



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA -UNESP**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA -FOA**

**DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA PREVENTIVA E RESTAURADORA**

**DISCIPLINA DE ENDODONTIA**

**Thales Matheus Martins Tanganini**

**Influência da terapia fotodinâmica com azul de metileno  
na resistência de união do cimento MTA Fillapex à  
dentina intrarradicular**

**Araçatuba**

**2020**

**THALES MATHEUS MARTINS TANGANINI**

**Influência da terapia fotodinâmica com azul de metileno  
na resistência de união do cimento MTA Fillapex à  
dentina intrarradicular.**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Faculdade de  
Odontologia de Araçatuba da  
Universidade Estadual Paulista "Júlio  
de Mesquita Filho" – UNESP .

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Sivieri  
de Araújo

**Araçatuba**

**2020**

*A paciência de minha família, que sempre confiou que Deus escreve certo por linhas tortas, minha namorada, que nunca negou em me ajudar nos dias difíceis e meus amigos e colegas, que tiveram paciência e sabedoria com minha pessoa ao longo desses anos.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba Prof. Tit. Glauco Issamu Miyahara e do vice-diretor Prof. Tit. Alberto Carlos Botazzo Delbem.

Ao Prof. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo, que, nos anos de convivência, muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento pessoal.

Ao Henrique Augusto Banci pela ajuda ao longo de todo o trabalho.

A Agências de Fomento.

CAPES

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil  
(CAPES)- Código de financiamento 88882.435543/2019-01.

“Homens fortes criam tempos fáceis, tempos fáceis geram homens fracos,  
homens fracos criam tempos difíceis e tempos difíceis geram homens fortes.”

Provérbio Oriental.

**Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união do cimento obturador a dentina intrarradicular.** Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2020.

## RESUMO

**Introdução:** A terapia fotodinâmica (TFD) é utilizada como coadjuvante ao tratamento endodôntico para potencializar a redução microbiana no sistema de canais radiculares. No entanto, a literatura carece de estudos sobre as consequências da TFD na resistência de união do cimento obturador à dentina intrarradicular. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da TFD com azul de metileno na resistência de união do cimento obturador (MTA Fillapex) utilizando o teste de *push-out*. **Material e Métodos:** Quarenta dentes bovinos foram utilizados para simular o tratamento endodôntico. O preparo biomecânico foi realizado em todos os canais radiculares e os espécimes foram distribuídos em 5 grupos: controle (água deionizada); azul de metileno 50 mg/L (AM50SL); azul de metileno 100 mg/L (AM100SL); azul de metileno 50 mg/L + laser vermelho 660nm (AM50L) (TFD); e de azul de metileno 100 mg/L + laser vermelho 660nm (AM100L) (TFD). A resistência de união do cimento obturador à dentina foi medida usando uma máquina de teste universal (n=8). Os dados de resistência de união foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis para comparação entre grupos e ao teste de Friedman para comparação entre terços (P=.05). **Resultados:** Houve diferença estatística significativa para o grupo azul de metileno 100 mg/L + laser vermelho 660nm (TFD) quando comparando os terços radiculares, onde o terço apical apresentou maiores valores de resistência de união em relação ao terço médio (P=.0302). Nos demais grupos e terços não houve diferença estatística significativa (P=.0,5). **Conclusão:** Pode-se concluir que o uso de TFD com o fotossensibilizador azul de metileno na concentração de 50 mg/L não alterou negativamente a resistência de união do cimento obturador MTA Fillapex na dentina intrarradicular.

**Palavras-chaves:** Terapia Fotodinâmica, Resistência ao cisalhamento, Cimento Endodôntico, Materiais Obturadores do Canal Radicular.

