



ANÁLISE COMPARATIVA DE LASERS DE BAIXA POTÊNCIA E AVALIAÇÃO DE SUA PERMEABILIDADE NO INTERIOR DOS TÚBULOS DENTINÁRIOS

Viviane de Oliveira Limeira Ferreira¹, Janus Micael Targa Ferreira², Joana Yumi Teruya Uchimura³, Mitsue Fujimaki⁴

¹Acadêmica do Curso de Odontologia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. vivianelimeira9913@gmail.com

²Doutorando, Discente no Programa de Pós Graduação em Odontologia, Campus Maringá-PR, Universidade Estadual de Maringá - UEM. janustarga@gmail.com

³Coorientadora, Doutora, Docente no Curso de Odontologia, Campus Maringá-Pr, Universidade Estadual de Maringá – UEM. joanayumi@gmail.com

⁴Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Odontologia, Campus Maringá-Pr, Universidade Estadual de Maringá – UEM. mfujimaki@uem.br

RESUMO

A terapia endodôntica é crucial no tratamento dental, e a eficácia das técnicas utilizadas está relacionada à redução do biofilme nos túbulos dentinários. O uso de lasers de baixa potência tem sido explorado como uma alternativa para melhorar a permeabilidade e a eficácia dos tratamentos endodônticos. É necessário comprovar que o azul de metileno associado ao processo de terapia fotodinâmica apresenta alta efetividade em sua permeação no interior dos túbulos, e se diferentes comprimentos de onda demonstram diferenças na permeação do laser no interior dos túbulos, visando benefícios significativos na prática clínica. Este trabalho tem como objetivo analisar *in vitro* a capacidade de permeação dos lasers de baixa potência através do corante azul-de-metileno na dentina radicular humana, através da terapia fotodinâmica. O estudo será conduzido após aprovação do Comitê de ética em Pesquisa envolvendo Seres humanos da Universidade Estadual de Maringá. Serão selecionados 120 dentes unirradiculados, extraídos com indicação terapêutica e as amostras montadas serão divididas em seis grupos. Para aplicação da terapia fotodinâmica será empregado dois lasers: o Duo MMO (MMO – São Carlos – SP) e DMC Therapy EC (DMC ABC Equipamentos – São Paulo – SP) e será calculado a energia de fluência ideal. A Espectroscopia Micro-Raman (MRS) e a Espectroscopia Fotoacústica de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR-PAS) serão utilizadas para medir os espectros dos espécimes. Os dados de MRS e FTIR serão processadas no software OPUS® (Bruker Optik GmbH). Os valores obtidos serão tabulados no Excel, será analisada posições dos picos e a atribuição de cada banda, para comparação.

Palavras-chave: Permeação; Terapia Fotodinâmica; Tratamento endodôntico; Túbulos dentinários.

1 INTRODUÇÃO

A remoção efetiva do biofilme bacteriano do interior dos canais radiculares, é uma preocupação importante na endodontia e está diretamente associada às taxas de sucesso do tratamento. A adequada limpeza, modelagem e desinfecção do sistema de canais radiculares, valendo-se da utilização dos instrumentos endodônticos, como limas manuais e rotatórias, e de substâncias químicas irrigadoras específicas, promovem a remoção da sujidade das paredes do canal radicular e da exposição do tecido dentinário favorecendo a eficácia de medicações e melhor resultado da obturação endodôntica (FERREIRA, 2006).

No entanto, a complexa anatomia do sistema de canais radiculares é um fator desafiador para estratégias antibacterianas, e alcançar a higienização completa torna-se um trabalho mais difícil, mesmo quando irrigantes e medicamentos intracanaís são usados. Além da instrumentação, estratégias complementares têm sido sugeridas para aumentar a desinfecção do sistema de canais radiculares, como a terapia fotodinâmica (TFD). A terapia fotodinâmica é baseada em corantes não tóxicos, conhecidos como fotossensibilizadores (FS) que interagem com as células-alvo e sofrem excitação na presença de luz visível de comprimento de onda adequado. Como consequência da interação FS-luz, são geradas espécies reativas de oxigênio e radicais. Todos eles afetam diferentes estruturas



bacterianas e as matam danificando seu citoplasma, membranas ou DNA (ALVES, Denise Ramos Silveira et al, 2022).

