

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo
desta dissertação será
disponibilizado somente a
partir de 14/02/2022.



Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP
Departamento de Odontologia Restauradora
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - Endodontia

HENRIQUE AUGUSTO BANCI

**Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união do
cimento obturador à dentina intrarradicular e na morfologia
da interface adesiva**

**Araçatuba
2020**

HENRIQUE AUGUSTO BANCI

Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união do cimento obturador à dentina intrarradicular e na morfologia da interface adesiva

Dissertação apresentada 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 Mestre em Endodontia.

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

**Araçatuba
2020**

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

B213i

Banci, Henrique Augusto.

Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união do cimento obturador à dentina intrarradicular e na morfologia da interface adesiva / Henrique Augusto Banci. – Araçatuba, 2020

41 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba

Orientador: Prof. Gustavo Sivieri de Araújo

1. Fotoquimioterapia 2. Resistência ao cisalhamento
3. Cimentos dentários 4. Materiais restauradores do canal radicular I. T.

Black D24

CDD 617.67

Claudio Hideo Matsumoto CRB-8/5550

Dedicatória

A Deus

Neste momento agradeço esta conquista à Deus, que me deu força e persistência para ultrapassar todos os obstáculos encontrados, iluminando meu caminho em todos os momentos e colocando pessoas ao meu lado, não permitindo que eu desistisse desta longa caminhada.

Cada dia é um recomeço, é um renascimento. Cada dia de vida merece ser celebrado e vivido com alegria, com motivação. Pois todos os dias temos a chance de ser felizes, e ser feliz é uma escolha.

“As pessoas felizes lembram o passado com gratidão, alegram-se com o presente e encaram o futuro sem medo.”

Epicuro



Dedicatória

Aos Meus Pais e Meus Familiares

Este trabalho é dedicado as pessoas que estiveram ao meu lado ao longo de toda vida:

À minha mãe Maria Cleonice, meu pai Adalberto João, minha irmã Aline, por toda ajuda, suporte para a vida, contribuindo para minha a formação pessoal e profissional.

Aos meus avós, Maria Marcato e Antônio Banci (in memoriam), que apesar de não ter conhecido carregou um grande respeito. Os Senhores fazem muita falta.

Aos meus tios e padrinhos, Rosa e Vadilson, agradeço por todas orações, conversas e conselhos encorajadores e suporte que me deram. Se não fosse vocês, não conseguiria realizar mais um sonho.

Agradeço todo carinho e força que me deram em todo momento que estive fora, se não fossem vocês, seria tudo mais difícil.

Obrigado por caminharem ao meu lado!

Agradecimentos Especiais

Ao meu orientador Prof. Ass. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo, serei sempre grato pela oportunidade que me proporcionou em ser seu orientado. Tudo começou com a entrevista para o processo seletivo, e hoje estamos alcançando algo maior. Obrigado por sua dedicação, atenção, paciência e disposição no decorrer deste tempo, espero um dia ser bem calmo como Sr. (risos). Obrigado por me acalmar nos momentos de angústia e por me fazer acreditar que ia dar certo. Me sinto orgulhoso em ser seu orientado e muito privilegiado em acompanhar seus ensinamentos tanto em sala de aula quanto nas clínicas. Obrigado por seus conselhos nos momentos difíceis, por me ajudar a se tornar um profissional melhor e por participar comigo das minhas conquistas. O Sr. é uma pessoa ímpar.

Ao meu coorientador Prof. Assoc. Paulo Henrique dos Santos agradeço por me auxiliar durante esta caminhada. O senhor foi meu primeiro exemplo de professor a ser “copiado” quando entrei na pós-graduação, sua paixão pelo que faz é de se admirar. Obrigado por sua disposição, carinho e atenção em nossos trabalhos sempre extremamente solícito e ágil com todas as necessidades, pelas poucas conversas que tivemos, mas que foram suficientes para me ajudar a tomar algumas decisões na vida. Agradeço a oportunidade e por ter contribuído para minha formação e para este momento se tornar realidade!