**Influence of photodynamic therapy on the union resistance of the obturator cement to intraradicular dentin.** Araçatuba School of Dentistry, São Paulo State University, Araçatuba, 2020.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Photodynamic therapy (PDT) is used as an adjunct to endodontic treatment to potentiate microbial reduction in the root canal system. However, the literature lacks studies on the consequences of PDT on the union resistance of obturator cement to intraradicular dentin. The aim of this study was to evaluate the influence of PDT with methylene blue on the strength of the cement filler (MTA Fillapex) using the push-out test. **Material and Methods:** Forty bovine teeth were used to simulate endodontic treatment. Biomechanical preparation was performed in all root canals and specimens were distributed into 5 groups: control (deionized water); methylene blue 50 mg/L (MB50SL); methylene blue 100 mg/L (AM100SL); methylene blue 50 mg/L + 660nm red laser (MB50L) (PDT); and methylene blue 100 mg/L + 660nm red laser (MB100L) (PDT). The union strength of the shutter cement to the dentin was measured using a universal test machine (n=8). The union resistance data were submitted to the Kruskal-Wallis test for comparison between groups and the Friedman test for comparison between thirds (P=.05). **Results:** There was a statistically significant difference for the blue methylene group 100 mg/L + 660nm red laser (PDT) when comparing the root thirds, where the apical third presented higher values of union resistance in relation to the middle third (P=.0302). In the other groups and thirds there was no statistically significant difference (P=.0.5). **Conclusion:** It can be concluded that the use of PDT with the blue photosensitizer of methylene at the concentration of 50 mg/L did not negatively alter the union strength of the MTA Fillapex shutter cement in the intraradicular dentin.

**Keywords:** Photodynamic Therapy, Shear Resistance, Endodontic Cement, Root Canal Filling Materials.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Materiais, classificação, composição, e número de lote dos materiais.

**Tabela 2:** Distribuição dos grupos experimentais e procedimentos.

**Tabela 3:** Média  $\pm$ desvio padrão (MPa) valores de extrusão (teste *push-out*) de dentina intrarradicular em função do azul de metileno em duas concentrações utilizado para terapia fotodinâmica.



## LISTA DE SIGLAS

TFD Terapia Fotodinâmica

AM Azul de Metileno

SCR Sistema de canais radiculares

LED *Light Emitting Diode*

FS Fotossensibilizador

MO Microorganismos

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS .....	16
DISCUSSÃO.....	17
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS.....	20
ANEXO A- COMITÊ DE ÉTICA .....	26

## INTRODUÇÃO

O principal objetivo do tratamento endodôntico é limpar, modelar e selar hermeticamente o sistema de canais radiculares (SCR) (1,2). Além disso, em dentes com necrose pulpar, a desinfecção do SCR deve ser eficaz (3). Diferentes estratégias terapêuticas, tais como: preparo biomecânico do canal radicular (2), o uso de soluções irrigantes como hipoclorito de sódio (2,4) e medicação intracanal de hidróxido de cálcio são métodos conhecidos para reduzir a quantidade de microrganismos (MO) e seus produtos tóxicos (4-7). No entanto, estudos indicam a ineficácia desses métodos, principalmente em casos de infecções persistentes (8). Portanto, novas estratégias terapêuticas estão sendo constantemente investigadas para erradicar as infecções endodônticas.

Com o desenvolvimento de aparelhos Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) e LED (*Light Emitting Diode*), novas abordagens terapêuticas, incluindo terapia fotodinâmica (TFD) (9,10), foram introduzidos para melhorar a desinfecção no tratamento endodôntico. A TFD envolve a absorção de fótons por um fotossensibilizador (FS) ativado por uma fonte de luz em um comprimento de onda específico (laser ou LED), promovendo uma destruição seletiva em um local específico (célula-alvo) (11-13). O mecanismo de ação da TFD reside no processo de absorção da luz pelo FS, estimulando os elétrons do estado normal para um estado excitado (14-16). O FS na presença de oxigênio transfere a energia gerada para o substrato (17). No processo de retorno ao seu estado normal, o elétron promove a formação de espécies de oxigênio altamente reativas e de vida curta, chamadas oxigênio singleto, afetando as células-alvo e o MO através da oxidação irreversível (14-19).

