

UNIVERSIDADE DE UBERABA
MESTRADO ACADÊMICO EM ODONTOLOGIA
BRUNA ALVES CASTRO DE MENEZES

**INFLUÊNCIA DOS LASERS Er,Cr:YSGG E DIODO-980nm NA MICRODUREZA
DA DENTINA RADICULAR APÓS DESAFIO CARIOGÊNICO**

UBERABA-MG

2024

UNIVERSIDADE DE UBERABA
MESTRADO ACADÊMICO EM ODONTOLOGIA
BRUNA ALVES CASTRO DE MENEZES

**“INFLUÊNCIA DOS LASERS Er,Cr:YSGG E DIODO-980nm NA MICRODUREZA
DA DENTINA RADICULAR APÓS DESAFIO CARIOGÊNICO”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri.

UBERABA-MG

2024

i

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

M524i Menezes, Bruna Alves Castro de.
Influência dos lasers Er,Cr:YSGG e DIOLO-980nm na microdureza da dentina radicular após desafio cariogênico / Bruna Alves Castro de Menezes. – Uberaba, 2024.
47 f. : il., color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri.

1. Lasers em odontologia. 2. Cáries dentárias. 3. Dentina. I. Lepri, Cesar Penazzo. II. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada. III. Título.

CDD 617.063

BRUNA ALVES CASTRO DE MENEZES

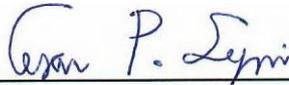
INFLUÊNCIA DOS LASERS ER,CR:YSGG E DIODO-980NM NA MICRODUREZA
DA DENTINA RADICULAR APÓS DESAFIO CARIOGÊNICO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia do Programa de PósGraduação em Odontologia - Mestrado da Universidade de Uberaba.

Área de concentração: Clínica Odontológica Integrada

Aprovado (a) em: 29/07/2024

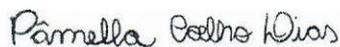
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri
Orientador
Universidade de Uberaba



Prof^a. Dr^a. Gabriella Rodovalho Paiva
Pós-doc — CAPES - Universidade de Uberaba



Prof^a. Dr^a. Pâmella Coelho Dias
Faculdade de Patos de Minas

DEDICATÓRIA

A Deus, por suas infinitas graças e bênçãos, que me guiaram e sustentaram ao longo desta jornada.

Aos meus queridos pais, pelo amor incondicional, apoio e por sempre acreditarem em mim.

Às minhas irmãs, pela amizade, carinho e por estarem sempre ao meu lado nos momentos de alegria e dificuldade.

Ao meu namorado, pelo incentivo constante, compreensão e por compartilhar comigo cada passo dessa caminhada.

Ao meu sogro e minha sogra, por me acolherem de forma carinhosa e por todo o apoio e encorajamento que me ofereceram.

Aos meus avós José A. e Lazara M. (in memoriam); Vamdeir M. e Lazara A. eternamente queridos.

À minha madrinha Adriana Aparecida Lima Alves (in memoriam), por sempre me incentivar a buscar o conhecimento ao longo da minha vida.

A todos vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao meu orientador, César Penazzo Lepri, por seu todo apoio, orientação e encorajamento ao longo desta jornada. Sua paciência e dedicação foram essenciais para a realização deste trabalho. Agradeço por acreditar em mim e por me proporcionar um ambiente de aprendizado tão enriquecedor. Sua influência e ensinamentos deixarão um impacto duradouro em minha vida acadêmica e profissional. Muito obrigado por tudo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Uberaba, através do Magnífico Reitor Dr. Marcelo Palmério. À Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão da Universidade de Uberaba, na pessoa do Pró-Reitor Prof. Dr. André Luís Teixeira Fernandes.

À CAPES (001), pela concessão do auxílio financeiro sob a forma de PROSUP/Bolsa.

Às agências de fomento CNPq (PIBIC) e FAPEMIG/APQ 03263-18 e ao PAPE-UNIUBE pela concessão de auxílio financeiro para o desenvolvimento do projeto.

Aos professores do Mestrado por todo conhecimento, aprendizado e orientações. A Universidade de Uberaba é grandiosa por tê-los como docentes.

