



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

PALOMA PEREIRA DA SILVA

**Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união
de pinos de fibra de vidro à dentina radicular**

ARAÇATUBA - SP

2017

PALOMA PEREIRA DA SILVA

**Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união
de pinos de fibra de vidro à dentina radicular**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Ass. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo.

Coorientador: Prof. Adj. Paulo Henrique dos Santos.

ARAÇATUBA - SP

2017

DEDICATÓRIA

À **Deus** que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos esteve comigo.

À minha mãe, **Andraci Pereira Peña** que é a base da minha vida. Pelo amor, incentivo, apoio incondicional e por se sacrificar muitas vezes para que eu chegasse até aqui. Meu amor por ti é inestimável.

À minha irmã, **Ana Paula Pereira Guimarães** por ser minha constante fonte de admiração, por me fazer entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente, pela confiança e infinita amizade.

Ao meu irmão **Luis Antônio Pereira Peña** e minha sobrinha **Luana Cristianini Pereira Guimarães** por tornar meus dias mais leves e por encher meu coração de alegria.

À **Ana Paula da Silva Andre**, por estar sempre comigo, me apoiando e mostrando todos os lados positivos que muitas vezes não consigo enxergar sozinha.

Aos meus amigos e amigas da graduação, em especial **Daniela Chrisostomo Alvim, Erika Kiyoko Chiba, Henrico Badaoui Strazzi Sahyon, Jéssica Coelho Caires, Luiza Tavares Moreira e Willian Henrique Jacometo** que durante todos esses anos foram meus alicerces, capazes de compreender as diferenças, compartilhar as alegrias e consolar as tristezas. Amigos que, com certeza, vão continuar presentes na minha vida.

Às minhas amigas **Carolina Aparecida Storari, Jacqueline Sampaio Costa, Karen Carolina Apolinário, Lethícia Olímpio Bueno, Mayara Aparecida Silva e Natalie Stephanie Sawada Nunes** por tornar minha vida mais completa pois estiveram sempre presentes e fizeram parte da minha trajetória de vida e espero que continuem fazendo parte de todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba **Prof. Tit. Wilson Roberto Poi** e do vice-diretor **Prof. Tit. João Eduardo Gomes Filho**.

Ao meu orientador **Prof. Ass. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo** que em todos os momentos me incentivou para que eu pudesse fazer um bom trabalho, por toda paciência, conselhos, confiança e dedicação.

Ao meu coorientador **Prof. Adj. Paulo Henrique dos Santos** por toda ajuda, dedicação e incrível competência.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - **FAPESP** pelo apoio para a realização deste trabalho, processo número 2015/06056-3.

Ao aluno de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba **Henrico Badaoui Strazzi Sahyon** que se desdobrou inúmeras vezes para que esse trabalho desse certo. Obrigada por toda ajuda, por me ensinar com paciência, por tornar os momentos mais agradáveis e por se tornar um grande amigo no decorrer desses anos. Não existem palavras para agradecer tudo que você fez por mim nesses anos de iniciação científica.

À **Patrícia Zambon da Silva**, por toda ajuda, disponibilidade, dedicação e acima de tudo, amizade.

Aos alunos de graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba **Murilo Silva de Oliveira e Jaqueline Midori Nakao** por serem meus companheiros de iniciação científica e por terem feito das tardes no laboratório bem mais divertidas e produtivas.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, principalmente aos **Profs. da Disciplina de Endodontia: João**

Eduardo Gomes Filho, Eloi Dezan Junior, Luciano Tavares Angelo Cintra, Rogério de Castilho Jacinto e Gustavo Sivieri de Araújo.

Ao Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

Ao Departamento de Física e Química – UNESP, Campus de Ilha Solteira, em especial ao assistente suporte acadêmico **Elton José de Souza** responsável pelo laboratório de microscopia eletrônica de varredura.

À todos os professores da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, obrigada pela competência, atenção, ensino e dedicação depositada.

À todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, obrigada por toda ajuda e disposição.

Muito Obrigada!

EPÍGRAFE

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso”.

John Ruskin

SILVA, P.P. **Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular**. 2017. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.

RESUMO

A terapia fotodinâmica (TFD), fundamenta-se em processos físicos, químicos e biológicos, que ocorrem após o emprego de um agente fotossensibilizador (FS) que é ativado por meio de luz visível de comprimento de onda específico, com finalidade de destruir a célula-alvo. O objetivo do presente estudo consiste em avaliar a influência da TFD na resistência de união de pinos de fibra de vidro, em diferentes terços da dentina radicular (cervical, média e apical), por meio do teste de *push-out*. Foram utilizados 24 dentes incisivos bovinos recém extraídos, que foram radiografados com intuito de auxiliar na confirmação da integridade de toda a estrutura dentária. O preparo biomecânico em todos os canais radiculares foi feito com instrumentos tipo K, sendo o instrumento final lima K #80, a 1mm aquém do comprimento real do dente e irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Foram distribuídos 3 grupos (n=8): G1-Controle (água deionizada); G2-FS curcumina 500 mg/L + Led azul (TFD) e G3-FS curcumina 1000 mg/L + Led azul (TFD). Os grupos G2 e G3 receberam o FS curcumina, por um período de 5 minutos (período de pré-irradiação), sendo estes agitados por 60 segundos com ultrassom (irrigação passiva - sem refrigeração), na escala de potência 2 para Endodontia com auxílio de uma lima K #25 a 2mm aquém do comprimento real de trabalho (CRT). O FS curcumina foi ativado com Led λ 480 nm, fluência de 75 J/cm², por 4 minutos, com auxílio de uma fibra óptica flexível de diâmetro de 500 μ m, levada a 2mm aquém do CRT. Em seguida, os canais radiculares foram secos e obturados com cones de guta-percha principal #80 e cones de guta-percha auxiliares F e MF. Os canais radiculares foram preparados para receber os pinos de fibra de vidro White Post DCE #2, os quais foram cimentados no interior do canal radicular utilizando o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U200. A resistência de união foi mensurada pelo teste de *push-out* em máquina de ensaio universal nos terços da dentina radicular (cervical, média e apical). Os dados da propriedade mecânica foram submetidos ao teste de normalidade e as médias comparadas pelo teste ANOVA e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). As amostras

representativas foram levadas à microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados mostraram que no terço cervical do G1 ocorreu o maior valor numérico de resistência de união, e o menor valor no terço cervical do G3, entretanto não houve diferença estatística significativa entre os terços cervical, médio e apical ($p>0,05$), assim como para os grupos avaliados ($p>0,05$). Nos resultados da MEV, foi observado, que houve presença de micro-trincas na dentina radicular com falhas coesivas, falhas adesivas ou falhas mistas, mas sem comprometimento da estrutura dental. Podemos concluir que a terapia fotodinâmica com o fotossensibilizador curcumina não influenciou na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.

Palavras-chave: Tratamento do canal radicular. Terapia fotodinâmica. Curcumina. Resistência de união. Teste de *push-out*.

SILVA, P.P. **Influence of photodynamic therapy on the bond strength of fiberglass pins to root dentin**. 2017. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.

Abstract

Photodynamic therapy (PDT) is based on physical, chemical and biological processes that occur after the use of a photosensitizer (PS) that is activated by means of visible light of specific wavelength, in order to destroy the cell -target. The objective of the present study was to evaluate the influence of the PDT on the bond strength of fiberglass pins in different thirds of the root dentin (cervical, middle and apical) by means of the push-out test. Twenty-four freshly extracted bovine incisor teeth were used, which were radiographed to help confirm the integrity of the entire dental structure. The biomechanical preparation in all root canals was done with K-type instruments, the final instrument being K # 80, 1mm short of the actual tooth length and irrigation with 1% sodium hypochlorite solution. Three groups (n = 8) were distributed: G1-Control (deionized water); G2-PS curcumin 500 mg / L + Blue LED (PDT) and G3-PS curcumin 1000 mg / L + Blue LED (PDT). Groups G2 and G3 received PS curcumin for a period of 5 minutes (pre-irradiation period), which were agitated for 60 seconds with ultrasound (passive irrigation - without refrigeration), on the power scale 2 for Endodontics with the aid of A K # 25 file 2mm below the actual working length (AWL). The PS curcumin was activated with 480 nm Led λ , yielding 75 J / cm², for 4 minutes, with the aid of a flexible optical fiber with a diameter of 500 μ m, taken to 2 mm below the AWL. Then the root canals were dried and filled with # 80 main gutta-percha cones and auxiliary gutta-percha cones F and MF. The root canals were prepared to receive the White Post DCE # 2 fiberglass pins, which were cemented into the root canal using the RelyX U200 self-adhesive resin cement. The union strength was measured by the universal test machine push-out test in the thirds of the root dentin (cervical, middle and apical). Mechanical property data were submitted to the normality test and the means were compared by ANOVA and Tukey test ($\alpha = 0.05$). Representative samples were taken by scanning electron microscopy (SEM). The results showed that in the cervical third of G1 there was the highest numerical value of union strength and the lowest value in the cervical third of G3,

however there was no significant statistical difference between the cervical, middle and apical thirds ($p > 0.05$) , As well as for the groups evaluated ($p > 0.05$). In the SEM results, it was observed that micro-cracks were present in the root dentine with cohesive defects, adhesive failures or mixed faults, but without dental structure involvement. We can conclude that the photodynamic therapy with the photosensitizer curcumin did not influence the bond strength of glass fiber pins to the root dentin.

