**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

KEILA DE ALMEIDA FRANCESCHINI

***Avaliação ex vivo da resistência de união de cimento à base de resina epóxica
na dentina humana irradiada com laser Er,Cr:YSGG***

**Ribeirão Preto
2015**

KEILA DE ALMEIDA FRANCESCHINI

**Avaliação ex vivo da resistência de união de cimento à base de resina epóxica
na dentina humana irradiada com laser Er,Cr:YSGG**

*Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para a obtenção do grau de Mestre em Ciências – Programa:
Odontologia Restauradora - Área de concentração:
Odontologia Restauradora (Opção: Endodontia)*

Versão corrigida

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto

Ribeirão Preto

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor: _____

Data: ____/____/ 2015.

Ficha Catalográfica

Franceschini, Keila de Almeida

Avaliação ex vivo da resistência de união de cimento à base de resina epóxica na dentina humana irradiada com laser Er,Cr:YSGG. Ribeirão Preto, 2015.

83 p.: il.; 30 cm

Dissertação de mestrado, apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora-Endodontia.

Versão corrigida da Dissertação/Tese. A versão original se encontra disponível na Unidade que aloja o Programa.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto

1. Laser. 2. Er,Cr:YSGG. 3. Resistência de União. 4. Cimento endodôntico

FRANCESCHINI, K. A. **Avaliação ex vivo da resistência de união de cimento à base de resina epóxica na dentina humana irradiada com laser Er,Cr:YSGG**. 2015. 83p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto (Orientador)
Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia e no Laboratório de Pesquisa em Laser do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, com auxílio de pesquisa do CNPq, processo nº 479692/2011-4.

***D**edicatória*

Aos meus pais, **Enildo Menezes Franceschini** e **Audilia de Almeida**, pessoas que admiro e respeito. Obrigada por me incentivarem e me ensinarem o valor do conhecimento e do trabalho e por nunca medirem esforços para realizar meus sonhos. São exemplos de garra e força. Obrigada pelo amor, carinho e compreensão com que pude e posso contar em todos os momentos da minha vida.

À minha irmã, **Erika de Almeida Franceschini**, minha primeira e melhor amiga, com quem sei que sempre posso contar. Obrigada por tudo.

Agradecimientos

Ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, meu orientador, por exercer papel fundamental na minha formação, desde minha graduação. Agradeço a confiança a mim depositada, toda dedicação e ensinamentos passados durante todos esses anos.

À **Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb**, exemplo de trabalho. Agradeço pelo apoio, contribuição, discussões, ajudas e conselhos em todos os momentos que precisei.

Ao **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho**, muito obrigada por todo o conhecimento transmitido ao longo desses anos, sempre disposto a ajudar. Sua competência e dedicação são uma inspiração.

Aos técnicos de laboratório, **Dra. Débora Fernandes Costa Guedes, Dra Juliana Jendiroba Faraoni Romano, Reginaldo Santana**, pela ajuda e disponibilidade para a execução deste trabalho, pela alegria e palavras de conforto.

Ao secretário, **Carlos Feitosa dos Santos**, sempre prestativo, atencioso e sorridente. Obrigada pela ajuda durante todo o curso, pelas palavras de conforto, risadas e lembretes diários.

Às funcionárias, **Luiza Pitol e Rosângela Angelini**, pelo carinho, atenção e inúmeros cafezinhos.

Aos queridos, **Fabiane Carneiro Lopes, Graziela Bianchi Leoni, Jardel Chaves Mazzi, Rodrigo Pereira Dantas**, pela contribuição neste trabalho, amizade, ensinamentos, conselhos e ajuda. Sem vocês tenho certeza que não conseguiria.

Às amigas, **Cecília Martins Valente, Isabella Rodrigues Ziotti, Kelly Galisteu Luiz, Talita Pereira Prates, Vanessa Lessa Cavalcanti de Araújo**, pela amizade construída, seja desde a graduação ou desde a pós-graduação. Obrigada por me aguentarem, me ajudarem sempre e me receberem em suas casas quando precisei de abrigo. Obrigada por fazerem parte da minha vida, me apoiando e me ouvindo em todas as horas que procurava um ombro amigo.

Aos amigos de pós-graduação **Abraão Gonçalves Rombe, Amanda Buosi de Biagi, Ângelo Rafael De Vito Bordin, Bruno Crozeta, Diego Augusto Guimarães, Emanuele Boschetti, Fernanda Plotegher, Isabela Lima, Ivan Lobo Gava, Luis Eduardo Flamini, Paul Baca Wiesse, Pedro Bastos Cruvinel, Polliana Vilaça da Silva, Rafael Rezende Ribeiro, Reinaldo Dias Neto, Samuel Henrique De Bem, Tiago Elias do Nascimento**, pela convivência, amizade, desabafos e risadas compartilhadas. Levarei sempre comigo a amizade de vocês!

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pela bolsa concedida para o meu desenvolvimento e desse projeto.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo** e ao **Departamento de Odontologia Restauradora**, pela oportunidade da realização do curso de mestrado e por me acolher desde a graduação, permitindo meu crescimento pessoal e profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.”

Fernando Pessoa

*R*esumo

FRANCESCHINI, K. A. **Avaliação ex vivo da resistência de união de cimento à base de resina epóxica na dentina humana irradiada com laser Er,Cr:YSGG**. 2015. 83p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

O objetivo do presente estudo foi avaliar, *ex vivo*, a influência da irradiação do laser Er,Cr:YSGG na resistência de união do material obturador à base de resina epóxica à dentina radicular, por meio do teste de *push-out*, e na interface dentina/material obturador, por meio de microscopia confocal a laser. Avaliou-se, ainda, a variação de temperatura externa da dentina radicular durante irradiação. Para tanto, 96 caninos foram instrumentados com sistema rotatório K3 até #45/.02 e irrigados com água destilada/deionizada entre os instrumentos. Os espécimes foram distribuídos em 3 grupos (n=32) em função do protocolo de irrigação final: água destilada e deionizada, NaOCl 1% e EDTAC 17%. Em seguida, foram redistribuídos em 4 subgrupos (n=8), de acordo com a irradiação do laser: não irradiado, 2 W/20 Hz, 3 W/20 Hz e 4 W/20 Hz. Durante a irradiação, foram aferidos os valores máximo e mínimo de temperatura na parede radicular externa nos terços cervical, médio e apical e no ápice radicular. Após irradiação, os espécimes foram obturados com cimento AH Plus e guta-percha pela técnica de condensação lateral. Decorridos três vezes o tempo de endurecimento do cimento, as raízes foram seccionadas transversalmente em *slices* de 1 mm de espessura. Dois *slices* de cada terço foram submetidos ao *push-out* em máquina universal de ensaios e o tipo de falha foi analisado em lupa estereoscópica e classificado em: adesiva ao material obturador, adesiva à dentina, mista, coesiva no material obturador e coesiva na dentina. O *slice* restante foi submetido à análise em microscopia confocal a laser, onde avaliou-se a porcentagem de perímetro da secção transversal do canal radicular com *tags* de cimento e a profundidade dos *tags* na interface dentina/material obturador de forma quali-quantitativa. Os dados de resistência de união (Mpa) e porcentagem de perímetro com *tags* foram analisados por meio do teste ANOVA; enquanto os dados da variação de temperatura (°C) e profundidade dos *tags* (µm) por meio do teste de Kruskal-Wallis, ambos seguidos de teste de Tukey. A irradiação do laser Er,Cr:YSGG aumentou a resistência de união do cimento obturador à dentina, independente da irrigação final, sendo que os maiores valores foram obtidos para as potência de 3 W ($4,02 \pm 1,32$) e 4 W ($4,18 \pm 0,98$) e os menores valores para o grupo não irradiado ($2,64 \pm 0,58$) ($p < 0,05$). A potência de 2 W ($3,28 \pm 0,91$) apresentou valores intermediários. A irrigação final com EDTAC 17% resultou em maiores valores de resistência de união ($4,01 \pm 1,02$) quando comparado à água destilada ($3,11 \pm 1,09$) e ao NaOCl 1% ($3,47 \pm 1,18$) ($p < 0,05$). Em relação aos terços radiculares, o terço cervical ($4,01 \pm 1,21$) apresentou valor de resistência de união estatisticamente maior que o terço apical ($3,04 \pm 0,89$), enquanto o terço médio apresentou valores intermediários ($3,54 \pm 1,15$) ($p < 0,05$). Em todos os grupos foi observado maior percentual de falhas adesivas e mistas. Nos grupos irradiados com 3 W [21,1 (14,1-27,7)] e 4 W [17,8 (11,9-23,7)] foi observado maior profundidade de *tags* do material obturador quando comparado ao grupo não irradiado [12,9 (9,0-20,0)]; a potência de 2 W promoveu valores intermediários [15,6 (11,7-23,3)] de profundidade de *tags*. Os maiores percentuais de perímetro com *tags* foram observados para os grupos irradiados, não havendo diferença estatística entre eles ($p > 0,05$). O aumento da temperatura foi proporcional ao aumento da potência do laser, não excedendo 3 °C. Concluiu-se que o laser Er,Cr:YSGG promoveu aumento da resistência de união do cimento à base de resina epóxica à dentina radicular, com maior formação de *tags* em todas as potências estudadas, principalmente quando associado à irrigação final com EDTAC 17%; o aumento da temperatura durante a irradiação não foi considerado elevado a ponto de prejudicar os tecidos adjacentes.

Palavras-chave: laser; Er,Cr:YSGG; resistência de união; cimento endodôntico.

Summary

FRANCESCHINI, K. A. **Ex vivo bond strength of an epoxy resin-based root canal sealer to human root dentin irradiated with Er,Cr:YSGG laser.** 2015. 83p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

The aim of this study was to evaluate *ex vivo* the influence of Er,Cr:YSGG laser irradiation on the bond strength of an epoxy resin-based root canal sealer to root dentin, using the push-out test, and on the dentin/filling material interface, using confocal laser microscopy. The temperature variation on the outer root dentin during irradiation was also evaluated. For this purposes, 96 canines were instrumented with K3 rotary system up to the #45/.02 instrument, irrigating with distilled and deionized water at each change of instrument. The specimens were randomly assigned to 3 groups (n=32), according the final irrigation protocol: distilled and deionized water, 1% NaOCl and 17% EDTAC. They were next reassigned into 4 subgroups (n=8), according to the laser irradiation parameters: non-irradiated, 2 W/20 Hz, 3 W/20 Hz and 4 W/20 Hz. During irradiation, the maximum and minimum temperatures were measured on the outer root dentin wall in the cervical, middle and apical thirds as well in the root apex. Following irradiation, the canals were filled with lateral condensation of AH Plus sealer and gutta-percha cones. After a period three times longer than the sealer's setting time, the roots were sectioned transversally to obtain 1-mm-thick slices. Two slices from each third were subjected to a push-out test in a universal testing machine and the failure mode was analyzed with stereoscopic lens and classified as: adhesive to the filling material, adhesive to dentin, mixed, cohesive in the filling material and cohesive in dentin. The remaining slice was analyzed by confocal laser microscopy to evaluate the percentage of the perimeter of the root canal cross-section with sealer tags. The depth of tags at the dentin/filling material interface was evaluated in a quali-quantitative manner. Bond strength (MPa) data and the percentage of perimeter with tags were analyzed by ANOVA, while temperature variation (°C) and tag depth (µm) were analyzed by Kruskal-Wallis test, both followed by Tukey's test. The Er,Cr:YSGG laser irradiation increased sealer bond strength to dentin, regardless of the final irrigation protocol. The highest values were obtained for 3 W (4.02 ± 1.32) and 4 W (4.18 ± 0.98) powers and the lowest for the non-irradiated group (2.64 ± 0.58) ($p < 0.05$). The use of 2 W power (3.28 ± 0.91) resulted in intermediate values. Final irrigation with 17% EDTAC provided higher bond strength (4.01 ± 1.02) compared with distilled water (3.11 ± 1.09) and 1% (NaOCl 3.47 ± 1.18) ($p < 0.05$). Regarding the root thirds, the cervical third (4.01 ± 1.21) presented significantly higher bond strength than the apical third (3.04 ± 0.89), while the middle third presented intermediate values (3.54 ± 1.15) ($p < 0.05$). In all groups, there was a greater percentage of adhesive and mixed failures. In the groups irradiated with 3 W [21.1 (14.1-27.7)] and 4 W [17.8 (11.9-23.7)], it was observed a greater depth of filling material tags compared with the non-irradiated group [12.9 (9.0-20.0)]; 2 W power produced intermediate tag depth values [15.6 (11.7-23.3)]. The greatest percentage of canal perimeter with sealer tags was observed in the irradiated groups, with no statistically significant difference among them ($p > 0.05$). The temperature rise was proportional to the increase of laser power, not surpassing 3 °C. It was therefore concluded that Er,Cr:YSGG laser irradiation increased the bond strength of an epoxy resin-based sealer to root dentin, with greater formation of sealer tags when for all tested powers, especially if combined with final irrigation with 17% EDTAC; temperature rise during irradiation was not considered high enough to cause harmful effects to the adjacent tissues.

Key-words: laser; Er,Cr:YSGG; bond strength; root canal sealer.

Sumário

SUMÁRIO

Resumo

Summary

Introdução.....01

Proposição.....07

Materiais e Métodos.....11

Resultados.....27

Discussão.....49

Conclusão.....57

Referências.....61

Apêndices.....75

Anexo.....79

***I**ntrodução*

Avanços tecnológicos têm possibilitado novas perspectivas à terapêutica endodôntica, permitindo sua execução de forma mais rápida, segura e eficaz. Evidência dessa evolução é o uso cada vez mais frequente dos instrumentos rotatórios de NiTi, localizadores apicais, microscópios ópticos, tomografias 3D e lasers (DE PAOLIS et al., 2010; VIOLICH; CHANDLER, 2010). Apesar desses avanços, promover limpeza e desinfecção, eliminando todo o contingente bacteriano e remanescente de tecido pulpar, ainda é o principal desafio do tratamento endodôntico (ÇAPAR; AYDINBELGE, 2014; BOLHARI et al., 2014).