Ao laboratório de Biomateriais da Universidade de Uberaba e aos funcionários Antônio, Kelly, Martins e Marcelo.

À Dra. Gabriella Rodovalho Paiva pela generosa orientação e suporte durante as etapas cruciais da minha pesquisa de mestrado.

À técnica Camilla Beatriz da Silva, que prontamente se comprometeu com o auxílio da utilização do microscópio óptico.

À Flávia Michele da Silva, secretária do Curso de Pós-Graduação da Universidade de Uberaba, pela dedicação ao trabalho, competência e disponibilidade em esclarecer minhas dúvidas.

Aos meus colegas de mestrado, Aline, Camila, Caroline e Janaína por participar dessa jornada comigo. Nossas preocupações, dificuldades e momentos de tensão, com certeza, foram importantes para nosso amadurecimento. Vocês foram, além de colegas de turma, amigos e fonte de apoio.

Ao laboratório de Laser em Odontologia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela disponibilização do laser e do microscópio confocal de varredura a laser que foram utilizados neste estudo. Especialmente às professoras Regina Guenka Palma Dibb e Juliana Jendiroba Faraoni.

RESUMO

O objetivo desse estudo *in vitro* foi avaliar a influência da irradiação laser Er,Cr:YSGG e do laser diodo-980nm, associada ou não a fluoretos, na microdureza de dentina radicular. Para tanto, foram selecionados 80 dentes bovinos e em seguida seccionados e padronizados nas seguintes dimensões: 4,25mm X 4,25mm e 3,00mm de espessura. Metade do espécime foi irradiada ($\approx 9,0 \text{ mm}^2$) e a outra metade não (região controle). Os grupos experimentais foram divididos em: G1: irradiação com laser Er,Cr:YSGG; G2: irradiação com laser Er,Cr:YSGG + aplicação de flúor gel; G3: aplicação de flúor gel + irradiação com laser Er,Cr:YSGG; G4: irradiação com laser diodo-980nm ;G5: irradiação com laser diodo-980nm + aplicação de flúor gel; G6: aplicação de flúor gel + irradiação com laser diodo 980-nm; G7: aplicação de flúor gel (controle positivo); G8: nenhum tratamento (controle negativo). Foi utilizado o flúor gel neutro (NaF) com concentração de 2%, quanto ao laser Er,Cr:YSGG foi irradiado com a potência de 0,25W; taxa de repetição de 5,0 Hz; densidade de energia de $4,46\text{J}/\text{cm}^2$ por 10 segundos no modo escaneamento, sem água e com 55% de ar. O laser diodo-980nm foi irradiado com a potência de 2,0W; e taxa de repetição de 2,0Hz; densidade de energia de $21,41\text{J}/\text{cm}^2$ por 10 segundos, sem refrigeração à água e sem ar. Na sequência, as amostras foram submetidas à ciclagem de pH durante 2 semanas, simulando um risco elevado de cárie, sendo realizada a seguinte análise: microdureza longitudinal (knoop), sendo aplicado 30 gf por 30 segundos. Os valores percentuais de microdureza (%) foram submetidos ao teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do pós-teste de Dunn. O maior percentual de perda de microdureza foi obtido em $30\mu\text{m}$ nos grupos flúor gel com o valor de 35.7 e no grupo sem tratamento com um valor de 51.9 ($p < 0,05$). Em contraste, os grupos tratados com laser associado ou não aos fluoretos obtiveram resultados positivos em todas as profundidades analisadas ($30\mu\text{m}$, $60\mu\text{m}$ e $250\mu\text{m}$), apresentando diferença estatística entre si ($p > 0,05$). O presente estudo sugere que a irradiação com lasers associado ou não ao flúor apresentaram menor valor de perda de microdureza.

