S., et al. Effects of radiation therapy on craniofacial and dental implants: a review of the literature. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 107, n. 1, p. 56-65, 2009.

Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação Geral de Prevenção e Vigilância. Divisão de Detecção Precoce e Apoio à Organização de Rede - 3^a. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: INCA, 2018.

KHAW, A. Radiation induced oral mucositis and periodontitis - proposal for an inter-relationship. **Oral Diseases**, v. 20, n. 3, p. 7-18, 2014.

KIELBASSA, A.M., et al. Correlation of transversal microradiography and microhardness on in situ-induced demineralization in irradiated and nonirradiated human dental enamel. **Archives of Oral Biology**, v. 44, n. 3, p. 243-51, 1999.

LILLY, J.P., et al. An evaluation of root canal treatment in patients who have received irradiation to the mandible and maxilla. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, 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. **International Endodontic Journal**, v. 53, n. 4, p. 539-52, 2020.

MA, Y., SHEN, G. Distraction osteogenesis after irradiation in rabbit mandibles. **The British Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, v. 50, n. 7, p. 662-7, 2012.

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

MCGUIRE, J.D., et al. Type IV collagen is a novel DE: J biomarker that is reduced by radiotherapy. **Journal of Dental Research**, v. 93, n. 10, p. 1028-34, 2014.

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

MUSHASHE, A.M., et al. Effect of enamel and dentin surface treatment on the self-adhesive resin cement bond strength. **Brazilian Dental Journal**, v. 27, n. 5, p. 537-42, 2016.

NASERI, M., et al. The effect of calcium hydroxide and nano-calcium hydroxide on microhardness and superficial chemical structure of root canal dentin: an ex vivo study. **Journal of Endodontics**, v. 45, n. 9, p. 1148-54, 2019.

- OLIVEIRA, M.L., et al. A 10-year analysis of the oral squamous cell carcinoma profile in patients from public health centers in Uruguay. **Brazilian Oral Research**, v. 29, p. S1806, 2015.
- OZEN, J., et. al. Dosimetric evaluation of the effect of dental implants in head and neck radiotherapy. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 99, n. 6, p. 743-7, 2005.
- PARAYBA, C.J., et al. Radiation dose distribution in the teeth, maxilla, and mandible of patients with oropharyngeal and nasopharyngeal tumors who were treated with intensity-modulated radiotherapy. **Head & Neck**, v, 38, n. 11, p. 1621-7, 2016.
- PEREZ, B.E., et al. Does the thickness of the resin cement affect the bond strength of a fiber post to the root dentin? **The International Journal of Prosthodontics**, v. 19, n. 6, p. 606-9, 2006.
- PEREIRA R.D., et al. Evaluation of bond strength in single-cone fillings of canals with different cross-sections. **International Endodontic Journal**, v. 50, n. 2, p. 177-83, 2017.
- 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. **Operative Dentistry**, v. 40, v. 5, p. 206-21, 2015.
- PEUMANS, M. et al. Four-years clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. **Clinical Oral Investigation**, v. 17, n. 3, p. 739-750, 2013.
- POMPA, G., et. al. Survival of dental implants in patients with oral cancer treated by surgery and radiotherapy: a retrospective study. **BMC Oral Health**, v. 20, n. 15, p. 5, 2015.
- PULTE, D., BRENNER, H. Changes in survival in head and neck cancers in the late 20th and early 21st century: a period analysis. **The Oncologist**, v. 15, n. 9, p. 994-1001, 2010.
- RADOVIC, I., et al. Light transmission through fiber post: the effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. **Dental Materials**, v. 25, n. 7, p. 837-44, 2009.
- REED, R., et. al. Radiotherapy effect on nano-mechanical properties and chemical composition of enamel and dentine. **Archives of Oral Biology**, v. 60, n. 5, p. 690-7, 2015.
- REZENDE, E.C., et al. Effects of dentin moisture on cementation of fiber posts to root canals. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 18, n. 1, p. 29-34, 2016.
- SANTOS-FILHO, P.C., et. al. Influence of ferrule, post system, and length on biomechanical behavior of endodontically treated anterior teeth. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 1, p. 119-23, 2014.
- SARKIS-ONOFRE, R., et. al. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts (GFPs) luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Operative Dentistry**, v. 39, n. 1, p. 31-44, 2014.
- SILVA, A.R., et. al. Radiation-related caries and early restoration failure in head and neck cancer patients. A polarized light microscopy and scanning electron microscopy study. **Supportive Care in Cancer**, v. 18, n. 1, p. 83-7, 2010.

- SIQUEIRA JR, J.F., LOPES, H.P. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. **International Endodontic Journal**, v. 32, n. 5, p. 361-9, 1999.
- SOARES, C.J., et al. Effect of gamma irradiation on ultimate tensile strength of enamel and dentin. **Journal of Dental Research**, v. 89, n. 2, p. 159-64, 2010.
- TAGGER, M., et al. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 5, p. 351-4, 2002.
- TAUHATA, L., et. al. Radioproteção e Dosimetria: fundamentos - 10^a ed., Rio de Janeiro, p. 111-9, 2014.
- TEDESCO, M., et al. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. **Microscopy Research and Technique**, v. 77, n. 12, p. 1015-22, 2014.
- THIAGARAJAN, A., IYER, N. G. Radiation-induced sarcomas of the head and neck. **World Journal of Clinical Oncology**, v. 5, n. 5, p. 973-81, 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. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 12, p. 2041-4, 2014.
- TUNCEL, B., et al. Effect of endodontic chelating solutions on the bond strength of endodontic sealers. **Brazilian Oral Research**, v. 29, p. S1806, 2015.
- UBALDINI, A.L.M, et al. Challenges in luting fibre posts: Adhesion to the post and to the dentine. **Dental Materials**, v. 34, n. 7, p. 1054-62, 2018.
- VISHAK, S. et. al. Neoadjuvant chemotherapy in oral cancers: selecting the right patients. **Indian Journal of Medical Paediatric Oncology**, v. 36, n. 3, p. 148-53, 2015.
- VISSINK, A., et. al. Prevention and treatment of the consequences of head and neck radiotherapy. **Critical Reviews in Oral Biology and Medicine**, v. 14, n. 3, p. 213-25, 2003.
- YAMIN, P.A., et al. Longevity of bond strength of resin cements to root dentine after radiation therapy. **International Endodontic Journal**, v. 51, n. 11, p. 1301-12, 2018.
- ZANATTA, R.F., et al. Effect of punch and orifice base sizes in different push -out test setups: stress distribution analysis. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2015.
- ZAITTER, S., et al. Microtensile bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive and self-etching resin cements. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 13, n. 1, p. 55-9, 2011.