Na Endodontia, a utilização de laser iniciou-se em 1971, quando Weichman e Johnson avaliaram a influência do laser de CO₂ no selamento externo do forame apical de dentes previamente extraídos. Desde então, os efeitos de diversos sistemas de laser vêm sendo estudados (TAKEDA et al., 1998, 1999; BRUGNERA-JUNIOR et al., 2003; GUTKECHT et al., 2004; SOUSA-NETO et al., 2005; VIOLICH; CHANDELER, 2010; YAVARI et al., 2010; MARTINS et al., 2012; SADIK et al., 2013; KIRMALI et al., 2014) com o objetivo de comprovar sua efetividade e viabilidade quando utilizados como recurso na terapêutica endodôntica, assim como para estabelecer parâmetros seguros para utilização clínica.

O laser pode ser utilizado como auxílio, para melhorar não só a limpeza e a desinfecção, mas também o vedamento do sistema de canais radiculares no momento da obturação, apresentando resultados promissores, uma vez que promove modificações morfológicas na parede dentinária e na camada de *smear*, (TAKEDA et al., 1998; 1999; YAMAZAKI et al., 2001; SANTOS et al., 2005; COSTA-RIBEIRO et al., 2007; MOHAMMADI, 2009; VIOLICH; CHANDLER, 2010; SILVA et al., 2010), redução microbiana (BELIKOV et al., 1995; GUTKNECHT et al., 2004; VEZZANI et al., 2006; YASUDA et al., 2010; YAVARI et al. 2010; MEIRE et al.,

2012), selamento do forame apical (WEICHMAN; JOHNSON, 1971; NEIBURGER, 1992; GEKELMAN et al., 2002; GARIP et al., 2011; MARQUES et al., 2011) e alteração da permeabilidade dentinária (BRUGNERA-JUNIOR et al., 2003; ARANHA et al., 2005; ESTEVES-OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2010) dependendo do tipo de laser e parâmetros utilizados.

Diversos fatores interferem na absorção da luz pelo tecido, como o comprimento de onda do laser, a composição do tecido irradiado, as densidades de potência e energia (determinadas pelos valores de potência usados, diâmetro da fibra e espalhamento), a duração da aplicação e o modo de operação do laser (ALFREDO et al., 2008a; VIOLICH; CHANDLER, 2010).

Os principais lasers de alta potência com aplicação na Odontologia são o CO₂, Nd:YAG, Er:YAG e Er,Cr:YSGG. Dentre estes, os de Érbio (Er:YAG e Er,Cr:YSGG) apresentam características hidrocinéticas, ou seja, são os mais absorvidos pela água e pela hidroxiapatita, presentes nos tecidos duros dentais, e têm demonstrado aplicabilidade na Endodontia (MOHAMMADI, 2009; VIOLICH; CHANDLER, 2010).

O laser Er,Cr:YSGG (Érbio-Cromo: Ítrio, Escândio, Gálio e Granada), aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) em 2002 (VERGAUWEN et al., 2014), conduz uma mistura de água e vapor através de uma fibra ótica coberta por safira, trabalhando de modo pulsado, com duração de 140 a 200 µs, taxa de repetição de 5 a 100 Hz, podendo variar a potência de 0 até 6 W. Possui comprimento de onda de 2,79 µm, que, ao ser absorvido pela água e hidroxiapatita, causa micro explosões e remoção do tecido alvo por ablação (EHSANI et al., 2013).

A ablação é um processo de remoção de tecido, onde os fótons são absorvidos causando um rápido aumento de temperatura e da pressão de água

intersticial, o que leva à ruptura do tecido adjacente, removendo-o juntamente com o vapor de água formado. Um dos diferenciais do laser Er,Cr:YSGG é a possibilidade de controle de ar e água durante a irradiação, além de possuir pontas específicas flexíveis para uso endodôntico, as quais podem ser inseridas até o comprimento de trabalho por possuir diâmetro compatível com o diâmetro interno do canal radicular (EKWORAPOJ; SIDHU; MCCABE, 2007; SCHOOP et al., 2009; EHSANI et al., 2013; VERGAUWEN et al., 2014; KIRMALI et al., 2014).

Estudos apontam que, após irradiação do laser Er,Cr:YSGG, as superfícies se apresentam com irregularidades, túbulos dentinários abertos e livres de *smear* (EKWORAPOJ; SIDHU; MCCABE, 2007), além de maior permeabilidade dentinária (SILVA et al., 2010) e redução microbiana (YAVARI et al., 2010; CHENG et al., 2012; LICATA et al., 2013; SADIK et al., 2013), podendo impactar positivamente na terapia endodôntica, favorecendo a desinfecção do sistema de canais radiculares, além de favorecer a resistência de união do material obturador à dentina radicular.

Tendo em vista o grande potencial da irradiação do laser Er,Cr:YSGG na Endodontia, se faz oportuno estudar sua ação nas paredes dentinárias, submetidas à diferentes tratamentos, sobre a resistência de união do material obturador.

***P**roposição*

A proposta do presente estudo foi avaliar, *ex vivo*, a influência do laser Er,Cr:YSGG; nas potências 2 W, 3 W e 4 W; associado à diferentes protocolos de irrigação final; com água destilada, NaOCl 1% ou EDTAC 17%; na resistência de união do material obturador à base de resina epóxica à dentina radicular, por meio do teste de *push-out*, e o padrão de falha obtido por meio de estereomicroscópio; e na formação de *tags* na interface dentina/material obturador, por meio de microscopia confocal a laser. Avaliou-se ainda a variação de temperatura externa à dentina radicular durante irradiação nos diferentes terços e no ápice radicular.

Materiais e Métodos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CEP/FORP-USP) pelo CAAE nº 06257313.6.0000.5419 (Anexo 1) e parecer nº 662.611.

Foram obtidos do Biobanco de Dentes Humanos da FORP-USP, caninos superiores unirradiculares, mantidos em solução de timol 0,1% a 9 °C. Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas, e, em seguida, tiveram sua superfície externa limpa por meio de raspagem ultrassônica (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil) (Figura 1 A).

Os dentes foram radiografados nos sentidos orto e méso-radial com filme Ektaspeed EP (Kodak Brasileira Comércio e Indústria Ltda, São José dos Campos, SP, Brasil), tempo de exposição de 0,5 segundo e distância objeto-filme de 10 cm. As radiografias foram avaliadas com auxílio de negatoscópio (Konex, Konex Ind. E Com. de Metais, Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e de aparato visualizador magnificador (X-Produkter, Malmö, Suécia).

Após exame macroscópico e radiográfico, os dentes foram selecionados obedecendo os seguintes critérios de inclusão: dentes unirradiculares, com raízes completamente formadas, ausência de calcificação e reabsorções, apresentando comprimento mínimo de raiz de 17 mm, sem achatamento e curvatura acentuada e ausência de tratamento endodôntico prévio.

Os dentes foram acoplados a um dispositivo de fixação na máquina de corte (Isomet 1000, Buehler, Lake, Forest, IL, EUA), e seccionados em suas porções coronárias, perpendicularmente ao longo eixo da raiz, com auxílio de disco diamantado (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA) sob refrigeração constante e velocidade de 350 rpm (Figura 1 B e C).

Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente e mantidos em tubos de polipropileno tipo Eppendorf (Micro Test Tubes 3810X standard; Eppendorf do Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil) com 1 mL de água destilada e deionizada (Figura 1 D). Em seguida, os mesmos foram numerados, em sequência, para melhor identificação de cada espécime; e armazenados em estufa (ECB 1.2 Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) a 37 °C e 100% de umidade relativa por 72 horas, obtendo sua reidratação.

Figura 1. Preparo dos espécimes. **(A)** Raspagem da superfície radicular dos espécimes por meio de ultrassom; **(B)** Máquina de corte Isomet® 1000; **(C)** Espécime adaptado ao dispositivo de fixação na máquina de corte; **(D)** Tubos Eppendorf numerados dispostos sequencialmente em suporte plástico para armazenamento em estufa.

Inicialmente, o canal radicular foi irrigado e inundado com 5 mL de água destilada e deionizada, utilizando seringa plástica descartável (Ultradent Products

Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Foi realizada a exploração do canal com lima manual pré-curvada tipo K #10 de aço inoxidável (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), seguida do preparo do terço cervical com brocas LA Axxess 20/.06, 35/.06, 45/.06 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) montadas em micromotor, em baixa rotação, e sem irrigação. Estas brocas foram introduzidas no sentido do longo eixo do canal até a profundidade correspondente a um terço do comprimento do dente para remoção do ombro palatino e preparo cervical.

O canal foi novamente irrigado com 5 mL de água destilada e deionizada e introduziu-se uma lima tipo K #10, de forma passiva, até que sua ponta coincidisse com o forame apical, alcançando o comprimento real do dente (CRD). Desta medida subtraiu-se 0,5 mm para o estabelecimento do comprimento de trabalho (CT). Foram selecionados 96 caninos superiores que apresentavam diâmetro anatômico de 250 µm, determinado clinicamente com lima tipo K #25.

O preparo biomecânico dos canais radiculares foi realizado com sistema rotatório K3 (Sybronendo, Orange, CA, USA), acionados por motor elétrico (VDW Silver, VDW GmbH, Munique, Alemanha), com velocidade de 350 rpm, na sequência: 25/.02, 25/.04, 30/.02, 30/.04, 35/.02, 40/.02, finalizando com 45/.02. A cada troca de instrumento, os canais radiculares foram irrigados e inundados com 2 mL de água destilada e deionizada.

Após a instrumentação, os espécimes foram distribuídos em três grupos (n=32), de acordo com a solução irrigante final utilizada, sendo eles: Grupo I: água destilada e deionizada (10 mL); Grupo II: hipoclorito de sódio (NaOCl) 1% (10 mL) e Grupo III: etilenodiaminotetracético sal dissódico + cetavlon (EDTAC) 17% (10 mL). As soluções permaneceram no interior do canal radicular por 10 minutos. Nos

grupos II e III foi realizada irrigação com água destilada e deionizada (10 mL) para remover traços das soluções utilizadas anteriormente.

As soluções empregadas foram produzidas no Laboratório de Gerenciamento de Resíduos da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. A concentração da solução de NaOCl foi determinada pelo método da iodometria, estabelecendo-se 1%. A solução de EDTAC 17% foi preparada a partir de: EDTA (Merck, Darmstadt, Alemanha) e o cetavlon (Grace Aquatec Química Ltda, São Paulo, SP, Brasil).

Após a irrigação final, cada grupo foi subdividido para a irradiação do laser Er,Cr:YSGG, de acordo com a potência utilizada (n=8): Subgrupo A: sem irradiação; Subgrupo B: 2 W e 20 Hz; Subgrupo C: 3 W e 20 Hz; e Subgrupo D: 4 W e 20 Hz, conforme fluxograma apresentado na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma da sequência dos procedimentos executados.

Foi utilizado o laser WaterLase MD Turbo Laser (Biolase, San Clemente, CA, EUA) (Figura 3), com comprimento de onda de 2,78 μm , taxa de repetição que varia de 5 a 100 Hz e potência que varia de 0 a 4 W para aplicação em Endodontia.

Para a irradiação foi utilizada a ponta RFT2 (275 μm de diâmetro e 21 mm de comprimento) (Figura 3 C), com frequência fixa de 20 Hz, utilizando porcentagem de ar de 10% e água de 10%, variando a potência e a fluência do laser, como referido anteriormente: 2 W- 23,15 J/cm^2 ; 3 W- 37,72 J/cm^2 ; 4 W- 46,3 J/cm^2 .

Figura 3. (A) Laser Er,Cr:YSGG Waterlase MD Turbo Laser; (B) contra-ângulo utilizado para a irradiação; (C) Ponta RFT2.

Para a irradiação do laser, os espécimes foram posicionados em dispositivo acrílico ajustável que os mantinha em posição padronizada. Nele, foram fixados 4 termopares tipo K – Chromel/Alumel (MINIPA, São Paulo, Brasil), acoplados em termômetros digitais MT-600 – 2 canais de dados, MT-505 – 1 canal de dados e TM-939 – 1 canal de dados (MINIPA) (Figura 4 A e B), que permitia aferir os valores máximo e mínimo de temperatura na parede radicular externa nos terços cervical, médio e apical e no ápice radicular, a 15 mm, 7 mm, 3 mm e 0 mm, respectivamente, tomando como referência o ápice radicular.

A temperatura ambiente foi controlada e mantida próxima a 26 °C e, após a irradiação de cada espécime, aguardou-se o retorno da temperatura de todo o sistema de medição para iniciar uma nova irradiação.

Uma vez o espécime posicionado, a ponta do laser foi acionada e introduzida no interior do canal radicular até a região apical e, quando atingida essa porção, a ponta foi lentamente removida de apical para cervical, com movimento circular e velocidade aproximada de 2 mm/s, atingindo um total de 20 s de aplicação para cada espécime. O movimento de ida e volta ao longo do canal, para cada corpo de prova, foi realizado somente uma vez, procurando sempre manter a ponta da fibra em contato com a parede dentinária. A potência do laser foi ajustada a cada subgrupo.

A ponta utilizada foi analisada entre as aplicações, com auxílio de lupa, a fim de observar a presença de danos em sua superfície. Quando a superfície apresentou-se irregular ou queimada, a ponta foi trocada, para não prejudicar a próxima irradiação.

Figura 4. Irradiação dos espécimes. **(A)** espécime posicionado em suporte acrílico, com ponta do laser introduzida no interior do canal radicular; **(B)** termômetros digitais para a medição de temperatura durante a irradiação.

Após irradiação e irrigação com 2 mL de água destilada e deionizada, os espécimes foram obturados pela técnica de condensação lateral utilizando cone de guta-percha principal de tamanho correspondente ao diâmetro final (#45.02) (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça), cones acessórios R8 (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça), e cimento AH Plus (Dentsply, De Trey, Konstanz, Alemanha), manipulado de acordo com as recomendações do fabricante. No momento da obturação, os espécimes foram secos com cones de papel absorvente #45.02 (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça), e, em todos os grupos, o cimento foi levado ao interior do canal radicular com auxílio de lentulo (Maillefer, Ballaigues, Suíça), seguido da inserção do cone principal e posteriormente dos cones acessórios. O excesso de material obturador foi cortado com hollemback aquecido e, em seguida, com a guta-percha ainda plastificada, realizou-se a condensação vertical, com auxílio de condensador de Paiva à frio, com pressão leve e firme em direção apical. A toaleta da cavidade endodôntica foi realizada com esponja embebida em álcool e o selamento provisório da porção cervical foi realizado com cimento provisório (Cimpat, Septodont Brasil Ltda., Barueri, SP, Brasil).