A obtenção de sucesso na terapia endodôntica tem suas proporções aumentadas na medida em que as diversas técnicas e diferentes etapas operatórias são desenvolvidas, a fim de proporcionar a diminuição de biofilme no interior dos túbulos dentinários. Dentre os fatores a serem considerados nesse contexto, a ampliação da permeabilidade dentinária desempenha importante papel (FERREIRA, 2006).

A dentina radicular humana, é composta por cerca de 70% de substâncias inorgânicas, 18% de substâncias orgânicas e 12% de água, sendo o principal componente inorgânico a hidroxiapatita.

Devido sua natureza tubular, a dentina apresenta específicas características de permeabilidade. Essas se manifestam em função da variação do número e diâmetro dos túbulos dentinários, fator esse vinculado ao terço radicular considerado, como também, comporta-se diferentemente frente à variação de substâncias químicas a ela aplicadas quando realizado um tratamento endodôntico.

No que tange à variação da permeabilidade dentinária, outros importantes aspectos devem ainda ser considerados. As mudanças fisiológicas naturais derivadas do avanço da idade, a ação de estímulos que promovem adaptações estruturais, bem como, a região dentinária considerada, se coronária ou radicular, são fatores que associados ou isoladamente contribuem para que não haja padrão uniforme de permeabilidade por parte do tecido dentinário.

Mesmo tendo em conta os aspectos já aludidos, a dentina radicular humana sempre se mostrará com diferentes índices de permeabilidade, considerados seus diferentes terços. A despeito disso tudo, é possível, com a utilização de substâncias químicas específicas, influenciar os padrões de permeabilidade da dentina e, independentemente de toda complexidade dos fatores envolvidos, torná-la relativamente equalizada em toda extensão radicular.

Desde que se acatou ser o domínio sobre o aumento da permeabilidade dentinária fator fundamental à melhor qualidade do tratamento endodôntico, diversos métodos de avaliação das variações da permeabilidade dentinária foram desenvolvidos. Dentre esses, cumpre destacar os que se valem do uso de isótopos radioativos, de endotoxinas, de microrganismos, de técnicas de filtração de fluidos; e, aqueles que empregam corantes como agentes indicadores.

Existe grande gama de artigos na literatura que descrevem a utilização de corantes como agentes permeadores. Embora sejam pesquisas dotadas de reconhecida validade científica, muitas controvérsias ainda circulam em torno do assunto.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar *in vitro* a capacidade de permeação dos lasers de baixa potência através do corante azul-de-metileno na dentina radicular humana, através da terapia fotodinâmica (TFD).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo *in-vitro* será conduzido após aprovação do Comitê de ética em Pesquisa envolvendo Seres humanos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Os critérios de inclusão são dentes permanentes superiores, hígidos, anteriores unirradiculados adquiridos através de doações de cirurgiões-dentistas. Como critérios de exclusão os dentes que apresentam restaurações de amálgama, próteses metálicas, tratamento endodôntico, canais calcificados/obliterados (calcificações pulpares), raízes dilaceradas, trincas, cáries extensas e fraturas serão excluídos. Os dentes serão radiografados por meio de um aparelho de raio x Kavo Focus® (Kavo Kerr, Joinville, Santa Catarina, Brasil) e a exposição será em um sensor digital Eagle S® - tamanho 1 (Dabi



Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) para assim analisarmos os critérios de inclusão e exclusão.

Serão selecionados 120 dentes unirradiculados, extraídos com indicação terapêutica, adquiridos através de doações de cirurgiões-dentistas. Em seguida, utilizaremos curetas de Gracey 5-6 (Hu-friedy, Chicago, EUA) para remoção de detritos e restos de ligamento periodontal da superfície radicular. Os espécimes ficarão inseridos em solução fisiológica a 0,9% em temperatura ambiente (25-30°C), para manter a hidratação até o momento da sua utilização (VENANTE et al., 2017). Para a seleção dos espécimes buscou-se dentes que apresentassem similaridade morfológica radicular. Serão incluídos neste estudo dentes, que após avaliação radiográfica, apresentaram canal único, reto e com largura vestibulo- palatina compatível com a faixa etária de 20 a 50 anos. Dentes à margem dessas características, com sinais de manipulação endodôntica anterior, portadores de calcificações difusas ou reabsorções internas serão excluídos (FERREIRA, 2006). Os dentes serão seccionados na porção coronal, na junção amelo-cementária sendo estabelecido um critério de padronização de 18mm de comprimento.