Palavra-chave: Cárie radicular; Dentina; Laser; Flúor

ABSTRACT

The objective of this in vitro study was to evaluate the influence of Er,Cr laser irradiation and 980nm diode laser, with or without fluoride application, on the microhardness of root dentin. For this purpose, 80 bovine teeth were selected, sectioned, and standardized to the following dimensions: 4.25mm × 4.25mm and 3.00mm in thickness. Half of each specimen was irradiated ($\approx 9.0 \text{ mm}^2$) and the other half remained untreated (control region). The experimental groups were divided as follows: G1: irradiation with Er,Cr:YSGG laser; G2: irradiation with Er,Cr:YSGG laser + fluoride gel application; G3: fluoride gel application + irradiation with Er,Cr:YSGG laser; G4: irradiation with diode-980nm laser; G5: irradiation with diode-980nm laser + fluoride gel application; G6: fluoride gel application + irradiation with diode980nm laser; G7: fluoride gel application (positive control); G8: no treatment (negative control). Neutral fluoride gel (NaF) with a concentration of 2% was used. The Er,Cr:YSGG laser was irradiated with a power of 0.25W; a repetition rate of 5.0 Hz; energy density of 4.46J/cm² for 10 seconds in scanning mode, with no water and 55% air. The 980nm diode laser was irradiated with a power of 2.0W; a repetition rate of 2.0Hz; energy density of 21.41J/cm² for 10 seconds, with no water cooling and no air. Subsequently, the samples were subjected to pH cycling for 2 weeks to simulate a high caries risk, followed by the analysis of longitudinal microhardness (Knoop), with a load of 30 gf for 30 seconds. The percentage values of microhardness were analyzed using the non-parametric Kruskal-Wallis test, followed by Dunn's post-test. The highest percentage of microhardness loss was observed at 30 μm in the fluoride gel groups with a value of 35.7 and in the untreated group with a value of 51.9 ($p < 0.05$). In contrast, the groups treated with laser, with or without fluoride, showed positive results at all analyzed depths (30 μm , 60 μm , and 250 μm), with no statistical differences between them ($p > 0.05$). This study suggests that irradiation with lasers, whether or not combined with fluoride, resulted in lower microhardness loss values.

Keywords: Root caries; Dentin; Laser; Fluoride.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Preparo dos espécimes. A – Dente hígido. B – Separação da coroa e raiz. C – Algumas raízes seccionadas. D – Fixação da raiz com cera a placa de acrílico após receber o segundo corte. E – Corte em máquina de corte de precisão. F - Terceiro corte na máquina de precisão para se obter duas metades: uma mesial e uma distal.	34
Figura 2: Padronização dos espécimes. A – Máquina Lixadeira e Politriz Metalográfica APL (Arotec). B – Dimensão padronizada dos espécimes checada com paquímetro digital. C - Dimensão padronizada dos espécimes. D – Proteção da área experimental com fita isolante. F – Espécime coberto com cera, exceto a área experimental.	35
Figura 3: Tratamento preventivo dos espécimes. A – Aplicação do gel fluoretado no espécime com microbrush. B – Laser diodo-980nm. D – Laser Er,Cr:YSGG.	35
Figura 4: Teste de ciclagem de pH. A – Soluções desmineralizante e remineralizante, respectivamente. B- Recipientes identificados para receber a solução de remineralização. C - Água destilada utilizada para lavar as amostras por 10 segundos e levemente secas com gaze. D e E– Recipientes com os espécimes imersos na solução desminezalizante em um volume de 50mL. F – Estufa a 37°C.	36
Figura 5: Imagem A e B - Inclusão dos espécimes em resina acrílica transparente. C – Polimento dos espécimes para a realização da microdureza.....	37
Figura 6: Microdurômetro utilizado na análise de microdureza.....	37
Figura 7: Espécime endentado nas marcações de 30 μm , 60 μm , 90 μm , 120 μm e 250 μm	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Grupos experimentais e tratamentos dos espécimes:.....	18
Tabela 2 Especificações técnicas do laser Er,Cr:YSGG.	19
Tabela 3 Parâmetros de irradiação do laser Er,Cr:YSGG.	19
Tabela 4 Especificações técnicas do laser diodo-980nm.....	20
Tabela 5 Parâmetros de irradiação do laser diodo-980nm.	20
Tabela 6 Porcentagem de redução de Microdureza dos grupos, comparando a área experimental e a área controle dentro de cada grupo.	22