Os espécimes obturados foram colocados em tubo Eppendorf vazio e armazenados em estufa a 37°C e 100% de umidade relativa, permanecendo nestas condições por período de três vezes o tempo de endurecimento do cimento, correspondente ao total de 24 horas.

Foram obtidos 11 *slices* com 1,0 mm ($\pm 0,1$ mm) de espessura de cada raiz, sendo o primeiro e o último slice descartados, obtendo-se assim 3 *slices* por terço radicular. Para isso, os dentes foram posicionados em placas de resina acrílica com o eixo longitudinal paralelo à superfície das mesmas e fixados com cola quente. As placas foram individualmente acopladas à máquina de corte (Isomet® 1000, Buehler,

Lake, Forest, IL, EUA) e os dentes tiveram suas raízes seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo com disco diamantado de 0,3 mm de espessura (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA), sob refrigeração constante, à velocidade de 350 rpm e peso de 75 g.

Os dois primeiros *slices*, no sentido coroa-ápice, de cada terço, totalizando 6 *slices* por espécime, foram submetidos ao teste de resistência de união por cisalhamento (*push-out*); e o terceiro *slice* de cada terço foi reservado para análise em microscopia confocal a laser.

Avaliação da resistência de união do cimento à dentina (push-out)

Os *slices* destinados ao ensaio de cisalhamento por extrusão (*teste de push-out*) foram fixados a uma base metálica de aço inoxidável, contendo orifício de 2,5 mm de diâmetro em sua porção central, acoplada na porção inferior da máquina universal de ensaios (Instron Modelo 2519-106, Instron Corporation, Canton, MA, EUA) (Figura 5 A). Todos os *slices* foram posicionados na mesma direção do orifício da base metálica, de modo que a face com menor diâmetro do canal radicular ficasse voltada para cima (face apical) e alinhada à haste empregada para pressionar o material obturador durante o teste. Hastes metálicas apresentando pontas ativas compatíveis com o diâmetro do canal radicular nos terços cervical, médio e apical (1,0 mm, 0,6 mm e 0,4 mm de diâmetro, respectivamente) (Figura 5 B e C) foram fixadas individualmente na porção superior da máquina de ensaio universal e posicionadas sobre o material obturador.

Em seguida, a máquina de ensaios foi acionada com velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min até o deslocamento do material obturador do *slice*. Esta metodologia

assegurou o alinhamento preciso e reproduzível do teste, de modo que a haste utilizada ficasse centralizada no material obturador e não entrasse em contato com a dentina quando o material obturador fosse pressionado e deslocado do canal radicular.

Figura 5. (A) Máquina de ensaio universal Instron Modelo 2519-106; (B) haste metálica com ponta ativa posicionada sobre o material obturador de um *slice*; (C) hastes metálicas com pontas ativas de diâmetros de 1,0 mm, 0,6 mm e 0,4 mm.

Para calcular a resistência de união, a força resultante no teste mecânico, gerada em Newtons (N), foi convertida em MegaPascal (Mpa) pela divisão da força pela área de adesão do material obturador, em mm². Para o cálculo da área lateral aderida, o aspecto geométrico do material obturador foi considerado de acordo com o nível do corte realizado para obtenção dos *slices*. Com esse objetivo, antes da realização do teste, foram mensurados a altura (h) de cada *slice* com auxílio de um paquímetro digital (Digimess, Shiko Precision Gaging Ltda, China), a área e raio (maior e menor) por meio Estereomicroscópio (Mituloyo, Tokio, Japão), ligado ao *software* de controle de imagem (MoticImagePlus 2.0; Motic, Richmond, BC, Canadá), utilizando imagens obtidas por lupa. Assim, a fórmula utilizada para relacionar essas grandezas foi:

$$S_t = \pi(R+r)\sqrt{h^2 + (R-r)^2}$$

Sendo:

$\pi = 3,14$;

R = raio médio do canal coronário, em mm;

r = raio médio do canal apical, em mm;

h = espessura de cada *slice*, em mm.

Após o teste de resistência de união, os *slices* foram avaliados quanto ao tipo de padrão de falha ocorrida em estereomicroscópio (Leica, Modelo M165C Mycosystem, Wrtzlar, Alemanha), com aumento correspondente a 10-25 vezes. As falhas observadas foram determinadas em percentuais e classificadas de acordo com parâmetros estabelecidos por VERSIANI (2012) em: 1) adesiva à dentina: quando o material obturador deslocou-se da dentina; 2) adesiva ao material obturador: quando a guta-percha deslocou-se do cimento endodôntico; 3) mista: quando a guta-percha deslocou-se tanto da dentina quanto do cimento endodôntico; 4) coesiva na dentina: quando ocorreu fratura na dentina; 5) coesiva no material obturador: quando ocorreu fratura no material obturador.

Análise em microscopia confocal a laser.

O terceiro *slice* de cada terço radicular foi submetido à análise qualiquantitativa por microscopia confocal a laser, a fim de avaliar a interface dentina/material obturador em relação à profundidade de *tags* formados e à porcentagem de perímetro com *tag* na interface.

Para isso, cada *slice* teve, inicialmente, a regularização de sua superfície com lixas d'água de granulação 600 e 1200, por 1 minuto cada uma, com o auxílio de um dispositivo para a realização do procedimento (Figura 6 A e B). Em seguida, as superfícies foram polidas, utilizando a máquina politriz giratória (APL-4, Arotec S/A Ind. E Comércio, São Paulo, SP, Brasil), com discos de feltros de 0,3 e 0,05 μm , juntamente com os líquidos para preparação metalográfica de alumina (Arotec Sjl685/A Ind. E Comércio, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 6 C e D) e, por fim, as superfícies foram submetidas ao condicionamento com ácido fosfórico 37% por 10 segundos, lavadas com água destilada e secas com papel toalha absorvente.

Figura 6. Preparo dos espécimes para a análise em microscopia confocal a laser. **(A)** lixas d'água utilizadas para regularizar superfície; **(B)** dispositivo utilizado para lixar os espécimes **(C)** máquina politriz; **(D)** espécime sendo polido.

Para a análise, os espécimes foram posicionados paralelamente à mesa do microscópio confocal a laser 3D (LEXT OLS4000, Olympus Corporation, Japão) (Figura 7) para obtenção das imagens da interface dentina/material obturador, por meio do *software* OLS4000 (Figura 7).

Para a avaliação da porcentagem do perímetro com *tag*, foi utilizada a ferramenta *multipoint*. Inicialmente foi determinado o perímetro total da obturação; em seguida, obteve-se o perímetro com *tag*, e calculou-se a porcentagem correspondente a ele (Figura 8 A).

Para a avaliação da penetração do cimento, foram obtidas imagens representativas de cada quadrante dos *slices* com objetiva de 20X. A ferramenta *multipoint parallel* foi utilizada para mensurar a penetração do cimento, realizando 10 medidas em cada quadrante, a partir da parede do canal radicular, seguindo a trajetória dos túbulos dentinários até o ponto mais distante dos *tags*, das quais obteve-se uma média. A partir dos valores de cada quadrante, determinou-se a média de penetração do cimento em cada *slice* (Figura 8 B).

Figura 7. Microscópio Confocal a Laser 3D (Olympus LEXT OLS4000®, Olympus Corporation, Japão).

Figura 8. Ilustração da metodologia de mensuração do perímetro total de obturação **(A)** e da penetração de *tags* **(B)** em 10 pontos da interface entre dentina (D) e obturação (O), utilizando software OLS4000.

Análise dos dados

Os dados de resistência de união, profundidade de *tags*, porcentagem de perímetro com *tags* e alteração de temperatura, foram submetidos inicialmente aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (Levene). Os dados de resistência de união e porcentagem de perímetro com *tags*, por apresentarem distribuição normal e homogênea, foram submetidos à análise paramétrica; já os dados de alteração de temperatura e profundidade dos *tags*, por não apresentarem distribuição normal e/ou homogênea, foram submetidos à análise não paramétrica. A análise de variância (ANOVA dois fatores) com parcela subdividida foi utilizada para avaliar a influência dos fatores de potência do laser (não irradiado, 2 W, 3 W e 4 W), solução irrigante final (água destilada, NaOCl 1 % e EDTAC 17%) e a sub-parcela terços radiculares (cervical, médio e apical) nos valores de resistência de união e porcentagem de perímetro com *tag*. O teste de

Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar a influência dos fatores em estudo nos valores de alteração de temperatura e profundidade dos *tags*. Foi utilizado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos para a análise de variância e Kruskal-Wallis quando necessário e o teste de Qui-quadrado para avaliar a influência dos fatores em estudo e sub-parcela nos padrões de falha, sendo o nível de probabilidade de 95% em todas as análises.

*R*esultados

Avaliação da resistência de união do cimento à dentina (push-out)

O desenho experimental do presente estudo é composto por dois fatores de variação independentes e uma parcela subdividida. O primeiro fator refere-se à potência do laser Er,Cr:YSGG (não irradiado, 2 W, 3 W e 4 W), o segundo à irrigação final com diferentes soluções (água destilada, NaOCl 1% e EDTAC 17%) e, à parcela subdividida dos terços radiculares (cervical, médio e apical). Cada uma das interações entre potência do Er,Cr:YSGG, irrigação final com diferentes soluções e terço radicular apresentam 8 repetições, totalizando 288 valores numéricos correspondentes à resistência de união do material obturador à dentina radicular durante o teste de *push-out*. Os valores originais, médias e desvios padrão estão demonstrados na Tabela I

A análise de variância evidenciou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$) para os fatores potência do laser Er,Cr:YSGG; irrigação final com diferentes soluções e terços radiculares; assim como para a interação dos fatores irrigação final com diferentes soluções e potência do Er,Cr:YSGG; e interação dos fatores irrigação final com diferentes soluções, potência do laser e terços radiculares (Tabela II).

Tabela I. Valores originais, médias e desvio padrão, em megapascal (MPa), de resistência de união do material obturador à dentina após irradiação com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, com variação da irrigação final nos terços cervical, médio e apical.

Terço radicular	Irrigação final												x̄t ± DP total
	Água destilada				NaOCl 1%				EDTAC 17%				
	Não irradiado	Er,Cr:YSGG			Não irradiado	Er,Cr:YSGG			Não irradiado	Er,Cr:YSGG			
		2 W	3 W	4 W		2 W	3 W	4 W		2 W	3 W	4 W	
Cervical	2,12	2,63	2,79	5,61	2,35	3,93	4,60	5,30	2,74	4,14	5,74	5,30	
	3,10	3,05	2,91	4,53	3,06	3,33	3,02	4,44	3,44	4,63	5,23	5,11	
	2,49	3,35	3,93	6,53	3,21	2,46	6,57	3,21	3,17	4,61	5,44	5,07	
	2,93	3,10	2,95	5,02	2,85	4,12	5,24	4,35	4,17	4,11	5,71	5,02	
	3,17	3,19	2,37	4,86	2,61	2,41	4,04	3,28	3,77	4,07	5,15	4,92	
	3,53	3,46	3,01	5,31	2,78	2,06	5,24	3,83	3,24	5,01	6,03	5,30	
	3,13	3,72	3,03	5,45	3,98	4,61	7,87	3,46	4,15	4,47	5,66	4,62	
	2,51	3,69	2,71	4,57	2,50	2,36	7,09	3,18	3,71	4,00	5,70	3,61	
	x̄ ± DP	2,87±0,46	3,27±0,36	2,96±0,44	5,23±0,65	2,91±0,51	3,16±0,97	5,45±1,62	3,88±0,76	3,54±0,50	5,58±0,29	5,58±0,29	
Médio	2,01	3,68	2,04	4,40	2,14	2,51	3,19	3,60	2,27	4,27	4,14	5,05	
	2,23	2,79	2,82	4,75	2,87	2,18	4,13	4,33	2,37	4,88	3,60	4,58	
	2,51	3,94	2,10	4,31	2,61	2,84	5,05	3,22	2,65	3,78	4,38	4,03	
	2,58	2,48	2,24	4,31	1,90	2,76	3,42	3,88	2,10	5,29	5,07	5,12	
	2,16	3,68	2,33	3,71	3,16	4,17	3,39	3,64	3,44	4,59	4,92	4,72	
	2,35	3,71	2,93	3,35	2,58	3,72	5,19	3,26	2,17	5,06	4,68	3,75	
	2,25	2,44	2,46	4,48	3,14	3,22	6,97	2,93	3,24	2,90	4,69	5,08	
	2,23	2,37	2,02	4,26	2,58	3,89	5,68	3,39	3,19	3,43	5,36	4,10	
	x̄ ± DP	2,29±0,18	3,13±0,67	2,37±0,35	4,19±0,44	2,62±0,44	3,16±0,71	4,62±1,33	3,52±0,43	2,68±0,53	4,60±0,56	4,60±0,56	
Apical	1,83	3,21	3,03	2,49	2,52	2,50	3,69	4,16	3,14	4,20	3,63	4,44	
	2,09	2,47	4,40	3,75	2,47	1,98	3,44	4,56	2,52	4,15	4,62	4,99	
	1,75	3,07	2,78	2,18	2,47	2,25	3,45	3,40	2,57	4,33	3,75	2,60	
	1,62	2,14	4,48	5,64	2,34	2,00	3,14	4,12	2,45	3,35	4,40	2,86	
	2,02	2,03	3,68	2,33	2,35	2,71	4,15	3,89	2,61	2,72	2,80	3,63	
	1,93	1,81	2,36	2,92	2,20	2,53	3,90	4,92	1,79	2,39	4,68	3,52	
	2,02	2,75	2,37	2,70	2,35	2,57	4,10	4,76	2,44	4,08	3,03	4,74	
	2,07	2,12	4,77	3,20	1,98	1,65	2,47	3,75	3,16	2,61	4,04	3,40	
	x̄ ± DP	1,91±0,17	2,45±0,51	3,23±0,68	2,90±0,59	2,33±0,17	2,27±0,36	3,54±0,56	4,20±0,52	2,58±0,43	3,86±0,70	3,86±0,70	
x̄ ± DP total	2,36±0,50	2,95±0,63	2,85±0,63	4,11±1,11	2,62±0,46	2,86±0,81	4,54±1,44	3,87±0,63	2,93±0,64	4,04±0,79	4,68±0,89	4,40±0,79	

Tabela II. Resultados da análise de variância para a comparação entre irrigação final, potência do laser Er,Cr:YSGG e terços radiculares.

