



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Victória Maria Fiscarelli

Efeito dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos

Araraquara

2022



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Victória Maria Fiscarelli

Efeito dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos

Dissertação apresentada a Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia Araraquara, para obtenção do título de Mestre em Odontologia na área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Fabio L. Camargo Vilella Berbert

Araraquara

2022

F528e	Fiscarelli, Victória Maria Efeito dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos / Victória Maria Fiscarelli. -- Araraquara, 2022 40 p. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Vilella Berbert 1. Apicectomia. 2. Laser de estado sólido. 3. Lasers semicondutores. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos
pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Efeito dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de mestre em odontologia

Presidente e examinador: Prof. Dr. Fabio L. Camargo Vilella Berbert

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dra. Juliana Jendiroba Faraoni

Araraquara, 16 de março de 2022

DADOS CURRICULARES

Victória Maria Fiscarelli

NASCIMENTO: 06 de julho de 1996 – Araraquara – São Paulo

FILIAÇÃO: João Carlos Fiscarelli
Helena Maria da Silva Fiscarelli

2016 – 2019 Graduação em Odontologia pela Universidade de Araraquara -(UNIARA)

2018 – 2019 Curso de extensão em Endodontia pela Fundação Araraquarense de ensino e pesquisa em odontologia – (FAEPO/ Araraquara)

2020 – 2022 Pós Graduação em Odontologia, Área de Endodontia, nível Mestrado na Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - (FOAr – UNESP)

2021 – 2023 Especialização (em andamento) em Endodontia pela Fundação Araraquarense de ensino e pesquisa em odontologia – (FAEPO/ Araraquara)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por sempre me apoiarem em tudo na vida, tudo que sou hoje devo ao esforço de vocês. Nos momentos difíceis, de desespero e angustia eram vocês que estavam me amparando, dando amor e palavras de incentivo. Devo a vocês o ser humano e profissional que sou hoje. A gratidão é infinita. Amo vocês pra sempre.

Aos meus avôs maternos, Benedito D. da Silva que hoje é uma estrelinha que brilha lá no céu, mas que com certeza usa sua luz para guiar os meus caminhos, e Aparecida S. da Silva que apesar de possuir Alzheimer sempre me proporciona amor e incentivo.

Ao meu amor, André Cremonezi, por estar comigo nos dias bons e ruins, nunca me deixando desanimar ou desistir, me incentivando e ajudando em tudo, com muita paciência, amor e carinho. Amo muito você, obrigada por tudo.

Aos meus irmãos de coração, Adriano Benacci, Angelica Pavanelli, Andria Faustino, Daniela Amalfi, Larissa Pontes e Vivian Ruocco eu agradeço por sempre me escutarem, aconselharem e me ajudarem quando eu precisei. Sou muito grata pela amizade e carinho de vocês.

Ao meu orientador, Fábio Berbert, agradeço pela oportunidade da realização dessa pesquisa e por ter me acolhido e transmitido todo seu conhecimento durante esses dois anos.

Ao professor Milton C. Kuga toda minha gratidão pela ajuda e atenção nessa jornada, foi de primordial importância o seu conhecimento científico para a conclusão dessa pesquisa.

Aos professores Juliane Tanomaru, Mário Tanomaru, Idomeo Bonetti., Fernando Crisci, Adriana Simionatto, Sergio de Mattos e Eliane Gulin agradeço todos os ensinamentos, apoio, confiança e amizade durante esses anos.

Agradeço a todos os envolvidos nessa pesquisa, em especial a Joissi Zaniboni e Ana Lídia Pinheiro pela ajuda e amizade. E todos os que de alguma forma me ajudaram a fazer uma ideia sair do papel e concluir este trabalho.

À CAPES: o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“O mistério da vida me causa a mais forte emoção. É o sentimento que suscita a beleza e a verdade, cria a arte e a ciência. Se alguém não conhece esta sensação ou não pode mais experimentar espanto ou surpresa, já é um morto-vivo e seus olhos se cegaram.”
Albert Einstein*

* Einstein A. Como vejo o mundo. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1981.

Fiscarelli VM. Efeitos dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2022.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação dos protocolos com o Thera Lase Surgery (TL), nas potências de 2.5W (2.5) ou 2.7W (2.7), e do Gemini (GE), nas potências de 1.5W (1.5) ou 1.7W (1.7), na superfície apicectomizada sobre a variação da temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos nas áreas próximas ao perímetro do canal radicular e da superfície radicular externa. Cinquenta raízes foram tratadas endodonticamente. O terço radicular apical foi submetido a apicectomia e os espécimes divididos em 5 grupos (n=10), de acordo com o protocolo de tratamento: Controle (CO-DW), apenas irrigação com soro fisiológico; Thera Lase Surgery, potência 2.5W (TL-2.5); Thera Lase Surgery, potência 2.7W (TL-2.7); Gemini, potência 1.5W (GE-1.5) e Gemini, potência 1.7W (GE-1.7). A rugosidade da superfície (RS) foi analisada em microscopia confocal e a incidência de resíduos (escores) foi avaliada em microscopia eletrônica de varredura (500x), no perímetro do canal radicular e próximo à superfície externa radicular. Houve semelhança nos protocolos de irradiação ($p>0.05$). CO-DW e GE-1.5 proporcionaram a menor rugosidade superficial ($p<0.05$) e TL-2.5, TH-2.7 e GE1.7 demonstraram similares resultados ($p>0.05$), independentemente da área analisada. TL-2.7 e GE-1.7 demonstraram a maior incidência de resíduos apenas próximo ao canal radicular ($p<0.05$). Os protocolos de irradiação com o TL-2.7 e GE-1.7 proporcionam os maiores valores de rugosidade superficial da área apicectomizada e incidência de resíduos próximo ao perímetro do canal radicular, em relação aos protocolos TL-2.5 e GE-1.5, porém sem demonstrar diferenças na variação de temperatura na superfície externa radicular.

Palavras chave: Apicectomia. *Laser* de estado sólido. Lasers semicondutores.

Fiscarelli VM. Efeitos dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2022.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of the application of protocols with Thera Lase Surgery (TL), in the powers of 2.5W (2.5) or 2.7W (2.7), and of the Gemini (GE), in the powers of 1.5W (1.5) or 1.7W (1.7), on the apicectomized surface over the variation of root temperature, roughness and incidence of residues in the areas close to the perimeter of the root canal and the external root surface. Fifty roots were endodontically treated. The apical root third underwent apicectomy and the specimens were divided into 5 groups (n=10), according to the treatment protocol: Control (CO-DW), only irrigation with saline solution; Thera Lase Surgery, power 2.5W (TL-2.5); Thera Lase Surgery, power 2.7W (TL-2.7); Gemini, 1.5W power (GE-1.5) and Gemini, 1.7W power (GE-1.7). The surface roughness (Rs) was analyzed in confocal microscopy and the incidence of residues (scores) was evaluated in scanning electron microscopy (500x), in the perimeter of the root canal and close to the external root surface. The temperature variation was similar between the irradiation protocols ($p>0.05$). CO-DW and GE-1.5 provided the lowest surface roughness ($p<0.05$) and TL-2.5, TL-2.7 and GE1.7 showed similar results ($p>0.05$), regardless of the analyzed area. TL-2.7 and GE-1.7 showed the highest incidence of residues only near the root canal ($p<0.05$). The irradiation protocols with the TL-2.7 and GE-1.7 provide the highest values of surface roughness of the apicectomized area and incidence of residues close to the perimeter of the root canal, in relation to the TL-2.5 and GE-1.5 protocols, but differences on the temperature variation on the external root surface.