Ao Prof. Assoc. Luciano Tavares Ângelo Cintra, que privilégio ter o senhor conosco durante esse tempo, obrigado por todo apoio, ensinamentos, conversas. Admiro demais sua dedicação para com a pesquisa e o crescimento daqueles que estão ao seu redor. É uma honra poder aprender com uma pessoa que nos inspira sempre.

Ao Prof. Tit. Marco Antônio Hungaro Duarte, meu agradecimento especial pela contribuição no trabalho e por nos responder tão sollicitamente. Foi uma honra poder conhecer a Faculdade de Odontologia de Bauru e executar parte da pesquisa lá. Meus sinceros agradecimentos!

Aos professores Prof. Tit. João Eduardo Gomes Filho, Prof. Assoc. Eloi Dezan Junior e Prof. Assoc. Rogério de Castilho Jacinto, é um enorme privilégio poder aprender todos os dias no departamento com vocês. Obrigado pelos conselhos, ensinamentos e dicas, muitas delas me ajudaram a tomar importantes decisões e a não desistir. Vocês refletem bem o que a Endodontia da FOA é reconhecida: a excelência com a uma humildade sem igual.

Ao Doutorando Henrico Badaui Strazzi Sayhon que se tornou um grande amigo! Obrigado por cada momento de ensinamento, pesquisa e de risadas! Você tem um coração admirável, dono de uma humildade sem igual. Obrigado!

Aos meus amigos da Pós-Graduação: Flavio, Ana Paula, Ana Maria, Caroline, Pedro, Daniela, Cristiane, Isabela, Marina, Nathália, Carol e Lariana, obrigado por todos os momentos compartilhados! Vocês me fizeram sentir em casa! Serei pra sempre grato.

“O discípulo não está acima do seu mestre; todo aquele, porém, que for bem instruído será como o seu mestre.” (Lucas 6:40)

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, nas pessoas do Diretor **Prof. Tit. Glauco Issamu Miyhara**, e do senhor Vice-Diretor **Prof. Tit. Alberto Carlos Botazzo Delbem** por proporcionar a realização desta pesquisa e pelo período da pós-graduação e crescimento profissional.

A coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência Odontológica, na pessoa do **Prof. Assoc. Luciano Tavares Ângelo Cintra** e o **Vice Coordenador Prof. Assoc. Juliano Pelim Pessan**. Ao Chefe de Departamento **Prof. Assoc. Rogério de Castilho Jacinto** e a Vice-Chefe **Profª Ass. Drª Ticiane Cestari Fagundes Tozzi**. Aos funcionários do Departamento **Jorge Luis Trevelim** e **Carlos Suetake** pela convivência e por sempre estarem preparados a me ajudar.

A todos os funcionários e estimados amigos da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, **Cláudio Hideo Matsumoto**, **Ana Claudia Grieger Manzatti**, **Luzia Anderlini**, **Denise Haruyo Nakamura Maeda**, **Luís Cláudio Sedlacek**, **Ana Paula Rímoli de Oliveira** e **Maria Cláudia de Castro Benez**, pela atenção e eficiência com que sempre me atenderam.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, **Valéria de Queiroz M. Zagatto**, **Cristiane Regina Lui Matos**, **Lilian Sayuri Mada** pelo excelente trabalho, atenção dispensada, grande disposição em atender e ótimo relacionamento.

Aos **professores da Pós-Graduação do Programa de Ciência Odontológica da Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – UNESP**, pelos ensinamentos durante todo o decorrer do curso.

A **Faculdade de Odontologia de Bauru, FOB-USP** e ao **Centro Integrado de Pesquisa I** que juntamente da **Dra. Márcia Sirlene Zardin Graeff** nos ajudou prontamente a executar parte crucial deste trabalho. Meu muito obrigado!