Estudos demonstram que a TFD aumenta a desinfecção do canal radicular porque, diferentemente dos antibióticos, que possuem um mecanismo de ação específico, o oxigênio singleto gerado a partir de uma reação fotodinâmica possui um mecanismo físico-químico de ação

inespecífico, impedindo o desenvolvimento de resistência microbiana (20-25).

O azul de metileno (AM) possui características fotossensibilizantes, sendo utilizado na TFD como um FS (26). Possui faixa de absorção de 500nm a 700nm, portanto é ativado por luz vermelha (27,28). Quando o AM ativado reage, resultando em oxigênio singleto, o que pode influenciar no processo de polimerização e nas propriedades mecânicas do selador do canal radicular e da dentina intraradicular, comprometendo diretamente a longevidade e o sucesso do tratamento endodôntico (29,30).

Strazzi-Sayhon et al. 2018 (30) demonstraram que a TFD afetou negativamente a resistência de união do cimento resinoso (utilizado em pinos de fibra de vidro) à dentina intraradicular, afetando diretamente a longevidade do procedimento restaurador. Poucos estudos investigaram a influência da TFD com AM como FS na resistência adesiva do cimento obturador à dentina intraradicular (31,32). Entende-se que a adesão do cimento obturador à dentina intraradicular é uma das propriedades mais importantes para manter a integridade da obturação (33).

Sabendo que os efeitos da TFD na resistência adesiva do selador do canal radicular à dentina intraradicular ainda não são claros, o objetivo deste estudo *in vitro* foi determinar a resistência da união (*push-out*) do cimento obturador (MTA Fillapex) à dentina intraradicular após TFD com AM como um FS. Duas hipóteses nulas foram testadas: 1) A dentina submetida à TFD não causaria alterações na resistência adesiva do selador do canal radicular à dentina intraradicular tratada endodonticamente; e 2) TFD não promoveria diferenças significativas em diferentes terços da raiz.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Design Experimental*

A tabela 1 descreve os materiais utilizados neste estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética institucional (#19-00611) (Anexo 1). Quarenta incisivos bovinos extraídos de animais com aproximadamente 3 anos de idade (28–36 meses) foram usados (30,34,35). Todos os dentes que apresentavam fraturas, trincas e raízes curvas foram excluídos. As coroas anatômicas de todos os dentes foram removidas a 1,0 mm acima da junção cimento-esmalte usando uma máquina cortadora (Isomet 1000; Buehler) (30,34). Para padronizar os dentes utilizados neste estudo, apenas dentes com comprimento médio do canal radicular de aproximadamente 20mm e diâmetro médio do canal radicular de aproximadamente 4mm foram incluídos. Os canais radiculares foram instrumentados com limas K # 80 (Dentsply Sirona) após o comprimento de trabalho ter sido determinado em 1,0 mm a menos que esse comprimento; os canais foram então irrigados com 10 mL de hipoclorito de sódio a 1% uma vez a cada 15s, aspirados e secos com pontas de papel estéreis (30,34).

Para evitar o extravasamento do FS, a porção apical de todas as raízes foi preparada com ácido fosfórico a 37% (FGM) por 15s e o adesivo (Adper Single Bond 2; 3M ESPE) foram aplicados na superfície condicionada por 15s e, em seguida, ativados por 20s usando uma unidade de polimerização por luz (Poly Wireless; Kavo). Os forames apicais foram selados com resina composta (Filtek Z350 XT; 3M ESPE) (30,34).