Keywords: Root canal treatment. Photodynamic therapy. Curcumin. Union strength. Push-out test.

LISTA DE QUADRO, TABELA E GRÁFICO

Quadro 1- Distribuição dos grupos.....22

Tabela 1- Resistência de união por extrusão (*push-out*) (MPa) dos fotossensibilizantes nos diferentes terços da dentina radicular.....29

Gráfico 1 - Número de amostras de todos os grupos em função do tipo de falha.....30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Seleção dos dentes. A- Dente bovino recém-extraído; B-Radiografia periapical digital de dente bovino.....	20
Figura 2- Preparo biomecânico. A- Determinação da odontometria; B- Lima final K#80 do preparo biomecânico.....	21
Figura 3- Materiais utilizados para fechamento dos forames apicais.....	22
Figura 4- Terapia fotodinâmica. A- Canal radicular bovino preenchido com FS curcumina; B- FS curcumina ativado por Led azul.....	23
Figura 5- Obturação do canal radicular. A- Canal radicular bovino obturado com técnica de condensação lateral ativa; B- Radiografia digital final de dente bovino obturado.....	24
Figura 6- Dente bovino cortado em fatia de 1,3 mm em cortadeira de precisão Isomet 5000.....	26
Figura 7- A- Máquina Universal EMIC modelo DL3000; B- Teste de cisalhamento por extrusão (<i>push-out</i>)	26
Figura 8- A- Análise da estrutura dentinária e exposição da interface adesiva em lupa estereoscópica; B- Amostra de dentina radicular seccionada.....	27
Figura 9- A- Metalizador (Balzers SCD-050 Sputter Coater, Alemanha); B- Microscopia eletrônica de varredura.....	27
Figura 10- Amostra representativa do padrão de fratura por falha coesiva. A- Imagem em aumento de 50x; B- Imagem em aumento de 300x.....	30
Figura 11- Amostra representativa do padrão de fratura por falha adesiva. A- Imagem em aumento de 50x; B- Imagem em aumento de 300x.....	31

Figura 12- Amostra representativa do padrão de fratura por falha mista. A- Imagem em aumento de 50x; B- Imagem em aumento de 300x.....31

LISTA DE ABREVIATURAS

UNESP	Universidade Estadual Paulista
Prof.	Professor
Ass.	Assistente
Dr.	Doutor
Adj.	Adjunto
Tit.	Titular
SP	São Paulo
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
α	Alfa
SCR	Sistema de canais radiculares
PBM	Preparo biomecânico
MO	Micro-organismos
Laser	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
Led	<i>Light-Emitting Diode</i>
TFD	Terapia fotodinâmica
PDT	<i>Photodynamic therapy</i>
FS	Fotosensibilizador
λ	Comprimento de onda
CePOF	Centro de Pesquisa em Ótica e Fotônica
IFSC	Instituto de Física de São Carlos
USP	Universidade de São Paulo
mg	Miligramas
L	Litros
nm	Nanômetros
ml	Mililitro
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
FOA	Faculdade de Odontologia de Araçatuba
%	Porcentagem
CRD	Comprimento real do dente
CRT	Comprimento real de trabalho
°C	Graus Celsius

N	Número
G	Grupo
J	Joule
μm	Micrometros
cm^2	Centímetros quadrado
mW	miliwatts
mm	Milímetros
min.	Minutos
Ru	Resistência de União
N	Força máxima
Π	Pi
r	raio
h	altura
MEV	Microscopia eletrônica de varredura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVO.....	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 Comitê de Ética e Seleção dos Dentes.....	20
3.2 Preparo dos Dentes e dos Canais Radiculares.....	21
3.3 Selamento dos Forames Apicais.....	21
3.4 Divisão dos Grupos.....	22
3.5 Terapia Fotodinâmica.....	22
3.6 Obturação dos Canais Radiculares.....	24
3.7 Preparo e Cimentação dos Pinos de Fibra de Vidro.....	24
3.8 Análise da Resistência de União.....	25
4 RESULTADOS.....	29
5 DISCUSSÃO.....	32
6 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico é de fundamental importância para eliminar a contaminação do sistema de canais radiculares (SCR) em dentes com necrose pulpar. O combate eficaz desta infecção é determinante para o sucesso endodôntico.¹ Estratégias terapêuticas contra a infecção endodôntica como o preparo biomecânico (PBM) do canal radicular,² emprego do hipoclorito de sódio como substância irrigadora^{2,3} e uso de medicação intracanal,⁴⁻⁶ diminuem o número de micro-organismos (MO) e seus produtos tóxicos (endotoxinas).² Entretanto, estudos apontam que somente o PBM combinado às soluções irrigadoras e a medicação intracanal, são incapazes de permitir que o SCR fique completamente isento de bactérias e seus produtos tóxicos.^{7,8} Portanto, novas modalidades terapêuticas devem, constantemente, ser investigadas com a intenção de erradicar as infecções endodônticas.

Com o advento do Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) e Led (*Light-Emitting Diode*), inovações ocorreram para os tratamentos da Área da Saúde,^{9,10} dentre estas, podemos destacar a terapia fotodinâmica (TFD), em língua inglesa, *photodynamic therapy* (PDT), que baseia-se na reação local que ocorre após a ação de um agente fotossensibilizador exógeno (FS) ativado por meio de uma luz visível (Laser ou Led) de comprimento de onda (λ) específico ao FS com a intenção de promover necrose celular em um local específico (célula-alvo). A TFD é empregada no tratamento de câncer, doenças não oncológicas e na redução microbiana.^{11,12}

Diversos grupos de pesquisa realizaram estudos que demonstraram o mecanismo de ação, propriedades básicas e aplicadas da TFD,¹³⁻¹⁶ dentre estes grupos, o Laboratório de Biofotônica do Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica (CEPOF), do Programa CEPIDFAPESP - Grupo de Óptica, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo (IFSC-USP). O mecanismo de ação básico ocorre quando o FS absorve os fótons da luz irradiada e seus elétrons passam do estado normal para o mais estimulado. Na presença de oxigênio o FS transfere sua energia ao substrato. Ao retornar ao seu estado normal, este forma espécies altamente reativas e de vida curta, como o oxigênio singleto (também conhecido como oxigênio singleto), que provoca na célula-alvo injúrias locais, via oxidação irreversível dos componentes celulares patógenos.¹⁷⁻¹⁹

A TFD é empregada na Endodontia após a realização do PBM e antes da obturação dos canais radiculares, como alternativa para potencializar a descontaminação do SCR. Estudos *in vitro*^{19,20} e *in vivo*^{21,22} comprovam que a TFD potencializa a desinfecção do canal radicular, tanto na ausência quanto na presença da medicação intracanal. Entretanto estes estudos empregaram apenas o FS azul de metileno ou azul de toluidina.

Recentemente estudos realizados em nosso Grupo de Pesquisa,²³⁻²⁵ ficou demonstrado a biocompatibilidade *in vitro* e *in vivo* da TFD para emprego na Endodontia, utilizando o FS curcumina na concentração de 500 mg/L, ativado com Led azul λ 480 nm. A curcumina é extraída do rizoma da planta *Curcuma longa* L (açafrão) que pode ser empregada como FS na TFD. A curcumina possui efeitos: antimicrobianos,^{26,27} anti-inflamatórios,²⁸ imunomoduladores,²⁹ que são potencializados na presença do luz visível de λ específico para ativá-la (Laser azul ou Led azul).

Contudo, estudos relacionados à influência da TFD nas propriedades físicas na Endodontia são pouco encontrados, como por exemplo, o manchamento das estruturas dentais. O azul de metileno e o azul de toluidina são frequentemente empregados como FS na TFD endodôntica, estes podem manchar as estruturas dentais dependendo da concentração empregada.³⁰ Em recente estudo realizado com a colaboração do IFSC-USP em São Carlos-SP, avaliamos os FS curcumina e azul de metileno em relação ao potencial do FS de alterar ou não a cor da dentina radicular. Concluímos que o FS curcumina na concentração de 500 mg/L, apresentou menor índice de manchamento das estruturas dentais, seguindo pela concentração de 1000 mg/L, quando comparado com o azul de metileno 0,025 mg/mL ou azul de metileno 0,1 mg/mL.³¹ Porém, a influência da TFD nas demais propriedades físicas na dentina, em especial a dentina radicular, devem ser investigadas em relação ao emprego da TFD para a Endodontia.

Na busca de respostas do emprego da TFD na Endodontia, iniciamos recentemente um Projeto de Pesquisa sobre a influência da TFD na dentina radicular: estudo das propriedades mecânicas (dureza e o módulo de elasticidade), pois estes achados são inexistentes na literatura atual.³²

Outra propriedade mecânica que pode ser estudada é a resistência de união, neste caso de pinos intrarradiculares nos canais radiculares, como por exemplo, os pinos de fibra de vidro que geralmente são indicados para restaurar dentes com grande perda estrutural. A escolha por este tipo de material é baseada na

estética e no aumento de retenção para a restauração final, pois o remanescente cervical do dente em questão não pode mais ser um apoio adequado para a restauração.³³⁻³⁷ Para analisar a retenção de pinos de fibra de vidro em diferentes regiões do canal radicular, podemos empregar dos testes mecânicos de microtração e cisalhamento por extrusão (*push-out*), uma vez que o preparo das amostras é bem simples, com número mínimo de falhas prematuras.³⁷

No presente momento, há questionamentos que necessitam ser bem elucidados e carecem de evidências científicas para o emprego da TFD na Endodontia. Muito embora, já seja preconizado e utilizado protocolos clínicos, os benefícios da TFD na Endodontia ainda não foram totalmente estabelecidos cientificamente, principalmente quando é utilizado o FS curcumina. Além do mais, trabalhos de pesquisa na Endodontia que avaliaram as propriedades mecânicas de resistência de união de pinos de fibra de vidro, em diferentes terços da dentina radicular, em que esta dentina radicular tenha sido aplicada a TFD, especialmente o FS curcumina, são inexistentes na Literatura, tornando conveniente a realização deste Projeto de Pesquisa no presente momento.

