

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 29/03/2020.



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



**Ariel Zogbi Barbosa Mançaneres**

**Efeito do laser diodo de alta potência na redução bacteriana em canais  
radiculares infectados por *Enterococcus faecalis***

**Araraquara**

**2018**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Ariel Zogbi Barbosa Mançanares**

**Efeito do laser diodo de alta potência na redução bacteriana em canais radiculares infectados por *Enterococcus faecalis***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na Área de Endodontia

**Orientador:** Prof. Dr. Fabio Luiz Camargo Villela Berbert

**Co-orientador:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

**Araraquara**

**2018**

Maçanares, Ariel Zogbi Barbosa

Efeito do laser diodo de alta potência na redução bacteriana em canais radiculares infectados por *Enterococcus faecalis* / Ariel Zogbi Barbosa Maçanares. -- Araraquara: [s.n.], 2018 41 f. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Fabio Luiz Camargo Villela Berbert

Coorientadora: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro

Tanomaru

1. Lasers semicondutores 2. Endodontia 3. *Enterococcus faecalis*. I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

**Ariel Zogbi Barbosa Mançanares**

**Efeito do laser diodo de alta potência na redução bacteriana em canais radiculares infectados por *Enterococcus faecalis***

**Comissão julgadora**

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Endodontia**

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Fabio Luiz Camargo Villela Berbert

2° Examinador: Profa. Dra. Flaviana Bombarda de Andrade

3° Examinador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

Araraquara, 29 de Março de 2018

## **DADOS CURRICULARES**

### **Ariel Zogbi Barbosa Mançanares**

NASCIMENTO: 01/07/1993 – São João da Boa Vista - SP

FILIAÇÃO: Maria Luiza Zogbi Barbosa

Antônio Roberto Araújo Mançanares

2011-2015: Graduação em Odontologia na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP/USP

2016-2018: Pós-graduação em Odontologia – Área de Endodontia, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Antônio Roberto Araújo Mançanares e Maria Luiza Zogbi Barbosa** pelo apoio durante esses dois anos, pelos conselhos e força nos momentos difíceis. Sem vocês eu não estaria aqui hoje.

À **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)**, na pessoa de seu magnífico Reitor Prof. Dr. Sandro Roberto Valentini e Vice-Reitor Prof. Dr. Sérgio Roberto Nobre.

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP**, na pessoa da sua Diretora Profa. Elaine Maria Sgavioli Massucato e Vice-diretor Prof. Dr. Edson Alves Campos.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Villela Berbert**, pela paciência e apoio durante o desenvolvimento do curso. Agradeço pela oportunidade de trabalharmos juntos e deixo aqui meu respeito e gratidão.

À minha co-orientadora, **Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru**, pelo entusiasmo e orientação durante todos os procedimentos experimentais, aprendi muito trabalhando ao seu lado.

Aos professores do departamento, **Mário Tanomaru Filho, Idomeo Bonetti Filho e Milton Carlos Kuga** por sempre estarem dispostos a ajudar. Tenho um respeito imenso por todos.

Aos **funcionários da faculdade**, em especial, José Alexandre, que sempre esteve disponível para ajudar com prontidão e paciência.

Aos **meus colegas de turma e doutorandos** que sempre estiveram dispostos a auxiliar no que fosse preciso. Aprendi muito com todos. Gisselle, sempre me ajudando em todas as etapas experimentais até a fase de revisão final. Hernán, meu anjo da guarda que nunca decepcionou. Victor, pela parceria. Jáder, pelo bom humor. Tiago, que já considero um professor desde o primeiro dia, sempre me ajudando sem esperar nada em troca.

Aos **meus amigos e vizinhos**, Gabriel e Nathália, pelos choros seguidos de risos que fizeram minhas noites mais leves para continuar os trabalhos. Por tudo que não cabe no lattes.

Ao meu **namorado**, Artur, pela força e apoio e por sempre me fazer acreditar em eu mesma.

À **CAPES** pela concessão da bolsa de estudos

À todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho, minha sincera gratidão.



“De tudo, ficaram três coisas: a certeza de que ele estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sono uma ponte, da procura um encontro.”