**Tabela 1: Materiais, classificação, composição, e número de lote dos materiais.**

<b>Material</b>	<b>Classificação</b>	<b>Composição</b>	<b>Lote</b>
<b>Filtek Z350XT (3M ESPE)</b>	Resina Composta	Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, silica e zirconia nano-preenchedores, e aglomerados de nano zirconia-silica	HB0042099
<b>MTA Fillapex (Angelus)</b>	Cimento Endodôntico	Resina salicilato, resina natural, diluting resin, oxido de bismuto, sílica nanoparticulada, MTA e pigmentos	36870

Bis-EMA, metacrilato de bisfenol A diglicidil; Bis-GMA, dimetacrilato de éter diglicidílico de bisfenol-A; TEGDMA, dimetacrilato de trietileno glicol; UDMA, dimetacrilato de uretano; MTA, agregado trióxido mineral.

### *Grupos Experimentais*

As raízes tratadas endodonticamente foram distribuídas aleatoriamente em 5 grupos (n = 8) (Tabela 2). Água deionizada foi inserida no canal radicular e nenhum FS ou TFD foi realizada no grupo controle. Nos 4 grupos restantes, os canais radiculares foram preenchidos com AM (50 mg/L [AM50] ou 100 mg/L [AM100]) por 3 min (período de pré-irradiação) e o FS foi agitado por 1 min usando uma ponta Irrisonic E1 (Helse Dental Technology) acoplada a uma unidade ultrassônica (Jet Sonic; Gnatus). Foi tomado cuidado para evitar o contato da ponta com o substrato dentinário (30,34). Nos grupos AM50SL (sem ativação da luz laser) e AM100SL, o FS não foi ativado. No AM50L (FS ativado por laser) e no AM100L, o FS foi ativado por 1 min de irradiação por laser vermelho ( $\lambda$  660nm) (Laser Duo; MMOptics), usando uma fibra ótica de 300 $\mu$ m de diâmetro (DMC), inserida no canal a um nível apical de 2mm ao comprimento de trabalho dos dentes (30). Para garantir a difusão homogênea da luz em todo o canal, a fibra ótica flexível foi movida na direção apico-cervical, usando movimentos helicoidais, realizados 10 vezes/min (30,34).

**Tabela 2: Distribuição dos grupos experimentais e procedimentos.**

<b>Grupos</b>	<b>Procedimentos</b>
<b>Experimentais</b>	
<b>Grupo Controle</b>	10ml de água deionizada
<b>AM50SL</b>	FS azul de metileno 50 mg/L
<b>AM100SL</b>	FS azul de metileno 100 mg/L
<b>AM50L</b>	FS azul de metileno 50 mg/L + Laser vermelho 660 $\lambda$ nm
<b>AM100L</b>	FS azul de metileno 100 mg/L + Laser vermelho 660 $\lambda$ nm

O comprimento de onda da fonte de luz utilizada foi assim determinado pela propriedade de absorção do FS, e a duração da ação da luz foi determinada de acordo com a atividade antimicrobiana satisfatória relatada em estudos anteriores (28,30,34). Posteriormente, 10mL de água deionizada foram inseridos nos canais intrarradiculares para remover o FS AM e os canais radiculares foram aspirados e depois secos com pontas de papel estéreis. As raízes foram armazenadas por 7 dias a 100% de umidade e 37°C antes da obturação (30,34). Após o tratamento com o FS AM, com ou sem TFD, os canais foram preenchidos apenas com cimento endodôntico (MTA Fillapex; Angelus) usando instrumentos McSpadden #70 (Dentsply Sirona). O acesso coronal foi então selado com resina composta (Filtek Z350 XT; 3M ESPE) e os canais radiculares obturados foram armazenados a 37°C e 100% de umidade por 7 dias (34).

*Análise da resistência de união*

Os espécimes foram seccionados com uma serra de diamante de baixa velocidade (Isomet 1000; Buehler) sob resfriamento a água, para obter fatias dos terços cervical, médio e apical. A espessura da fatia, medida usando um paquímetro digital (Mitutoyo), foi de aproximadamente 1,3mm (30). Uma máquina de teste universal (DL3000, EMIC) foi usada para o teste de *push-out*. Uma carga compressiva foi aplicada na direção vertical com uma ponta ativa, com velocidade de 0,5 mm/min no centro da fatia. Os valores da resistência de união foram calculados usando uma média aritmética entre os diferentes terços de cada amostra dental (30,34). Os valores da resistência de união foram calculados de acordo com a seguinte equação:

$$Ru = F/A;$$

onde a força de união é  $Ru$ , a força máxima é  $F$  e a área da interface de união é  $A$ .