Fonte de Variação	G. L.	dF	F	P
Entre potência do laser	3	84	29,01	<0,0001
Entre irrigação final	2	84	14,85	<0,0001
Entre terços radiculares (parcela subdividida)	2	168	12,74	<0,0001
Potência / Irrigação final	6	84	4,51	<0,0001
Potência / Terços	6	168	0,64	0,1395
Irrigação final / Terços	4	168	0,95	0,5639
Potência / Irrigação final e Terços	12	168	2,71	<0,0001

O teste de Tukey evidenciou que a irradiação do laser Er,Cr:YSGG aumentou a resistência de união do cimento obturador à dentina em todas as potências utilizadas, sendo que as potências de 3 e 4 W apresentaram os maiores valores, sem diferença estatística entre si ($p=0,579$). A potência de 2 W apresentou valor intermediário, estatisticamente diferente das potências de 3 e 4 W ($p<0,0001$) e do grupo não irradiado ($p<0,0001$) (Tabela III).

Tabela III. Teste de Tukey para potências do laser Er,Cr:YSGG.

Potência do laser	Média ± Desvio padrão
Não irradiado	2,64±0,58 C
2 W	3,28±0,91 B
3 W	4,02±1,32 A
4 W	4,18±0,98 A

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante ($p<0,001$).

Em relação à irrigação final, observou-se que o EDTAC 17% propiciou maiores valores de resistência de união do cimento à dentina quando comparado à irrigação final com água destilada e com NaOCl 1% ($p<0,0001$), que apresentaram valores estatisticamente semelhantes entre si ($p=0,122$) (Tabela IV).

Tabela IV. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções.

Irrigação final com diferentes soluções	Média ± Desvio padrão	
Água destilada	3,11±1,09	B
NaOCl 1%	3,47±1,18	B
EDTAC 17%	4,01±1,02	A

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$).

A avaliação por terços do canal radicular evidenciou que o terço cervical apresentou os maiores valores de resistência de união do cimento à dentina quando comparado ao terço apical ($p < 0,001$). O terço médio apresentou valores intermediários, estatisticamente semelhantes ora ao terço cervical ($p = 0,324$), ora ao terço apical ($p = 0,401$) (Tabela V).

Tabela V. Teste de Tukey para terços radiculares.

Terços Radiculares	Média ± Desvio padrão	
Cervical	4,01±1,21	A
Médio	3,54±1,15	AB
Apical	3,04±0,89	B

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$).

A interação que propiciou os maiores valores de resistência de união foi quando se associou a irrigação final com EDTAC 17% e a irradiação com o laser Er,Cr:YSGG, em todas as potências estudadas ($p > 0,05$), sendo observados valores estatisticamente semelhantes quando realizada irrigação final com água destilada associada à potência de 4 W ($p > 0,05$) e irrigação final com NaOCl 1% associado às potências de 3 e 4 W ($p > 0,05$).

Destacando-se que a irradiação do Er,Cr:YSGG com potência de 4 W, em todos os protocolos de irrigação final estudados, apresentou valores de resistência de união estatisticamente superiores quando comparados ao grupo não irradiado ($p < 0,05$) (Tabela VI).

Tabela VI. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções e potência do laser Er,Cr:YSGG.

Potências do laser	Irrigação final		
	Água destilada	NaOCl 1%	EDTAC 17%
Não irradiado	2,36±0,50 Cb	2,62±0,45 Cab	2,93±0,64 Ba
2 W	2,95±0,63 Bb	2,86±0,81 Cb	4,04±0,79 Aa
3 W	2,85±0,62 Bb	4,54±1,44 Aa	4,68±0,88 Aa
4 W	4,27±1,33 Aa	3,87±0,63 Aa	4,40±0,79 Aa

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística nas linhas ao teste de Tukey ($p < 0,0001$). Não deve considerar a interação entre colunas e linhas.

Análise do padrão de falha

O teste Qui-quadrado indicou diferença no padrão de falha para os fatores potência do laser Er,Cr:YSGG ($p=0,002$) e irrigação final com diferentes soluções ($p=0,004$), bem como para a sub-parcela terços radiculares ($p=0,049$).

A irradiação do Er,Cr:YSGG proporcionou maior quantidade de falhas adesivas ao material obturador que o grupo não irradiado, sendo que esse apresentou maior quantidade de falhas mistas ($p=0,004$) (Figura 9).

O protocolo de irrigação final com EDTAC 17% (21,9%) e água destilada (26,0%) apresentaram maior quantidade de falhas adesivas ao material obturador quando comparado ao NaOCl 1% (13,0%), sendo que esse apresentou maior quantidade de falhas mistas (79,7%) ($p=0,001$) (Figura 9).

A avaliação dos terços radiculares caracterizou maior quantidade de falhas adesivas ao material obturador nos terços cervical (21,4%) e médio (25,0%) quando comparado ao terço apical (16,3%), que por sua vez, apresentou mais falhas mistas (80,0%) ($p=0,049$) (Figura 9).

Os valores originais dos tipos de falha observados para os grupos experimentais de acordo com a potência do laser Er,Cr:YSGG, irrigação final com diferentes soluções irrigantes e terços radiculares encontram-se no Apêndice B.

Figura 9. Representação esquemática do padrão de falha para potência do laser Er,Cr:YSGG, solução irrigante final e terço radicular.

Avaliação da profundidade de tags (microscopia confocal a laser)

Os dados relativos à profundidade de *tags* (μm) de cimento na dentina irradiada com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, com variação da irrigação final estão dispostos na Tabela VII.

O teste de Kruskal-Wallis indicou diferença estatística entre as potências utilizadas ($p < 0,001$). O teste de Tukey evidenciou que o uso do laser Er,Cr:YSGG com potências de 3 e 4 W apresentaram valores de profundidade de *tags* estatisticamente maiores quando comparados ao grupo não irradiado ($p < 0,05$), já a potência de 2 W apresentou valores intermediários de profundidade de *tags*, ora estatisticamente semelhantes às potências de 3 e 4 W ($p > 0,05$) e ora ao grupo não irradiado ($p > 0,05$) (Tabela VIII).

Considerando a irrigação final, pode-se observar diferença estatística entre os protocolos de irrigação final ($p < 0,001$). O teste de Tukey evidenciou que, quando utilizada a água destilada como solução irrigadora final, houve menor profundidade de *tag* quando comparada às soluções de NaOCl 1% e EDTAC 17% ($p < 0,05$). O EDTAC 17% apresentou valores estatisticamente maiores de profundidade de *tag* quando comparado ao NaOCl 1% ($p < 0,05$) (Tabela IX).

Tabela VII. Valores originais, médias e desvio padrão da profundidade de *tags*, em μm , de cimento na dentina irradiada com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, com variação da irrigação final nos terços cervical, médio e apical.

Terço radicular	Irrigação final												$\bar{x} \pm$ DP total
	Água destilada				NaOCI 1%				EDTAC 17%				
	Não irradiado	Er,Cr:YSGG			Não irradiado	Er,Cr:YSGG			Não irradiado	Er,Cr:YSGG			
		2 W	3 W	4 W		2 W	3 W	4 W		2 W	3 W	4 W	
Cervical	16,7	11,6	11,5	15,9	10,3	18,5	19,4	35,0	21,3	30,7	32,8	33,0	
	11,4	16,1	13,6	17,2	14,1	10,9	26,5	20,5	24,9	30,3	28,3	21,9	
	13,0	13,7	16,5	14,9	12,3	19,4	26,6	24,6	36,8	28,4	37,4	22,3	
	9,8	18,7	12,0	10,2	9,8	29,0	27,8	25,0	28,4	31,7	21,6	24,8	
	6,7	13,7	15,6	8,1	9,1	19,5	21,9	31,2	27,5	19,2	32,4	34,9	
	14,1	23,4	14,7	10,8	12,2	14,2	30,3	23,8	25,9	25,4	39,3	25,0	
	9,0	18,1	12,8	16,5	16,1	21,9	38,3	17,4	21,3	31,7	31,2	41,1	
	14,3	13,2	10,4	14,3	17,8	23,6	30,4	17,9	29,7	25,2	39,8	34,5	
$\bar{x} \pm$ DP	11,9 $\pm$ 3,2	16,1 $\pm$ 3,9	13,4 $\pm$ 2,1	13,5 $\pm$ 3,4	12,7 $\pm$ 3,1	19,6 $\pm$ 5,6	27,6 $\pm$ 5,8	24,4 $\pm$ 6,1	26,9 $\pm$ 5,0	27,8 $\pm$ 4,3	32,9 $\pm$ 6,1	29,7 $\pm$ 7,1	21,4 $\pm$ 8,7
Médio	16,0	14,4	18,4	12,5	10,2	14,8	15,2	16,1	16,2	26,4	27,2	24,8	
	13,6	19,5	17,4	10,6	10,3	8,4	21,5	22,3	20,2	25,9	22,1	12,3	
	10,1	11,6	15,1	11,9	12,7	11,6	20,6	21,4	24,0	21,3	28,9	24,5	
	13,0	15,5	10,1	11,1	8,7	12,8	15,0	23,6	30,6	19,8	23,9	26,8	
	13,0	11,7	13,7	10,5	8,1	12,5	23,9	20,8	22,6	14,6	27,6	22,8	
	18,2	14,2	9,1	5,8	7,2	9,4	26,5	28,5	19,2	16,4	35,1	19,3	
	17,4	13,4	13,8	13,0	11,0	15,0	29,9	11,2	20,7	31,2	28,8	21,5	
	19,5	13,7	9,1	10,3	10,8	8,6	28,6	13,2	24,6	21,7	32,2	24,6	
$\bar{x} \pm$ DP	15,1 $\pm$ 3,2	14,2 $\pm$ 2,5	13,3 $\pm$ 2,1	10,7 $\pm$ 2,2	9,9 $\pm$ 1,8	11,6 $\pm$ 2,6	22,6 $\pm$ 5,6	16,6 $\pm$ 5,7	22,3 $\pm$ 4,3	22,1 $\pm$ 5,5	28,2 $\pm$ 4,2	22,1 $\pm$ 4,6	17,6 $\pm$ 6,8
Apical	4,2	10,0	14,8	7,5	8,4	11,5	16,6	21,7	10,3	24,7	22,9	20,1	
	9,0	15,6	10,5	7,6	10,6	8,9	18,2	23,7	11,3	20,6	19,0	17,5	
	2,0	7,4	10,0	10,7	8,8	10,7	14,3	21,1	19,3	17,8	11,6	18,5	
	4,0	20,7	8,3	7,0	7,3	12,7	17,7	24,2	22,9	23,2	20,0	22,9	
	4,0	8,8	6,9	11,8	7,8	12,1	21,5	17,0	21,4	23,4	21,8	17,7	
	6,3	14,8	7,3	7,1	7,0	9,0	20,2	19,0	19,8	23,7	29,3	19,4	
	5,6	11,4	11,8	11,9	10,7	9,2	26,0	13,5	20,6	24,3	23,8	13,1	
	6,3	8,2	10,2	10,3	6,1	7,6	24,8	11,5	22,4	25,2	21,7	8,9	
$\bar{x} \pm$ DP	5,2 $\pm$ 2,1	12,1 $\pm$ 4,6	10,0 $\pm$ 2,6	9,2 $\pm$ 2,1	8,3 $\pm$ 1,6	10,2 $\pm$ 1,8	19,9 $\pm$ 4,0	19,0 $\pm$ 4,7	18,5 $\pm$ 4,9	22,9 $\pm$ 2,5	21,2 $\pm$ 5,0	17,3 $\pm$ 4,4	14,5 $\pm$ 6,6
$\bar{x} \pm$ DP total	10,7 $\pm$ 5,0	14,1 $\pm$ 3,9	12,2 $\pm$ 3,2	11,1 $\pm$ 3,1	10,3 $\pm$ 2,8	13,8 $\pm$ 5,5	23,4 $\pm$ 6,0	21,0 $\pm$ 5,8	22,6 $\pm$ 5,8	24,3 $\pm$ 4,8	27,4 $\pm$ 6,9	23,0 $\pm$ 7,4	

Tabela VIII. Teste de Tukey para as potências do laser Er,Cr:YSGG.

Potência do laser	Mediana (Intervalo Interquartil)		
Não irradiado	12,9	(9,0-20,0)	B
2 W	15,6	(11,7-23,3)	AB
3 W	21,1	(14,1-27,7)	A
4 W	17,8	(11,9-23,7)	A

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$).

Tabela IX. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções.

Irrigação final com diferentes soluções	Mediana (Intervalo Interquartil)		
Água destilada	11,8	(9,5-14,75)	C
NaOCl 1%	16,1	(10,7-22,1)	B
EDTAC 17%	23,7	(20,4-28,40)	A

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$).

Quanto às regiões avaliadas, observou-se diferença estatística entre as diferentes regiões radiculares ($p < 0,001$). O terço cervical apresentou maiores valores de profundidade de *tags* quando comparado aos terços médio e apical ($p < 0,05$), sendo que o terço médio apresentou maiores valores de profundidade de *tags* comparado ao terço apical ($p < 0,05$) (Tabela X).

Tabela X. Teste de Tukey para os Terços Radiculares.

Terços Radiculares	Mediana (Intervalo Interquartil)		
Cervical	20,0	(14,1-28,4)	A
Médio	16,1	(12,1-22,7)	B
Apical	12,4	(8,6-20,6)	C

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$).

A irradiação do laser Er,Cr:YSGG, em todas as potências estudadas, não influenciou na profundidade de *tags* após protocolo de irrigação final com água destilada ($p = 0,077$) e EDTAC 17% ($p = 0,371$), sendo que o EDTAC 17%, com ou sem irradiação pelo laser, apresentou maior profundidade de *tags* em relação ao grupo irrigado com água destilada ($p < 0,05$). Por outro lado, o laser Er,Cr:YSGG aumentou a profundidade de *tags* no grupo irrigado com NaOCl 1% nas potências

de 3 e 4 W, não havendo diferença estatística entre estes ($p>0,05$) e sendo semelhante estatisticamente ao grupo irrigado com EDTAC 17% independente da irradiação de laser (Tabela XI).

Tabela XI. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções para a mesma potência do laser.