A preparação e instrumentação dos canais radiculares será realizada com o sistema Reciproc® (VDW, Munich, Germany) com instrumento R40. Para a irrigação utilizaremos 2mL de hipoclorito de sódio a 2,5%, e a aspiração realizada por meio de pontas NaviTip® (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) utilizando Kit de irrigação-aspiração Ultradent (Ultradent, South Jordan, UT, EUA). Terminada a instrumentação, os canais radiculares serão irrigados com 1mL de EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) a 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) agitado com auxílio de uma lima manual K #25 por 3 minutos, e ao final do preparo utilizou-se 5mL de soro fisiológico para a irrigação do canal radicular. Todos ficarão mantidos em soro fisiológico estéril.

A aplicação do azul de metileno será realizada através de seringas que contém a substância a 0,05% (Azul de metileno líquido 0,05% - seringas Chimiolux 5 – DMC)

Para aplicação da terapia fotodinâmica será empregado dois lasers: o laser Duo MMO (MMO – São Carlos – SP) e o laser DMC Therapy EC (DMC ABC Equipamentos – São Paulo – SP) e será calculado a energia de fluência ideal.

As amostras selecionadas serão divididas em seis grupos: grupo 01 com 20 dentes na qual não haverá aplicação de nenhum protocolo, grupo 02 em que aplicará azul de metileno, grupo 03 na qual será associada a aplicação do azul de metileno junto à terapia fotodinâmica com aparelho DUO MMO utilizando-se do comprimento de onda de 660nm (laser vermelho), grupo 04 na qual será associada a aplicação do azul de metileno junto à terapia fotodinâmica com aparelho DMC Therapy EC utilizando-se do comprimento de onda de 660nm (laser vermelho), grupo 05 na qual será associada a aplicação do azul de metileno junto à terapia fotodinâmica com aparelho DUO MMO utilizando-se do comprimento de onda de 880nm (laser infravermelho) e grupo 06 na qual será associada a aplicação do azul de metileno junto à terapia fotodinâmica com aparelho DMC Therapy EC utilizando-se do comprimento de onda de 880nm (laser infravermelho). Os dentes serão divididos didaticamente em três partes (Terços Cervical, médio e apical) para avaliação da permeação do azul de metileno junto a terapia fotodinâmica e será analisada em cada terço se a efetividade foi na mesma intensidade ou se houve variações.

A Espectroscopia Micro-Raman (MRS) e a Espectroscopia Fotoacústica de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR-PAS) serão utilizadas para medir os espectros dos espécimes. Os dados de MRS e FTIR serão processadas usando o software OPUS® (Bruker Opitik GmbH).

Os valores obtidos serão tabulados em planilhas no Excel (Microsoft Excel), onde será analisada as posições dos picos e a atribuição de cada banda, para posterior comparação.

Os localizadores analisados serão divididos em três grupos:

Grupo 1 - Controle: Sem Aplicação.



Grupo 2 - Permeação de Azul de Metileno.

Grupo 3 – Permeação de Azul de Metileno + Terapia Fotodinâmica Laser Vermelho – Comprimento de Onda de 660nm (Laser Duo MMO).

Grupo 4 – Permeação de Azul de Metileno + Terapia Fotodinâmica Laser Vermelho – Comprimento de Onda de 660nm (Laser DMC Therapy EC).

Grupo 5 - Permeação de Azul de Metileno + Terapia Fotodinâmica Laser Infravermelho – Comprimento de Onda de 880nm (Laser Duo MMO).

Grupo 6 - Permeação de Azul de Metileno + Terapia Fotodinâmica Laser Infravermelho – Comprimento de Onda de 880nm (Laser DMC Therapy EC).

Será realizado um estudo piloto e o tamanho da amostra calculado com uma margem de erro 0,05, estimando-se um poder do estudo de 80%.

Coletaremos os dados em uma planilha no Microsoft Excel (2020). A análise estatística dos dados será realizada através do software Statistics (TIBCO Statistica® 14.1.0). Para determinar o método estatístico adequado a ser utilizado, faremos o teste para verificação da distribuição da amostra quanto a sua normalidade - Shapiro wilk, $p > 0,01$. Baseado em estudos prévios, espera-se que a distribuição seja normal e desta forma, será utilizado os testes de ANOVA, para comparar os diferentes grupos, adotando um nível de significância de $p < 0,05$.