Keywords: Apicectomy. Lasers, Solid-State. Lasers, Semiconductor.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	12
3 PUBLICAÇÃO	13
3.1 Publicação	13
4 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
APÊNDICE A	31
APÊNDICE B	36
ANEXO	40

1 INTRODUÇÃO

A apicectomia é um procedimento que pode ser utilizado em casos de insucesso do tratamento endodôntico, como alternativa cirúrgica de manter o elemento dentário na cavidade oral¹. Como tentativa de alcançar melhores resultados utilizou-se o laser diodo associado a técnica cirúrgica para melhor prognóstico do caso².

Mesmo com o avanço da tecnologia endodôntica ainda nos deparamos com percentuais de insucesso da terapia endodôntica, as falhas de um modo geral acontecem pela persistência da periodontite apical após o tratamento causada pela infecção intrarradicular persistente³.

Para a realização de um eficaz tratamento endodôntico é de extrema importância que se conheça o complexo sistema de canais radiculares, anatomia e morfologia, para promoção de adequado acesso ao tecido pulpar e desinfecção⁴. Uma das causas está relacionada ao delta apical podendo afetar o prognóstico do tratamento endodôntico, ele consiste em um canal radicular na região apical do qual se divide em três ou mais ramificações, não conseguindo se distinguir o canal principal, se torna bastante complicada a ação de irrigantes e instrumentos nessa região durante o preparo biomecânico, com a permanência de tecido inflamado ou infectado nesta região haverá associação com doença periradicular⁵.

A cirurgia parendodôntica veio para auxiliar em casos assim, remoção do agente etiológico e manutenção do elemento dentário na cavidade bucal¹. Com as novas tecnologias que temos como possibilidade nos dias de hoje, encontramos os lasers de alta potência. O comprimento de onda dos lasers, potência, modo de irradiação, tempo de exposição e tipo de tecido alvo são fatores importantes e que podem levar a diferentes efeitos⁶.

Com o uso do laser diodo de alta potência, promove a diminuição das bactérias presentes nos túbulos dentinários⁷, diminuição da permeabilidade dentinária e até fusão desses túbulos⁸.

Diante do exposto se vê a necessidade de avaliar o efeito do laser diodo na superfície apicectomizada por meio de microscopia confocal a laser e microscopia eletrônica de varredura.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da aplicação dos lasers Thera Lase Surgery (TL), nas potências de 2.5W ou 2.7W, e do Gemini (GE), nas potências de 1.5W ou 1.7W, sobre a superfície apicectomizada em relação ao aumento da temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos nas áreas próximas ao canal radicular e da superfície radicular externa.

3 PUBLICAÇÃO

Esta pesquisa resultou em um artigo, com o título “Efeito dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos” será submetido para o periódico *Laser in Medical Science*.

3.1 Publicação**

Efeito dos protocolos de irradiação sobre diferentes áreas da superfície apicectomizada, em função da potência de aplicação, sobre a alteração de temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da aplicação dos protocolos com o Thera Lase Surgery (TL), nas potências de 2.5W (2.5) ou 2.7W (2.7), e do Gemini (GE), nas potências de 1.5W (1.5) ou 1.7W (1.7), na superfície apicectomizada sobre a variação da temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos nas áreas próximas ao perímetro do canal radicular e da superfície radicular externa. Cinquenta raízes foram tratadas endodonticamente. O terço radicular apical foi submetido a apicectomia e os espécimes divididos em 5 grupos (n=10), de acordo com o protocolo de tratamento: Controle (CO-DW), apenas irrigação com soro fisiológico; Thera Lase Surgery, potência 2.5W (TL-2.5); Thera Lase Surgery, potência 2.7W (TL-2.7); Gemini, potência 1.5W (GE-1.5) e Gemini, potência 1.7W (GE-1.7). A rugosidade da superfície (Rs) foi analisada em microscopia confocal e a incidência de resíduos (escores) foi avaliada em microscopia eletrônica de varredura (500x), no perímetro do canal radicular e próximo à superfície externa radicular. A variação de temperatura foi similar entre os protocolos de irradiação ($p>0.05$). CO-DW e GE-1.5 proporcionaram a menor rugosidade superficial ($p<0.05$) e TL-2.5, TH-2.7 e GE-1.7 demonstraram similares resultados ($p>0.05$), independentemente da área analisada. TL-2.7 e GE-1.7 demonstraram a maior incidência de resíduos apenas próximo ao canal radicular ($p<0.05$). Os protocolos de irradiação com o TL-2.7 e GE-1.7

* Artigo de acordo com as normas do periódico *Laser in Medical Science* para o qual será submetido.

proporcionam os maiores valores de rugosidade superficial da área apicectomizada e incidência de resíduos próximo ao perímetro do canal radicular, em relação aos protocolos TL-2.5 e GE-1.5, porém sem demonstrar diferenças na variação de temperatura na superfície externa radicular.

Palavras chave: Apicectomia. Laser de estado sólido. Lasers semicondutores.

ABSTRACT:

The objective of the study was to evaluate the effect of the application of protocols with Thera Lase Surgery (TL), in the powers of 2.5W (2.5) or 2.7W (2.7), and of the Gemini (GE), in the powers of 1.5W (1.5) or 1.7W (1.7), on the apicectomized surface over the variation of root temperature, roughness and incidence of residues in the areas close to the perimeter of the root canal and the external root surface. Fifty roots were endodontically treated. The apical root third underwent apicectomy and the specimens were divided into 5 groups (n=10), according to the treatment protocol Control (CO-DW), only irrigation with saline solution; Thera Lase Surgery, power 2.5W (TL-2.5); Thera Lase Surgery, power 2.7W (TL-2.7); Gemini, 1.5W power (GE-1.5) and Gemini, 1.7W power (GE-1.7). The surface roughness (Rs) was analyzed in confocal microscopy and the incidence of residues (scores) was evaluated in scanning electron microscopy (500x), in the perimeter of the root canal and close to the external root surface. The temperature variation was similar between the irradiation protocols ($p>0.05$). CO-DW and GE-1.5 provided the lowest surface roughness ($p<0.05$) and TL-2.5, TH-2.7 and GE1.7 showed similar results ($p>0.05$), regardless of the analyzed area. TL-2.7 and GE-1.7 showed the highest incidence of residues only near the root canal ($p<0.05$). The irradiation protocols with the TL-2.7 and GE-1.7 provide the highest values of surface roughness of the apicectomized area and incidence of residues close to the perimeter of the root canal, in relation to the TL-2.5 and GE-1.5 protocols, but differences on the temperature variation on the external root surface.

Keywords: Apicectomy. Solid state laser. Semiconductor lasers.

INTRODUÇÃO

A irradiação da superfície dentinária com o laser diodo, após a ressecção apical por meio da apicectomia, é uma alternativa para proporcionar a limpeza e antissepsia radicular, a fim de solucionar os fracassos do tratamento dos canais radiculares ^{1,2}. Entretanto, há diversas fontes de laser diodo, sendo o AlGaAs laser rotineiramente utilizado, devido a sua facilidade de manuseio ³⁻⁶.

Entretanto, os efeitos da irradiação da dentina sobre a elevação da temperatura radicular, alterações morfológicas e incidência de resíduos na área submetida ao tratamento ainda são desconhecidos. Em adição, os parâmetros técnicos, tais como potência de aplicação também são controversos ^{3,7}.

A quantificação e conhecimento das possíveis alterações de temperatura durante a irradiação com o laser diodo é importante para evitar danos aos tecidos periodontais^{7,8}. Caso a irradiação seja excessiva também poderá ocasionar microfissuras na raiz e comprometer o selamento apical e a longevidade do sucesso clínico ⁹⁻¹¹.