Desta forma, o estudo das propriedades mecânicas da resistência de união de pinos de fibra de vidro na dentina em que será aplicada a TFD, torna este Projeto de Pesquisa oportuno e de grande relevância científica, a fim de constituir melhores embasamentos científicos do assunto pertinente. A importância circunstancial da necessidade do desenvolvimento deste Projeto de Pesquisa foi determinar protocolos mais precisos para o emprego TFD na Endodontia, analisando se existe alguma influência ou não desta terapia sobre a resistência de união de pinos de fibra de vidro na dentina radicular, sendo que a relevância destes achados poderão responder os questionamentos atuais. Os resultados podem levar a uma terapia endodôntica distinta das atuais, já que não se conhece se esta propriedade mecânica de resistência de união dos pinos de fibra de vidro na dentina radicular pode ou não ser influenciada pela TFD. Estes achados poderão levar ao emprego de uma modalidade terapêutica embasada cientificamente que serão especificamente direcionadas e aplicadas aos mecanismos físicos que juntamente aos mecanismos biológicos estão envolvidos nas modalidades terapêuticas para a resolução da infecção endodôntica.

2 OBJETIVO

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a influência da terapia fotodinâmica com o fotossensibilizador curcumina, na resistência de união de pinos de fibra de vidro, em diferentes terços da dentina radicular (cervical, média e apical), por meio do teste de *push-out*.

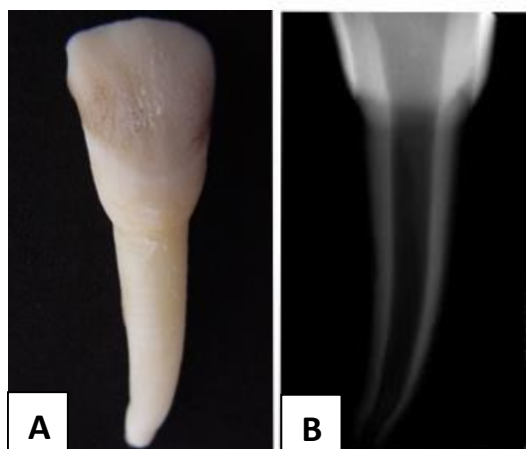
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Comitê de ética e seleção dos dentes

Este projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, Processo FOA-CEUA:2015-00688, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba-UNESP (Anexo 1).

Foram utilizados 24 dentes incisivos bovinos recém extraídos, doados para fins de pesquisa do Frigorífico JBS S.A. (Av. José Batista Sobrinho, s/n, Andradina-SP) (Anexo 2). Após a extração os dentes foram limpos e armazenados em solução de timol 0,1% por no máximo 30 dias em temperatura ambiente. Os dentes foram avaliados com lupa de 0,75 de diâmetro e 3,5X de aumento (Bio-Art Equipamentos Odontológicos Ltda, São Carlos, SP, Brasil), sob iluminação adequada, de forma a se observar a ausência de micro-trincas e/ou fraturas induzidas pela extração. Os dentes foram radiografados com Raio-X Digital - Software Dental Master Dicom versão 1.0.9.1 e sensor digital Micro Imagem EVO (Micro Imagem, Indaiatuba, SP, Brasil) com intuito de auxiliar na confirmação da integridade de toda a estrutura dentária (Figura 1). Os dentes que apresentaram algum tipo de micro-trincas e/ou fratura foram imediatamente descartados, sendo os demais armazenados em congelador sob temperatura de -20°C, até o início do estudo.

Figura 1- Seleção dos dentes. A- Dente bovino recém-extraído; B- Radiografia periapical digital de dente bovino.

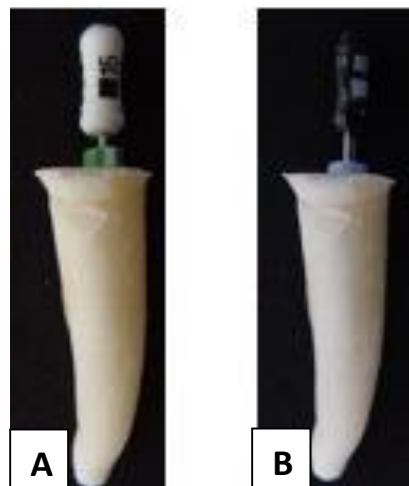


3.2 Preparo dos dentes e dos canais radiculares

As coroas anatômicas foram removidas em todos os dentes, 1mm acima da junção amelocementária vestibular, por meio de uma secção transversal, com disco de diamante em cortadeira de precisão Isomet 2000 (Buheler, Lake Bluff, USA) sob refrigeração, em baixa velocidade.³⁸

O comprimento real do dente (CRD) foi estabelecido por meio de um instrumento tipo K #15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) posicionado no canal radicular até a abertura foraminal. O comprimento real de trabalho (CRT) foi determinado 1mm aquém do CRD. O PBM foi realizado no CRT com instrumentos tipo K, iniciando com a lima que melhor se ajustou no CRT (lima inicial), realizando a remoção da polpa e, em seguida, a irrigação foi realizada com 2ml de solução de hipoclorito de sódio a 1% (Apothicário Farmácia de Manipulação, Araçatuba, SP, Brasil), a cada troca de lima, até o instrumento K #80 (lima final) em todos os dentes (Figura 2).

Figura 2- Preparo biomecânico. A- Determinação da odontometria; B- Lima final K#80 do preparo biomecânico.



3.3 Selamento dos forames apicais

Pela presença de forames apicais muito amplos e que poderia gerar o extravasamento do fotossensibilizador e impossibilitaria a posterior obturação do canal radicular de forma desejada, foi realizado emprego de ácido fosfórico 37% (FGM, Joinville, SC, Brasil) e sistema adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St

Paul, MN, USA) e posteriormente a inserção da resina composta Filtek Z250 XT (3M ESPE, St Paul, MN, USA) para o selamento dos forames apicais (Figura 3).

Figura 3- Materiais utilizados para fechamento dos forames apicais.



3.4 Divisão dos grupos

Os dentes foram distribuídos de forma aleatória em três grupos experimentais (n=8), (Quadro 1).

Quadro 1 - Distribuição dos grupos

Grupos Experimentais	Terapia Fotodinâmica
G1	Controle - Água deionizada
G2	FS Curcumina 500 mg/L + Led azul (TFD)
G3	FS Curcumina 1000 mg/L + Led azul (TFD)

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.5 Terapia fotodinâmica

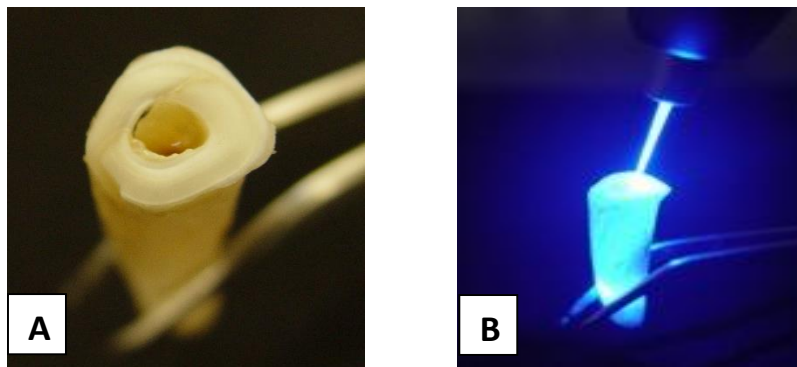
No G1 (controle), a porção radicular foi preenchida com água deionizada e não recebeu FS, como também não foi realizada a TFD.

Os grupos G2 e G3 receberam o FS curcumina, por um período de 5 minutos (período de pré-irradiação), sendo estes agitados por 60 segundos com ultrassom (Jet-Sonic Four Plus, Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil), realizando a irrigação passiva com ultrassom (sem refrigeração), na escala de potência 2 para Endodontia a 2mm aquém do CRT, tomando cuidado para minimizar o contato da ponta de ultrassom com as paredes dos canais radiculares e promover a agitação necessária do FS.³⁹ No grupo G2 os canais radiculares foram preenchidos com o FS

curcumina 500 mg/L e no grupo G3 foram preenchidos com o FS curcumina 1000 mg/L.