$A$  foi obtido de acordo com a seguinte equação:

$$A = \pi (R1 + R2) \sqrt{(R1 - R2)^2 + h^2}.$$

onde  $\pi$  é 3,14,  $R1$  e  $R2$  são os raios do arco coronal e apical da fatia, respectivamente,  $h$  é a altura da fatia medida usando um paquímetro digital (Mitutoyo) (30,34).

### *Análise Estatística*

Os dados de resistência de união foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação entre grupos e ao teste de Friedman para comparação entre terços ( $P=.05$ ).

## **RESULTADOS**



De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os grupos submetidos à ação do FS AM de maior e menor concentração, independentemente da ativação ou não do laser vermelho em relação ao grupo controle, independentemente da profundidade intrarradicular avaliada ( $P > .05$ ).

Entretanto, comparando os terços da raiz, para o grupo azul de metileno com a maior concentração ativada pelo Laser Vermelho (AM100L), houve diferença significativa, o terço apical apresentou maiores valores de força de união em relação ao terço médio ( $P = .0302$ ). Nos demais grupos, não houve diferença estatisticamente significativa ( $P > .05$ ).

**Tabela 3: Média  $\pm$  desvio padrão (MPa) valores de extrusão (teste *push-out*) de dentina intrarradicular em função do azul de metileno em duas concentrações utilizado para terapia fotodinâmica.**

Resistência e Região	Grupo Controle	AM50SL	AM100SL	AM50SL	AM100SL
<b>Cervical</b>	1,16 $\pm$ 1,25 A a	1,10 $\pm$ 1,91 A a	2,81 $\pm$ 2,95 A a	1,81 $\pm$ 2,59 A a	1,45 $\pm$ 1,77 AB a
<b>Médio</b>	0,66 $\pm$ 1,01 A a	0,23 $\pm$ 0,29 A a	1,05 $\pm$ 1,11 A a	1,26 $\pm$ 1,77 A a	0,45 $\pm$ 0,62 B a
<b>Apical</b>	0,70 $\pm$ 0,97 A a	0,61 $\pm$ 0,46 A a	1,46 $\pm$ 1,22 A a	2,36 $\pm$ 2,09 A a	0,69 $\pm$ 0,38 A a

AM50SL, azul de metileno 50 mg/L sem ativação por Laser; AM100SL, azul de metileno 100 mg/L sem ativação por Laser; AM50L, azul de metileno 50 mg/L ativado com Laser vermelho; AM100L, azul de metileno 100 mg/L ativado com Laser vermelho.

Letras maiúsculas sobrescritas diferentes nas colunas e letras minúsculas nas linhas indicaram diferenças estatisticamente significativas ( $P < .05$ ).

## DISCUSSÃO

O uso de AM como FS nas duas concentrações (50 mg/L; 100 mg/L) não influenciou a força de união do selador do canal radicular à dentina intraradicular, portanto, a primeira hipótese nula do estudo foi rejeitada. No entanto, no grupo AM100L, o terço apical apresentou valores superiores ao terço médio, levando à aceitação da segunda hipótese nula. O AM é um composto catiônico que se liga a moléculas aniônicas, como o fosfato presente na hidroxiapatita e na dentina intraradicular, influenciando a razão cálcio/fosfato (26,30,32). A reação entre esse FS resulta em precipitados que atuam como uma barreira física entre o selador do canal radicular e a dentina intraradicular (30-32,36). Essa relação fosfato-FS poderia explicar os valores mais baixos de resistência de união entre terços no grupo AM100L (Tabela 3).