LISTA DE ABREVIACOES

°C	grau Celsius
APF	aplicaco de gel fluoretado de fosfato acidulado
DES/RE	desmineralizaco/remineralizaco
Di	Diodo-980nm
Er,Cr:YSGG	<i>laser</i> de ´rbio-cromo dopado com ´trio, scandium, gálio, granada
<i>et al.</i>	e colaboradores
FG	flúor gel
G	grupo
Hz	hertz
J/cm²	joule por centímetro quadrado
kV	quilovolt(s)
mL	mililitro(s)
mm	milímetro(s)
NaF	fluoreto de sdio
pH	logaritmo negativo de concentrao hidrogeninica (-log[H+])
TP	tratamento preventivo
W	watt
µm.	micrmetro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. Delineamento experimental:.....	17
3.2 Seleção dos dentes	17
3.3 Preparo dos espécimes.....	17
3.4 Tratamento dos espécimes/grupos experimentais (n=10)	18
3.5 Parâmetros dos lasers	18
3.6 Desafio cariogênico (ciclagem de pH)	20
3.7 Seccionamento dos espécimes para análise de microdureza longitudinal.....	21
3.8 Análise estatística	21
4. RESULTADOS	22
5. DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	28
ANEXOS.....	43
APÊNDICES.....	45

1 INTRODUÇÃO

A cárie radicular é uma condição de saúde bucal caracterizada pela desmineralização da superfície radicular dos dentes. Sendo comum principalmente em populações idosas, diversos estudos epidemiológicos demonstram uma prevalência considerável (HAYES *et al.*, 2016; BIDINOTTO *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2018; REDDY *et al.*, 2021), tal fato se deve ao aumento da longevidade, associada aos avanços da odontologia, principalmente em relação à prevenção, diagnóstico e tratamento, permitindo com que os dentes permaneçam na cavidade oral por um período mais prolongado de tempo. Embora esse acontecimento represente um avanço na saúde bucal da população idosa, também é acompanhado de desafios para o controle e manejo da progressão da doença (GRANDJEAN *et al.*, 2024).

Com o envelhecimento, nosso corpo passa por uma série de mudanças fisiológicas. Uma dessas mudanças é a reabsorção óssea, que pode levar à exposição da superfície radicular dos dentes (BAHRAMI *et al.*, 2011). Quando essa exposição ocorre, os dentes se tornam mais suscetíveis ao desenvolvimento da cárie. Isso se deve à composição química e morfológica da superfície radicular, que é mais frágil do que a coroa dental, devido à ausência do esmalte. Em vez disso, possui apenas a presença de cimento, que é menos resistente (ZHAO *et al.*, 2018). Outros fatores associados ao envelhecimento, tais como a redução do fluxo salivar devido ao uso de medicamentos ou à radioterapia também podem contribuir para o desenvolvimento da cárie radicular. (CHAN *et al.*, 2022).

Porém um fator biológico essencial para a formação das lesões de cárie radicular é o biofilme dental, embora não seja suficiente por si só para que essas lesões ocorram. (QUTIESHAT *et al.*, 2021). Na presença constante de carboidratos fermentáveis, há produção de ácidos, o que provoca uma adaptação microbiana no biofilme e a proliferação de microrganismos cariogênicos. Esse desequilíbrio leva ao processo de des-remineralização, predominando a desmineralização e resultando na perda mineral do dente (AL-NASSER; LAMSTER *et al.*, 2020). Quando o ambiente acidúrico se estabelece, o número de microrganismos acidogênicos aumenta, promovendo o desenvolvimento da lesão. Inicialmente, a superfície dentária torna-se rugosa e opaca, visível clinicamente como uma mancha branca, denominada lesão de cárie não cavitada ativa. Se o processo de desmineralização continuar, a lesão de cárie progride, causando a quebra da camada superficial e formando uma cavidade, conhecida como lesão de cárie cavitada. (MALTZETAL *et al.*; 2016).