A **Faculdade de Física da UNESP de Bauru**, ao **Prof. Tit. Carlos Roberto Grandini** e ao **Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura** por nos auxiliar em parte da execução e imagens desse projeto. Meus sinceros agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** – Código de Financiamento 001.

Finalmente, agradeço à Deus, ser superior, por ter me concedido essa oportunidade e ter colocado todas essas pessoas maravilhosas em meu caminho.

OBRIGADO!

Epígrafe

*“Only the gentle are ever
really strong”.*

(James Byron Dean)

Dados Curriculares

Dados curriculares

Nascimento	02.07.1995 – Presidente Prudente - SP
Filiação	Adalberto João Banci Maria Cleonice de Lima Banci
2011-2013	<i>High School</i> em J.L. Isley High School pelo <i>Nova Scotia International Program, JLI NSIP</i> , Canadá.
2014-2018	Curso de Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Presidente Prudente, FOPP - Unoeste.
2016-2018	Desenvolvimento de dois Projetos de Iniciação Científica sem bolsa.
2019-2020	Desenvolvimento de Projeto de Mestrado com auxílio de bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES.
Associações	CROSP - Conselho Regional de Odontologia de São Paulo SBPqO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica IADR – <i>International Association for Dental Research</i>
Links	Currículo Lattes: lattes.cnpq.br/9756886784514835 ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4344-4491 Publons: https://publons.com/researcher/1740654/henrique-banci/

Comissão Examinadora

Defesa de Dissertação de Mestrado

Prof. Ass. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo – Orientador Professor Assistente Doutor do Departamento de Odontologia Restauradora, Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia – FOA/UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araçatuba.

Prof. Tit. Marco Antonio Hungaro Duarte - Professor Titular do Departamento Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP - Universidade de São Paulo, Bauru.

Prof. Assoc. Paulo Henrique dos Santos – Professor Associado do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Disciplina de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia – FOA/UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araçatuba.

BANCI, H.A. **Influência da terapia fotodinâmica na resistência de união do cimento obturador à dentina intrarradicular e na morfologia da interface adesiva**. 2020. 41f. Dissertação (Mestrado) – 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*, analisar o padrão de fratura das amostras representativas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a morfologia da interface adesiva intrarradicular pela microscopia confocal de fluorescência (MCF). **Material e Métodos:** Cinquenta e cinco 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 mensurada usando uma máquina de teste universal (n=8) e as amostra representativas analisadas em MEV. A morfologia da interface adesiva intrarradicular foi analisada pela MCF. 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 ($\alpha=.05$). **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 ($P>.05$). Quanto a morfologia da interface adesiva foi possível observar uma menor penetração do cimento obturador no grupo AM100L. **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: Fotoquimioterapia, Resistência ao cisalhamento, Cimentos dentários, Materiais restauradores do canal radicular.

BANCI, H.A. **Influence of photodynamic therapy on the bond strength of an MTA based root canal sealer to intraradicular dentin and morphology of the adhesive interface.** 2020. 41f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2020.