3 RESULTADOS ESPERADOS

A partir das análises realizadas com diferentes espécimes espera-se:

- Encontrar resultados satisfatórios, acima de 80% de permeabilidade da efetividade da laserterapia no interior dos túbulos dentinários, a fim de comprovar que sua utilização visa trazer benefícios a prática endodôntica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa visa a importância da remoção efetiva do biofilme para o sucesso do tratamento endodôntico, destacando os desafios impostos pela complexa anatomia do sistema de canais radiculares. A análise in vitro da permeação do azul de metileno associada à terapia fotodinâmica, utilizando lasers de baixa potência, evidencia um avanço promissor nas estratégias complementares de desinfecção.

A possibilidade de aumentar a permeabilidade dentinária e, conseqüentemente, a eficácia da desinfecção intracanal pode representar um diferencial significativo para a prática clínica, auxiliando na eliminação de microrganismos e promovendo melhores resultados na obturação e cicatrização.

Assim, os resultados esperados neste estudo poderão contribuir para a validação da terapia fotodinâmica como um recurso eficiente e seguro na endodontia, abrindo caminho para futuras pesquisas e a aplicação clínica otimizada, visando sempre a melhoria da saúde bucal dos pacientes.

REFERÊNCIAS

AHLBERG, K. M. F.; ASSAVANOP, P.; TAY, W. M. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root-filled teeth. *International Endodontic Journal*, v. 28, n. 1, p. 30-34, 1995.

ALFREDO, E. et al. Morphological alterations of radicular dentine pretreated with different irrigating solutions and irradiated with 980-nm diode laser. *Microscopy Research and Technique*, v. 72, n. 1, p. 22-27, 2009.



ALVES, D. R. S. et al. Effect of low-power diode laser on infected root canals. **Brazilian Dental Journal**, v. 33, n. 3, p. 8-17, 2022.]

BAESSO, M. L.; SNOOK, R. D.; ANDREW, J. J. Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy to study the penetration of substances through skin. **Le Journal de Physique IV**, v. 4, n. C7, p. C7-449-C7-451, 1994.

BEVILACQUA, I. M. et al. The impact of photodynamic therapy on the viability of *Streptococcus mutans* in a planktonic culture. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 25, n. 6, p. 513-518, 2007.

DA-SILVA, T. Q. M. **Efeito da terapia fotodinâmica antimicrobiana com laser de baixa intensidade mediada por azul de metileno contra biofilme de *Enterococcus faecalis***. 2019. Tese (Doutorado em Odontologia) – Universidade CEUMA, São Luís, 2019.

DI RENZO, M. et al. A photoacoustic FTIRS study of the chemical modifications of human dentin surfaces: I. Demineralization. **Biomaterials**, v. 22, n. 8, p. 787-792, 2001.

FERREIRA, R. **Análise *in vitro* da penetração do corante azul-de-metileno na dentina radicular humana variando-se o método de impregnação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – [Instituição não informada], 2006.

GIUSTI, J. S. M. et al. Antimicrobial photodynamic action on dentin using a light-emitting diode light source. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 26, n. 4, p. 281-287, 2008.

GODOY, B. M. et al. Effects of low-power red laser on dentine–pulp interface after cavity preparation: an ultrastructural study. **Archives of Oral Biology**, v. 52, n. 9, p. 899-903, 2007.

GONDIM JR, E.; KIM, S.; SOUZA-FILHO, F. J. An investigation of microleakage from root-end fillings in ultrasonic retrograde cavities with or without finishing: a quantitative analysis. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 99, n. 6, p. 755-760, 2005.

GREMPEL, M.; ANTONIAZZI, J. H.; PAIVA, J. G. Determinação da permeabilidade dentinária radicular natural de dentes humanos anteriores segundo a faixa etária e o tipo de corante utilizado. **Revista Paulista de Odontologia**, p. 4-16, 1990.

HAMAOKA, L.; MOURA, A. A. M. Avaliação *in vitro* da permeabilidade dentinária radicular, tendo como fonte de variação três diferentes tipos de corantes. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, p. 39-42, 1996.

KOMINE, C.; TSUJIMOTO, Y. A small amount of singlet oxygen generated via excited methylene blue by photodynamic therapy induces the sterilization of *Enterococcus faecalis*. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 3, p. 411-414, 2013.

LIMA, J. P. M. et al. Evaluation of the antimicrobial effect of photodynamic antimicrobial therapy in an *in situ* model of dentine caries. **European Journal of Oral Sciences**, v. 117, n. 5, p. 568-574, 2009.