Uma das estratégias de prevenção mais comuns é a aplicação de fluoretos, que exercem seus efeitos de várias maneiras. Quando presentes no biofilme e na saliva, os fluoretos retardam a desmineralização e promovem a remineralização. Além disso, o flúor interfere na glicólise, o processo pelo qual as bactérias cariogênicas convertem açúcares em ácido (OMULLANE *et al.*, 2016). No entanto, o efeito do flúor é limitado, pois não impede completamente o desenvolvimento da doença em condições de alto desafio cariogênico. Além disso, as lesões de cárie radicular envolvem tanto a desmineralização quanto a degradação da matriz orgânica da dentina (CURY *et al.*, 2017).

Os lasers têm se mostrado bastante eficazes no tratamento da cárie radicular, apresentando diferentes efeitos dependendo dos parâmetros do laser e do tecido alvo. Comprimento de onda, duração do pulso e densidade de energia de cada pulso estão entre os parâmetros que determinam o efeito dos lasers nos tecidos (MOGHADAM *et al.*, 2018). Evidências indicam que a irradiação com laser pode aumentar a resistência da dentina e do esmalte à desmineralização, tornando-os menos suscetíveis à formação de cárie (ARANTES *et al.*, 2018; LEPRI *et al.*, 2022; GUARATO *et al.*, 2024). A aplicação do laser modifica a estrutura da superfície dentinária, o que pode reduzir a solubilidade dos minerais e aumentar a resistência à perda mineral devido aos desafios ácidos na cavidade oral (VALIZADEH *et al.*, 2020).

Quando aplicado, ocorre um aumento da temperatura da superfície dentária. Este aumento térmico diminui a dissolução dos cristais de hidroxiapatita (NOGUEIRA *et al.*, 2017). A degradação incompleta da matriz orgânica do esmalte durante a irradiação com laser obstrui os espaços intra e interprismáticos, impedindo a disseminação dos ácidos nas camadas internas do esmalte e retardando o processo de desmineralização (NOGUEIRA *et al.*, 2017). Na dentina, a aplicação de altas densidades de energia têm sido observada como um meio de inibir a desmineralização, estimulando a formação de zonas de recristalização, fusão e derretimento do tecido (ARANTES *et al.*, 2018). O uso de laser tem o potencial de induzir a recristalização da dentina, gerando uma dentina com maior grau de cristalinidade. Essa modificação estrutural faz com que a dentina se assemelhe à estrutura cristalina da hidroxiapatita encontrada no esmalte sadio (HOSHYARI *et al.*, 2023).

O laser de Er,Cr:YSGG se mostrou eficaz em alguns estudos devido à sua alta absorção do comprimento de onda (2,78 μm) em água e hidroxiapatita, componentes principais do tecido

dentário. A irradiação com laser de érbio promove a remoção seletiva de água e desproteínação da dentina, o que facilita a recristalização e aumento do tamanho dos cristais de hidroxiapatita (MADDAH *et al.*, 2023).

Já o laser de diodo apresenta diversas vantagens significativas. Primeiramente, possui tamanho compacto facilita sua integração nos consultórios odontológicos sem exigir grandes adaptações no espaço físico. Além disso, em comparação com outros tipos de lasers dentários, os diodos são relativamente baratos, tornando-os uma opção acessível para muitos profissionais de odontologia (KARACALIOGLU; ENTEN, 2020). Ademais, o mecanismo de ação do laser de diodo ocorre principalmente por meio de um processo fototérmico. Quando aplicado na superfície da raiz dentária, o calor gerado pode eliminar as bactérias presentes, reduzindo assim o risco de cárie radicular. Além de estimular a deposição de minerais, promovendo a remineralização de áreas desmineralizadas. Essas características oferecem uma abordagem menos invasiva e potencialmente mais eficaz em comparação com os métodos tradicionais (GHAZY; FAWZY; ABDELKAFY, 2022).

Dada a crescente prevalência da cárie radicular, é essencial avaliar a eficácia do laser Er,Cr:YSGG e do laser diodo-980nm, tanto isoladamente quanto em combinação com fluoretos, em comparação com métodos convencionais. Este estudo visa contribuir para o entendimento dos efeitos desses tratamentos na microdureza da dentina radicular, oferecendo informações valiosas para aprimorar estratégias terapêuticas e clínicas na prevenção e controle. A análise detalhada desses métodos pode proporcionar novas perspectivas para o desenvolvimento de abordagens mais eficazes e menos invasivas no manejo das cáries radiculares.