Nos grupos experimentais G2 e G3 foi realizada a TFD. O FS curcumina foi ativado por luz visível azul (Led) com λ 480nm, fluência de 75 J/cm², por 4 minutos, com auxílio de uma fibra óptica flexível de diâmetro de 500 μ m, levada a 2mm aquém do CRT (Figura 4).²³ Utilizamos movimentos helicoidais no sentido ápico-cervical, com a fibra óptica para difusão uniforme da luz por toda a extensão do canal radicular,^{23,39} criando melhores possibilidades de entrada da luz no SCR. Os movimentos foram repetidos aproximadamente 10 vezes/minuto.³⁹ Imediatamente após a realização da TFD, foi realizada a irrigação final dos canais radiculares com 10mL de água deionizada para remoção do FS e posteriormente secagem com cânula de aspiração e pontas de papel absorvente #80. Antes do emprego do Led foi realizada com Radiômetro VLX365 (Vilbert Lourmat, França) a aferição da potência emitida em mW/cm² para confirmar se intensidade luminosa se encontrava adequada.

Figura 4- Terapia fotodinâmica. A- Canal radicular bovino preenchido com FS curcumina; B- FS curcumina ativado por Led azul.



Durante o período de pré-irradiação do FS e também durante a ativação do Led para realizar a TFD, a iluminação do ambiente no laboratório foi reduzida, para que não ocorresse nenhum tipo de degradação do FS curcumina e eliminar possíveis interferências nos resultados.

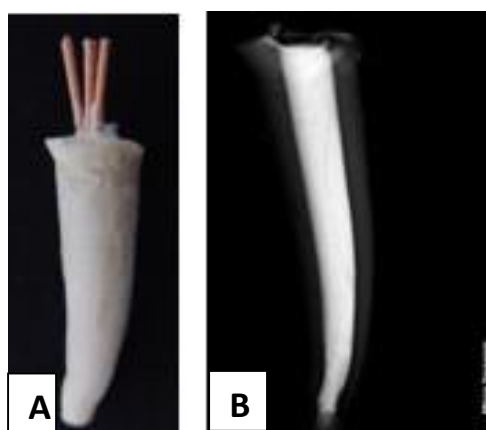
Após o emprego da TFD, todos os dentes foram armazenados em água destilada por 7 dias.

3.6 Obturação dos canais radiculares

Os canais radiculares foram obturados com cones de guta-percha principal #80 (Tanariman Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil) e cones de guta-percha auxiliares F e MF (Tanariman Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil), e cimento obturador Sealer 26 (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), adaptados no CRT, utilizando a técnica de obturação da condensação lateral ativa. Posteriormente, os dentes foram radiografados para confirmação do correto preenchimento com material obturador (Figura 5).

O acesso coronário foi selado com cimento temporário Cimpat Branco (Septodont do Brasil Importadora Ltda, Barueri, SP, Brasil). Os dentes foram armazenados em 100% de umidade, a 37°C, por um período de 7 dias.

Figura 5- Obturação do canal radicular. A- Canal radicular bovino obturado com técnica de condensação lateral ativa; B- Radiografia digital final de dente bovino obturado.



3.7 Preparo e cimentação dos pinos de fibra de vidro

O retentor intrarradicular utilizado foi o pino de fibra de vidro White Post DCE nº 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil). Para a cimentação dos pinos de fibra de vidro, o preparo intrarradicular foi confeccionado em todos os espécimes. Primeiramente, utilizando uma broca de largo n.º 1 (Dentsply-Maillefer, Tulsa, OK, USA) em baixa velocidade, foi removida a guta-percha e confeccionado o espaço para a cimentação do pino intrarradicular, calibrada em profundidade de aproximadamente 9mm, tendo como referência a medida do CRT do dente. Para a padronização do canal radicular usamos a broca correspondente ao pino de fibra de vidro White Post DCE nº 2,

garantindo a adaptação do pino ao canal radicular. Finalizado o preparo, os pinos foram provados para verificação da adaptação.

A cimentação dos pinos intrarradiculares foi realizada com o cimento auto-adesivo RelyX U200 (3M ESPE, St Paul, MN, USA). Anteriormente, os canais radiculares foram irrigados com soro fisiológico 0,9% e posteriormente foi feita aspiração com cânula endodôntica e secagem com pontas de papel absorvente #80 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os pinos foram tratados com ácido fosfórico e silano (3M ESPE, St Paul, MN, USA) antes da cimentação.

A técnica de cimentação dos pinos de fibra de vidro foi feita por ativação dual, de acordo com as instruções do fabricante e também de D'Alpino et al. 2015,⁴⁰ fotoativando o cimento resinoso por 40 segundos pelo terço cervical utilizando o fotopolimerizador Ultraled (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com intensidade luminosa de 1125 mW/cm². Após o processo de cimentação dos pinos, os dentes tiveram a porção coronária selada com resina composta Filtek Z350 XT (3M ESPE, St Paul, MN, USA) e foram armazenados em 100% de umidade, a 37°C, até a realização do teste de *push-out* (período de 7 dias), para máxima polimerização dos materiais.^{33,37}

3.8 Análise da resistência de união

Os espécimes foram cortados perpendicularmente ao longo eixo, com disco diamantado montado em cortadeira de precisão Isomet 5000 LC Diamond (Buehler Lake, bluff, Illinois, EUA), obtendo-se uma fatia de aproximadamente 1,3mm de cada terço a ser analisado (terços cervical, médio e apical) (Figura 6).³³

Para o teste de cisalhamento por extrusão (*push-out*), dois dispositivos foram adaptados à máquina universal EMIC modelo DL3000 (Emic, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Na porção superior, foi fixada uma haste metálica com ponta ativa de 0,8mm de diâmetro, e na porção inferior, foi fixada a amostra embutida em um apoio de aço inoxidável (Figura 7).⁴¹⁻⁴⁴

A haste metálica da porção superior da máquina foi posicionada bem próxima ao corpo-de-prova, sem tocá-lo, de modo que sua ponta ativa coincida com o centro do pino, para evitar tensões nas paredes radiculares ao redor. Uma carga compressiva foi aplicada em uma direção vertical, com velocidade de 0,5mm/min. Os

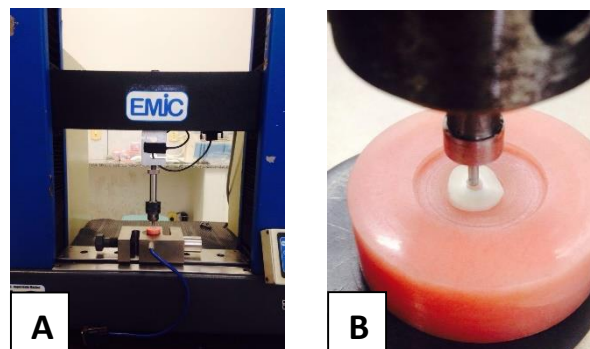
valores de resistência de união ao teste de *push-out* foram calculados pela seguinte equação:⁴³⁻⁴⁶ $R_u = N/2\pi rh$.

Sendo, R_u (Resistência de união) a divisão da força máxima N pela área ($2\pi rh$), onde (r) é o raio e (h) a altura do pino, e o π é 3,14. Foi realizada uma média aritmética entre os diferentes terços avaliados para cada elemento dental. Após o teste de resistência de união, todas as amostras da dentina radicular de cada terço (cervical, médio e apical) de todos os grupos foram seccionadas ao meio para caracterização da estrutura dentinária e exposição da interface adesiva.

Figura 6- Dente bovino cortado em fatia de 1,3 mm em cortadeira de precisão Isomet 5000.

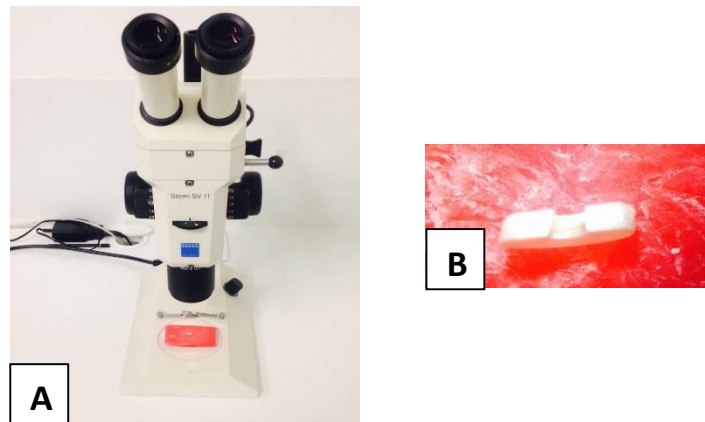


Figura 7- A- Máquina Universal EMIC modelo DL3000; B- Teste de cisalhamento por extrusão (*push-out*).



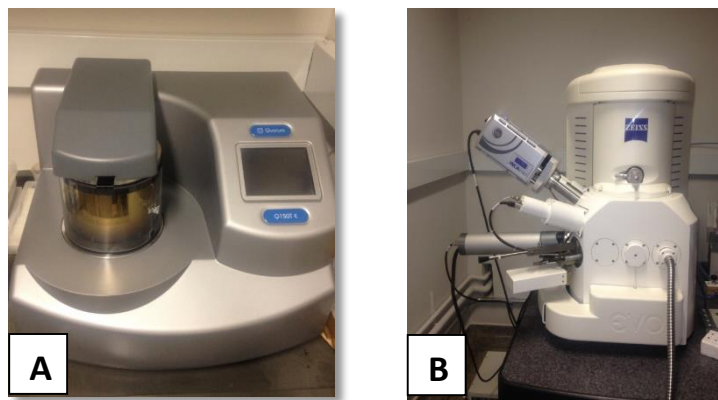
Inicialmente todas amostras foram analisadas em lupa estereoscópica (Stemi SV11, Zeiss, NY, USA) nos aumentos de 6 e 66 vezes (Figura 8). Amostras representativas de cada grupo foram selecionadas para serem levadas à microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Figura 8- A- Análise da estrutura dentinária e exposição da interface adesiva em lupa estereoscópica; B- Amostra de dentina radicular seccionada.