A análise da força de união push-out não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os terços em nenhum dos grupos avaliados, exceto no grupo AM100L, que apresentou valores mais baixos de força de união no terço médio do que no terço apical (Tabela 3). Pode-se especular que os terços cervical e médio seriam mais suscetíveis à ação do FS e, devido à catationicidade da substância, precipitados de fosfato foram acumulados no terço médio, reduzindo a interação entre o selador do canal radicular e a superfície da raiz. dentina (37). No terço apical, a adesão pode ser definida como uma conexão mecânica por embricamento mecânico, o que poderia explicar os valores mais altos de resistência de união devido a sua forma e conicidade (38).

Além disso, o AM é um composto hidrofílico que causa a absorção de água, o que pode potencialmente deteriorar a resistência da ligação de acordo com os achados de Wainright et al. 1997 (26), onde foi descrito que a sorção está diretamente relacionada à concentração do FS utilizado. Isso poderia explicar, em geral, a diferença não estatisticamente significativa entre os grupos que usaram AM, em ambas as concentrações, e o grupo controle (Tabela 3).

Diferentes concentrações do FS AM, com ou sem TFD, nem sempre obtêm resultados satisfatórios nas análises de resistência de união (31,32). Embora nenhuma melhora nos valores de resistência de união possa ser

evidenciada neste estudo, o uso de AM na dose de 50 mg/L, com ou sem TFD, poderia ser uma alternativa adequada para promover a antissepsia do SCR, uma vez que apresenta atividade antimicrobiana satisfatória, antioxidante, anti-tumorais e anti-inflamatórios, como mostrado em estudos anteriores (17-19).

O cimento à base de MTA MTA Fillapex contém resina salicilato, resina solvente, sílica de nanopartículas, óxido de bismuto, pigmentos e MTA (39). Possui alta radiopacidade, baixa solubilidade, pequena expansão durante o endurecimento e também promove a deposição de tecido mineralizado em sua superfície, segundo o fabricante (31,39). Os baixos valores de resistência adesiva do MTA Fillapex podem ser explicados por uma fraca adesão da camada de apatita formada entre o selador e a dentina intraradicular (40). Estudos avaliaram outras características do selante MTA Fillapex, como Borges et al. (2012) (41) que obtiveram valores de solubilidade inferiores aos exigidos pela *American Dental Association* (ADA), onde o MTA Fillapex apresentou os piores valores em comparação ao AH Plus, Sealapex e White MTA. Estudos adicionais devem ser incentivados para testar a influência do TFD em diferentes tipos de selantes de canal radicular.

O modelo de dentes bovinos, selecionado neste estudo, é uma alternativa adequada e aceitável. Um estudo publicado recentemente por De Deus et al. 2019 (42) mostrou que, ao usar um modelo intra-dente, os dentes bovinos não influenciaram significativamente a resistência de união dos vários selantes testados (AH Plus, MTA Fillapex e BC Sealer). (42)

Além disso, alguns fatores limitantes deste estudo devem ser levados em consideração, como a dificuldade de realizar os procedimentos em regiões de difícil acesso e a não homogeneidade do substrato. Assim, estudos futuros são necessários e se complementam como discussões em torno da TFD.

## **CONCLUSÃO**

Com base na metodologia utilizada e nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que o uso de TFD com o fotosensibilizador AM a uma concentração de 50 mg / L não alterou negativamente a resistência adesiva do selador de canal MTA Fillapex à dentina intraradicular. Portanto, pode ser implementado na TFD antes da obturação como uma alternativa adequada para o tratamento endodôntico.