A obtenção de uma superfície dentinária uniforme e com túbulos dentinários vedados tende a evitar a recontaminação microbiana e/ou favorecer o selamento apical ¹¹⁻¹⁴. A apicectomia realizada com o Er:YAG laser tende a proporcionar uma superfície similar a demonstrada com o uso de brocas lisa ^{10,15}, porém a irradiação por pulsos intermitentes, com diferentes potências, com o laser diodo pode proporcionar rugosidade na dentina radicular ⁴.

Por outro lado, a elevação da temperatura local e os pulsos intermitentes de irradiação podem favorecer a obstrução dos túbulos dentinários e/ou a remoção por fusão de resíduos originados durante a realização da apicectomia^{16,17}. Em contrapartida, o calor gerado no local também pode plastificar o material utilizado na obturação do canal radicular e precipitar resíduos no local¹⁸.

Consequentemente, há a necessidade de avaliar os efeitos do laser diodo, em diferentes fontes de irradiação e em potências alternativas, sobre a superfície dentinária previamente apicectomizada.

Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da aplicação dos lasers Thera Lase Surgery (TL), nas potências de 2.5W (2.5) ou 2.7W (2.7), e do Gemini (GE), nas potências de 1.5W ou 1.7W, sobre a superfície apicectomizada em relação ao aumento da temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos nas áreas

próximas ao perímetro do canal radicular e da superfície radicular externa. A inexistência de efeitos da irradiação, com as diferentes fontes e potências, sobre a variação da temperatura radicular, rugosidade e incidência de resíduos na área apicectomizada, próximo ao perímetro do canal radicular ou da superfície externa radicular, foi considerada como a hipótese nula.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista (nº_36/2020). Cinquenta incisivos conóides bovinos, com anatomia radicular semelhantes e com rizogênese completa, sem alterações morfológicas foram selecionados para a presente pesquisa.

Preparo dos espécimes

Os dentes foram seccionados transversalmente com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil), na extensão de 17mm a partir do ápice radicular. O comprimento de trabalho foi determinado recuando 1 mm a partir da visualização da #10 K-file no ápice radicular. Os canais radiculares foram instrumentados até o instrumento F5 (ProTaper; Dentsply Maillefer; New York, NY, USA), conforme recomendações do fabricante. A cada troca de calibre de instrumento, os canais radiculares foram irrigados com 5 mL de 1% NaOCl (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR). Como irrigação final, 1 mL de 17% EDTA (Biodinâmica, Ibiaporã, PR, BR) foi utilizado por 3 min e posteriormente por 5 mL de 1% NaOCl.

Os canais radiculares foram secos com pontas de papel absorvente e então obturados com guta percha F5 (Protaper; Dentsply Sirona, New York, NY, USA) e cimento endodôntico à base de resina epóxi (AH Plus; Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany), complementado por condensação lateral. Após o corte cervical da obturação endodôntica, o acesso cervical radicular foi vedado com cimento de ionômero de vidro (Maxxion R; FGM, Joinville, SC, BR) e mantidos a estufa a 37° e umidade relativa de 100%, por 7 dias.

Em seguida, a extensão de 3 mm apical radicular foi transversalmente seccionada com uma broca carbide (Zekrya; Microdont, São Paulo, SP, BR), em alta rotação, sob irrigação com soro fisiológico, após os espécimes serem estabilizados em um dispositivo metálico (Idea, Campinas, SP, BR).

Protocolos avaliados

Os espécimes foram aleatoriamente distribuídos em 5 grupos, de acordo com o protocolo de tratamento da área apical apicectomizada:

CO-DW (controle, sem irradiação): Após a apicectomia, a superfície apical foi somente irrigada com 5 mL de soro fisiológico;

TL-2.5 (Thera Laser, potência de $2.5\text{W}/\text{cm}^2$): A superfície apicectomizada foi irradiada com laser diodo (AGaAs) (Thera Laser; DMC, São Carlos, SP, BR), no modo pulsátil e com movimentos circulares, em 3 aplicações de 10 segundos cada, intercaladas com 10 segundos de repouso. Nos intervalos entre as aplicações, o local de aplicação foi irrigado com 5 mL de soro fisiológico. Os parâmetros do laser utilizado foram: Potência de 2.5W, frequência de 60 H, densidade de energia de 9J e comprimento de onda de 830 nm;

TL-2.7 (Thera Lase, potência de $2.7\text{W}/\text{cm}^2$): Similar ao descrito para TL-2.5, porém com o equipamento calibrado com parâmetro de potência de 2.7W e realizada 2 aplicações na superfície apicectomizada;

GE-1.5 (Gemini, potência de $1.5\text{W}/\text{cm}^2$): A superfície apicectomizada foi irradiada com laser diodo (AsGaAl) (Gemini; Ultradent, Salt Lake, UT, USA), similar ao descrito em TL-2.5, porém com parâmetro de potência de 1.5W;

GE-1.7 (Gemini, potência de $1.7\text{W}/\text{cm}^2$): Similar ao descrito em TL-2.7, porém com outro equipamento de laser diodo (Gemini; Salt Lake, UT, USA).

Após o término de irradiação, a superfície apicectomizada foi irrigada com 5 mL de soro fisiológico e secas com gaze estéril.

Avaliação da alteração da temperatura

Duas anotações foram obtidas em cada espécime, uma inicial e outra no momento da maior temperatura demonstrada durante a aplicação do laser na superfície apicectomizada. O sensor do termômetro digital, de 4 canais (MT-1044; Minipa, Belo Horizonte, MG, BR), foi acoplado e estabilizado na face palatina de cada um dos espécimes, por meio de uma pasta térmica (Implastec, Votorantim, SP, BR). Em seguida, os espécimes foram fixados em um dispositivo específico a fim de evitar a interferência das variações de temperaturas externas.

As mensurações foram realizadas a partir do início do tratamento, a cada segundo, até a conclusão do protocolo de aplicação do laser diodo. A diferença de temperatura obtida entre o valor inicial (T_i) e o valor de maior elevação térmica (T_f) foi definida pela subtração da temperatura final menos a inicial ($T_f - T_i$) como a variação de temperatura em cada espécime, em função do protocolo de tratamento da área apicectomizada.

Avaliação da rugosidade da superfície

Após a realização dos protocolos de aplicação do laser, a mensuração da rugosidade (μm) em cada espécime foi obtida por meio de escaneamento em microscopia laser confocal (Olympus Stream), utilizando software específico (LEXT OLS4100; Olympus), com aumento de 1024x. Duas áreas da hemiseccção mesial apical, com as dimensões de $200\mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$, sendo uma próxima ao canal radicular e outra próxima à superfície externa radicular foram selecionadas para a avaliação.

Análise da incidência de resíduos

A face apical apicectomizada e submetida aos protocolos em avaliação de cada espécime foi previamente moldada com silicona de adição (Express XT; 3M Dental, São Paulo, SP, BR) e obtida a réplica em resina epóxi que foram montadas em stubs metálicos, submetidos aos procedimentos de metalização com ouro (ciclo único de 120s), sob vácuo em câmara específica (MED 010, Balzers Union, Balzers, Liechtenstein) e analisadas em microscopia eletrônica de varredura (JSM 6060; Jeol Co., Tokyo, Japan), operando em 20kV.

Duas imagens foram capturadas de cada espécime, com magnificação de 500x, sendo uma próxima ao perímetro do canal radicular e outra próxima à borda externa radicular. Todas as imagens foram obtidas pelo mesmo operador. Dois examinadores independentes e devidamente calibrados ($k = 0.82$) classificou a incidência de resíduos sobre a área apicectomizada, de acordo com os parâmetros propostos por Gutmann et al ¹⁹.