As amostras escolhidas foram fixadas em stub metálico, sendo metalizados com ouro em metalizador (Balzers SCD-050 Sputter Coater, Alemanha), e levados em microscopia eletrônica de varredura (MEV) (JEOL, JSM 5600LV, Tóquio, Japão) (Figura9), do Departamento de Física e Química – UNESP, Campus de Ilha Solteira, para a ilustração dos padrões de fratura.

Figura 9- A- Metalizador (Balzers SCD-050 Sputter Coater, Alemanha); B- Microscopia eletrônica de varredura.



FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados de resistência de união foram submetidos ao teste de normalidade e as médias comparadas foram analisadas pelo teste ANOVA e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Análises comparativas do padrão das imagens em MEV foram feitas,

de acordo com escores preconizados por Suzuki et al. 2013:³³ 1) falha coesiva na dentina; 2) falha adesiva e 3) falha mista.

4 RESULTADOS

Os resultados do teste *push-out* mostraram: O maior valor de resistência de união foi encontrado no terço cervical do G1, e o menor valor no terço cervical do G3. Entretanto não houve diferença estatística significativa entre os terços cervical, médio e apical ($p > 0,05$), assim como, também não houve diferença estatística significativa entre os grupos ($p > 0,05$), (Tabela 1):

Tabela 1- Resistência de união por extrusão (*push-out*) (MPa) dos fotossensibilizantes nos diferentes terços da dentina radicular.

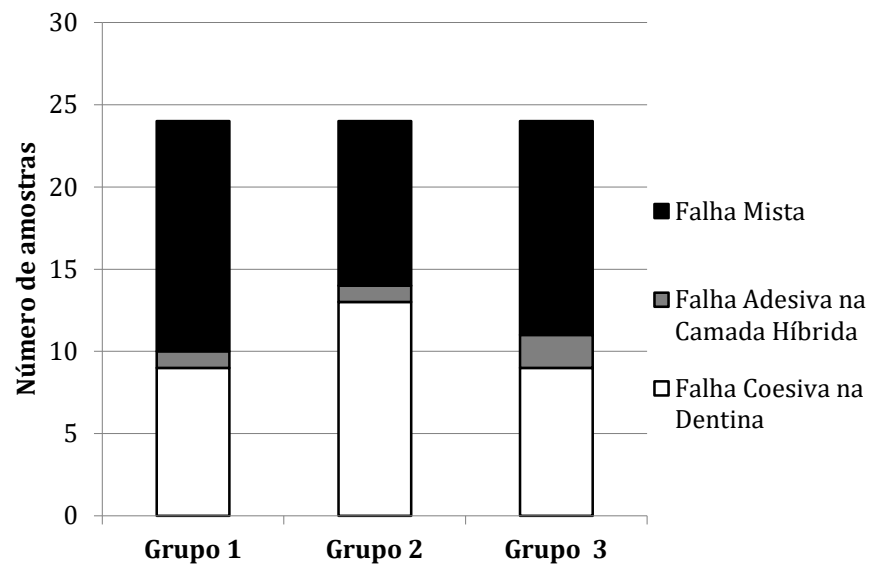
	G1-CONTROLE	G2-CURC. 500mg/L +Led (TFD)	G3-CURC. 1000mg/L +Led (TFD)
CERVICAL	4,51 (1,27) Aab	3,44 (1,68) Aab	2,77 (1,07) Aab
MÉDIO	3,29 (1,82) Aa	3,34 (1,55) Aa	2,99 (1,51) Aa
APICAL	3,93 (1,98) Aa	3,06 (1,51) Aa	3,83 (1,51) Aa

Fonte: Elaborado pelo Autor

*Médias seguidas por letras distintas, maiúscula na coluna e minúscula na linha, apresentam diferença estaticamente significativa (5%).

Os resultados das amostras representativas em MEV (Gráfico 1), revelaram que houve presença de casos de micro-trincas na dentina radicular com falhas coesivas (Figura 10), falhas adesivas (Figura 11), ou falhas mistas (Figura 12), mas sem comprometimento da estrutura dental.

Gráfico 1- Número de amostras de todos os grupos em função do tipo de falha.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 10- Amostra representativa do padrão de fratura por falha coesiva. A- Imagem em aumento de 50x; B- Imagem em aumento de 300x.

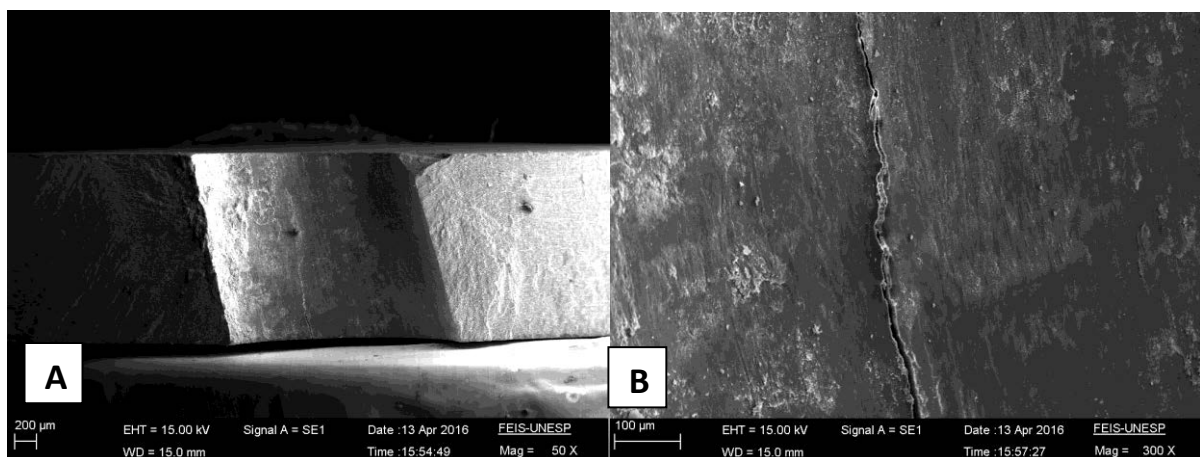


Figura 11- Amostra representativa do padrão de fratura por falha adesiva. A- Imagem em aumento de 50x; B- Imagem em aumento de 300x.

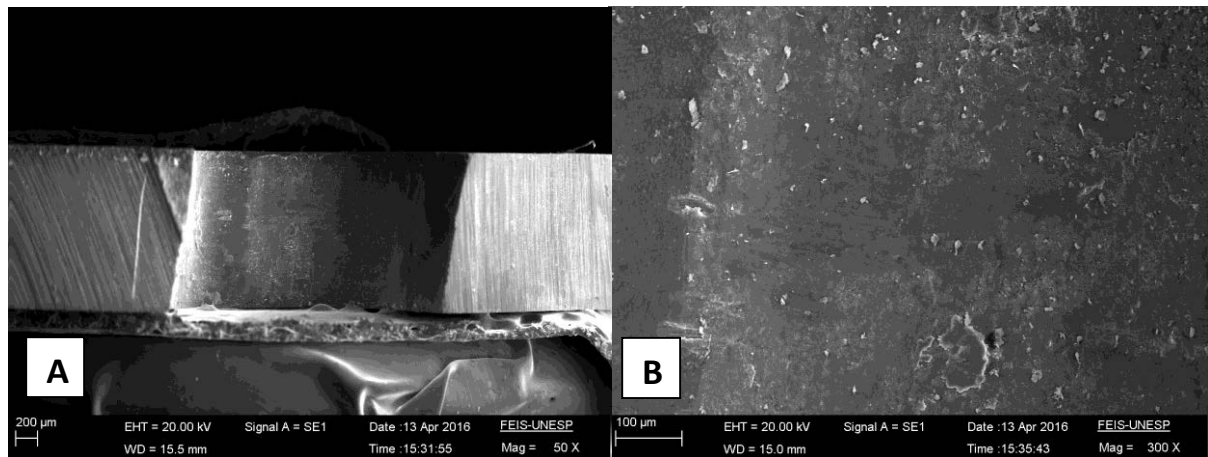
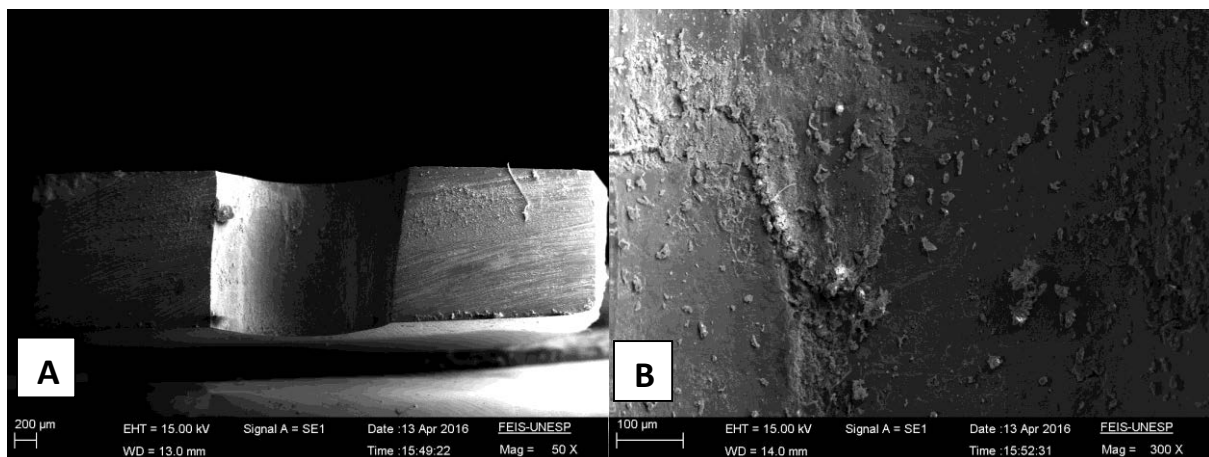


Figura 12- Amostra representativa do padrão de fratura por falha mista. A- Imagem em aumento de 50x; B- Imagem em aumento de 300x.