## **REFERÊNCIAS**

1. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16(10):498-504.
2. Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Rôças IN, Versiani MA, Sousa-Neto MD, Provenzano JC, Siqueira-Jr JF. Adjunctive Steps for Disinfection of the Mandibular Molar Root Canal System: A Correlative Bacteriologic, MicroComputed Tomography, and Cryopulverization Approach. *J Endod* 2016;42:1667-72.
3. Holland R, Otoboni Filho JA, de Souza V, Nery MJ, Bernabé PF, Dezan-Jr E. A comparison of one versus two appointment endodontic therapy in dogs' teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2003;29:121-4.
4. Lin LM, Ricucci D, Lin J, Rosenberg PA. Nonsurgical root canal therapy of large cystlike inflammatory periapical lesions and inflammatory apical cysts. *J Endod* 2009;35:607-15. Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties of Calcium Hydroxide Pastes Used as Intracanal Medication. *J Endod* 2016;42:1822-28.
5. Ferreira NS, Martinho FC, Cardoso FG, Nascimento GG, Carvalho CA, Valera MC. Microbiological Profile Resistant to Different Intracanal Medications in Primary Endodontic Infections. *J Endod* 2015;41:824-30.
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, 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, Bonetti-Filho 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. Allison RR, Moghissi K. Photodynamic Therapy (PDT): PDT Mechanisms. *Clin Endosc* 2013;46:24-9.
12. Bilkis I, Silman I, Weiner L. Generation of Reactive Oxygen Species by Photosensitizers and their Modes of Action on Proteins. *Curr Med Chem* 2018;25(40):5528-5539.
13. Gomes-Filho JE, Sivieri-Araujo G, Sipert CR, Santos LMS, Queiroz IOA, Men CM, Maia NKC, Cintra LTA, Dezan-Junior E, Bagnato VS, Chaves-Neto AH, Oliveira SHP. Evaluation of photodynamic therapy on fibroblast viability and cytokine production. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2016;13:97-100.
14. Cushnie TP, O'Driscoll NH, Lamb AJ. Morphological and ultrastructural changes in bacterial cells as an indicator of antibacterial mechanism of action. *Cell Mol Life Sci* 2016;73:4471-92.
15. Rego-Filho FG, de Araujo MT, 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. Faria CM, Inada NM, Kurachi C, Bagnato VS. Determination of the threshold dose distribution in photodynamic action from in vitro experiments. *J Photochem Photobiol B* 2016;162:168-75.
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. Sivieri-Araujo G, Queiroz IOA, Fabbro RD, 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.
20. Souza MA, Dias CT, Zandoná J, Hoffmann IP, Menchik VHS, Palhano HS, Bertol DC, Rossato-Grando LG, Cecchin D, Figueiredo JAP. Antimicrobial activity of hypochlorite solutions and reciprocating T instrumentation associated with photodynamic therapy on root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2018;23:347-352.
21. Okamoto CB, Motta LJ, Prates RA, Mota ACC, Gonçalves MLL, Horliana ACRT,

- Ferrari RAM, Fernandes KPS, Bussadori SK. Antimicrobial Photodynamic Therapy as a Co-adjutant in Endodontic Treatment of Deciduous Teeth: Case Series. *J Photochem Photobiol* 2018;94:760-4.
22. Shrestha A, Cordova M, Kishen A. Photoactivated polycationic bioactive chitosan nanoparticles inactivate bacterial endotoxins. *J Endod* 2015;41:686-91.
  23. Bulit F, Grad I, Manoil D, Simon S, Wataha JC, Filieri A, Feki A, Schrenzel J, Lange N, Bouillaguet S. Antimicrobial activity and cytotoxicity of 3 photosensitizers activated with blue light. *J Endod* 2014;40:427-31.
  24. 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* 2015;12:108-14.
  25. Silva LAB, Novaes AB Jr, 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.
  26. Wainwright M, Phoenix DA, Rice L, Burrow SM, Waring J. Increased cytotoxicity and phototoxicity in the methylene blue series via chromophore methylation. *J Photochem Photobiol B* 1997;40:233-9.
  27. Tardivo JP, Del Giglio A, de Oliveira CS, Gabrielli DS, Junqueira HC, Tada DB, Severino D, de Fátima Turchiello R, Baptista MS. Methylene blue in photodynamic therapy: From basic mechanisms to clinical applications. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2005;2:175-91.
  28. 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.
  29. Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, Pashley DH, Tay FR. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *Journal of Dental Research* 2011;90:953-68
  30. Sahyon HBS, Silva PP, Oliveira MS, Cintra LTA, Gomes-Filho JE, Santos PH, SivieriAraujo G. Effect of photodynamic therapy on the mechanical properties and bond strength of glass-fiber posts to endodontically treated intraradicular dentin. *J Prosthet Dent* 2018;120:317.