A hipótese nula a ser testada é que não há diferença significativa na eficácia preventiva da cárie entre o uso de lasers isoladamente, flúor isoladamente e a combinação de ambos, quando comparados aos métodos tradicionais de prevenção.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da irradiação laser Er,Cr:YSGG e do laser diodo-980nm, associada ou não a fluoretos, na microdureza da dentina radicular.

3. METODOLOGIA

3.1. *Delineamento experimental*

Foram preparados 80 espécimes e esses foram divididos aleatoriamente em 8 grupos diferentes (n=10). A variável quantitativa utilizada foi: análise de microdureza longitudinal

Os fatores estudados no presente trabalho foram: tratamento dos espécimes em 8 grupos: ST: sem tratamento (grupo controle), FG: Flúor gel, Di: Diodo-980nm, Di + FG: Diodo-980nm + flúor gel, FG + Di: Flúor gel + diodo-980nm, Er: Er,Cr:YSGG, Er + FG: Er,Cr:YSGG + flúor gel, FG + Er: Flúor gel + Er,Cr:YSGG.

3.2 *Seleção dos dentes:*

Após a aprovação do comitê de ética de experimentação animal da Universidade de Uberaba, protocolo 008/2023 foram selecionados para este trabalho, 80 dentes incisivos centrais bovinos hígidos (Figura 1A). Foi realizada a limpeza dos dentes bovinos com curetas periodontais e o refinamento do restante dos debrís foi feita com equipamento Moto Esmeril Tramontina 6" Bivolt 368W, utilizando escova circular em aço fio 0,3mm, garantindo, assim, a remoção de toda a camada de cemento. Os dentes foram lavados abundantemente e então, armazenados em água destilada a 4°C, sendo a água trocada semanalmente.

3.3 *Preparo dos espécimes:*

As raízes dentais foram cuidadosamente separadas das coroas a 1 mm da junção amelo-cementária, utilizando um disco diamantado sob refrigeração com água, acoplado a uma máquina de corte (Figura 1). Em seguida, foi realizado um segundo corte com uma máquina de corte de precisão (ISOMET 1000® - Precision Saw, Buehler, Illinois, EUA), no qual as raízes foram seccionadas no sentido cérvico-apical (Figura 1E), resultando em espécimes de 4,5 mm. Um terceiro corte foi feito na máquina de precisão para obter duas metades: uma mesial e uma distal (Figura 1). Depois, cada espécime foi lixado na politriz metalográfica APL com lixa d'água #360 (Série 41042, Arotec S.A. indústria e comércio), resultando em blocos padronizados de 4,25 mm x 4,25 mm x 3,00 mm de espessura (Figura 2), com uma área superficial de aproximadamente 18,0 mm² (9 mm² de área experimental e 9 mm² de área controle). Foi permitida uma variação de 5% positiva ou negativa nas dimensões.

Para identificar as metades experimentais e controle, foi realizada uma perfuração com ponta diamantada esférica FG 1013 (KG Brush, KG Sorensen, Cotia, Sao Paulo, Brazil) na face lateral da área experimental de todos os espécimes. A face experimental foi coberta com fita isolante, enquanto a área de controle e as demais faces foram impermeabilizadas com uma dupla camada de esmalte de unha vermelho (Colorama Maybelline, São Paulo, SP, Brasil). Após a

secagem do esmalte, uma camada de cera pegajosa para escultura (Kota Indústria e Comércio Ltda, Cotia, São Paulo, Brasil) foi aplicada em todas as faces, exceto na metade experimental (Figura 2). Em seguida, a fita isolante foi removida, expondo uma face de dentina para receber os tratamentos e irradiações. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 4°C até a realização dos tratamentos preventivos.