Fernando Sabino<sup>1</sup>

Mançaneres AZB. Efeito do laser diodo de alta potência na redução bacteriana em canais radiculares infectados por *Enterococcus faecalis* [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

## RESUMO

O sucesso do tratamento endodôntico depende da eliminação de microrganismos do sistema de canais radiculares. As soluções irrigadoras e métodos mecânicos são incapazes de eliminar completamente as bactérias, que penetram profundamente nos túbulos dentinários e sistema de canais radiculares. Novos métodos de descontaminação intracanal, como o laser, têm sido estudados. Este estudo *ex vivo* foi realizado para avaliar o efeito antibacteriano de um laser diodo de alta potência, a irrigação convencional e combinação destas técnicas em dentes contaminados com biofilme de *Enterococcus faecalis*. Sessenta e cinco dentes unirradiculados com canal único foram selecionados, suas coroas foram removidas e as raízes padronizadas em 15mm e foram preparados com limas manuais e Reciproc R50. Posteriormente foram preparados para o estudo microbiológico. Seus forames apicais foram selados com resina fotopolimerizável e a superfícies externa radicular foi impermeabilizada com adesivo epoxi e os espécimes foram fixados em placas de 24-poços e esterilizados com óxido de etileno. Cinquenta e cinco foram contaminados com *E. faecalis*. Após 21 dias de incubação, os espécimes foram divididos em três grupos experimentais (n = 15): NaOCl, Solução salina + laser (SS+laser), e NaOCl + laser; e dois grupos controle (n = 10): Controle positivo (C+) e controle negativo (C-). No grupo NaOCl os espécimes foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio-NaOCl a 2,5%; no grupo SS+laser, foram irrigados com 5 mL de solução salina e posteriormente irradiados com laser diodo de alta potência 808 nm com 1,5 W em três aplicações de 5 x 5 s; no grupo NaOCl + laser, foram irrigados com 5 mL de NaOCl a 2,5% e posteriormente irradiados com laser da mesma maneira que no grupo anterior. Foram realizadas três coletas microbiológicas (C1- 21 dias após contaminação, C2- imediatamente pós-tratamento e C3- após 7 dias do tratamento). Após diluição decimal seriada e plaqueamento, foi realizada a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC mL<sup>-1</sup>). Na C1, todos os grupos experimentais apresentaram contaminação bacteriana; Na C2, os grupos NaOCl e NaOCl + laser não apresentaram crescimento bacteriano, diferente do grupo SS + laser que apresentou crescimento bacteriano, porém houve uma redução significativa quando comparado ao grupo C+; Na C3, após sete dias do tratamento, todos os grupos apresentaram crescimento bacteriano. NaOCl e NaOCl + laser foram mais eficazes na redução bacteriana em comparação ao grupo de SS + laser (p<0,05) e estes não apresentaram diferença estatística entre si (p>0,05). Nos parâmetros estudados, conclui-se que o laser diodo de alta potência não demonstra efeito significativo em relação ao NaOCl na redução bacteriana intracanal. Novos protocolos de irradiação com laser devem ser estudados frente ao *E. faecalis*.

**Palavras chave:** Lasers semicondutores. Endodontia. *Enterococcus faecalis*.

Mançanares AZB. The effect of high-power diode laser for intracanal bacterial reduction of *Enterococcus faecalis* [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

## ABSTRACT

The success of the endodontic treatment depends on the elimination of microorganisms from the root canal system. The irrigant solutions and mechanical methods are incapable of eliminating bacteria, which penetrate deeply into the dentinal tubules and root canal systems. New methods of intracanal decontamination, like lasers, have been studied. This *ex vivo* study was done to evaluate the antibacterial effect of a high-power diode laser, conventional irrigation and the combination of these techniques in teeth contaminated with *Enterococcus faecalis* biofilm. Sixty-five uniradicular teeth with single canal were selected, their crowns were removed, and roots were standardized with 15 mm and were prepared with manual files and Reciproc R50. Afterwards, they were prepared for microbiological study. Their apical foramen was sealed with light cured resin and their root external surfaces were sealed with Epoxi adhesive and the specimens were attached to 24-well microplates and sterilized with ethylene oxide. Fifty-five specimens were contaminated with *E. faecalis*. After 21 days of incubation, the specimens were divided into three experimental groups (n = 15): NaOCl, Saline + laser (SS+laser), and NaOCl + laser; and two control groups (n = 10): Positive control (C+) and negative control (C-). In the NaOCl group, the specimens were irrigated with 5 mL of 2,5% sodium hypochlorite – NaOCl; in the SS+laser group, they were irrigated with 5 mL of saline and then irradiated with high-power diode laser with 808 nm and 1,5W, in three applications of 5 x 5 s; In the NaOCl + laser group, they were irrigated with 5 mL of 2,5% NaOCl and then irradiated with laser in the same protocol as the previous group. Three microbiological samples were collected (C1- 21 days after inoculation, C2- immediately after treatment and C3- after 7 days of treatment). After decimal dilution and plating, counting of colony forming units (CFU mL<sup>-1</sup>) was done. In the C1, all experimental groups showed bacterial contamination; in the C2, the NaOCl and NaOCl + laser didn't show bacterial growth, differing from the SS + laser group, that showed bacterial growth, but also showed significant bacterial reduction when compared to the C+ group; in the C3, seven days after treatment, all groups showed bacterial growth. NaOCl and NaOCl + laser were more efficient in bacterial reduction when compared to the SS + laser group (p<0,05) and they didn't show statistical difference between them (p>0,05). In the studied parameters, it was concluded that the high-power diode laser didn't show significant effect when compared to NaOCl in intracanal bacterial reduction. New laser irradiation protocols should be studied against *E. faecalis*.