ABSTRACT

Introduction: Photodynamic therapy (PDT) is used as an adjunct to endodontic treatment to enhance microbial reduction in the root canal system. However, studies are lacking on the consequences of the application of the application of PDT on the bond strength of the root canal sealer. Therefore, the objective of this study was to evaluate the influence of photodynamic therapy with methylene blue on the bond strength the root canal sealer using a *push-out* test, to analyze the fracture pattern of representative samples using scanning electron microscopy (SEM) and the morphology of the adhesive interface of the intraradicular dentin using Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM). **Material and Methods:** Fifty-five bovine teeth were used to simulate experimental endodontic treatments. Biomechanical instrumentation was performed for all root canals, and the teeth were distributed into 5 groups: control deionized water; methylene blue 50 mg/L (MB50WL); methylene blue 100 mg/L (MB100WL); methylene blue 50 mg/L + red laser 660nm (MB50L) (PDT); and methylene blue 100 mg/L + red laser 660nm (MB100L) (PDT). The push-out bond strength of the root sealer to dentin was measured using a universal testing machine (n=8), representative scanning electron microscopy images were obtained. Images of the morphology of the adhesive interface were obtained using CLSM (n=3). Bond strength data were submitted to the non-parametric Kruskal-Wallis test for comparison between groups and the Friedman test for comparison between thirds ($\alpha=.05$). **Results:** Comparing the root thirds, for the methylene blue group with the higher concentration activated by Red Laser, there was significant difference, the apical third presented higher values of bond strength in relation to the middle third ($P=.0302$). In the other groups and thirds there was no statistically significant difference ($P>.05$). As for the morphology of the adhesive interface, it was possible to observe a lower penetration of the sealer in the MB100L group. **Conclusion:** The application of PDT with the photosensitizer methylene blue at a concentration of 50 mg/L, regardless of the activation by red laser, did not alter negatively the bond strength of the MTA Fillapex sealer to intraradicular dentin.

Keywords: Photodynamic therapy, Bond Strength, Root Canal Filling, Endodontic Sealer.

LISTA DE TABELAS

Table 1 - Materials, classification, composition, and batch numbers of materials... **20**

Table 2 - Mean $\pm$ standard deviation (MPa) values of extrusion bond strength (push-out strength test) of intraradicular dentin as function of methylene blue in two concentrations used in photodynamic therapy..... **21**

LISTA DE FIGURAS

Figure 1 - Incidence of fracture patterns (number of thirds of samples) according to the failure type. 23

Figure 2 - A,B—Mixed failure of intraradicular dentin irrigated with deionized water solution (control group) (original magnification $\times 30$ and $\times 150$). C,D—Mixed failure of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 50 mg/L (MB50WL $\times 30$ and $\times 150$). E,F—Mixed failure of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 100 mg/L (MB100WL $\times 30$ and $\times 150$). G,H—Mixed failure of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 50 mg/L activated with red Laser (MB50L $\times 30$ and $\times 150$). I,J—Mixed failure of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 100 mg/L activated with red Laser (MB100L $\times 30$ and $\times 150$)..... 24

Figure 3 - 1C,1M,1A—Cervical, middle and apical slices of intraradicular dentin irrigated with deionized water solution after obturation respectively (control group) (original magnification $\times 5$). 2C,2M,2A—Cervical, middle and apical slices of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 50 mg/L and obturation respectively (MB50WL $\times 5$). 3C,3M,3A—Cervical, middle and apical slices of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 100 mg/L and obturation respectively (MB100WL $\times 5$). 4C,4M,4A—Cervical, middle and apical slices of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 50 mg/L activated with red Laser and obturation respectively (MB50L $\times 5$). 5C,5M,5A—Cervical, middle and apical slices of intraradicular dentin after treatment with methylene blue at 100 mg/L activated with red Laser and obturation respectively (MB100L $\times 5$)..... 25

LISTA DE ABREVIATURAS

CLSM – Confocal Laser Scanning Microscopy

Laser – Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

LED – Light Emitting Diode

MO – Microorganisms

MB – Methylene Blue

MTA – Mineral Trioxide Aggregate

PDT – Photodynamic Therapy

PS – Photosensitizer

RCS – Root Canal System

SEM – Scanning Electron Microscopy

SUMÁRIO

1) Introduction.....	8
2) Material and Methods.....	9
3) Results.....	13
4) Discussion.....	14
5) Conclusion.....	16
6) References.....	17
7) Attachment.....	29

Article

*This manuscript is according to the guidelines of the Journal *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*.