Análise estatística

Os dados obtidos nas avaliações de alteração de temperatura e de rugosidade de superfície foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk e subsequentemente aos testes de ANOVA one way e Tukey, com nível de significância de 5%.

Os dados obtidos para avaliação incidência de resíduos foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis e Tukey, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Avaliação da alteração de temperatura

Não houve diferença na alteração de temperatura entre os protocolos de irradiação da área apicectomizada ($P > 0.05$), porém todos demonstram significativa elevação da temperatura local, em relação ao CO-DW ($P < 0.05$).

A tabela 1 demonstra a média aritmética e desvio padrão da elevação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na superfície externa radicular, após a aplicação dos protocolos de irradiação a laser em função dos protocolos de irradiação da superfície apical apicectomizada.

Tabela 1. Média aritmética e desvio padrão da elevação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na superfície externa radicular, em função dos protocolos de irradiação da superfície apical apicectomizada.

	CO-DW	TL-2.5	TL-2.7	GE-1.5	GE1.7
media	0.0 ^a	7.76 ^b	6.64 ^b	8.28 ^b	10.46 ^b
sd	0.0	0.35	1.41	2.89	4.73

^{ab} Diferentes letras demonstram diferença estatística ($P < 0.05$). CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W. sd, desvio padrão.

Avaliação da rugosidade da superfície

Nas áreas analisadas próximo ao canal radicular e da superfície externa radicular, CO-DW e GE-1.5 demonstraram os menores valores de rugosidade de superfície (μm), em relação aos demais protocolos de irradiação da superfície apicectomizada ($P < 0,05$), porém foram similares entre si ($P > 0,05$). Não houve diferença nos valores de rugosidade entre TL-2.5, TL-2.7 e GE-1.7 ($P > 0,05$).

A tabela 2 demonstra a média aritmética e desvio padrão dos valores obtidos na mensuração da rugosidade (μm), próximo ao canal radicular e da superfície externa radicular, após os protocolos de tratamento da superfície radicular apicectomizada, analisadas por meio de microscopia confocal a laser.

Tabela 2. Média aritmética e desvio padrão dos valores obtidos na mensuração da rugosidade (μm), próximo ao canal radicular, após os protocolos de tratamento da superfície radicular apicectomizada, analisadas por meio de microscopia confocal a laser.

		CO-DW	TL-2.5	TL-2.7	GE-1.5	GE-1.7
RCP	media	0.65 ^a	0.82 ^b	0.88 ^b	0.72 ^a	0.84 ^b
	sd	0.08	0.06	0.08	0.08	0.09
ERS	media	0.56 ^a	0.81 ^b	0.86 ^b	0.65 ^a	0.82 ^b
	sd	0.13	0.11	0.19	0.06	0.118

^{ab} Diferentes letras na mesma linha demonstram diferença estatística ($P < 0.05$). CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; RCS, próximo ao canal radicular; ERS, perímetro da superfície externa radicular; sd, desvio padrão.

A figura 1 demonstra a imagem superficial e em 3D (1024x), representativa do padrão de rugosidade da superfície dentinária apicetomizada, após os protocolos avaliados, próxima ao canal radicular

A figura 2 demonstra a imagem superficial e em 3D (1024x), representativa do padrão de rugosidade da superfície dentinária apicetomizada, após os protocolos avaliados, próxima a superfície externa radicular.

Análise da incidência de resíduos

Na área próxima ao perímetro do canal radicular, as alterações morfológicas demonstradas pelos protocolos com uso de laser (TL-2.5, TL-2.7, GE-1.5 e GE-1.7) proporcionaram similares alterações morfológicas ($P > 0.05$), mas em maior magnitude que o demonstrado por CO-DW ($P < 0.05$).

Na área próxima ao perímetro da superfície externa radicular, CO-DW, TL-2.5 e GE-1.5 demonstraram similares perfis da morfologia da superfície radicular apicectomizada ($P > 0.05$). Por outro lado, TL-2.7 e GE-1.7 demonstraram as maiores alterações morfológicas da área irradiada ($P < 0.05$) e similares entre si ($P > 0.05$).

A tabela 3 demonstra a mediana, valores máximo e mínimo, primeiro e terceiro quartis dos escores atribuídos à incidência de resíduos demonstradas após os protocolos de tratamento da superfície radicular apicectomizada, nas áreas próximas ao canal radicular e da superfície externa radicular.

Tabela 3. Mediana, valores máximo e mínimo, primeiro e terceiro quartis dos escores atribuídos à incidência de resíduos demonstradas após os protocolos de tratamento da superfície radicular apicectomizada, nas áreas próximas ao canal radicular e da superfície externa radicular.

		CO-DW	TL-2.5	TL-2.7	GE-1.5	GE-1.7
	med	2 ^a	4 ^b	2 ^a	4 ^b	2 ^a
RCP	ma-mi	2 - 1	4 - 3	3 - 2	4 - 3	3 - 2
	1Q-3Q	2 - 2	4 - 4	2 - 3	3.25 - 4	2 - 3
	med	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2.5 ^a	2 ^a
ERS	ma-mi	3 - 2	3 - 2	3 - 2	3 - 2	3 - 2
	1Q-3Q	2 - 3	2 - 3	2 - 2.75	2 - 3	2 - 3

^{ab} Diferentes letras na mesma linha demonstram diferença estatística ($P < 0.05$). CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; RCS, próximo ao canal radicular; ERS, perímetro da superfície externa radicular; med, mediana; ma, valor máximo; mi, valor mínimo; 1Q, primeiro quartil; 3Q, terceiro quartil.

A figura 3 demonstra a imagem representativa da incidência de resíduos sobre a superfície dentinária apicectomizada, em função dos protocolos avaliados, nas áreas próximas ao canal radicular e superfície externa radicular.

DISCUSSÃO

Os dispositivos Thera Lase (TL) e Gemini (GE), nas maiores potências de irradiação, demonstraram alterar a rugosidade superficial da área apicetomizada, tanto próximo ao canal radicular como da superfície externa radicular, mas a incidência de resíduos foi menor na área próxima ao canal radicular com os protocolos TL-2.7 e GE-1.7, apesar de não haver diferenças no incremento da temperatura radicular após as diferenças potências de irradiação. Portanto, a hipótese nula foi rejeitada.

Recentemente, diferentes fontes de lasers têm sido avaliadas em áreas apicetomizadas e em cavidades para obturação retrógradas. Entretanto, a irradiação com dispositivos com fontes de diodo, tais como o AsGaAl são rotineiramente utilizadas para a desinfecção de canais radiculares e em cirurgia periapical ^{6,20}.

A ressecção do ápice radicular é uma estratégia cirúrgica que tem como objetivo a remoção de anomalias anatômicas e/ou biofilme microbiano, que interfere negativamente sobre o processo de reparo das lesões periapicais^{14,21}. Hipoteticamente, a superfície apicetomizada foi irradiada com AlGaAs laser com o objetivo de remover resíduos e promover o selamento dos túbulos dentinários, para minimizar a infiltração apical ^{2,8,16}.

Os resultados do presente estudo não demonstraram diferenças na alteração de temperatura na superfície radicular externa, em função do dispositivo utilizado (Thera Lase e Gemini) ou da potência de irradiação aplicada. Porém, todos proporcionaram significativo incremento na temperatura em relação ao protocolo controle. Uma vez que avaliação da alteração de temperatura no protocolo CO-DW foi analisada antes e imediatamente após a realização da apicectomia, praticamente não foi perceptível significativa elevação da temperatura radicular, pois o corte apical foi realizado com broca lisa e sob refrigeração ⁷.