5 DISCUSSÃO

A finalidade da realização do PBM e irrigação dos canais radiculares é limpar e modelar o SCR, tornando o ambiente da cavidade pulpar descontaminado e propício para receber a obturação dos canais radiculares.^{7,47} Entretanto, algumas regiões podem ficar inacessíveis ao PBM pela complexidade da anatomia do SCR. Logo, o emprego de uma medicação intracanal de hidróxido de cálcio potencializa a redução dos MO e seus produtos tóxicos no SCR.¹ Contudo, mesmo com o avanço das tecnologias na Endodontia, MO podem sobreviver a esta terapêutica, sendo portanto, responsáveis pela manutenção da infecção endodôntica e insucessos.^{47,48} Então, estratégias terapêuticas devem ser investigadas constantemente no combate às infecções endodônticas.

Com o avanço do emprego do Laser e Led na área da saúde, novas alternativas terapêuticas surgiram, inclusive na Odontologia. Dentre estas, destaca-se a terapia fotodinâmica (TFD), em que o fotossensibilizador (FS), é ativado pelo Laser ou Led, de comprimento de onda específico ao FS, e ao reagir com o oxigênio, destrói a célula-alvo, como também, auxiliando no combate às infecções.^{11-13,19,20}

Na Endodontia, a TFD é usada como uma modalidade terapêutica coadjuvante e inovadora após o PBM, para potencializar a descontaminação do SCR, principalmente em relação aos MO resistentes ao tratamento endodôntico.²¹⁻²⁵ Recentemente, estudos demonstraram a efetividade antimicrobiana da TFD com FS azul de metileno sobre *Enterococcus faecalis*.^{20,49-51} Porém, estudos sobre a influência da TFD na Endodontia em relação às propriedades mecânicas na dentina radicular, independentemente do tipo de FS empregado, são inexistentes na literatura pertinente, este fato, nos motivou para a realização deste referido projeto de pesquisa.

No presente estudo, realizamos o teste mecânico de microtração e cisalhamento por extrusão (*push-out*), dos pinos intrarradiculares de fibra de vidro, pois estes são geralmente empregados para realizar reconstruções coronárias quando se tem uma grande perda de estrutura dentária. Além disso, fica evidenciado que o preparo das amostras para os teste *push-out* são de simples confecção.³⁷ A metodologia empregada neste estudo é conhecida e consagrada, e está de acordo com outros estudos.⁴³⁻⁴⁵ Entretanto, na literatura são inexistentes os testes de microtração e cisalhamento por extrusão em dentes que foram realizados terapia

fotodinâmica nos canais radiculares. Portanto, a ideia em busca desta resposta parece oportuna no presente momento.

Os resultados obtidos neste estudo, mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$) entre os grupos analisados e os terços avaliados, independente da concentração do FS, demonstrado na Tabela 1.

Neste estudo, foi empregado dentes bovinos devido sua facilidade de aquisição e por estes terem sido utilizados em pesquisas de testes de infiltração marginal, adesão de materiais, avaliação antimicrobiana de medicação intracanal e cimentos obturadores, conforme relatado por Araújo et al. em 2007⁵² e Nakamichi et al. em 1983.⁵³ Os dentes bovinos apresentam semelhanças na morfologia aos dentes humanos, menor variabilidade de permeabilidade do tecido e anatomia interna com menor variação.^{52,54} A dentina de incisivos bovinos pode ser empregados como substrato para substituição da dentina humana em trabalhos in vitro.⁵²⁻⁵⁶

A remoção das coroas dentárias à 1 mm acima da junção amelocementária com auxílio de cortadeira Isomet 2000, está de acordo com outros estudos^{38,42} e permitiu que as amostras fossem separadas em cortes mais precisos.

O comprimento real do dente (CRD) foi estabelecido e posteriormente estabeleceu-se o comprimento real de trabalho (CRT), com um instrumento tipo K #15 a 1 mm aquém do CRD, estando de acordo com o preconizado pela Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, FOA-UNESP.⁵⁷

Neste estudo, optamos pelo fechamento dos forames apicais com resina composta Filtek Z250 XT, de acordo com a (Figura 3) pois alguns dentes apresentaram forame apical muito amplo e dificultaria a irrigação, preparo e obturação do canal radicular de cada dente de maneira adequada.

O preparo biomecânico dos canais radiculares, o emprego da solução irrigadora de hipoclorito de sódio a 1% e a obturação dos canais radiculares foi realizado conforme preconizado por Araújo GS et al. 2007.⁵²

Empregamos neste estudo, o FS curcumina, devido ao fato que nosso grupo de pesquisa obteve resultados favoráveis do FS curcumina em relação a viabilidade celular²⁴ e biocompatibilidade no tecido subcutâneo de ratos.²⁵ Entretanto, em relação ao estudo das propriedades mecânicas do FS curcumina ou qualquer outro FS na dentina radicular não foram encontrados relatos na literatura para que pudessem ser comparados aos resultados encontrados neste estudo.

A concentração empregada do FS curcumina de 500 mg/L, está de acordo com estudo de Jurenka et al. em 2006⁵⁸ para o tratamento de doenças inflamatórias e contra o câncer, assim como, na viabilidade celular²⁴ e biocompatibilidade²⁵ da TFD de nosso grupo de pesquisa. A concentração do FS curcumina de 1000 mg/L foi adotada com a finalidade de comparação com o comportamento e a efetividade demonstrada pela concentração do FS curcumina 500 mg/L relatadas em estudos anteriores.²³⁻²⁵ Desta forma, tornou-se de grande interesse o aumento em 100% da concentração do FS, uma vez que não há relatos na literatura utilizando esta concentração.

Contudo, independente da concentração de FS curcumina empregada neste estudo, seja de G2-500 mg/L ou G3-1000 mg/L, podemos observar que não houve interferência na resistência de união de pinos de fibra de vidro. Este fato, demonstra que clinicamente o emprego da TFD com FS curcumina pode ser indicado, sem que haja alterações da resistência de união na dentina radicular e em nenhum dos três terços.

Para realizarmos o efeito fotodinâmico propriamente dito, foi utilizado o período de 5 minutos de pré-irradiação do FS curcumina e posteriormente 4 minutos da ativação de Led azul, λ 480 nm, fluência de 75 J/cm² de acordo com Gomes-Filho et al. 2016,²⁴ e Sivieri-Araújo et al. 2017,²⁵ e o diâmetro da fibra óptica do Led foi de 500 μ m, realizando movimentos helicoidais no sentido ápico-cervical, concordando com outros resultados.^{23,39}

A realização da agitação com ultrassom (irrigação passiva) do FS realizada em nosso estudo, concorda com o preconizado por Ghinzelli et al. em 2014,³⁹ para que ocorra melhor espalhamento do FS no sistema de canais radiculares, empregando a escala de potência 2 para Endodontia, sempre 2mm aquém do CRT.

Em concordância com os resultados de Suzuki TY et al. 2015,³⁷ empregamos a broca de largo n.º 1 para desobturar e remover a guta-percha dos canais radiculares, o que facilitou logo depois, o preparo intrarradicular com a broca correspondente ao pino de fibra de vidro White Post DCE n.º 2. Posteriormente foi realizada a inserção do pino de fibra de vidro White Post DCE n.º 2,⁵⁹ que foi cimentado com o cimento RelyX U200 Dual, de acordo com as instruções do fabricante, como também, em concordância com D'Alpino et al. 2015⁴⁰ e Daleprane et al. 2016.⁵⁹

A escolha pelo cimento RelyX U200 Dual, pode ser explicada pelo fato que Suzuki TY et al. 2015,³⁷ obtiveram com este cimento os maiores valores de resistência

de união, quando comparados aos adesivos convencionais Single Bond 2 em todos os terços estudados e comparado ao adesivo dual Excite DSC no terço cervical.

O agente cimentante autoadesivo RelyX U200 Dual apresenta hidrofobicidade acentuada, sendo esta uma característica essencial para promover uma união eficaz e estável.⁶⁰ Outro fator que devemos levar em consideração é a hidrofobicidade da curcumina, pois esta é um polifenol hidrofóbico.⁶¹ Com base nestas evidências, podemos sugerir que a união do agente cimentante com o FS curcumina promoveram pouca sorção de água, determinando valores satisfatórios da resistência de união.