Potências do laser	Irrigação final com diferentes soluções		
	Água destilada	NaOCI 1%	EDTAC 17%
Não irradiado	10,8 (6,3-14,2) Bb	10,3 (8,3-11,6) Bb	21,9 (20,0-25,4) Aa
2 W	13,7 (11,6-15,9) Bb	12,3 (9,3-16,8) Bb	24,5 (21,0-27,4) Aa
3 W	11,9 (10,1-14,8) Bb	22,9 (18,8-27,2) Aa	28,0 (22,0-32,3) Aa
4 W	10,8 (9,2-12,8) Bb	21,6 (17,4-24,2) Aa	22,6 (18,9-24,9) Aa

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística ao teste de Tukey nas linhas ($p<0,05$). Não deve considerar a interação entre colunas e linhas.

Porcentagem de perímetro com tags

Os dados relativos à porcentagem de perímetro da secção transversal do canal radicular com *tags* de cimento estão dispostos na tabela XII.

Tabela XII. Valores originais, médias e desvio padrão, em % (porcentagem), do perímetro da secção transversal do canal radicular com tags de cimento, considerando a irradiação com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, com variação da irrigação final nos terços cervical, médio e apical.

Terço radicular	Irrigação final												$\bar{x}t \pm$ DP total
	Água destilada				NaOCl 1%				EDTAC 17%				
	Não irradiado	Er,Cr:YSGG			Não irradiado	Er,Cr:YSGG			Não irradiado	Er,Cr:YSGG			
		2 W	3 W	4 W		2 W	3 W	4 W		2 W	3 W	4 W	
Cervical	46,5	60,7	69,0	90,2	79,1	58,0	65,6	75,6	82,1	85,0	72,3	71,0	
	76,7	71,6	87,9	68,4	84,2	70,4	71,6	79,1	76,0	81,5	83,1	77,7	
	35,4	73,4	66,9	72,2	61,9	86,4	76,3	81,8	81,1	83,2	76,9	78,8	
	42,3	87,1	83,0	71,1	41,6	83,3	72,6	77,0	81,3	80,3	82,1	74,5	
	47,7	73,1	76,9	49,9	73,6	70,5	64,4	78,3	88,9	74,3	71,5	81,3	
	60,6	88,5	89,4	77,0	68,9	74,8	83,6	73,4	79,4	78,3	85,5	95,9	
	55,2	75,2	90,8	89,5	72,2	89,6	74,7	78,0	83,9	68,6	87,7	90,1	
	62,4	83,6	69,8	81,2	73,1	85,1	74,7	92,3	86,4	75,8	81,4	80,0	
$\bar{x} \pm$ DP	53,3±13,1	76,6±9,3	79,2±9,8	75,0±13,0	69,3±13,0	72,3±10,7	72,9±6,1	79,4±5,7	82,4±4,0	78,4±5,3	80,1±5,9	81,2±8,1	75,4±11,5
Médio	79,4	74,2	75,4	74,8	66,0	67,0	71,7	73,9	87,5	70,9	70,1	74,3	
	65,4	83,4	76,7	68,4	55,7	58,2	62,7	70,2	85,8	88,5	70,2	59,5	
	45,1	39,7	75,2	77,6	78,9	76,4	81,3	81,9	86,2	60,0	88,7	72,9	
	43,5	80,0	88,7	86,7	82,0	85,6	69,8	70,7	84,2	74,3	84,3	81,2	
	45,3	89,0	84,5	87,4	88,0	83,7	73,5	81,7	79,2	75,6	76,4	88,3	
	76,6	89,2	64,4	51,0	85,2	53,5	86,2	87,9	76,5	73,3	89,1	62,7	
	80,8	80,7	75,7	58,7	88,5	81,5	68,2	68,9	78,2	76,3	89,6	72,2	
	80,7	89,7	49,3	70,4	85,1	53,4	67,1	66,2	57,4	73,1	73,9	68,9	
$\bar{x} \pm$ DP	64,6±17,2	78,2±16,5	73,7±12,2	71,9±12,7	78,7±11,7	69,9±13,6	72,6±7,7	75,2±7,7	79,4±9,8	74,0±7,8	80,3±8,5	72,5±9,3	74,3±11,8
Apical	36,8	86,0	94,3	84,0	79,0	93,2	68,8	75,5	78,7	75,1	69,0	82,6	
	45,4	68,2	81,4	73,7	85,1	95,2	74,5	78,8	71,7	82,9	72,5	72,8	
	38,9	87,9	87,2	70,0	80,8	89,5	55,5	80,3	73,1	69,1	71,1	85,5	
	38,0	93,5	80,5	74,9	89,9	92,1	70,7	74,7	77,9	72,2	83,3	86,5	
	20,8	93,0	75,2	83,4	86,9	73,5	59,4	61,2	82,2	72,5	77,7	77,8	
	35,1	99,8	88,8	81,9	89,2	87,4	79,2	52,0	81,5	79,6	66,5	80,2	
	53,5	82,5	80,8	74,9	86,8	86,8	70,0	61,6	91,2	64,9	80,4	68,6	
	44,2	84,1	74,9	85,4	86,1	75,9	73,7	74,4	82,7	77,9	75,8	59,8	
$\bar{x} \pm$ DP	39,1±9,5	86,9±9,5	82,3±6,8	78,5±5,8	85,5±3,8	86,7±8,0	69,0±7,9	69,8±10,2	79,9±6,1	74,3±5,8	74,5±5,9	76,7±9,1	75,3±14,4
$\bar{x} \pm$ DP total	52,3±16,9	80,6±12,5	78,6±10,2	75,1±10,9	77,8±12,0	78,0±12,7	71,5±7,2	74,8±8,7	80,6±6,9	75,5±6,6	78,3±7,1	76,8±9,2	

A análise de variância evidenciou diferença estatisticamente significativa para os fatores potência do laser Er,Cr:YSGG ($p=0,0002$), irrigação final com diferentes soluções ($p=0,0004$) e a interação dos fatores potência do laser Er,Cr:YSGG e irrigação final com diferentes soluções ($p<0,0001$); interação de potência do laser Er,Cr:YSGG e terço radicular ($p=0,003$); e interação dos fatores irrigação final com diferentes soluções, potência do laser Er,Cr:YSGG e terços radiculares ($p<0,0001$) (Tabela XIII).

Tabela XIII. Resultados da análise de variância para a comparação entre irrigação final com diferentes soluções, potência do laser Er,Cr:YSGG e terços radiculares.

Fonte de Variação	G. L.	dF	F	P
Entre potência do laser	3	84	7,50	0,0002
Entre irrigação final	2	84	8,86	0,0004
Entre terços radiculares (parcela subdividida)	2	168	0,47	0,6243
Potência/ Irrigação final	6	84	16,98	<0,0001
Potência/ Terços	6	168	3,47	0,0030
Irrigação final/ Terços	4	168	1,54	0,1916
Potência/ Irrigação final e Terços	12	168	4,30	<0,0001

Em relação à irradiação do laser Er,Cr:YSGG, o teste de Tukey evidenciou que houve aumento do perímetro da secção transversal do canal radicular com *tags* de cimento para todas as potências utilizadas, não havendo diferença estatisticamente significativa entre elas ($p>0,05$). O grupo não irradiado apresentou menor percentual de perímetro com *tags* quando comparado aos demais grupos ($p<0,05$) (Tabela XIV).

Tabela XIV. Teste de Tukey para as potências do laser Er,Cr:YSGG.

Potência do Laser	Média ± Desvio padrão
Não irradiado	70,2±17,8 B
2 W	78,0±11,0 A
3 W	76,1±8,8 A
4 W	75,6±9,5 A

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$).

A irrigação final com EDTAC 17% apresentou maiores percentuais de perímetro com *tags* de cimento quando comparada à água destilada ($p < 0,0001$); já o NaOCl 1% apresentou valores intermediários, ora estatisticamente semelhantes ao EDTAC 17% ($p = 0,1313$), ora à água destilada ($p = 0,0616$) (Tabela XVI).

Tabela XV. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções.

Irrigação final com diferentes soluções	Média $\pm$ Desvio padrão
Água destilada	71,7 $\pm$ 17,3 B
NaOCl 1%	75,5 $\pm$ 10,6 AB
EDTAC 17%	77,7 $\pm$ 17,0 A

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$).

O grupo não irradiado e com irrigação final com água destilada apresentou menores valores de perímetro com *tags* quando comparado à irrigação final com NaOCl 1% e EDTAC 17% ($p < 0,05$), não havendo diferença estatística entre esses ($p > 0,05$). A irradiação do laser Er,Cr:YSGG no grupo com irrigação final com água destilada aumentou o perímetro com *tags* ($p < 0,05$), independente da potência utilizada ($p > 0,05$). Por outro lado, a irradiação com laser Er,Cr:YSGG não evidenciou diferença estatística no perímetro com *tags* dos grupos irrigados com NaOCl 1% e EDTAC 17% ($p > 0,05$) (Tabela XVI).

Tabela XVI. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções e potência do laser Er,Cr:YSGG.

Potências do laser	Irrigação final		
	Água destilada	NaOCl 1%	EDTAC 17%
Não irradiado	52,3 $\pm$ 16,9 Bb	77,8 $\pm$ 12,0 Aa	80,6 $\pm$ 6,9 Aa
2 W	80,6 $\pm$ 12,5 Aa	78,0 $\pm$ 12,7 Aa	75,5 $\pm$ 6,6 Aa
3 W	78,6 $\pm$ 10,2 Aa	71,5 $\pm$ 7,2 Aa	78,3 $\pm$ 7,1 Aa
4 W	75,1 $\pm$ 10,9 Aa	74,8 $\pm$ 8,7 Aa	76,8 $\pm$ 9,2 Aa

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística nas linhas ao teste de Tukey ($p < 0,05$).

A irradiação do laser Er,Cr:YSGG, em todas as potências utilizadas, apresentou valores estatisticamente maiores de porcentagem de perímetro com *tags* em relação ao grupo não irradiado nas regiões cervical e apical ($p < 0,05$). Quando avaliado o terço médio, não houve diferença estatística entre o grupo não irradiado e os grupos irradiados, independente da potência utilizada ($p > 0,05$). Observou-se, ainda, que não houve diferença estatística entre os terços avaliados nos grupos não irradiados e irradiado com laser Er,Cr:YSGG nas potências de 3 e 4 W ($p > 0,05$); já no grupo irradiado com potência de 2 W, o terço apical apresentou maiores valores de perímetro com *tags* quando comparado ao terço médio ($p = 0,0017$); enquanto o cervical ($p = 0,0446$) apresentou valores intermediários, ora estatisticamente semelhante ao terço apical, ora ao terço médio ($p > 0,05$) (Tabela XVII).

Tabela XVII. Teste de Tukey para potência do laser Er,Cr:YSGG e terços radiculares.

Terço radicular	Potência do laser			
	Não irradiado	2 W	3 W	4 W
Cervical	68,4±16,0 Ab	77,4±8,4 ABa	77,4±7,9 Aa	78,5±9,4 Aa
Médio	74,2±14,5 Aa	74,0±13 Ba	75,5±9,9 Aa	73,2±9,8 Aa
Apical	68,1±22,1 Ac	82,6±9,7 Aa	75,5±8,7 Ab	75,0±9,1 Ab

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística nas colunas e letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística nas linhas ao teste de Tukey ($p < 0,05$).

As imagens de microscopia confocal a laser, apresentadas nas Figuras 10 e 11, permitem observar qualitativamente que os espécimes irradiados com laser Er,Cr:YSGG, independente da potência utilizada, apresentaram maiores áreas com *tags* e melhor adaptação do cimento à dentina radicular quando comparados aos grupos não irradiados, independente da solução irrigante utilizada. A água destilada apresentou menor profundidade de *tags* quando comparada às soluções de NaOCl 1% e EDTAC 17%; e, quando utilizou-se o EDTAC 17%, pode-se observar áreas mais densas de *tags* quando comparado ao NaOCl 1% (Figura 10).

Quando utilizaram-se os protocolos de irrigação final com água destilada e com NaOCl 1%, o terço cervical e médio apresentaram profundidade de *tags* semelhante entre si e superiores ao terço apical. Para os grupos cuja irrigação final foi realizada com EDTAC 17%, observou-se o mesmo comportamento, no entanto, foi possível observar maior densidade de *tags* no terço apical. (Figura 11).

Figura 10. Imagens de microscopia confocal a laser representativas de *tags* na interface do material obturador (O) e paredes dentinárias (D) (setas), considerando as diferentes potências de laser e protocolos de irrigação final.

Figura 11. Imagens de microscopia confocal a laser representativas de *tags* na interface do material obturador (O) e paredes dentinárias (D) (setas), considerando os terços radiculares (cervical (C), médio (M) e apical (A)), as diferentes potências de laser e protocolos de irrigação final.

Análise da Variação de Temperatura

Os valores originais, médias e desvios-padrões para a variação de temperatura, expressos em °C (graus Celsius), com variação do protocolo de irrigação final, potência do laser e terços radiculares, estão descritos no Apêndice A e compilados na Tabela XVIII.

Tabela XVIII. Valores originais, médias e desvio padrão da variação de temperatura, em graus Celsius (°C), nos terços cervical, médio, apical e periapical, considerando a irradiação com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, com variação da irrigação final .

Solução irrigante final	Terço radicular	Laser Er,Cr:YSGG			$\bar{x}t \pm DP \text{ total}$
		2 W	3 W	4 W	
Água destilada	Cervical	0,15±0,36	0,59±0,44	0,33±0,60	0,19±0,49
	Médio	0,42±0,16	0,85±0,35	1,76±0,43	0,76±0,72
	Apical	0,39±0,25	0,94±0,37	1,33±0,57	0,66±0,62
	Ápice	0,32±0,35	0,31±0,26	0,70±0,98	0,33±0,57
$\bar{x}t \pm DP \text{ total}$		0,25±0,36	0,67±0,43	1,03±0,85	
NaOCl 1%	Cervical	0,56±0,41	0,59±0,38	1,60±0,78	0,68±0,74
	Médio	0,63±0,43	0,59±0,23	1,52±0,64	0,68±0,66
	Apical	0,72±0,47	0,59±0,23	1,39±0,43	0,70±0,59
	Ápice	0,25±0,24	0,68±0,23	0,95±0,39	0,60±0,63
$\bar{x}t \pm DP \text{ total}$		0,54±0,42	0,80±0,46	1,36±0,61	
EDTAC 17%	Cervical	0,27±0,44	0,77±0,61	0,63±0,83	0,42±0,61
	Médio	0,81±0,21	1,67±0,56	1,83±0,45	1,07±0,82
	Apical	0,37±0,25	1,11±0,31	1,45±0,72	0,72±0,70
	Ápice	0,03±0,10	1,10±0,33	0,78±0,77	0,47±0,63
$\bar{x}t \pm DP \text{ total}$		0,39±0,39	1,16±0,56	1,19±0,84	

Considerando a irradiação com laser Er,Cr:YSGG, o teste de Kruskal-Wallis evidenciou diferença estatística entre as potências utilizadas ($p < 0,001$). O teste de Tukey indicou que grupo irradiado com 2 W apresentou os menores valores de alteração de temperatura em relação às potências de 3 e 4 W ($p < 0,05$), enquanto a potência de 4 W apresentou maiores valores de temperatura quando comparado à potência de 3 W ($p < 0,05$) (Tabela XIX).