A elevação da temperatura radicular está diretamente relacionada com o coeficiente de absorção da dentina ¹⁷. O laser diodo, independentemente da fonte de irradiação, é pouco absorvido pela hidroxiapatita e água presente no substrato dentinário ^{22,23}. Consequentemente a penetração óptica com o AlGaAs diodo laser possivelmente foi similar, independentemente da fonte de irradiação e potência utilizada, repercutindo diretamente na similaridade de resultados em relação aos parâmetros de alteração de temperatura ²⁴.

A análise da rugosidade da superfície radicular após a apicectomia permite selecionarmos estratégias cirúrgicas que impeçam ou minimizam a instalação de

biofilme microbiano apical ^{14,21}. Em ambas as áreas analisadas, o protocolo GE-1.5 proporcionou a menor rugosidade de superfície, similar aos demonstrado pelo CO-DW. A ressecção apical com o Er:YAG laser proporciona similar rugosidade da superfície dentinária em comparação à broca carbide ¹⁰. Mas, o laser diodo foi o utilizado em nosso estudo e apenas após a apicectomia, com pulso intermitente, fator que possivelmente contribuiu para a maior rugosidade da dentina radicular ^{3,4}, com exceção do protocolo GE-1.5, que foi utilizado em menor potência por cm² de área irradiada ²⁵.

A superfície dentinária deve estar adequadamente limpa e isenta de resíduos de material utilizado na obturação dos canais radiculares, a fim de evitar o comprometimento do processo de reparo apical¹. Os protocolos TL-2.7 e GE-1.7 demonstraram maior incidência de resíduos, apenas na área próxima ao canal radicular, com características indicativas de ser resíduos de material obturador, previamente plastificado pela irradiação em alta potência ¹⁸.

Por outro lado, conforme observado na figura 3, a característica de incidência de resíduos demonstrada pelos protocolos, seja submetido a irradiação ou não, na área próxima à superfície externa radicular foram similares, com a presença de um material amorfo sobre a dentina radicular ^{1,27}

A definição das potências e parâmetros de irradiação utilizadas nas fontes de irradiação foram determinadas a partir de um estudo piloto e fundamentada em estudos prévios ^{5,6,26,27}. A determinação amostral também foi determinada por estudos preliminares e em concordância com estudos que utilizaram similares metodologias ^{7,16,17}.

Os resultados obtidos em nosso estudo alertam para os possíveis efeitos que o laser diodo pode ocasionar sobre o substrato dentinário. Como os espécimes estavam desidratados, a propagação do AlGaAs laser pode ter sido alterada em relação aos dentes na cavidade bucal ^{17,28}. Outros estudos complementares são sugeridos para avaliar os efeitos destes protocolos sobre a integridade morfológica da estrutura dental e na resistência radicular ^{29,30}.

CONCLUSÃO

Os protocolos de irradiação com o TL-2.7 e GE-1.7 proporcionam os maiores valores de rugosidade superficial da área apicectomizada e incidência de resíduos próximo ao perímetro do canal radicular, em relação aos protocolos TL-2.5 e GE-1.5, porém sem demonstrar diferenças na variação de temperatura na superfície externa radicular. Diante do exposto, conclui-se que a melhor alternativa dentre os protocolos utilizados é do grupo GE-1.5 por apresentar o menor índice de rugosidade da superfície, assim como alterações morfológicas da área irradiada, quando comparado aos demais grupos experimentais irradiados.

REFERÊNCIAS

1. Duarte MA, Domingues R, Matsumoto MA, Padovan LE, Kuga MC. Evaluation of apical surface roughness after root resection: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007 Dec;104(6):e74-6.
2. Birang R, Kiani S, Shokraneh A, Hasheminia SM. Effect of Nd: YAG laser on the apical seal after root-end resection and MTA retrofill: a bacterial leakage study. *Lasers Med Sci*. 2015 Feb;30(2):583-9.
3. Cury MS, Silva CB, Nogueira RD, Campos MGD, Palma-Dibb RG, Geraldo-Martins VR. Surface roughness and bacterial adhesion on root dentin treated with diode laser and conventional desensitizing agents. *Lasers Med Sci*. 2018 Feb;33(2):257-262.
4. Macedo HS, Colucci V, Messias DC, Rached-Júnior FJ, Fernandes FS, Silva-Sousa YT, Raucci-Neto W. Effect of Nd:YAG (1064-nm) and Diode Laser (980-nm) EDTA Agitation on Root Dentin Ultrastructure Properties. *Photomed Laser Surg*. 2015 Jul;33(7):349-56.
5. Mayer L, Gomes FV, de Oliveira MG, de Moraes JF, Carlsson L. Peri-implant osseointegration after low-level laser therapy: micro-computed tomography and resonance frequency analysis in an animal model. *Lasers Med Sci*. 2016 Dec;31(9):1789-1795.
6. Pradelli, JA, Kuga, MC, Berbert, FLCV. Two diode lasers versus ultrasonic activation of EDTA: push-out analysis and penetrability by confocal analysis.

- Laser Dent Sci 2021;5, 61-8.
7. Ekici Ö, Aslantaş K, Kanık Ö, Keleş A. Temperature and time variations during apical resection. *Acta Odontol Scand*. 2021 Mar;79(2):156-160.
 8. Yamazaki R, Goya C, Yu DG, Kimura Y, Matsumoto K. Effects of erbium:chromium:YSGG laser irradiation on root canal walls: a scanning electron microscopic and thermographic study. *J Endod*. 2001 Jan;27(1):9-12.
 9. Negi S, Adhikari HD, Mazumder D, Lakiang RD, Bhardwaj S. Comparative evaluation of microleakage after root-end resection by erbium, chromium: Yttrium-scandium-gallium-garnet (Er, Cr:YSGG) laser and carbide bur with or without placement of mineral trioxide aggregate: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2019 Jul-Aug;22(4):391-395.
 10. Ayranci F, Ayranci LB, Arslan H, Omezli MM, Topcu MC. Assessment of root surfaces of apicect teeth: a scanning electron microscopy evaluation. *Niger J Clin Pract*. 2015 Mar-Apr;18(2):198-202.
 11. Aydemir S, Cimilli H, Mumcu G, Chandler N, Kartal N. Crack formation on resected root surfaces subjected to conventional, ultrasonic, and laser root-end cavity preparation. *Photomed Laser Surg*. 2014 Jun;32(6):351-5.
 12. Küçükkaya Eren S, Görduysus MÖ, Şahin C. Sealing ability and adaptation of root-end filling materials in cavities prepared with different techniques. *Microsc Res Tech*. 2017 Jul;80(7):756-762.
 13. Nanjappa AS, Ponnappa KC, Nanjamma KK, Ponappa MC, Girish S, Nitin A. Sealing ability of three root-end filling materials prepared using an erbium: Yttrium aluminium garnet laser and endosonic tip evaluated by confocal laser scanning microscopy. *J Conserv Dent*. 2015 Jul-Aug;18(4):327-30.
 14. Sunde PT, Olsen I, Debelian GJ, Tronstad L. Microbiota of periapical lesions refractory to endodontic therapy. *J Endod*. 2002 Apr;28(4):304-10.
 15. Ekici Ö, Aslantaş K, Kanık Ö, Keleş A. Evaluation of surface roughness after root resection: An optical profilometer study. *Microsc Res Tech*. 2021 Apr;84(4):828-836
 16. Goya C, Yamazaki R, Tomita Y, Kimura Y, Matsumoto K. Effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on smear layer at the apical stop and apical leakage after obturation. *Int Endod J*. 2000 May;33(3):266-71.
 17. Al-Karadaghi TS, Gutknecht N, Jawad HA, Vanweersch L, Franzen R. Evaluation of Temperature Elevation During Root Canal Treatment with Dual