Influence of photodynamic therapy on the bond strength of an MTA based root canal sealer to intraradicular dentin and morphology of the adhesive interface

1) INTRODUCTION

The main purpose of the endodontic treatment is cleaning, shaping and sealing hermetically the root canal system (RCS) [1,2]. In addition, in teeth with pulp necrosis the disinfection of the RCS must be effective [3]. Different therapeutic strategies such as: root canal biomechanical preparation [2], the use of irrigating solutions like sodium hypochlorite [2,3] and intracanal medication of calcium hydroxide are known methods to reduce quantity of microorganisms (MO) and their toxic products [5-6]. However, studies indicate the ineffectiveness of these methods, particularly in cases of persistent infections [7]. Therefore, new therapeutic strategies are constantly being investigated to eradicate the endodontic infections.

With the development of Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) and LED (Light Emitting Diode) devices, new therapeutic approaches, including photodynamic therapy (PDT) [8,9], have been introduced to enhance disinfection in the endodontic treatment. PDT involves the absorption of photons by a photosensitizer (PS) activated by a light source in a specific wavelength (Laser or LED) promoting a selective destruction at a specific site (target-cell) [10-12]. The mechanism of action of PDT resides on the process of absorption of light by the PS stimulating the electrons from the normal state to an excited state [13-15]. The PS in presence of oxygen, transfers the energy generated to the substrate [16]. On the process of returning to its normal state the electron promotes formation of highly reactive and short-lived oxygen species, called singlet oxygen, affecting the target cells and MO through irreversible oxidation [13-17].

Studies demonstrates that PDT increases root canal disinfection because unlike antibiotics, which have a specific mechanism of action, singlet oxygen generated from a

photodynamic reaction has a nonspecific physical-chemical mechanism of action, preventing the development of microbial resistance [18-23]. Methylene blue (MB) has photosensitizing characteristics, being used in PDT as a PS [24]. It has an absorption band range of 500nm to 700nm, therefore it is activated by red light [25,26]. When activated MB reacts resulting in singlet oxygen, which could influence on the polymerization process and mechanical properties of the root canal sealer and intraradicular dentin, compromising directly the longevity and success of the endodontic treatment [27].

A study by Strazzi-Sayhon et al. 2018 [27] demonstrated that PDT affected negatively the bond strength of the resin cement (used in glass fiber-posts) to intraradicular dentin effecting directly the longevity of the restorative procedure. Few studies investigated the influence of PDT with MB as a PS on the bond strength of the root canal sealer to intraradicular dentin [28,29]. It is understood that the adhesion of the filling material to intraradicular dentin is one of the most important properties for maintaining the integrity of the obturation [30].

Knowing that the effects of PDT on the bond strength of the root canal sealer to intraradicular dentin are still unclear, the purpose of this in vitro study was to determine the *push-out* bond strength of the root canal sealer (MTA Fillapex) to intraradicular dentin after PDT with MB as a PS. Using confocal laser scanning microscopy (CLSM) qualitative images of the morphology of the adhesive interface were obtained in order to compare visually the penetration of the sealer. Two null hypotheses were tested: 1) That the different concentrations of MB, activated by laser or not, would not cause a significant difference in the intraradicular dentin, and 2) That different thirds of the intraradicular dentin would not promote a significant difference for the treatment with PDT.

2) MATERIAL AND METHODS

2.1) Experimental design

6) REFERENCES

1. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498-504.
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, Micro-Computed Tomography, and Cryopulverization Approach. *J Endod* 2016;42:1667-72.
3. Silva LABD, Lopes ZMS, Sá RC, Novaes Júnior AB, Romualdo PC, Lucisano MP, Nelson-Filho P, Silva RABD. Comparison of apical periodontitis repair in endodontic treatment with calcium hydroxide-dressing and aPDT. *Braz Oral Res* 2019;26:33:92.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Peddis N, Musu D, Ideo F, Rossi-Fedele G, Cotti E. Interaction of biologic therapy with apical periodontitis and periodontitis: a systematic review. *Aust Dent J* 2019;64:122-34.
8. 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.