Tabela XIX. Teste de Tukey para as potências do laser Er,Cr:YSGG.

Potência do laser	Mediana (Intervalo Interquartil)	
2 W	0,30 (0,10-0,60)	A
3 W	0,80 (0,55-1,10)	B
4 W	1,10 (0,70-1,50)	C

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Considerando a irrigação final, quando utilizada a água destilada associada à irradiação do laser Er,Cr:YSGG houve menor variação de temperatura na superfície radicular externa quando comparada às soluções de NaOCl 1% e EDTAC 17% ($p < 0,05$), não havendo diferença estatisticamente significativa entre estes ($p > 0,05$) (Tabela XX).

Tabela XX. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções.

Irrigação final com diferentes soluções	Mediana (Intervalo Interquartil)	
Água destilada	0,50 (0,20-0,80)	A
NaOCl 1%	0,80 (0,40-1,30)	B
EDTAC 17%	0,80 (0,50-1,10)	B

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$).

Foi observada diferença estatística entre as regiões radiculares avaliadas ($p < 0,001$). A região cervical e o ápice radicular apresentaram valores menores de alteração de temperatura quando comparados às regiões média e apical ($p < 0,05$), sendo que entre as regiões cervical e ápice radicular não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), bem como entre as regiões média e apical ($p > 0,05$) (Tabela XXI).

Tabela XXI. Teste de Tukey para os terços radiculares.

Terços Radiculares	Média $\pm$ Desvio padrão	
Cervical	0,60 (0,20-0,85)	A
Médio	0,95 (0,60-1,50)	B
Apical	0,90 (0,50-1,25)	B
Ápice radicular	0,50 (0,15-0,85)	A

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Para a potência de 2 W, a associação do laser Er,Cr:YSGG e irrigação final com a água destilada apresentou valores de alteração de temperatura estatisticamente menores quando comparada ao NaOCl 1% ($p < 0,05$), enquanto o EDTAC 17% apresentou valores intermediários, ora estatisticamente semelhante à água destilada, ora ao NaOCl 1% ($p > 0,05$). Para a potência de 3 W, os maiores valores de alteração de temperatura foram observados para a irrigação final com EDTAC 17% quando comparado à água destilada e NaOCl 1% ($p < 0,05$), não havendo diferença estatisticamente significativa entre esses ($p > 0,05$). A potência do Er,Cr:YSGG de 4 W não teve seus valores de alteração de temperatura influenciados pela solução irrigante final ($p = 0,239$) (Tabela XXII).

Tabela XXII. Teste de Tukey para irrigação final com diferentes soluções para a mesma potência do laser Er,Cr:YSGG.

Potências do laser	Irrigação final		
	Água destilada	NaOCl 1%	EDTAC 17%
2 W	0,30 (0,10-0,45) A	0,45 (0,20-0,80) B	0,35 (0,00-0,70) AB
3 W	0,60 (0,30-0,80) A	0,70 (0,50-0,90) A	1,15 (0,75-1,35) B
4 W	0,95 (0,45-1,60) A	1,25 (1,00-1,50) A	1,10 (0,60-1,50) A

*Letras diferentes indicam diferença estatística nas linhas ao teste de Tukey ($p < 0,05$).

***D**iscussão*

A adesividade pode ser definida como o fenômeno onde duas superfícies de composições moleculares diferentes unem-se por forças de atração, sejam elas químicas, físicas ou mecânicas; para isso, é necessário que haja íntimo contato entre os materiais que se pretende unir (ERICKSON, 1992; NAKABAYASHI; PASHELY, 1998).

A resistência de união do cimento obturador às paredes dentinárias pode ser influenciada pelo tipo de cimento utilizado (COSTA et al., 2010), assim como pelo tipo de tratamento que a superfície dentinária recebe (CECCHIN et al., 2010; ÇAPAR; AYDINBELGE, 2014). O tratamento dessa superfície pode ser feito por meio de soluções químicas e, também, pela irradiação de diferentes tipos de laser (YAMAZAKI et al., 2001; CECCHIN et al., 2010; BOLHARI et al., 2014). Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do laser Er,Cr:YSGG na parede dentinária, associado a diferentes soluções irrigantes em relação à resistência de união do material obturador, à formação de *tags* e à variação de temperatura.

Para que o laser possa atuar no interior do canal radicular, o ideal é que a irradiação seja realizada com fibras ópticas finas, compatíveis com o diâmetro final, e sejam flexíveis, capazes de acompanhar as curvaturas, quando existentes (RAMSKÖLD et al., 1997; VERGAUWEN et al., 2014). Dessa forma, neste estudo, foi utilizada a ponta tipo RTF2 da Waterlase (Biolase, San Clement, EUA), com fibras de emissão lateral ou *side firing*, e de 275 µm de diâmetro, permitindo a irradiação do laser por meio de movimentos circulares/helicoidais, uma vez que o diâmetro final foi de 450 µm (RAMSKÖLD et al., 1997; KREISLER et al., 2002). Essas fibras emitem o feixe de luz com uma divergência de 60°, o que faz com que tenha uma abertura maior e expansão do feixe, com consequente aumento da área de atuação

no interior do conduto, direcionando o feixe ao longo dos túbulos e proporcionando uma irradiação mais uniforme nas paredes do canal radicular (SCHOOOP et al., 2009).

Em relação à metodologia, foram realizados neste estudo o teste de cisalhamento por extrusão (*push-out*) e a microscopia confocal a laser. O teste de *push-out* possibilita que o deslocamento do material obturador ocorra paralelamente à interface dentina/material obturador e permite avaliar a resistência de união nos diferentes terços radiculares (COSTA et al., 2010; NEELAKANTAN et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012; DIAS et al., 2014). A microscopia confocal a laser permite verificar a interface dentina/material obturador, tornando possível avaliar as áreas interfaciais com *tags*, uma vez que propicia definição e contraste à imagem (GARCÍA-HERRAIZ et al., 2012; KWON et al., 2013) formada pela reflexão do laser que incide sobre a superfície da amostra obtendo sua topografia de modo semelhante à microscopia eletrônica de varredura, no entanto, sem a necessidade do preparo da amostra, com vácuo ou metalização, que provocam sua desidratação e podem induzir artefatos de técnica (BITTER et al., 2009; DE DEUS et al., 2011).

Em relação aos resultados obtidos, verificou-se que a irradiação do laser Er,Cr:YSGG promoveu aumento da resistência de união do material obturador à dentina, quando associada às diferentes protocolos de irrigação final, exceto quando aplicou-se 2 W na dentina tratada com NaOCl.

Isso provavelmente pode ser explicado pela capacidade do laser Er,Cr:YSGG de ser absorvido pela água e pela hidroxiapatita, presentes na estrutura dental, promovendo mudanças químicas significativas na parede dentinária através da ablação, que ocorre por meio de um processo de interação termomecânica, onde moléculas de água se tornam energizadas e são propelidas pela luz do laser, se

chocando com as moléculas do tecido (FRIED et al., 1996; EKWORAPOJ; SIDHU; MCCABE, 2007). A ablação gera micro explosões, que produzem irregularidades no tecido e promovem aumento na temperatura da superfície, que varia conforme a densidade de energia (WANG et al., 2005; MEISTER et al., 2006). O tecido que sofre o maior aumento de temperatura é removido com a explosão, já o tecido remanescente não atinge a temperatura necessária para a ablação, mas, ainda assim, sofre um aumento de temperatura, que pode ser suficiente ou não para induzir mudanças químicas estruturais (WANG et al., 2005; MEISTER et al., 2006; EKWORAPOJ; SIDHU; MCCABE, 2007). Essas mudanças proporcionam maior contato e adaptação do material obturador às paredes dentinárias, uma vez que a superfície torna-se mais regular e expõe estrutura de colágeno da dentina intertubular, provovendo, assim, o aumento da resistência de união da massa obturadora.

Quando o EDTAC 17% foi utilizado como protocolo de irrigação final, previamente à irradiação do laser Er,Cr:YSGG, houve aumento da resistência de união, uma vez que o EDTAC atua nos componentes inorgânicos da dentina, promovendo descalcificação da dentina peri e intertubular e remoção da camada de *smear*, e aumentando a permeabilidade dentinária (MENEZES; ZANET; VALERA, 2003; CECCHIN, et al., 2010; DEUTSCH, 2011). Sendo assim, a irrigação final com EDTAC 17% neste estudo permitiu que o laser Er,Cr:YSGG atuasse diretamente na dentina intertubular deixando maior superfície de contato com o cimento, o que resultou em maior perímetro de tags nos terços cervical e apical, bem como maior percentual de falhas adesivas, o que provavelmente favoreceu a resistência de união do material obturador à dentina.

Além disso, o cimento obturador AH Plus, utilizado neste estudo, possui boa capacidade de escoamento (VERSIANI et al., 2006; NUNES et al., 2008; RESENDE et al., 2009), o que favorece sua penetração nos túbulos dentinários (BALGUERIE et al., 2011; DE-DEUS et al., 2011; HARAGUSHIKU et al., 2012; DIAS et al., 2014) e, conseqüentemente, gera maior imbricação mecânica com as paredes do canal radicular (NUNES et al., 2008; RESENDE et al., 2009).

Quanto aos terços radiculares, o terço cervical e médio apresentaram semelhança entre si, tendo os maiores valores de resistência de união à dentina radicular quando comparado ao terço apical, isto se deve ao fato do terço apical apresentar menor quantidade de túbulos dentinários em relação aos demais terços (MJÖR et al., 2001; POWERS et al., 2003). Estudos mostram que a maior resistência de união encontra-se nas porções coronárias do canal, uma vez que a região cervical apresenta maior número e diâmetro de túbulos dentinários com maior quantidade de dentina intertubular, proporcionando uma maior área de contato do material obturador (MJÖR et al., 2001; MALLMANN et al., 2005, COSTA et al., 2010; CARNEIRO et al., 2012), o que também pôde ser observado na microscopia confocal a laser, onde a região cervical apresentou maiores percentuais de perímetro com *tags* e maiores valores de profundidade de *tags* quando comparado ao terço apical.

Por outro lado, quando avaliada a irradiação do laser Er,Cr:YSGG associada a irrigação final com água destilada, houve aumento da resistência de união do cimento obturador dos canais radiculares em todas as potências estudadas, entretanto, o grupo irradiado com potência de 4 W apresentou os maiores valores de resistência de união; da mesma forma com irrigação final com NaOCl 1% associado às potências 3 e 4 W. Isto ocorreu, provavelmente, devido à capacidade do laser de,

inicialmente, vaporizar a camada de *smear* e ainda atuar na dentina intertubular; vale destacar que estes resultados foram semelhantes ao grupo irradiado com o laser Er,Cr:YSGG após irrigação final com EDTAC 17%.

Considerando a análise do padrão de falha, de maneira geral, houve o predomínio de falhas mistas e adesivas ao material obturador em todos os grupos avaliados, estando de acordo com NAGAS et al.(2011) e CARNEIRO et al. (2012), o que demonstra a capacidade de união do cimento à dentina; além disso, a condensação lateral permite que o cimento envolva a guta-percha e entre em contato com a parede do canal radicular sob pressão, gerando, provavelmente, maior imbricação mecânica, o que favorece a resistência de união do material obturador à dentina (WU et al., 2009, CARNEIRO et al., 2012).

Em relação à variação de temperatura, observa-se que os maiores valores de potência fornecem quantidade maior de energia de luz, gerando maiores alterações da temperatura da dentina radicular externa (ALFREDO et al., 2008b). O maior aumento de temperatura gerado foi de 3 °C quando utilizada a potência 4 W, não sendo considerado elevado a ponto de prejudicar os tecidos adjacentes ao dente; estudos mostram que as alterações de 10 °C ou mais, por 1 minuto, podem ser danosas aos tecidos periapicais, podendo provocar necrose do osso alveolar (RAMSKÖLD et al., 1997; ALFREDO et al., 2008b). As pequenas variações de temperatura podem ser explicadas pelo modo de operação pulsado do laser em questão, o qual apresenta períodos alternados de energia e descanso, produzindo menos aquecimento, o que torna viável seu uso com segurança na terapia endodôntica (GUTKNECHT et al., 2005). Em relação aos terços radiculares, as regiões cervical e apical apresentaram menores valores de alteração de temperatura quando comparados ao terço médio e ápice radicular. Um fator que provavelmente

gerou os menores valores de temperatura no terço cervical foi a liberação de jato de ar e água diretamente sobre a mesma, o que não ocorre nos demais terços.

É importante salientar que durante a irradiação o aumento da temperatura em uma determinada região pode ser diferente da temperatura da região ao redor da mesma, não sendo consideradas homogêneas as alterações geradas no tecido (HIBST; KELLER, 1993; MEISTER et al., 2006).

Portanto, os resultados obtidos neste estudo, tanto em relação à resistência de união e formação de *tags*, quanto à variação de temperatura, são promissores e confirmam que a utilização do laser Er,Cr:YSGG, nos parâmetros apresentados, é uma ferramenta que, quando utilizada adequadamente, leva a resultados de interesse clínico.

Conclusões

Assim, com base na metodologia utilizada e nos resultados obtidos neste estudo, é lícito concluir que:

1. A irradiação do laser Er,Cr:YSGG nas potências estudadas, associado à diferentes protocolos de irrigação final, propiciou aumento da resistência de união do material obturador às paredes dentinárias.
2. A irrigação final com EDTAC 17%, quando associada à irradiação do laser Er,Cr:YSGG, proporcionou os maiores valores de resistência de união.
3. A irradiação com laser Er,Cr:YSGG, independente da potência utilizada, resultou em maior percentual de perímetro da secção transversal do canal radicular com *tags* e maior profundidade dos *tags* formados; sendo que o terço cervical apresentou os maiores valores de penetração de *tags*;
4. Nenhuma das potências do laser Er,Cr:YSGG, utilizadas neste estudo, promoveu aumento de temperatura na superfície externa da raiz maior que 3 °C, não sendo considerado elevado a ponto de prejudicar os tecidos adjacentes.