- Wavelength Laser: 2780 nm Er,Cr:YSGG and 940 nm Diode. Photomed Laser Surg. 2015 Sep;33(9):460-6.
18. Mathew S, Raju IR, Sreedev CP, Karthick K, Boopathi T, Deepa NT. Evaluation of Push out Bond Strength of Fiber Post after Treating the Intra Radicular Post Space with Different Post Space Treatment Techniques: A Randomized Controlled In vitro Trial. J Pharm Bioallied Sci. 2017 Nov;9(Suppl 1):S197-S200
 19. Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, Guo IY, Saunders EM. Ultrasonic root-end preparation. Part 1. SEM analysis. Int Endod J. 1994 Nov; 27(6):318-24.
 20. Aziz A, Chandler NP, Hauman CH, Leichter JW, McNaughton A, Tompkins GR. Infection of apical dentin and root-end cavity disinfection. J Endod. 2012 Oct;38(10):1387-90.
 21. Trindade AC, de Figueiredo JAP, de Oliveira SD, Barth Junior VC, Gallo SW, Follmann C, Wolle CFB, Steier L, Morgental RD, Weber JBB. Histopathological, Microbiological, and Radiographic Analysis of Antimicrobial Photodynamic Therapy for the Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: A Study in Rats' Molars. Photomed Laser Surg. 2017 Jul;35(7):364-371.
 22. Gutknecht N, Franzen R, Meister J, Vanweersch L, Mir M. Temperature evolution on human teeth root surface after diode laser assisted endodontic treatment. Lasers Med Sci. 2005 Sep;20(2):99-103.
 23. Falkenstein F, Gutknecht N, Franzen R. Analysis of laser transmission and thermal effects on the inner root surface during periodontal treatment with a 940-nm diode laser in an in vitro pocket model. J Biomed Opt. 2014 Dec;19(12):128002.
 24. Beer F, Buchmair A, Wernisch J, Georgopoulos A, Moritz A. Comparison of two diode lasers on bactericidity in root canals--an in vitro study. Lasers Med Sci. 2012 Mar;27(2):361-4.
 25. Sun X, Ban J, Sha X, Wang W, Jiao Y, Wang W, Yang Y, Wei J, Shen L, Chen J. Effect of Er,Cr:YSGG Laser at Different Output Powers on the Micromorphology and the Bond Property of Non-Carious Sclerotic Dentin to Resin Composites. PLoS One. 2015 Nov 6;10(11):e0142311.
 26. Marques L, Holgado LA, Francischone LA, Ximenez JP, Okamoto R, Kinoshita A. New LLLT protocol to speed up the bone healing process-histometric and immunohistochemical analysis in rat calvarial bone defect. Lasers Med Sci. 2015 May;30(4):1225-30.

27. Rosa RA, Santini MF, Heiden K, Só BB, Kuga MC, Pereira JR, Só MV. SEM evaluation of the interface between filling and root-end filling materials. *Scanning*. 2014 Mar-Apr;36(2):252-7.
28. Patil CL, Gaikwad RP. Comparative evaluation of use of diode laser and electrode with and without two dentinal tubule occluding agents in the management of dentinal hypersensitivity: An experimental in vitro study. *J Indian Soc Periodontol*. 2020 Mar-Apr;24(2):150-155.
29. Ayrancı F, Ayrancı LB, Özdoğan A, Özkan S, Peker MÖ, Aras MH. Resistance to vertical root fracture of apicoected teeth using different devices during two root canal irrigation procedures. *Lasers Med Sci*. 2018 Nov;33(8):1685-1691.
30. Lopes FC, Roperto R, Akkus A, Akkus O, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD. Effects of different lasers on organic/inorganic ratio of radicular dentin. *Lasers Med Sci*. 2016 Apr;31(3):415-20.

4 CONCLUSÃO

Os protocolos de irradiação com o TL-2.7 e GE-1.7 proporcionam os maiores valores de rugosidade superficial da área apicectomizada e incidência de resíduos próximo ao perímetro do canal radicular, em relação aos protocolos TL-2.5 e GE-1.5, porém sem demonstrar diferenças na variação de temperatura na superfície externa radicular. Diante do exposto, conclui-se que a melhor alternativa dentre os protocolos utilizados é do grupo GE-1.5 por apresentar o menor índice de rugosidade da superfície, assim como alterações morfológicas da área irradiada, quando comparado aos demais grupos experimentais irradiados.

REFERÊNCIAS*

1. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the Literature—Part 1: comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod*. 2010; 36(11): 1757-65.
2. Sarda RA, Shetty RM, Tamrakar A, Shetty SY. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, diode laser, and sodium hypochlorite and their combinations on endodontic pathogens. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019; 28: 265-72.
3. Siqueira J, Rôças I, Ricucci D. Causas e manejo da periodontite apical pós-tratamento. *Br Dent J*. 2014; 216: 305–12.
4. Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PMH. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J*. 2017; 50(8):761-70.
5. Gao X, Tay F, Gutmann J. Avaliação por micro-TC de morfologias delta apicais em dentes humanos. *Sci Rep*. 2016; 6: 36501.
6. Xing H, Taguchi Y, Komasa S, Yamawaki I, Sekino T, Umeda M, Okazaki J. Effect of porphyromonas gingivalis lipopolysaccharide on bone marrow mesenchymal stem cell osteogenesis on a titanium nanosurface. *J Periodontol*. 2015; 86(3): 448-55.
7. Xiao B, Zou Z, Bhandari J, Zhang Y, Yan G. Exposure to diode laser (810nm) affects the bacterial adherence and biofilm formation in a *E. faecalis* biofilm model. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2020; 31: 101772.
8. 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. *J Clin Laser Med Surg*. 2004; 22(1): 9-13.
9. Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, Guo IY, Saunders E M. Ultrasonic root-end preparation Part 1. SEM analysis. *Int Endod J*. 1994; 27(6): 318–24.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

APÊNDICE A – METODOLOGIA DETALHADA

A) Seleção dos espécimes:

Cinquenta dentes conóides bovinos com rizogênese completa, sem reabsorções internas ou externas, ausência de trincas e curvatura acentuada foram selecionados. Para comprovação de tais características, foram realizadas tomadas radiográficas digitais no sentido proximal e análise em microscópio de cada espécime.

B) Preparo dos espécimes

Após a seleção dos espécimes, as raízes foram seccionadas transversalmente com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) a 17mm a partir do ápice radicular, e seus canais radiculares submetidos ao preparo biomecânico, até o comprimento real de trabalho (CRT) de 1mm aquém do forame apical. O CRT foi determinado a partir da introdução de uma lima Kerr de nº10 (Dentsply Maillefer. Nova York, Estados Unidos) até que fosse possível visualizar no ápice radicular, 1mm aquém do forame apical. Espécimes com diâmetro anatômico no CRT maior que lima k 25 foram substituídos.

O preparo biomecânico foi realizado com instrumentos manuais da primeira série de 21mm (Dentsply Maillefer. Nova York, Estados Unidos), todos com o CRT, a cada troca de lima o canal foi copiosamente irrigado com solução de hipoclorito de sódio a 1% (Asper. SP) com auxílio de uma seringa descartável de 5ml (Ultradent. Indaiatuba, Brasil) e ponta de irrigação e aspiração navitip de 25mm (Ultradent. Indaiatuba, Brasil) e aspiração com cânula endodôntica (Indusbello. Londrina, Brasil), para facilitar essa etapa os espécimes foram colocados em um suporte feito de alginato, para que ambas as mãos ficassem livres para a realização simultânea da irrigação e aspiração. Posteriormente foi utilizada a Protaper Universal F5 (Dentsply Maillefer. Nova York, Estados Unidos) de 21mm, no CRT, em função rotatória por intermédio de um motor elétrico (Endo Motor. China), dessa forma o protocolo de irrigação e aspiração foi realizado da mesma maneira, canal inundado anteriormente a instrumentação com hipoclorito de sódio a 1% (Asper, SP), ao término da instrumentação rotatória o canal foi abundantemente irrigado, com a mesma

solução anteriormente citada, assim como os mesmos meios para sua realização.