Cada amostra foi cortada com disco diamantado na cortadeira Isomet 5000, segundo preconizado por Suzuki TY et al. 2013,³³ o que nos permitiu obter fatias de aproximadamente 1,3mm de cada terço a ser analisado (cervical, médio e apical). O emprego da máquina universal EMIC modelo DL3000, proporcionou a realização do teste de cisalhamento por extrusão (*push-out*), com ponta ativa de 0,8mm de diâmetro na porção superior e na porção inferior, foi fixada a amostra embutida em um apoio de aço inoxidável, em concordância com outros estudos realizados⁴¹⁻⁴⁴ e nos forneceu os valores de resistência de união ao teste de *push-out* de acordo com outros estudos.⁴³⁻⁴⁶

Podemos observar que, em nossos resultados, o valor numérico de resistência de união para o terço cervical do G1 foi maior, e que o menor valor foi observado no terço cervical do G3, mas sem diferença estatística significativa ($p>0,05$). Entretanto, na literatura não há relatos para se comparar sobre o estudo da resistência de união na dentina radicular empregando terapia fotodinâmica, independente do FS utilizado.

Apesar da não diferença estatística, podemos observar, de modo geral, maiores valores numéricos de resistência ao teste de *push-out* para o terço cervical. Acredita-se que a inserção do material cimentante neste terço possa reduzir possíveis falhas e formação de bolhas, resultando em uma união mais estável e duradoura.⁶²

Podemos justificar os menores valores numéricos para os demais terços pela utilização do fotopolimerizador para iniciar o processo de cura do cimento resinoso, mesmo que este seja caracterizado de cura dual.³⁷

O fotopolimerizador foi utilizado apenas no terço cervical radicular, o que pode ter promovido maior polimerização e cura do cimento neste terço. Já nos demais

terços, devido a atenuação da passagem de luz com a progressão do conduto radicular a cura do material foi essencialmente química.³⁷

Analisando os diferentes terços da dentina radicular, podemos observar que nos resultados dos G1 e G2 os valores da resistência de união foram decrescendo sempre no sentido cervical, médio e apical. Este fato não ocorreu no G3, em que os maiores valores foram para o terço apical, médio e cervical, respectivamente. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os três terços analisados de todos os grupos.

Os resultados da Tabela 1 são justificados, mais uma vez, quando observamos o Gráfico 1, onde vemos que o grupo G2 obteve mais falhas coesivas enquanto que o grupo G3 apresentou mais falhas mistas, justificando os maiores valores numéricos da curcúmina de menor concentração no substrato dentinário.

Uma vez que as falhas coesivas são caracterizadas pela presença de micro trincas e rachaduras na dentina intrarradicular, acredita-se que o material cimentante infiltrou-se nestas rachaduras e trincas promovendo maior área de retenção e consequentemente maiores valores numéricos de resistência de união.

Entretanto, são inexistentes estudos sobre o efeito da terapia fotodinâmica nas propriedades mecânicas da dentina radicular. Desta forma, estudos futuros são necessários a fim de se complementar as discussões em torno da terapia fotodinâmica e certificar que esta, independente do fotossensibilizador e da luz empregada, não interfira na capacidade de retenção dos pinos de fibra de vidro ao dente, e assim, a terapia fotodinâmica possa contribuir na preservação das estruturas dentárias remanescentes.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a terapia fotodinâmica aplicada após o preparo biomecânico não influenciou na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.

REFERÊNCIAS

1. Holland R, Otoboni Filho JA, de Souza V, Nery MJ, Bernabé PF, Dezan E Jr. A comparison of one versus two appointment endodontic therapy in dogs' teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2003;29:121-4.
2. Wu MK, Dummer PM, Wesselink PR. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *Int Endod J* 2006;39:343-56.
3. Lin LM, Ricucci D, Lin J, Rosenberg PA. Nonsurgical root canal therapy of large cyst-like inflammatory periapical lesions and inflammatory apical cysts. *J Endod* 2009;35:607-15.
4. Guo J, Yang D, Okamura H, Teramachi J, Ochiai K, Qiu L, Haneji T. Calcium hydroxide suppresses *Porphyromonas endodontalis* lipopolysaccharide-induced bone destruction. *J Dent Res* 2014;93:508-13.
5. Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JF, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J* 2013;24:89-102.
6. Silva LAB, Nelson-Filho P, Leonardo MR, Rossi MA, Pansani CA. Effect of calcium hydroxide on bacterial endotoxin in vivo. *J Endod* 2002;28:94-8.
7. Vera J, Siqueira JF Jr, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B, Cruz AG. One versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *J Endod* 2012;38:1040-52.
8. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of posttreatment apical periodontitis. *Br Dent J* 2014;216:305-12.
9. Berbert FLCV, Sivieri-Araujo G, Ramalho LT, Pereira SA, Rodrigues DB, de Araújo MS. Quantification of fibrosis and mast cells in the tissue response of

- endodontic sealer irradiated by low-level laser therapy. *Lasers Med Sci* 2011;26:741-7.
10. Sivieri-Araujo G, Berbert FLCV, Ramalho LTO, Rastelli ANS, Crisci FS, BonettiFilho I, Tanomaru-Filho M. Effect of red and infrared low-level laser therapy in endodontic sealer on subcutaneous tissue. *Laser Phys* 2011;21:1-7.
 11. Sivieri-Araujo G, Santos LMS, Queiroz IOA, Wayama MT, Yamanari GH, Martins CM, Dezan-Júnior E, Cintra LTA, Gomes-Filho JE. Photodynamic therapy in Endodontics: Use of a supporting strategy to deal with endodontic infection. *Dental Press Endod*. 2013;3:52-8.
 12. Alves E, Faustino MA, Neves MG, Cunha A, Tome J, Almeida A. An insight on bacterial cellular targets of photodynamic inactivation. *Future Med Chem* 2014;6:141-64.
 13. Rego-Filho F, Caldas RA, Kurachi C, Bagnato VS, Araujo MT. Possibility for the Conjugated Use of Photodynamic Therapy and Electrosurgical Devices. *PLoS One* 2015;10:e0136194.
 14. Buzza HH, Silva LV, Moriyama LT, Bagnato VS, Kurachi C. Evaluation of vascular effect of Photodynamic Therapy in chorioallantoic membrane using different photosensitizers. *J Photochem Photobiol B* 2014;138:1-7.
 15. Rego-Filho FG, de Araujo MT, de Oliveira KT, Bagnato VS. Validation of Photodynamic Action via Photobleaching of a New Curcumin-Based Composite with Enhanced Water Solubility. *J Fluoresc* 2014;24:1407-13.
 16. Grecco C, Moriyama LT, Cosci A, Pratavieira S, Bagnato VS, Kurachi C. Necrosis response to photodynamic therapy using light pulses in the femtosecond regime. *Lasers Med Sci* 2013;28:1177-82.

17. Allison RR, Sibata CH. Photodynamic therapy: mechanism of action and role in the treatment of skin disease. *G Ital Dermatol Venereol* 2010;145:491-507.
18. Allison RR, Moghissi K. Oncologic photodynamic therapy: clinical strategies that modulate mechanisms of action. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2013;10:331-41.
19. Yildirim C, Karaarslan ES, Ozsevik S, Zer Y, Sari T, Usumez A. Antimicrobial efficiency of photodynamic therapy with different irradiation durations. *Eur J Dent* 2013;7:469-73.
20. Shrestha A, Kishen A. Antibiofilm efficacy of photosensitizer-functionalized bioactive nanoparticles on multispecies biofilm. *J Endod* 2014;40:1604-10.
21. Silva LAB, Novaes AB Jr, de Oliveira RR, Nelson-Filho P, Santamaria M Jr, Silva RA. Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evaluation. *J Endod* 2012;38:360-6.
22. Asnaashari M, Godiny M, Azari-Marhabi S, Tabatabaei FS, Barati M. Comparison of the Antibacterial Effect of 810 nm Diode Laser and Photodynamic Therapy in Reducing the Microbial Flora of Root Canal in Endodontic Retreatment in Patients With Periradicular Lesions. *J Lasers Med Sci* 2016;7:99-104.
23. Sivieri-Araujo G. Influência de diferentes soluções irrigadoras associadas à terapia fotodinâmica: estudo in vitro e in vivo. [Projeto de Pós-Doutorado - FAPESP]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia de Araçatuba, UNESP; 2012-2014.
24. Gomes-Filho JE, Sivieri-Araujo G, Sipert CR, da Silva Santos LM, de Azevedo Queiroz IO, Men Martins C, do Carmo Maia NK, Cintra LT, Dezan-Junior E, Bagnato VS, Chaves-Neto AH, de Oliveira SH. Evaluation of photodynamic therapy on fibroblast viability and cytokine production. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2016;13:97-100.