**Keywords:** Lasers. Endodontics. *Enterococcus faecalis*.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>3 PUBLICAÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico, em casos de necrose pulpar, dependem da eliminação de microorganismos do sistema de canais radiculares, evitando a prevalência de bactérias viáveis causadoras de inflamação periapical persistente, para que possa ser realizada a sua obturação<sup>2</sup>.

Para a remoção da infecção são utilizados métodos físicos e químicos, porém estes são incapazes de livrar completamente o sistema de canais radiculares das bactérias<sup>3,4</sup>, já que estas têm a capacidade de penetrar profundamente nos túbulos dentinários, em uma profundidade de até 1100  $\mu\text{m}$ <sup>5</sup>. Dificultando também a ação de soluções irrigadoras, como EDTA e NaOCl, que agem por contato direto e são incapazes de penetrar profundamente nos túbulos dentinários, assim como demonstrou Berutti et al.<sup>6</sup> em estudo que testou a ação das soluções irrigadoras NaOCl a 5% seguida por EDTA a 10%, obtendo o resultado de que estas alcançaram uma profundidade máxima de 300  $\mu\text{m}$  nos túbulos dentinários, que tem como consequência uma contaminação residual no sistema de canais radiculares pós tratamento, devido à capacidade de profunda penetração das bactérias.

Esta contaminação residual no sistema de canais radiculares é um dos principais motivos do insucesso do tratamento endodôntico<sup>7</sup>. Com o advento da microtomografia computadorizada, hoje conhecemos melhor a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares<sup>8,9</sup>, elevando a ciência de que mesmo quando o preparo biomecânico é realizado com os métodos convencionais nos mais elevados padrões técnicos, ainda é impraticável a instrumentação e mesmo a limpeza mesmo que química de algumas áreas, tornando a completa remoção bacteriana praticamente impossível<sup>10</sup>, salientando a importância do uso de métodos complementares de desinfecção<sup>11</sup>.

Além da dificuldade de desinfecção do complexo de túbulos dentinários, a *Enterococcus faecalis*, bactéria Gram-positiva e anaeróbia facultativa<sup>12</sup>, é frequentemente encontrada nos casos de insucesso do tratamento endodôntico<sup>13</sup>. Em estudo de Siqueira e Rôças<sup>14</sup> essa espécie de bactéria resistente foi encontrada em 77% dos casos de dentes com lesão periapical persistente ao tratamento e tal persistência ocorre devido à resistência dessa bactéria ao pH alcalino<sup>15,16</sup>, determinado por pastas à base de hidróxido de cálcio, comumente utilizadas como medicação intracanal na fase desinfecção<sup>17</sup>, além desse microorganismo ser capaz de

formar biofilme<sup>18-21</sup> e apresentar diversos fatores de virulência como produção de substâncias agregadoras, enzimas líticas, adesinas de superfície, entre outros, e proliferar profundamente nos túbulos dentinários<sup>22</sup>.