Subsequente a instrumentação, foi realizada irrigação final com ácido etilenodiamino tetra-acético 17% (EDTA), permanecendo por 3 minutos, o mesmo foi removido com irrigação de hipoclorito de sódio a 1%. As raízes foram secas com papel absorvente e obturadas pela técnica de condensação lateral ativa, empregando cones de guta-percha F5 (Dentsply Maillefer. Nova York, Estados Unidos) e cimento AH Plus. Com o auxílio de espaçadores digitais de nº 25 e 30 realizamos a condensação lateral introduzindo-os no sentido horário e removendo no anti-horário para que dessa forma possibilitasse a abertura de espaço para colocação de cones acessórios R7 e R8 dos quais também foram envolvidos em cimento obturador, até o momento em que os espaçadores não adentraram mais no canal radicular. Os excessos de guta-percha foram retirados com calcadores de Paiva aquecidos e condensação vertical. Em seguida realizou-se a limpeza da cavidade com bolinha de algodão embebida em álcool 70% e selamento cervical com resina composta (3M Espe, USA).

Os espécimes foram acondicionados em um pote plástico com tampa, sendo feita uma camada de gazes umedecidas em água destilada para acomodação dos espécimes, sendo mantidos por sete dias em estufa a 37° e umidade relativa de 100%.

Decorridos sete dias, o total dos espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de modo que a metade deles foi submetida a confecção de uma fenda longitudinal nas faces vestibular e palatina para posterior clivagem.

A apicectomia foi realizada em todos os espécimes, foi realizada uma marcação a 3mm do ápice radicular com uma caneta permanente azul (Pilot. São Paulo, Brasil), sendo acomodados em uma mini morsa (Idea. Campinas, Brasil) para estabilização e assim iniciar o seccionamento, realizado por meio de uma broca Zekrya (Microdont. São Paulo, Brasil), acoplada a uma alta rotação (Dabi Atlante. Ribeirão Preto, Brasil) sendo realizado o seccionamento em um ângulo perpendicular ao longo eixo da raiz com farta irrigação com soro fisiológico a 3mm do ápice radicular.

C) Grupos experimentais

Quadro 1 – Grupos experimentais

Grupos	Tratamentos
Grupo 1	Irrigação com 5mL de soro fisiológico e secagem com uma gaze
Grupo 2	<i>Laser Thera Lase Surgery</i> na potência de 2,5W por 3 aplicações de 10 segundos cada, descanso de 10 segundos entre elas, no intervalo 2mL de soro fisiológico para irrigação + 5mL de soro fisiológico ao final e secagem com uma gaze
Grupo 3	<i>Laser Thera Lase Surgery</i> na potência de 2,7W por 2 aplicações de 10 segundos cada, descanso de 10 segundos entre elas, no intervalo 2mL de soro fisiológico para irrigação + 5mL de soro fisiológico ao final e secagem com uma gaze
Grupo 4	<i>Laser Gemini</i> na potência de 1,5W por 3 aplicações de 10 segundos cada, descanso de 10 segundos entre elas, no intervalo 2mL de soro fisiológico para irrigação + 5mL de soro fisiológico ao final e secagem com uma gaze
Grupo 5	<i>Laser Gemini</i> na potência de 1,7W por 2 aplicações de 10 segundos cada, descanso de 10 segundos entre elas, no intervalo 2mL de soro fisiológico para irrigação + 5mL de soro fisiológico ao final e secagem com uma gaze

Fonte: Elaboração própria.

D) Microscopia confocal

Após o tratamento da superfície apical, quatro espécimes de cada grupo foram selecionados aleatoriamente para realização de microscopia confocal, dessa forma foi necessário a realização de um corte de 3mm de espessura para possibilitar sua introdução no microscópio, sendo usada uma broca Zekya em alta rotação.

Após os cortes serem finalizados a superfície antagonista a que foi aplicada o laser foi regularizada com uma lixa d' água 1200. Sendo assim os elementos de cada grupo foram submetidos ao teste microscopia confocal, do qual proporciona a medição com elevada precisão para a verificação das variações no relevo da superfície, ou seja, a existência de rugosidade, sendo realizado em aparelho de microscopia confocal de varredura a laser.

E) Microscopia Eletrônica de Varredura:

Para realização da MEV, três espécimes de cada grupo experimental foram levados para estufa a 37 graus por um período de 24 horas para que ficassem sem nenhuma umidade. Passado esse período foram feitas réplicas da região apicectomizada dos cinco grupos experimentais, sendo 3 espécimes utilizados de cada um deles. Para o seguinte fim, quinze recipientes plásticos foram utilizados como base para condicionar silicona de adição Express XT(3M Dental Products – São Paulo; Brasil) para que assim os espécimes pudessem ser acomodados nesse material de forma a gerar uma moldagem da região apicectomizada. Com a silicona de adição já em seu tempo de presa final, manipulamos resina epóxi da qual será a responsável pela réplica fiel dessa região, sendo então colocada em uma seringa descartável de 20ml para facilitar sua colocação no interior da moldagem.

Com as réplicas estivessem completamente secas, em um organizador plástico com sílica gel até o momento da realização do MEV. Os espécimes foram fixados em um cilindro de alumínio (*stub*) com auxílio de uma fita dupla fase de carbono para que então pudessem receber uma cobertura de ouro de 100Å – 180Å a 50Ma mediante ao uso de metalizador, e fossem levados ao interior do microscópio de varredura para as análises. Utilizando um aumento de 500x, foram capturadas duas imagens de cada espécime, sendo uma próxima

a guta percha e a outra próxima a borda do espécime.

As imagens obtidas através da microscopia eletrônica de varredura foram avaliadas seguindo os seguintes escores, presentes na tabela, para a região apicectomizada, verificando a presença de fusão tecidual com oclusão parcial ou total dos túbulos dentinários.

Quadro 2 - Critérios usados para classificação do laser na porção apicectomizada

Escore	Critério
1	Pouco ou nenhum resíduo superficial cobrindo até 25% do espécime
2	Detritos leves a moderados cobrindo entre 25 e 50%, do espécime
3	Detritos moderados a pesados cobrindo entre 50 e 75% do espécime
4	Grandes quantidades de cobertura de detritos agregados ou dispersos, mais de 75% dos espécimes

Fonte: Gutmann et al.¹ (1994).

Referência Apêndice A

1. Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, Guo IY, Saunders E M. Ultrasonic root-end preparation Part 1. SEM analysis. Int Endod J. 1994; 27(6): 318–24.