Referências

ALFREDO, E.; SILVA, S. R.; OZÓRIO, J. E.; SOUSA-NETO, M. D.; BRUGNERA-JÚNIOR, A.; SILVA-SOUSA, Y. T. Bond strength of AH Plus and Epiphany sealers on root dentine irradiated with 980 nm diode laser. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 9, p. 733-40, 2008a.

ALFREDO, E.; MARCHESAN, M. A.; SOUSA-NETO, M. D.; BRUGNERA-JÚNIOR, A.; SILVA-SOUSA, Y.T. Temperature variation at the external root surface during 980-nm diode laser irradiation in the root canal. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 7, p. 529-34, 2008b.

ARANHA, A. C.; DOMINGUES, F. B.; FRANCO, V. O.; GUTKNECHT, N.; EDUARDO, C. P. Effects of Er:YAG and Nd:YAG lasers on dentin permeability in root surfaces: a preliminary in vitro study. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 23, n. 5, p. 504-8, 2005.

BALGUERIE, E.; VAN DER SLUIS, L.; VALLAEYS, K.; GURGEL-GEORGELIN, M.; DIEMER, F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 11, p. 1576-1579, 2011.

BELIKOV A. V.; MOROZ B. T.; SKRIPNIK A. V. Bacterial activity in the products of laser destruction of human dental enamel and dentin. **Stomatologia**, v. 74, n. 6, p. 32-4, 1995.

BITTER, K.; PARIS, S.; MUELLER, J.; NEUMANN, K.; KIELBASSA, A. M. Correlation of scanning electron and confocal laser scanning microscopic analyses for visualization of dentin/adhesive interfaces in the root canal. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 11, n. 1, p. 7-14, 2009.

BOLHARI, B.; EHSANI, S.; ETEMADI, A.; SHAFaq, M.; NOSRAT, A. Efficacy of Er,Cr:YSGG Laser in Removing Smear Layer and Debris with Two Different Output Powers. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 10, p. 1-6, 2014.

BRUGNERA-JÚNIOR, A.; ZANIN, F.; BARBIN, E. L.; SPANÓ, J. C.; SANTANA, R.; PÉCORA, J. D. Effects of Er:YAG and Nd:YAG laser irradiation on radicular dentine permeability using different irrigating solutions. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 33, n. 4, p. 256-9, 2003.

ÇAPAR I. D.; AYDINBELGE, H. A. Effectiveness of Various Irrigation Activation Protocols and the Self-Adjusting File System on Smear Layer and Debris Removal. **Scanning**, v. 36, n. 6, p. 640-647, 2014.

CARNEIRO, S. M.; SOUSA-NETO, M. D.; RACHED JR, F. A.; MIRANDA, C. E.; SILVA, S. R.; SILVA-SOUSA, Y. T. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 9, p. 821-828, 2012.

CECCHIN D.; FARINA A. P.; GALAFASSI D.; BARBIZAM J. V.; CORONA S.A.; CARLINI-JÚNIOR B. Influence of sodium hypochlorite and edta on the microtensile bond strength of a self-etching adhesive system. **Journal of Applied Oral Science**, v. 18, n. 4, p. 385-9, 2010.

CHENG, X.; GUAN, S.; LU, H.; ZHAO, C.; CHEN, X.; LI, N.; BAI, Q.; TIAN, Y.; YU, Q. Evaluation of the bactericidal effect of Nd:YAG, Er:YAG, er,Cr:YSGG laser irradiation, and antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in experimentally infected root canals. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 44, n. 10, p. 824-31, 2012.

COSTA, J. A.; RACHED-JÚNIOR, F. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 8, p. 638-706, 2010.

COSTA-RIBEIRO, A.; NOGUEIRA, G. E.; ANTONIAZZI, J. H.; MORITZ, A.; ZECELL D, M. Effects of diode laser (810 nm) irradiation on root canal walls: thermographic and morphological studies. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 3, p. 252-5, 2007.

DE PAOLIS, G.; VINCENTI, V.; PRENCIPE, M.; MILANA V.; PLOTINO, G. Ultrasonics in endodontic surgery: a review of the literature. **Annali di Stomatologia Journal**, v. 1, n. 2, p. 6-10, 2010.

DE-DEUS, G.; REIS, C.; DI GIORGI, K.; BRANDÃO, M. C.; AUDI, C.; FIDEL, R. A. Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 111, n. 3, p. 381-386, 2011.

DEUTSCH A.S. Irrigation: When to use what. **Dentistry Today**, 30:96, 2011.

DIAS, K. C.; SOARES, C. J.; STEIER, L.; VERSIANI, M. A.; RACHED-JÚNIOR, F. J.; PÉCORA, J. D.; SILVA-SOUSA, Y. T.; DE SOUSA-NETO, M. D. Influence of drying protocol with isopropylalcohol on the bond strength of resin-based sealers to the root dentin. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 9, p. 1454-1458, 2014.

EHSANI, S.; BOLHARI, B.; ETEMADI, A.; GHORBANZADEH, A.; SABET, Y.; NOSRAT A. The effect of Er,Cr:YSGG laser irradiation on the push-out bond strength of RealSeal self-etch sealer. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 31, n. 12, p. 578-85, 2013.

EKWORAPOJ, P.; SIDHU, S. K.; MCCABE, J. F. Effect of different power parameters of Er,Cr:YSGG laser on human dentine. **Lasers in Medical Science**, v. 22, n. 3, p. 175-82, 2007.

ERICKSON, R. L. Surface interactions of dental adhesive materials. **Operative Dentistry**, v. 5, n. 2, p. 81-94, 1992.

ESTEVES-OLIVEIRA, M.; DE GUGLIELMI, C. A.; RAMALHO, K. M.; ARANA-CHAVEZ, V. E.; DE EDUARDO, C. P. Comparison of dentin root canal permeability and morphology after irradiation with Nd:YAG, Er:YAG and diode lasers. **Lasers in Medical Science**, v. 25, n. 5, p. 755-60, 2010.

FRIED, D.; FEATHERSTONE, J. D. B.; VISURI, S. R.; SEKA, W.; WASH, J. T. The caries inhibition potencial of Er:YAG and Er,Cr:YSGG laser radiation SPIE proceedings. **Lasers in Dentistry II**, v. 2672, p. 73-78, 1996.

GARCÍA-HERRAIZ, A.; LEIVA-GARCÍA, R.; CAÑIGRAL-ORTIZ, A.; SILVESTRE, F. J.; GARCÍA-ANTÓN, J. Confocal laser scanning microscopy for the study of the morphological changes of the postextraction sites. **Microscopy Research and Technique**, v. 75, n. 4, p. 513-519, 2012.

GARIP, H.; GARIP, Y.; ORUÇOĞLU, H.; HATİPOĞLU, S. Effect of the angle of apical resection on apical leakage, measured with a computerized fluid filtration device. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 111, n. 3, p. 50-5, 2011.

GEKELMAN, D.; PROKOPOWITSCH, I.; EDUARDO, C. P. In vitro study of effects of Nd:YAG laser irradiation on the apical sealing of endodontic fillings performed with

and without dentin plugs. **Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery**, v. 20, n. 3, p. 117-21, 2002.

GUTKNECHT, N.; FRANZEN, R.; SCHIPPERS, M.; LAMPERT, F. Bactericidal effect of a 980-nm diode laser in the root canal wall dentin of bovine teeth. **Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery**, v. 22, n. 1, p. 9-13, 2004.

GUTKNECHT N.; FRANZEN R.; MEISTER J.; VANWEERSCH L.; MIR M. Temperature evolution on human teeth root surface after diode laser assisted endodontic treatment. **Lasers in Medical Science**, v. 20, p. 99-103, 2005.

HARAGUSHIKU, G. A.; TEIXEIRA, C. S.; FURUSE, A. Y.; SOUSA, Y. T.; SOUSA NETO, M. D.; SILVA, R. G. Analysis of the interface and bond strength of resin-based endodontic cements to root dentin. **Microscopy Research and Technique**, v. 75, n. 5, p. 655-661, 2012.

HIBST, R.; KELLER, U. Mechanism of Er:YAG laser induced ablation of dental hard substances. **Lasers in Orthopedic, Dental, and Medicine II – SPIE**, v. 1880, p. 156-162, 1993.

KREISLER, M.; AL HAJ, H.; D'HOEDT, B. Intrapulpal temperature changes during root surface irradiation with an 809-nm GaAlAs laser. **Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology**, v. 93, p. 730-5, 2002.

KIRMALI, O.; KUSTARCI, A.; KAPDAN, A.; ER, K.. Effects of dentin surface treatments including Er,Cr:YSGG laser irradiation with different intensities on the push-out bond strength of the glass fiber posts to root dentin. **Acta Odontologica Scandinavica**, n. 20, p. 1-7, 2014.

KWON, S.; CHOI, S. B.; PARK, M. G.; YU, H.; SUH, S. W.; RHYU, I. J. Extraction of three-dimensional information of biological membranous tissue with scanning confocal infrared laser microscope tomography. **Microscopy and Microanalysis**, v. 19, n. 5, p. 194-197, 2013.

LICATA, M.E.; ALBANESE, A.; CAMPISI, G.; GERACI, D. M.; RUSSO, R.; GALLINA, G. Effectiveness of a new method of disinfecting the root canal, using Er,Cr:YSGG laser to kill *Enterococcus faecalis* in an infected tooth model. **Lasers in Medical Science**, 2013. Epub ahead of print, doi 10.1007/s10103-013-1410-6.

MALLMANN, A.; JACQUES, L. B.; VALANDRO, L. F.; MATHIAS, P.; MUENCH, A. Microtensile bond strenght of light-and self-cured adhesive system to intraradicular dentin using a translucent fiber post. **Operative Dentistry**, v. 30, n.4, p.500-506, 2005.

MARQUES, A. M.; GERBI, M. E.; DOS SANTOS, J. N.; NOIA, M. P.; OLIVEIRA, P. C.; BRUGNERA-JUNIOR, A.; ZANIN, F. A.; PINHEIRO, A. L. Influence of the parameters of the Er:YAG laser on the apical sealing of apicectomized teeth. **Lasers in Medical Science**, v. 26, n. 4, p. 433-8, 2011.

MARTINS, M. R.; CARVALHO, M. F.; VAZ, I. P.; CAPELAS, J. A.; MARTINS, M. A.; GUTKNECHT, N. Efficacy of Er,Cr:YSGG laser with endodontical radial firing tips on the outcome of endodontic treatment: blind randomized controlled clinical trial with six-month evaluation. **Lasers in Medical Science**, v. 28, n. 4, p. 1049-1055, 2012.

MEIRE, M. A.; COENYE, T.; NELIS, H. J.; DE MOOR, R. J. In vitro inactivation of endodontic pathogens with Nd:YAG and Er:YAG lasers. **Lasers in Medical Science**, v. 27, n. 4, p. 695-701, 2012.

MEISTER, J.; FRANZEN, R.; FORNER, K.; GREBE, H.; STANZEL, S.; LAMPERT, F.; APEL, C. Influence of the water content in dental enamel and dentin on ablation with erbium YAG and erbium YSGG lasers. **Journal of Biomedical Optics**, v. 11, n. 3, p. 34030, 2006.

MENEZES A. C; ZANET C. G; VALERA M. C. Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 17, p. 349-55, 2003.

MJOR, I. A.; SMITH, M. R.; FERRARI, M.; MANNOCCI, F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **International Endodontic Journal**, v.34, n. 1, p. 346-353, 2001.

MOHAMMADI, Z. Laser applications in endodontics: an update review. **International Dental Journal**, v. 59, n. 1, p. 35-46, 2009.

NAGAS, E.; UYANIK, O.; DURMAZ, V.; CEHRELI, Z.C. Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 10, p. 950-955, 2011.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. Hybridization of dental hard tissues. **Chicago: Quintessence Publishing Co.**p. 129., 1998.

NEELAKANTAN, P.; SUBBARAO, C.; SUBBARAO, C. V.; DE-DEUS, G.; ZEHNDER, M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 6, p. 491-498, 2011.

NEIBURGER, E. J. Evaluation of the CO2 laser for endodontic root apex welding. **Journal of the Massachusetts Dental Society**, v. 41, n. 2, p. 77-9, 1992.

NUNES, V. H.; SILVA, R. G.; ALFEDO, E.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. **Brazilian Dental Journal**, v. 19, n. 1, p. 46-50, 2008.

POWERS, J.M; O'KEEFE, K.L.; PINZON, L.M. Factors affecting in vitro bond strength of bonding agents to human dentin. **Odontology**, v. 91, n. 1, p. 1-6, 2003.

RAMSKÖLD L. O.; FONG C.D.; STROMBERG T. Thermal effects and antibacterial properties of energy level required to sterilize stained root canals with an Nd:YAG laser. **Journal of Endodontics**, v. 23, p. 96-100, 1997.

RESENDE, L. M.; RACHED-JÚNIOR, F. J.; VERSIANI, M. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 9, p. 785-793, 2009.

SADIK B.; ARIKAN S., BELDÜZ N.; YASXA Y.; KARASOY D.; CEHRELI M. Effects of Laser Treatment on Endodontic Pathogen *Enterococcus faecalis*: A Systematic Review. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 31, n. 5, p. 192-200, 2013.

SANTOS C.; SOUSA-NETO M. D.; ALFREDO E.; GUERISOLI D. M.; PECORA J. D.; COMELLI LIA R. F. Morphologic evaluation of the radicular dentine irradiated with Nd:YAG laser under different parameters and angles of incidence. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 23, n. 6, p. 590-5, 2005.

SCHOOP, U.; BARYLYAK, A.; GOHARKHAY, K.; BEER, F.; WERNISCH, J.; GEORGOPOULOS, A.; SPERR, W. The impact of an erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial-firing tips on endodontic treatment. **Lasers in Medical Science**, v. 24, n.1, p. 59-65, 2009.

SILVA A. C.; GUGLIELMI C.; ARANHA A. C.; BOMBANA A. C.; DE PAULA EDUARDO C. Analysis of permeability and morphology of root canal dentin after Er,Cr:YSGG laser irradiation. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 1, p. 103-8, 2010.