Atualmente, têm sido estudadas novas maneiras de combater a infecção no sistema de canais radiculares, como a utilização de lasers. No entanto foi demonstrado que tanto o laser de baixa potência como o LED têm sido insuficientes para a redução bacteriana almejada para o sucesso endodôntico<sup>23,24</sup>. Souza et al.<sup>24</sup> realizou um estudo avaliando a terapia fotodinâmica como complementação ao método convencional de instrumentação e irrigação do sistema de canais radiculares, não obtendo mudança significativa na desinfecção do sistema de canais radiculares e sugerindo a busca de um melhor protocolo. Em 2013, Frota<sup>23</sup> realizou um estudo verificando a eliminação da *E. faecalis* intracanal e do sistema de canais radiculares com a utilização do LED, em diferentes tempos de aplicação, associado à cúrcuma como agente fotosensibilizador, e encontraram apenas 32% de eliminação bacteriana com 10 minutos de aplicação e a recontaminação do canal por parte de microrganismos do sistema de canais radiculares foi verificada após sete dias. Daí a importância deste período de avaliação pós-operatória, pois mesmo que os microrganismos presentes na luz do canal sejam eliminados, pode haver persistência destes nos túbulos, causando uma recolonização. Os resultados sugeriram que a utilização de lasers é um caminho para mais estudos, já que, até o momento, tanto o LED quanto o laser de baixa potência têm se mostrado insuficientes para a obtenção de total descontaminação intracanal e de todo o sistema de canais radiculares contaminados com *E. faecalis*.

A necessidade do emprego de maiores potências tem sido fonte de estudo para a descontaminação do sistema de canais radiculares<sup>25</sup>. O laser Diodo é um laser de alta potência capaz de ser transmitido através de fibras ópticas finas e flexíveis, que podem ser inseridas nos canais radiculares e assim, possibilitando melhor propagação e penetração da luz pelos túbulos dentinários, oferecendo assim melhor efeito antibacteriano, tornando-se uma boa opção para aplicação intracanal, visando a descontaminação<sup>26</sup>.

Um estudo de Gutknecht et al.<sup>26</sup> em discos de dentina bovina resultou em um alcance de 1000 µm de profundidade nos túbulos dentinários com um laser (Biolase, Can Clemente, CA) que emite dois comprimentos de onda simultaneamente (laser Er,Cr:YSGG de 2780nm e laser diodo de 940nm). Neste estudo, blocos de dentina

de diferentes espessuras foram irradiados do lado oposto ao da inoculação com *E. faecalis* para avaliar a influência da espessura dentinária na eficiência bactericida deste laser. Além disso, de modo a simular a irradiação intracanal, os blocos de dentina foram irradiados com uma angulação de incidência de 5 graus entre a ponta da fibra óptica e a dentina.

Borges et al.<sup>27</sup> estudaram a descontaminação de blocos de dentina humana infectados com *E. faecalis* por lasers diodo de diferentes comprimentos de onda (808 nm e 970 nm) em modo contínuo de aplicação totalizando 2 W de potência aplicados em cada espécime, associados ou não com a simulação da irrigação prévia com NaOCl a 2,5% ou clorexidina a 2%, mantendo os blocos de dentina imersos nas soluções irrigadoras durante 5 minutos, concluindo que em todos os protocolos testados houve redução do contingente bacteriano, no entanto a associação com as soluções não melhorou significativamente a redução bacteriana.

Em um estudo realizado por Beer et al.<sup>28</sup> comparando dois lasers diodo (um de 810 nm de comprimento de onda e outro de 940 nm) na sua capacidade bactericida nos canais radiculares, foi descrita uma redução bacteriana de *E. faecalis* de 98.8% com laser diodo de 810 nm e de 99.66% com o de 940 nm, em dentes que não tiveram suas coroas removidas, de modo a simular a situação clínica, incluindo a cavidade de acesso no protocolo de irradiação.

Já em um estudo realizado por Sohrabi et al.<sup>29</sup>, foi comparada a atividade antibacteriana sobre *E. faecalis* da irrigação convencional com hipoclorito de sódio a 5.25% e da irradiação com laser diodo 980 nm, com 2 W em modo contínuo, resultando em 99.87% de redução do contingente bacteriano com a solução irrigadora, sem aplicação de laser, e 96.56% de redução quando o canal foi somente irradiado com o laser de alta potência, propondo que este laser seja considerado como manobra complementar na desinfecção dos canais.

De Souza et al.<sup>30</sup> associou instrumentação com limas rotatórias, utilizando hipoclorito de sódio a 0.5% de solução irrigadora e irrigação final com EDTA-T a 17%, realizando em seguida a irradiação com laser diodo de alta potência 830 nm. Foram coletadas amostras de dentina circumpulpar e dentina mais profunda. Esta associação alcançou 100% de desinfecção, sobre *E. faecalis*.