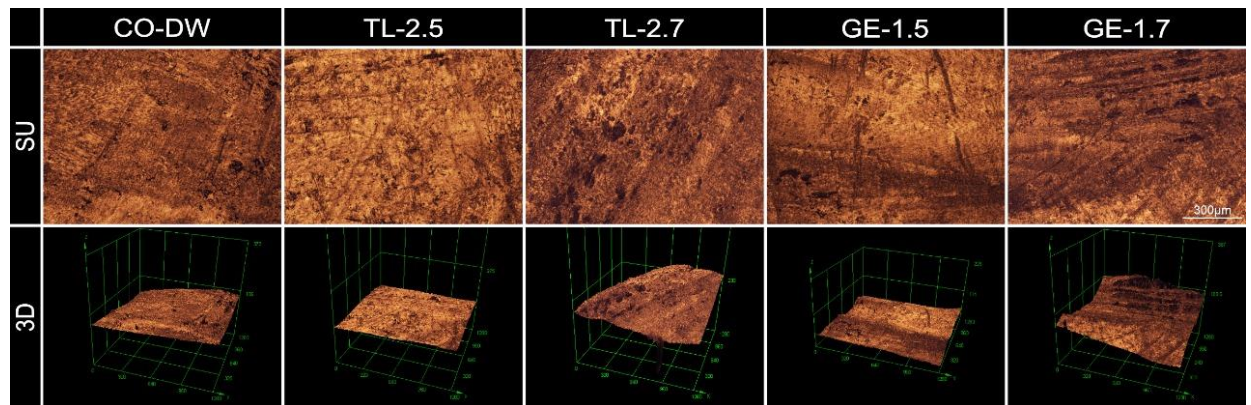
APÊNDICE B – LEGENDAS DAS FIGURAS

Fig. 1. Imagem representativa do padrão de rugosidade demonstrada sobre a dentina radicular apicectomizada, na superfície e em 3D, em função dos protocolos avaliados, na área próxima ao canal radicular. CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; SU, visão da superfície apicetomizada; 3D, visão em 3D da superfície apicetomizada. (escala: 300µm; magnificação 1024x)

Fig. 2. Imagem representativa do padrão de rugosidade demonstrada sobre a dentina radicular apicectomizada, na superfície e em 3D, em função dos protocolos avaliados, na área próxima à superfície externa radicular. CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; SU, visão da superfície apicetomizada; 3D, visão em 3D da superfície apicetomizada. (escala: 300µm; magnificação 1024x)

Fig. 3. Imagem representativa do padrão de incidência de resíduos sobre a dentina radicular apicectomizada, em função dos protocolos avaliados, na área próxima ao canal radicular e da superfície externa radicular e. CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; RCP, próximo ao canal radicular; ERS, superfície externa radicular (escala: 50µm; magnificação: 500x).

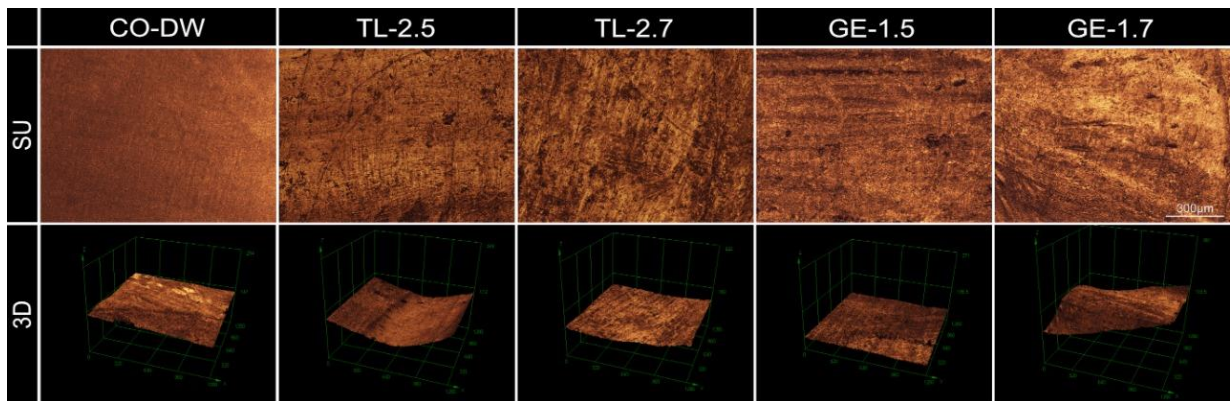
Figura 1 - Imagem representativa do padrão de rugosidade demonstrada sobre a dentina radicular apicectomizada, na superfície e em 3D, em função dos protocolos avaliados, na área próxima ao canal radicular



CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; SU, visão da superfície apicetomizada; 3D, visão em 3D da superfície apicetomizada. (escala: 300µm; magnificação 1024x).

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

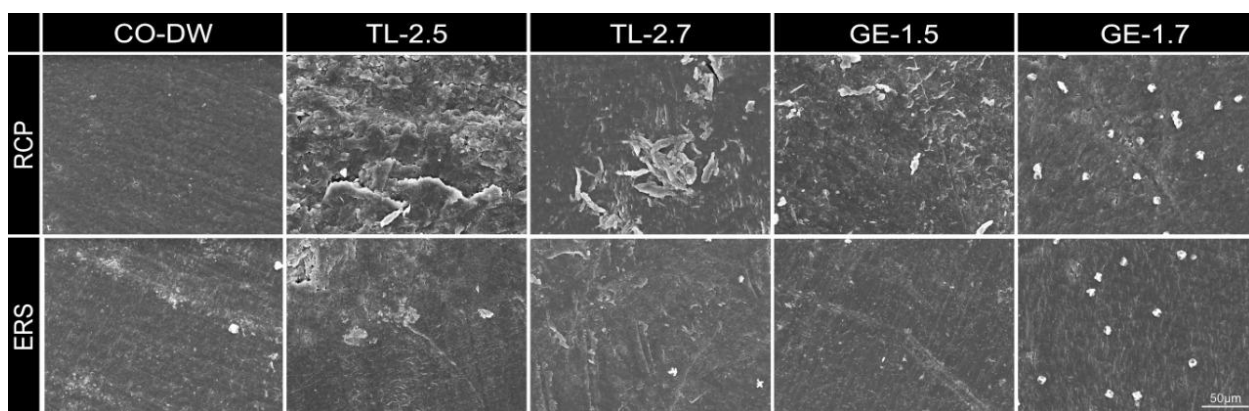
Figura 2 - Imagem representativa do padrão de rugosidade demonstrada sobre a dentina radicular apicetomizada, na superfície e em 3D, em função dos protocolos avaliados, na área próxima à superfície externa radicular



CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; SU, visão da superfície apicetomizada; 3D, visão em 3D da superfície apicetomizada. (escala: 300µm; magnificação 1024x).

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 3 - Imagem representativa do padrão de incidência de resíduos sobre a dentina radicular apicectomizada, em função dos protocolos avaliados, na área próxima ao canal radicular e da superfície externa radicular



CO-DW, controle; TL-2.5, Thera Lase em potência de 2.5W; TL-2.7, Thera Lase em potência de 2.7W; GE-1.5, Gemini em potência de 1.5W; GE-1.7, Gemini em potência de 1.7W; RCP, próximo do canal radicular; ERS, superfície externa radicular (escala: 50µm; magnificação: 500x).

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

ANEXO A - CERTIFICADO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Araraquara



FACULDADE DE ODONTOLOGIA

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada *"Efeito de dois lasers diodo, no tratamento dentinário de apicectomias e retropreparos e na adesividade de retrobturações"* registrada com o nº 36/2020, sob a responsabilidade do(a) **Prof(a). Dr(a). Fábio Luiz Camargo Villela Berbert** – que envolve a utilização de dentes/ossos bovinos para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela **COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA** em reunião de 24/02/2021.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	Maio/2022
Espécie/linhagem/raça	Dentes bovinos
Nº de animais	150
Peso/Idade	"
Sexo	"
Origem	Frigorífico Terra do Boi

Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de dois anos após a data de defesa (16 de março de 2024)

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 16 de março de 2022

Victória Maria Fiscarelli