25. Sivieri-Araujo G, Queiroz IOA, Dal Fabbro R, Esteves F, Cintra LTA, Duarte PCT, Bagnato VS, Oliveira SHP, Gomes-Filho JE. Rat tissue reaction and cytokine production induced by antimicrobial photodynamic therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2017; 18:315-318.
26. Wikene KO, Hegge AB, Bruzell E, Tønnesen HH. Formulation and characterization of lyophilized curcumin solid dispersions for antimicrobial photodynamic therapy 25 (aPDT): studies on curcumin and curcuminoids LII. *Drug Dev Ind Pharm* 2015 41:969-77.
27. Neelakantan P, Cheng CQ, Ravichandran V, Mao T, Sriraman P, Sridharan S, Subbarao C, Sharma S, Kishen A. Photoactivation of curcumin and sodium hypochlorite to enhance antibiofilm efficacy in root canal dentin. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2014. pii: S1572-1000:00136-7.
28. Panahi Y, Hosseini MS, Khalili N, Naimi E, Simental-Mendía LE, Majeed M, Sahebkar A. Effects of curcumin on serum cytokine concentrations in subjects with metabolic syndrome: A post-hoc analysis of a randomized controlled trial. *Biomed Pharmacother*. 2016;82:578-82.
29. Brandi G, Tavolari S, Guarnieri T, Di Marco M, Paterini P, Macchini M, Di Girolamo S, Papi A, De Rosa F, Biasco G. Antiprotease strategy in pancreatic cancer treatment: emergence from a preclinical study. *Pancreas* 2014;43:53-63.
30. Costa LM, Matos FS, Correia AM, Carvalho NC, Faria-E-Silva AL, Paranhos LR, Ribeiro MA. Tooth color change caused by photosensitizers after photodynamic therapy: An in vitro study. *J Photochem Photobiol B* 2016;160:225-8.

31. Sivieri-Araujo G, Santos PH, Cintra LTA, Gomes-Filho JE, Dezan-Junior E, Jacinto RC, Queiroz IOA, Jacomassi DP, Kurachi C, Bagnato VS. Discoloration of root canal by photosensitizers curcumin and methylene blue. *Dental Materials - Supplement*, 2015;v.31.p.e43.
32. Oliveira MS, Influência da terapia fotodinâmica na dentina radicular: estudo das propriedades mecânicas (dureza e módulo de elasticidade). Projeto de Pesquisa, Iniciação Científica, 2015-2016 PROPe UNESP edital 12/2015.
33. Suzuki TY, Godas AG, Guedes AP, Catelan A, Pavan S, Briso AL, Dos Santos PH. Microtensile bond strength of resin cements to caries-affected dentin. *J Prosthet Dent* 2013;110:47-55.
34. Santos PH, Karol S, Bedran-Russo AK. Long-term nano-mechanical properties of biomodified dentin-resin interface components. *J Biomech* 2011;44:1691-4.
35. Santos PH, Karol S, Bedran-Russo AK. Nanomechanical properties of biochemically modified dentin bonded interfaces. *J Oral Rehabil* 2011; 38:541-6.
36. Berger SB, Pavan S, Vidal Cde M, Santos PH, Giannini M, Bedran-Russo AK. Changes in the stiffness of demineralized dentin following application of tooth whitening agents. *Acta Odontol Scand* 2012;70:56-60.
37. Suzuki TY, Gomes-Filho JE, Gallego J, Pavan S, Dos Santos PH, Fraga Briso AL. Mechanical properties of components of the bonding interface in different regions of radicular dentin surfaces. *J Prosthet Dent* 2015;113:54-61.
38. Sivieri-Araujo G, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Bortoluzzi EA, Jorge EG, Reis JM. Fracture resistance of simulated immature teeth after different intraradicular treatments. *Braz Dent J* 2015;26:211-5.

39. Ghinzelli GC, Souza MA, Cecchin D, Farina AP, Figueiredo JA. Influence of ultrasonic activation on photodynamic therapy over root canal system infected with *Enterococcus faecalis*-an in vitro study. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2014;11:472-8.
40. D'Alpino PH, Silva MS, Vismara MV, Di Hipólito V, Miranda González AH, de Oliveira Graeff C3. The effect of polymerization mode on monomer conversion, free radical entrapment, and interaction with hydroxyapatite of commercial self-adhesive cements. *J Mech Behav Biomed Mater* 2015;46:83-92.
41. Dimitrouli M, Geurtsen W, Lühns AK. Comparison of the push-out strength of two fiber post systems dependent on different types of resin cements. *Clin Oral Investig* 2012;16:899-908.
42. Tanomaru-Filho M, Sivieri-Araujo G, Guerreiro-Tanomaru JM, Bortoluzzi EA, Jorge EG, Abi-Rached FO, Reis JMSN. Resistance of Teeth with Simulated Incomplete Rhizogenesis with Intraradicular Post or Root Canal Filling. *J Contemp Dent Pract* 2014;15:413-416.
43. Topcu FT, Erdemir U, Sahinkesen G, Mumcu E, Yildiz E, Uslan I. Push-out bond strengths of two fiber post types bonded with different dentin bonding agents. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;93:359-66.
44. Cintra LTA, Batistella AR, Marson FC, Archangelo CM, Gomes-Filho JE. Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber posts into the root canal. *Dental Press Endod*. 2015;5:33-9
45. Onay EO, Korkmaz Y, Kiremitci A. Effect of adhesive system type and root region on the push-out bond strength of glass-fibre posts to radicular dentina. *Int Endod J* 2010;43:259-68.
46. Wu WC, Wang DM, Lin YC, Dai CA, Cheng KC, Hu MS, Lee BS. Hydrogen bonds of a novel resin cement contribute to high adhesion strength to human dentin. *Dent Mater* 2016;32:114-24.

47. Nair PN, Henry S, Cano V, et al. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 99:231-52.
48. Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J* 2006;39:249-81.
49. Shrestha A, Kishen A. Antibacterial efficacy of photosensitizer functionalized biopolymeric nanoparticles in the presence of tissue inhibitors in root canal. *J Endod* 2014;40:566-70.
50. Tennert C, Drews AM, Walther V, Altenburger MJ, Karygianni L, Wrbas KT, Hellwig E, Al-Ahmad A. Ultrasonic activation and chemical modification of photosensitizers enhances the effects of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* root-canal isolates. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2015;12:244-51.
51. Susila AV, Sugumar R, Chandana CS, Subbarao CV. Combined effects of photodynamic therapy and irrigants in disinfection of root canals. *J Biophotonics* 2016;9:603-9.
52. Araújo GS, Bortoluzzi EA, Tanomaru JMG, Berbert FLCV, Tanomaru-Filho M. Selamento apical em obturações retrógradas. Estudo em dentes bovinos empregando solução corante Rodamina B. *Cienc Odontol Bras* 2007; 10:47-53.
53. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in adhesion test. *J Dent Res* 1983; 62:1076-81.
54. Saunders WP. The shear impact retentive strengths of four dentine bonding agents to human and bovine dentine. *J Dent* 1988; 16:233-8.

55. Reeves GW, Fitchie JG, Hembree JH Jr, Puckett AD. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. *Oper Dent* 1995; 20:230-5.
56. Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol* 2000 May; 45:355-61.
57. Holland R, Sousa V, Nery MJ, Bernabé PFE, Otoboni-Filho JA, Dezan-Júnior E, Gomes-Filho JE, Cintra LTA, Jacinto RC, Sivieri-Araujo G. Apostila de Endodontia 2017, UNESP-FOA. Acesso: <http://www.foa.unesp.br/home/departamentos/restauradora/apostila-endodontia-foa>
58. Jurenka JS. Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: a review of preclinical and clinical research. *Altern Med Rev* 2009;14:141-53.
59. Daleprane B, Pereira CN, Bueno AC, Ferreira RC, Moreira AN, Magalhães CS. Bond strength of fiber posts to the root canal: Effects of anatomic root levels and resin 28 cements. *J Prosthet Dent* 2016, 22:00141-4.
60. Kim YK, Son JS, Kim KH, Kwon TY. Influence of surface energy parameters of dental self-adhesives resin cements on bond strength to dentin. *J Adhes Sci Technol* 2013; 27: 1778-89.
61. Prasad S, Gupta S, Tyagi AK, Aggarwal BB. Curcumin, a component of golden spice: From bedside to bench and back. *Biotechnol Adv* 2014; 32: 1053-64.
62. Teixeira CS, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. *J Endod* 2009;35:1034-1039.

ANEXOS

ANEXO 1 - COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado "Efeito da terapia fotodinâmica na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular", Processo FOA nº 2015-00688, sob responsabilidade de Gustavo Sivieri de Araújo apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 05 de Agosto de 2015.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 18 de Agosto de 2016.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 18 de Setembro de 2016.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled "Photodynamic therapy effect on the bond strength of glass fiber posts to root dentin", Protocol FOA nº 2015-00688, under the supervision of Gustavo Sivieri de Araújo presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on August 05, 2015.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: August 18, 2016.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: September 18, 2016.


Profa. Dra. Maria Gisela Laranjeira
Coordenadora da CEUA
CEUA Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
Rua José Bonifácio, 1192 - Vila Mandacari - CEP: 16015-050 - ARAÇATUBA - SP
Fone: (16) 3636-3234 E-mail: CEUA.ara@unesp.br

ANEXO 2 – CERTIFICADO DO FRIGORÍFICO



Certificate Number: PAA 1301

WQS Certificações Ltda confirms that the company:

JBS S.A. - SIF 385

Av. José Batista Sobrinho, S/N
Andradina/SP

Certification Scope:
Cattle

Implemented and maintains the Animal
Welfare Standards

According to the requirements of:

AMM - Recommended Animal Handling Guidelines & Audit
Guides, Ed. August, 2013

Auditor: Samira Rodrigues Baldin, certified by



Valid until: 02/15/2016

Date of Certification:
02/16/2015


Authorized by:

ELIANE PIRES DE CAMPOS
WQS Certificações Ltda.