Mehrvarzfar et al.<sup>31</sup> também obteve uma eliminação completa dessa espécie de bactérias quando associou a irrigação com solução MTAD seguida pela secagem do canal com pontas de papel absorvente estéreis e subsequente aplicação de laser

diodo de 810nm com 2W de potência. No entanto a metodologia empregada nestes estudos, avaliou a redução bacteriana apenas 24 h após o tratamento.

Sabe-se que a ativação desse laser converte a energia da luz em energia calórica, causando um aumento de temperatura na superfície externa das raízes. Estudos demonstram que uma temperatura entre 47°C e 50°C, ou seja, aumento em 10°C da temperatura corpórea durante 1 minuto poderá causar necrose óssea, devido ao grau reduzido de vascularização do tecido ósseo<sup>32</sup>.

O grau dos efeitos causados pelo laser é influenciado pelo comprimento de onda, potência, modo de irradiação, tempo de exposição e tipo de tecido alvo<sup>33</sup>. Devido às inúmeras combinações entre estes fatores encontradas na literatura para aplicação dos lasers de alta potência, torna-se necessária a busca por protocolos seguros para a utilização de um determinado tipo de laser, de acordo com as características de irradiação que este possa oferecer. Estudos apontam que a irradiação com laser em modo contínuo gera mais calor quando comparado com o modo pulsado<sup>34,35</sup>.

Moritz et al.<sup>33</sup> estudou a adequação de um laser diodo de comprimento de onda de 810 nm e 4 W de potência para desinfecção dos canais e demonstrou que a geração de calor é proporcional à duração da irradiação com laser, sendo que quando a fibra óptica foi mantida em uma posição no terço apical por 1, 2 e 3 s, os aumentos de temperatura registrados foram de 6, 12 e 18°C, portanto a fibra deve ser mantida em movimento constante dentro do canal radicular.

Gutknecht et al.<sup>34</sup> estudou um protocolo seguro para utilização intracanal de um laser diodo de 810 nm, encontrando que para este aparelho de laser as configurações de 3 e 4 W em modo pulsado, 3 W em modo contínuo, e 4 W em modo contínuo se mostraram seguras sendo que para as três primeiras configurações, deveria ser realizado 5 s de irradiação e 5 s de período de descanso, e para a última configuração seria recomendado um período de descanso de 10 s entre irradiações. O autor conclui, ainda, que para qualquer irradiação intracanal com laser diodo deve ser considerado um período de descanso de 5s entre as irradiações, para prevenir que o aumento de temperatura exceda os limites seguros aceitáveis.

Alfredo et al.<sup>35</sup> avaliou a variação de temperatura radicular externa nos terços cervical, médio e apical causadas pela irradiação com um laser diodo de 980 nm de comprimento de onda em diferentes parâmetros, concluindo que em todos os modos



operatórios, a potência de 1,5 W foi considerada segura para utilização no tratamento endodôntico, assim como a potência de 3 W em modo pulsado.

No entanto, cada estudo descreve parâmetros específicos para um determinado aparelho de laser em questão que muitas vezes não se trata do mesmo aparelho que será utilizado por outro autor, variando principalmente a potência e o comprimento de onda. Portanto, torna-se extremamente importante o conhecimento sobre o aparelho que se pretende utilizar, para garantir um protocolo seguro de aplicação clínica, pois a busca de uma completa desinfecção do sistema de canais radiculares deve ocorrer para que o sucesso do tratamento endodôntico seja alcançado, porém sem causar agressão tecidual, de modo que seja garantida a saúde às estruturas teciduais adjacentes.

Assim, embora consideremos como ponto de partida parâmetros a literatura quanto à aplicação do laser de alta potência, orientações importantes como as instruções do fabricante associadas à realização de estudos piloto são a grande chave para se alcançar um protocolo seguro para a utilização de um laser diodo de alta potência com a finalidade de redução bacteriana.

Outro fator a ser considerado, seria a possível alteração estrutural da superfície dentinária determinada pela irradiação laser. Jhingan et al.<sup>36</sup> estudou o efeito do laser diodo 940 nm na superfície dentinária intrarradicular e abertura dos túbulos após o preparo biomecânico e relatou a fusão da superfície dentinária intracanal, causando parcial à completa obliteração das aberturas tubulares, resultado que esteve de acordo com estudo prévio de Alfredo et al.<sup>37</sup>. Segundo os autores, estas áreas de fusão dentinária podem alterar a permeabilidade da superfície, podendo interferir na adesão de cimentos endodônticos. Entretanto, esta mesma obliteração dos túbulos dentinários pode oferecer grande efeito benéfico por dificultar a penetração de microrganismos reduzindo significativamente a chance de reinfecção local, podendo repercutir positivamente na taxa de sucesso do tratamento endodôntico.