9. 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.
10. Abrahamse H, Hamblin MR. New photosensitizers for photodynamic therapy. *Biochem J* 2016;473:347-64.
11. Bilkis I, Silman I, Weiner L. Generation of Reactive Oxygen Species by Photosensitizers and their Modes of Action on Proteins. *Curr Med Chem* 2018;25:5528-39.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Kazantzis KT, Koutsonikoli K, Mavroidi B, Zachariadis M, Alexiou P, Pelecanou M, Politopoulos K, Alexandratou E, Sagnou M. Curcumin derivatives as photosensitizers in photodynamic therapy: photophysical properties and in vitro studies with prostate cancer cells. *Photochem Photobiol Sci* 2020;20 [Epub ahead of print].
16. Sheng T, Ong YH, Guo W, Zhu T. Reactive oxygen species explicit dosimetry to predict tumor growth for benzoporphyrin derivative-mediated vascular photodynamic therapy. *J Biomed Opt* 2020;25:1-13.

17. 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.
18. 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.
19. Okamoto CB, Motta LJ, Prates RA, Mota ACC, Gonçalves MLL, Horliana ACRT, Ferrari RAM, Fernandes KPS, Bussadori SK. Antimicrobial Photodynamic Therapy as a Co-adjuvant in Endodontic Treatment of Deciduous Teeth: Case Series. *J Photochem Photobiol* 2018;94:760-4.
20. Shrestha A, Cordova M, Kishen A. Photoactivated polycationic bioactive chitosan nanoparticles inactivate bacterial endotoxins. *J Endod* 2015;41:686-91.
21. Dong X, Bond AE, Pan N, Coleman M, Tang Y, Sun YP, Yang L. Synergistic photoactivated antimicrobial effects of carbon dots combined with dye photosensitizers. *Int J Nanomedicine* 2018;27:8025-35.
22. 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.
23. 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.

24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. Sahyon HBS, Silva PP, Oliveira MS, Cintra LTA, Gomes-Filho JE, Santos PH, Sivieri-Araujo 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.
28. 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;25:396-403.
29. Yavari H, Ghasemi N, Divband B, Rezaei Y, Jabbari G, Payahoo S. The effect of photodynamic therapy and polymer solution containing nanoparticles of Ag/ZnO on push-out bond strength of the sealers AH-Plus and MTA Fillapex. *J Clin Exp Dent*. 2017;9:1109-14.
30. Gutmann JL, Dees LA. Historical Perspectives on Core-Carrier Gutta-Percha Obturation. *J Hist Dent* 2016;64:22-5.

31. 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;25:366-81.
32. Sayhon HBS, Oliveira MS, Silva PP, Banci HA, Melo FS, Martinez CMT, Cintra LTA, Gomes-Filho JE, Dezan-Junior E, Santos PH, Sivieri-Araujo G. Does photodynamic therapy with methylene blue affect the mechanical properties and bond strength of glass-fiber posts in different thirds of intraradicular dentin? *Photodiagn Photodyn Ther* 2020. *Accepted for publication* on January 21st, 2020.
33. Piai GG, Duarte MAH, Nascimento ALD, Rosa RAD, S6 MVR, Vivan RR. Penetrability of a new endodontic sealer: A confocal laser scanning microscopy evaluation. *Microsc Res Tech*. 2018;11:1246-49.
34. Fagundes TC, Somensi DS, Dos Santos PH, Navarro MF. Confocal laser scanning microscopy investigation of Bond interfaces involved in fiber glass post cementation. *Braz Dent Sci* 2014;17:10-19.
35. Almaroof A, Niazi SA, Rojo L, Mannocci F, Deb S. Evaluation of dental adhesive systems incorporating an antibacterial monomer eugenyl methacrylate (EgMA) for endodontic restorations. *Dent Mater* 2017;33:239-54.
36. Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod* 2002;28:351-4.
37. 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. Accessed October 1, 2019.

38. 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;38:240-4.
39. Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Junior FA, De-Deus G, Miranda CE. 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;45:419-28.
40. 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;52:1063-69.