APÊNDICES

ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética (UFSC)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: EFEITO DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO A DENTINA RADICULAR

Pesquisador: LUCAS DA FONSECA ROBERTI GARCIA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 14579519.7.0000.0121

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.499.313

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

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

ANEXO B - Termo de Doação de Dentes

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
TERMO DE DOAÇÃO

Eu, _____, portador (a) da Carteira de Identidade nº _____, por meio deste termo, declaro que estou doando o(s) dente(s) _____, o(s) qual(is) foi(ram) extraído(s) por indicação _____, e serão exclusivamente usados para a pesquisa “**Efeito da radiação ionizante na resistência de união de pinos de fibra de vidro a dentina radicular**”. Declaro, também, que recebi todas as orientações sobre os riscos e objetivos da pesquisa, e que todos os meus dados serão mantidos em sigilo, conforme Resolução CNS 466/2012, que estabelece normas para pesquisa envolvendo seres humanos, assim como, poderei remover o consentimento da pesquisa sem haver penalidade alguma e posso obter informações sobre o andamento da pesquisa através da pesquisadora responsável Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia (drlucas.garcia@gmail.com)

Florianópolis, ____/____/____

Assinatura do Doador ou Responsável Legal

Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia
Pesquisador Responsável

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, _____ anos,
nacionalidade: _____, RG _____, estado civil _____, profissão
_____, endereço _____,

Aceito doar o(s) dente(s) para a pesquisa intitulada “Efeito da radiação ionizante na união de pinos de fibra de vidro a dentina radicular de acordo com o momento do tratamento endodôntico/reabilitador”. O objetivo desta pesquisa é avaliar o efeito da radioterapia na estrutura dental e no tratamento endodôntico (tratamento de canal). As amostras serão distribuídas aleatoriamente em 5 grupos: G1 (controle) - dentes não submetidos a RT; G2 - dentes submetidos a RT antes do preparo químico-mecânico e obturação do canal radicular; G3 - dentes submetidos ao preparo químico-mecânico, preenchimento com pasta medicamentosa à base de hidróxido de cálcio e submetidos a RT; e G4 - dentes serão preparados e obturados previamente a RT e G5 – dentes preparados, obturados e pinos de fibra de vidro cimentados previamente a RT. Os grupos submetidos a RDT, receberão doses de 70 Gy fracionados em 7 semanas consecutivas. As raízes serão seccionadas em discos de 1,0 mm de espessura, que serão submetidos ao teste de resistência de união *push-out* em Máquina Universal de Ensaios (Instron, Modelo 4444 - 0,5 mm/min). Posteriormente, as amostras serão avaliadas em estereomicroscópio para análise do padrão de fratura. Os dados obtidos serão comparados estatisticamente (two-way ANOVA e Tukey).

Fui alertado de que, os desconfortos ou riscos possíveis são devido à cirurgia para extração do elemento dentário, e que só serão utilizados na pesquisa dentes com indicação clínica evidente para extração. Também fui informado que a minha identidade, bem como todos os dados ou informações fornecidas serão consideradas confidenciais e mantidas em sigilo. Em nenhum momento os nomes e dados clínicos dos pacientes serão incluídos ou divulgados na pesquisa. Recebi esclarecimentos que não há benefícios diretos para mim e para os outros participantes desta pesquisa. Os benefícios esperados estão relacionados ao melhor entendimento das alterações que ocorrem na adesão dos pinos a dentina radicular quando os dentes são submetidos à radioterapia na região de cabeça e pescoço. Espera-se a partir desse conhecimento possibilitar melhor entendimento da estrutura dental como também otimizar o tratamento endodôntico com base nas alterações encontradas.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são a mestranda Patrícia da Agostim Cancelier, a cirurgiã-dentista Mariana Comparotto Minamisako e o prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia, que

poderão ser contatados no departamento de Endodontia da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Departamento de Odontologia, laboratório de Endodontia prédio F - Florianópolis - SC - CEP 88040-900, pelo telefone 3731-5842 ou pelos e-mails maminamisako@yahoo.com.br, cancelierp@gmail.com, ou drlucas.garcia@gmail.com, para eventuais dúvidas.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

Em caso de reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo devo ligar para o CEPESH/UFSC (48)37219206 ou e-mail para cep.propesq@contato.ufsc.br

Consentimento

Eu, _____, Identidade Nº _____, Telefone: _____, certifico que, após a leitura deste documento e de outras explicações dadas pelo pesquisador responsável, sobre os itens acima, estou de acordo com a minha participação ou do meu familiar na realização dessa pesquisa.

Florianópolis, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do paciente ou responsável

Assinatura do pesquisador