#### **4 CONCLUSÃO**

O laser diodo de alta potência utilizado neste estudo, com o determinado protocolo, se mostrou mais eficaz quando combinado à irrigação convencional com NaOCl, não apresentando diferença estatística de quando foi realizada apenas a irrigação convencional. É sugerido que sejam desenvolvidos novos protocolos de irradiação, de modo a aumentar a eficácia do laser na redução bacteriana intracanal de *E. faecalis*.

## REFERÊNCIAS\*

1. Sabino F. O encontro marcado. 79. ed. Rio de Janeiro: Record; 2005.
2. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997; 30(5):297–306.
3. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod.* 1998; 24(11):763–7.
4. Neves MAS, Provenzano JC, Rôças IN, Siqueira JF. Clinical antibacterial effectiveness of root canal preparation with reciprocating single-instrument or continuously rotating multi-instrument systems. *J Endod.* 2016; 42(1):25–9.
5. Kouchi Y, Ninomiya J, Yasuda H, Fukui K, Moriyama T, Okamoto H. Location of *Streptococcus mutans* in the dentinal tubules of open infected root canals. *J Dent Res.* 1980; 59(12):2038–46.
6. Berutti E, Marini R, Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod.* 1997; 23(12):725–7.
7. Hancock HH, Sigurdsson A, Trope M, Moiseiwitsch J. Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 91(5):579–86.
8. Harris SP, Bowles WR, Fok A, McClanahan SB. An anatomic investigation of the mandibular first molar using micro-computed tomography. *J Endod.* 2013; 39(11):1374–8.
9. Wolf TG, Paqué F, Zeller M, Willershausen B, Briseño-Marroquín B. Root canal morphology and configuration of 118 mandibular first molars by means of micro-computed tomography: an ex vivo study. *J Endod.* 2016; 42(4):610–4.
10. Siqueira JF, Araújo MCP, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJS. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997; 23(8):499–502.
11. Kim Y, Chang S-W, Lee J-K, Chen I-P, Kaufman B, Jiang J, et al. A micro-computed tomography study of canal configuration of multiple-canal mesio-buccal root of maxillary first molar. *Clin Oral Investig.* 2013; 17(6):1541–6.
12. Zhang C, Du J, Peng Z. Correlation between *Enterococcus faecalis* and persistent intraradicular infection compared with primary intraradicular infection: a systematic review. *J Endod.* 2015; 41(8):1207–13.

---

\*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-normalizacaoatualizado.pdf>

13. Pinheiro ET, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Sousa ELR, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J.* 2003; 36(1):1–11.
14. Siqueira JF, Rôças IN. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 97(1):85–94.
15. Weckwerth PH, Zapata RO, Vivian RR, Tanomaru Filho M, Maliza AGA, Duarte MAH. In vitro alkaline pH resistance of *Enterococcus faecalis*. *Braz Dent J.* 2013; 24(5):474–6.
16. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J.* 2002; 35(3):221–8.
17. Kim D, Kim E. Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review - Part I. In vitro studies. *Restor Dent Endod.* 2014; 39(4):241–52.
18. Almeida JFA, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J.* 2007; 40(9):692–9.
19. Chivatxaranukul P, Dashper SG, Messer HH. Dentinal tubule invasion and adherence by *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2008; 41(10):873–82.
20. Dametto FR, Ferraz CCR, de Almeida Gomes BPF, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99(6):768–72.
21. Delgado RJR, Gasparoto TH, Sipert CR, Pinheiro CR, Moraes IG, Garcia RB, et al. Antimicrobial effects of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2010; 36(8):1389–93.
22. Kayaoglu G, Ørstavik D. Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004; 15(5):308–20.
23. Frota MF da. Terapia fotodinâmica em dentes contaminados com *Enterococcus faecalis* utilizando a curcumina como fotossensibilizador [Dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2013.
24. Souza LC, Brito PRR, Machado de Oliveira JC, Alves FRF, Moreira E JL, Sampaio-Filho HR, et al. Photodynamic therapy with two different photosensitizers as a supplement to instrumentation/irrigation procedures in promoting intracanal reduction of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2010; 36(2):292–6.