31. Menezes M, Prado M, Gomes B, Gusman H, Simão R.. Effect of photodynamic therapy and non-thermal plasma on root canal filling: analysis of adhesion and sealer penetration. *Journal Appl Oral Sci* 2017;25(4);396-403.
32. Yavari H, Ghasemi N, Divband B, Rezaei Y, Jabbari G, Payahoo S. The effect of photodynamic therapy and polymer solution containing nano-particles of Ag/ZnO on push-out bond strength of the sealers AH-Plus and MTA Fillapex. *J Clin Exp Dent*. 2017 Sep 1;9(9):e1109-e1114.
33. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967;723- 44.
34. Sahyon HBS, Silva PP, Oliveira MS, Cintra LTA, Dezan-Jr E, Gomes-Filho JE, Jacinto RC, Santos PH, Sivieri-Araujo G. Influence of curcumin photosensitizer in photodynamic therapy on the T mechanical properties and push-out bond strength of glass-fiber posts to intraradicular dentin. *Photodiagn Photodyn Ther* 2019;366-81.
35. J.G. Neves, M. Danelon, J.P. Pessan, L.R. Figueiredo, E.R. Camargo, A.C.B. Delbem, Surface free energy of enamel treated with sodium hemametaphosphate, calcium and phosphate, *Arch. Oral Biol* 2018;90;108–112.
36. Di Hipólito V, Rodrigues FP, Piveta FB, Azevedo Lda C, Bruschi Alonso RC, Silikas N, Carvalho RM, De Goes MF, D'Alpino PHP. Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dent Mater* 2012;28:495-501.
37. F.R. Tay, R.J. Loushine, P. Lambrechts, R.N. Weller, D.H. Pashley, Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach, *J. Endod* 2005; 31;584–589.
38. Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod* 2002 May;28(5):351-4.
39. MTA Fillapex; MSDS [Online]; ANGELUS INDÚSTRIA DE PRODUTOS ODONTOLÓGICOS S/A: Londrina B, Oct 1, 2019. Available at: [http://www.angelus.ind.br/arquivos/anexo\\_produto/43\\_file.pdf](http://www.angelus.ind.br/arquivos/anexo_produto/43_file.pdf). Accessed October, 1, 2019.
40. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LV, et al. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod* 2012 Feb;38(2):240-4.



41. Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Junior FA, De-Deus G, Miranda CE, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J* 2012 May;45(5):419-28.
42. Silva EJNL, Carvalho NK, Prado MC, Senna PM, Souza EM, De-Deus G. Bovine teeth can reliably substitute human dentine in an intra-tooth push-out bond strength model? *Int Endod J* 2019 Jul;52(7):1063-1069.

## ANEXO A- 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 "**Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união do cimento obturador a dentina intrarradicular**", Processo FOA nº 00611-2019, 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 08 de Outubro de 2019.

**VALIDADE DESTE CERTIFICADO:** 08 de Dezembro de 2020.

**DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL:** até 08 de Janeiro de 2021.

### CERTIFICATE

We certify that the study entitled "**Influence of photodynamic therapy on the bond strength of the filling material to intraradicular dentin**", Protocol FOA nº 00611-2019, 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 October 08, 2019.

**VALIDITY OF THIS CERTIFICATE:** December 08, 2020.

**DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT:** January 08, 2021.

**Profa. Associada Maria Cristina Rosifini Alves Rezende**  
Coordenador da CEUA  
CEUA Coordinator