SOUSA-NETO M. D.; SILVA COELHO F. I.; MARCHESAN M. A.; ALFREDO E.; SILVA-SOUSA Y. T. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er:YAG and Nd:YAG lasers. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 12, p. 866-70, 2005.

TAKEDA F. H.; HARASHIMA T.; KIMURA Y.; MATSUMOTO K. Efficacy of Er:YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. **Journal of Endodontics**, v. 24, n. 8, p.548-51, 1998.

TAKEDA, F. H.; HARASHIMA, T.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. **International Endodontic Journal**, v. 31, n. 1, p. 32-9, 1999.

VERGAUWEN, T. E.; MICHIELS R.; TORBEYNS D.; MEIRE M.; DE BRUYNE, M.; DE MOOR, R. J. Investigation of Coronal Leakage of Root Fillings after Smear Layer Removal with EDTA or Er,Cr:YSGG Laser through Capillary Flow Porometry. **International Journal of Dentistry**, 2014, *Epub ahead of print* doi: 10.1155/2014/593160.

VERSIANI, M. A. **Avaliação do prepare biomecânico e da obturação de canais radiculares ovais promovidos pelos sistemas de instrumento único WaveOne, Reciproc e SAF.** Ribeirão Preto: Tese de Doutorado [Universidade de São Paulo – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto], 2012.

VERSIANI, M. A.; CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; PADILHA, M. I.; LACEY, S.; PASCON, E. A.; SOUSA-NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 6, p. 464-471, 2006.

VEZZANI, M. S.; PIETRO, R.; SILVA-SOUSA, Y. T.; BRUGNERA-JUNIOR, A.; SOUSA-NETO, M. D. Desinfections of root canals using Er:YAG laser at different frequencies. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 24, n. 4, p. 499-502, 2006.

VIOLICH, D. R.; CHANDLER, N. P. The smear layer in endodontics – a review. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 1, p. 2-15, 2010.

WANG, X.; SUN, Y.; KIMURA, Y.; KINOSHITA, J. I.; ISHIZAKI, N. T.; MATSUMOTO, K. Effects of diode lasers irradiation on smear layer removal from root canal walls and apical leakage after obturation. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 23, p. 575-81, 2005.

WEICHMAN, J. A.; JOHNSON, F. M. Laser use in endodontics: a preliminar investigation. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 31, n. 3, p. 416-420, 1971.

WU, M. K.; BUD, M. G.; WESSELINK, P. R. The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. **Oral**

Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics, v. 108, n. 6, p. 946-951, 2009.

YAMAZAKI, R.; GOYA, C.; YU, D.G.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Effects of erbium, chromium: YSGG laser irradiation on root canal walls: a scanning electron microscopic and thermographic study. **Journal of Endodontics**, v. 27, n.1, p. 9-12, 2001.

YASUDA, Y.; KAWAMORITA, T.; YAMAGUCHI, H.; SAITO, T. Bactericidal effect of Nd:YAG and Er:YAG lasers in experimentally infected curved root canals. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 2, p. 75-8, 2010.

YAVARI H. R.; RAHIMI S.; SHAHI S.; LOTFI M.; BARHAGHI M. H. S.; FATEMI A.; ABDOLRAHIMI M. Effect of Er, Cr: YSGG Laser Irradiation on Enterococcus faecalis in Infected Root Canal. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 1, p. 91-6, 2010.

*A*pêndices

Apêndice A. Valores originais, médias e desvio padrão, em graus Celsius (°C), da variação de temperatura nos terços cervical, médio, apical e ápice radicular, durante a irradiação do laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, com variação da irrigação final.

.Terço radicular	Irrigação final									x̄t ± DP total
	Água destilada			NaOCl 1%			EDTAC			
	ErCr:YSGG			ErCr:YSGG			ErCr:YSGG			
	2w	3w	4w	2w	3w	4w	2w	3w	4w	
Cervical	-0,3	0,2	-0,1	0,2	0,6	0,8	-0,4	2,0	1,1	
	-0,4	0,3	0,8	0,8	0,5	1,2	0,7	1,2	0,9	
	-0,1	0,6	-0,9	0,2	0,8	3,0	0,4	0,6	0,7	
	0,3	0,1	0,9	0	0,6	2,4	0,6	0,3	0,0	
	-0,4	0,3	0,1	1,1	0,9	1,4	0,8	1,0	0,2	
	-0,7	0,8	0,5	1,0	0,3	0,9	0,2	0,4	-0,6	
	0,3	1,1	0,7	0,4	1,3	2,0	-0,4	0,1	0,6	
	0,1	1,3	0,6	0,8	0,3	1,1	0,4	0,6	2,2	
x̄ ± DP	0,15±0,36	0,59±0,44	0,33±0,60	0,56±0,41	0,59±0,38	1,60±0,78	0,27±0,44	0,77±0,61	0,63±0,83	0,59±0,69
Médio	0,4	0,8	1,6	0,4	0,5	1,0	1,0	1,8	2,1	
	0,5	0,5	2,4	0,4	0,7	1,5	0,7	1,6	2,0	
	0,7	0,6	1,4	0,1	0,6	3,0	1,0	1,3	1,7	
	0,5	0,8	2,2	0,4	0,9	1,4	1,0	1,5	1,3	
	0,3	0,6	1,6	0,8	0,8	0,9	0,6	1,1	2,3	
	0,5	1,6	2,0	1,5	0,4	1,3	0,8	2,1	1,5	
	0,3	1,0	1,1	0,6	0,8	1,5	1,0	2,8	1,3	
	0,2	0,9	1,8	0,9	0,3	1,6	0,8	1,2	2,5	
x̄ ± DP	0,42±0,16	0,85±0,35	1,76±0,43	0,63±0,43	0,59±0,23	1,52±0,64	0,81±0,21	1,67±0,56	1,83±0,45	1,12±0,66
Apical	0,3	0,7	1,3	0,6	0,6	1,0	0,5	1,2	2,8	
	0,3	0,7	1,5	0,3	0,9	1,2	0,9	1,0	2,2	
	0,3	1,5	1,6	0,1	1	2,1	0,3	0,7	1,1	
	0,5	0,5	1,4	0,7	0,6	2,0	0,4	1,0	0,9	
	0,1	0,8	1,1	1,0	0,7	1,1	0,2	0,8	1,2	
	0,4	1,2	0,7	1,6	0,3	1,4	0,3	1,3	0,6	
	0,2	0,7	0,5	0,5	0,8	1,3	0,1	1,7	1,3	
	0,2	1,4	1,6	1,0	0,8	1,0	0,1	1,2	1,5	
x̄ ± DP	0,39±0,25	0,94±0,37	1,33±0,57	0,72±0,47	0,59±0,23	1,39±0,43	0,37±0,25	1,11±0,31	1,45±0,72	0,92±0,56
Ápice radicular	1,0	0,1	3,0	0,6	1,3	0,9	0,0	1,1	2,6	
	0,2	0,3	0,0	0,0	1,7	1,0	0,0	1,5	0,7	
	0,6	0,3	0,0	0,0	0,5	0,6	0,0	1,4	0,4	
	0,1	0,1	0,8	0,0	0,5	0,5	0,0	0,9	0,4	
	0,0	0,0	0,2	0,4	0,9	1,4	0,3	1,3	0,3	
	0,5	0,7	0,4	0,5	0,6	0,6	0,0	0,6	1,0	
	0,2	0,3	0,8	0,3	2,4	1,6	0,0	1,3	0,7	
	0,0	0,7	0,4	0,2	1,7	1,0	0,0	0,7	0,2	
x̄ ± DP	0,32±0,35	0,31±0,26	0,70±0,98	0,25±0,24	0,68±0,23	0,95±0,39	0,03±0,10	1,10±0,33	0,78±0,77	0,63±0,63
x̄ ± DP total	0,25±0,36	0,67±0,43	1,03±0,85	0,54±0,42	0,80±0,46	1,36±0,61	0,39±0,39	1,16±0,56	1,19±0,84	

Apêndice B. Tipos de falha, após teste de *push out*, nos espécimes irradiados com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, com variação da irrigação final.

Valores percentuais do tipo de falha após teste de *push out*, nos espécimes irradiados com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, e irrigação final com água destilada.

Tipo de falha	Irrigação final com água destilada											
	Não irradiado			2W			3W			4W		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Ad	0,0	12,4	6,3	12,4	0,0	0,0	6,3	6,3	0,0	6,3	6,3	6,3
Ao	6,2	18,8	6,3	43,8	50,0	25,0	37,4	25,0	25,0	0,0	18,7	0,0
Am	81,3	68,8	87,4	43,8	50,0	75,0	43,7	56,3	75,0	93,7	68,7	87,4
Cd	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Co	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	6,3	6,3

*C= terço cervical; M= terço médio; A= terço apical. Ad= Adesiva à dentina; Ao = Adesiva ao material obturador; Am=Adesiva mista; Cd=Coesiva em dentina e Co=Coesiva ao material obturador.

Valores percentuais do tipo de falha após teste de *push out*, nos espécimes irradiados com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, e irrigação final com NaOCl 1%.

Tipo de falha	Irrigação final com NaOCl 1%											
	Não irradiado			2W			3W			4W		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Ad	12,5	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ao	12,5	6,2	0,0	6,3	6,2	0,0	6,3	18,8	12,5	37,5	43,8	12,5
Am	75,0	87,6	100,0	75,0	87,6	100,0	87,4	81,2	87,5	62,5	43,8	81,3
Cd	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	6,3
Co	0,0	0,0	0,0	12,4	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*C= terço cervical; M= terço médio; A= terço apical. Ad= Adesiva à dentina; Ao = Adesiva ao material obturador; Am=Adesiva mista; Cd=Coesiva em dentina e Co=Coesiva ao material obturador.

Valores percentuais do tipo de falha após teste de *push out*, nos espécimes irradiados com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes potências, e irrigação final com EDTAC 17%

Tipo de falha	Irrigação final com EDTAC 17%											
	Não irradiado			2W			3W			4W		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Ad	0,0	0,0	6,3	12,5	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ao	12,4	25,0	31,2	0,0	12,4	12,4	50,0	59,4	37,4	31,3	12,5	25,0
Am	81,3	62,5	56,2	87,5	81,3	81,3	37,5	28,0	56,3	62,4	62,5	62,5
Cd	0,0	12,5	6,3	0,0	0,0	0,0	12,5	12,6	6,3	0,0	25,0	12,5
Co	6,3	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0

*C= terço cervical; M= terço médio; A= terço apical. Ad= Adesiva à dentina; Ao = Adesiva ao material obturador; Am=Adesiva mista; Cd=Coesiva em dentina e Co=Coesiva ao material obturador.

*A*_{nexo}

Anexo 1. Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO/ FORP/ USP
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP								
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA								
Título da Pesquisa: Avaliação da aplicação do laser Er,Cr:YSGG no interior do canal radicular em relação à adesividade e permeabilidade dentinária								
Pesquisador: Manoel Damião de Sousa Neto								
Área Temática:								
Versão: 5								
CAAE: 08257313.6.0000.5419								
Instituição Proponente: Universidade de São Paulo								
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio								
DADOS DO PARECER								
Número do Parecer: 662.611								
Data da Relatoria: 26/05/2014								
Apresentação do Projeto:								
Emenda para realizar alterações solicitas no Relatório Parcial.								
Objetivo da Pesquisa:								
O objetivo do trabalho é avaliar, in vitro: 1) A permeabilidade dentinária das paredes do canal radicular após a aplicação do laser Er,Cr:YSGG em diferentes parâmetros de potência (W) (20 Hz/0,75 W; 20 Hz/2,5 W; 20 Hz/4,5 W) após instrumentação do canal radicular com o sistema rotatório de NiTi K3 e irrigação final com água destilada, hipoclorito de sódio 1% ou EDTAC 17%. 2) A adesividade do cimento obturador AH Plus na dentina radicular humana irradiada com laser Er,Cr:YSGG, em diferentes parâmetros de potência, por meio do teste de push-out, após instrumentação do canal radicular com o sistema rotatório de NiTi K3 e irrigação final com água destilada e deionizada, hipoclorito de sódio 1% ou EDTAC 17%.								
Avaliação dos Riscos e Benefícios:								
Em conformidade com o descrito no projeto.								
Riscos:								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Endereço: Avenida do Café s/nº</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Bairro: Monte Alegre</td> <td style="border: none; text-align: right;">CEP: 14.040-904</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">UF: SP</td> <td style="border: none; text-align: right;">Município: RIBEIRÃO PRETO</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Telefone: (16)3602-0251</td> <td style="border: none; text-align: right;">Fax: (16)3602-4102 E-mail: cep@forp.usp.br</td> </tr> </table>	Endereço: Avenida do Café s/nº		Bairro: Monte Alegre	CEP: 14.040-904	UF: SP	Município: RIBEIRÃO PRETO	Telefone: (16)3602-0251	Fax: (16)3602-4102 E-mail: cep@forp.usp.br
Endereço: Avenida do Café s/nº								
Bairro: Monte Alegre	CEP: 14.040-904							
UF: SP	Município: RIBEIRÃO PRETO							
Telefone: (16)3602-0251	Fax: (16)3602-4102 E-mail: cep@forp.usp.br							

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

Continuação do Parecer: 862.811

O trabalho não apresenta riscos.

Benefícios:

Utilização de uma técnica diferente, que pode, futuramente, substituir as soluções endodônticas convencionais, para a melhor adesão do cimento obturador às paredes dentinárias.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa será realizada in vitro, porém os resultados tem aplicação na clínica de endodontia. Considera-se importante a redução microbiana relatada na literatura com relação à aplicação do laser Er,Cr:YSGG intracanal.

Pendência: Na mudança na metodologia solicitada, há um erro de digitação no projeto da Plataforma Brasil, pois os espécimes serão subdivididos em 4 subgrupos e não 5.

Situação: Pendência Atendida

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequadamente construídos e apresentados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda aprovada.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme deliberado na 165ª R.O. do CEP.

Endereço: Avenida do Café s/nº
Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-0251 Fax: (16)3602-4102 E-mail: cep@forp.usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

Continuação do Parecer: 662.611

RIBEIRÃO PRETO, 27 de Maio de 2014

Assinado por:
Simone Cecilio Hallak Regalo
(Coordenador)

Endereço: Avenida do Café s/nº
Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-0251 Fax: (16)3602-4102 E-mail: cep@forp.usp.br