25. Saydjari Y, Kuypers T, Gutknecht N. Laser application in dentistry: irradiation effects of nd:yag 1064 nm and diode 810 nm and 980 nm in infected root canals—a literature overview. *Biomed Res Int.* 2016; 2016:8421656.
26. Gutknecht N, Al-Karadaghi TS, Al-Maliky MA, Conrads G, Franzen R. The bactericidal effect of 2780 and 940 nm laser irradiation on *Enterococcus faecalis* in bovine root dentin slices of different thicknesses. *Photomed Laser Surg.* 2016; 34(1):11–6.
27. Borges CC, Estrela C, Lopes FC, Palma-Dibb RG, Pecora JD, De Araújo Estrela CR, et al. Effect of different diode laser wavelengths on root dentin decontamination infected with *Enterococcus faecalis*. *J Photochem Photobiol B Biol.* 2017; 176:1–8.
28. 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; 27(2):361–4.
29. Sohrabi K, Sooratgar A, Zolfagharnasab K, Kharazifard MJ, Afkhami F. Antibacterial activity of diode laser and sodium hypochlorite in *Enterococcus Faecalis*-contaminated root canals. *Iran Endod J.* 2016; 11(1):8–12.
30. de Souza EB, Cai S, Simionato MRL, Lage-Marques JL. High-power diode laser in the disinfection in depth of the root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106(1):e68–72.
31. Mehrvarzfar P, Saghiri MA, Asatourian A, Fekrazad R, Karamifar K, Eslami G, et al. Additive effect of a diode laser on the antibacterial activity of 2.5% NaOCl, 2% CHX and MTAD against *Enterococcus faecalis* contaminating root canals: an in vitro study. *J Oral Sci.* 2011; 53(3):355–60.
32. Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent.* 1983; 50(1):101–7.
33. Moritz A, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Sperr W. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations. *Quintessence Int.* 1997; 28(3):205–9.
34. 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; 20(2):99–103.
35. Alfredo E, Marchesan MA, Sousa-Neto MD, Brugnera-Júnior A, Silva-Sousa YTC. Temperature variation at the external root surface during 980-nm diode laser irradiation in the root canal. *J Dent.* 2008; 36(7):529–34.
36. Jhingan P, Sandhu M, Jindal G, Goel D, Sachdev V. An in-vitro evaluation of the effect of 980 nm diode laser irradiation on intra-canal dentin surface and dentinal tubule openings after biomechanical preparation: scanning electron microscopic study. *Indian J Dent.* 2015; 6(2):85.

37. Alfredo E, Souza-Gabriel AE, Silva SRC, Sousa-Neto MD, Brugnera-Junior A, Silva-Sousa YTC. Morphological alterations of radicular dentine pretreated with different irrigating solutions and irradiated with 980-nm diode laser. *Microsc Res Tech.* 2009; 72(1):22–7.
38. Guerreiro-Tanomaru JM, Chávez-Andrade GM, Faria-Júnior NB de, Watanabe E, Tanomaru-Filho M. Effect of passive ultrasonic irrigation on *Enterococcus faecalis* from root canals: an ex vivo study. *Braz Dent J.* 2015; 26(4):342–6.
39. Harrison AJ, Chivatxaranukul P, Parashos P, Messer HH. The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of *Enterococcus faecalis* in experimentally infected root canals. *Int Endod J.* 2010; 43(11):968–77.
40. Siqueira-Jr J, Rocas I, Santos S, Lima K, Magalhaes F, Deuzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002; 28(3):181–4.
41. Dornelles-Morgental R, Guerreiro-Tanomaru JM, de Faria-Júnior NB, Hungaro-Duarte MA, Kuga MC, Tanomaru-Filho M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112(3):396–400.
42. Aranda-Garcia AR, Guerreiro-Tanomaru JM, Faria-Júnior NB, Chavez-Andrade GM, Leonardo RT, Tanomaru-Filho M, et al. Antibacterial effectiveness of several irrigating solutions and the endox plus system - an ex vivo study. *Int Endod J.* 2012; 45(12):1091–6.
43. Chávez Andrade GM. Atividade antimicrobiana, antibiofilme e citotóxica de soluções de nanopartículas de prata e Farnesol para desinfecção de canais radiculares [Tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2016.