3.4 Tratamento dos espécimes/grupos experimentais (n=10)

Tabela 1 Grupos experimentais e tratamentos dos espécimes:

Grupos	Tratamentos
G1	Er,Cr:YSGG
G2	Er,Cr:YSGG + FG
G3	FG + laser Er,Cr:YSGG
G4	Diodo-980nm
G5	Laser diodo-980nm + FG
G6	FG + Diodo-980nm
G7	FG
G8	ST

As formas de aplicação do tratamento foram:

- Flúor em gel, composto por 2% de flúor gel neutro – NaF (DFL, Taquara, RJ, Brasil) aplicado na superfície da dentina com microbrush e deixado por 4 minutos. Após esse tempo, o excesso do gel será removido com gaze (figura 3).

3.5 Parâmetros dos lasers:

Os seguintes fatores de variação foram levados em consideração: comprimento de onda, potência, modo de emissão, taxa de repetição, espessura da fibra óptica, distância entre a lente de saída do laser e o tecido alvo, tempo total de irradiação da superfície de cada espécime e presença ou ausência de refrigeração durante a irradiação.

Tabela 2 Especificações técnicas do laser Er,Cr:YSGG.

Especificações técnicas	Er, Cr:YSGG
Marca comercial	Biolase Technologies Inc., San Clemente, USA
Modelo	Waterlase Millenium
Comprimento de onda	2780nm
Diâmetro da fibra	600µm
Modelo da ponta	ZipTip MZ6 3mm
Ar/Água	55% de ar/Sem refrigeração à água

Tabela 3 Parâmetros de irradiação do laser Er,Cr:YSGG.

Parâmetros de irradiação	Er, Cr:YSGG
Potência	0,25W
Taxa de repetição	5,0Hz
Densidade de energia	4,46J/cm ²
Tempo de irradiação	10 segundos
Modo	Escaneamento da superfície
Distância do Alvo	1mm do tecido alvo
Ar/Água	Sem refrigeração à água

Não houve refrigeração com água para evitar o comprometimento do tratamento preventivo, já que a presença de água poderia causar ablação. Quanto ao uso de ar comprimido durante a irradiação, o grupo apenas irradiado e os grupos onde o laser Er,Cr:YSGG foi aplicado antes do gel (Er + FG) foram irradiados com 55% de ar. Nos grupos em que a irradiação ocorreu simultaneamente ao gel previamente aplicado na superfície (FG + Er), a irradiação foi feita com o sistema de ar/água desligado para evitar a remoção do gel ou verniz.

Tabela 4 Especificações técnicas do laser diodo-980nm.

Especificações técnicas	Diodo-980nm
Marca comercial	DC International, Wellington, USA
Modelo	Einstein DL
Comprimento de onda	980nm
Diâmetro da fibra	400µm
Modelo da ponta	Irradiado com a própria fibra

Tabela 5 Parâmetros de irradiação do laser diodo-980nm.

Parâmetros de irradiação	Diodo-980nm
Potência	2,0W
Taxa de repetição	2,0Hz
Densidade de energia	21,41J/cm ²
Tempo de irradiação	10 segundos
Modo	Escaneamento da superfície
Distância do Alvo	Contato direto com o tecido alvo
Ar/Água	Sem refrigeração à água e sem ar

3.6 *Desafio cariogênico (ciclagem de pH)*

As amostras de cada grupo foram submetidas à ciclagem de pH para simular uma situação de altíssimo risco de cárie. Cada grupo, contendo as amostras, foi armazenado em seu respectivo recipiente plástico, onde foram adicionadas e trocadas as soluções desmineralizante (DES) e remineralizante (RE). Um volume de 50 mL da solução desmineralizante (2 mmol/L de cálcio, 2 mmol/L de fosfato e 75 mmol/L de acetato em pH = 4,6) foi colocado nos recipientes/espécimes correspondentes e as amostras permaneceram imersas por 6 horas (Figura 4). Em seguida, as amostras foram removidas, lavadas abundantemente com água destilada por 10 segundos e levemente secas com gaze. Os recipientes também foram lavados e secos. Depois, um volume de 50 mL da solução remineralizante (1,5 mmol/L de cálcio, 0,9 mmol/L de fosfato, 150 mmol de cloreto de potássio e 20 mmol/L de tampão cacodilato de pH

= 7,0) foi colocado nos recipientes/espécimes correspondentes, e as amostras permaneceram imersas por 18 horas. A solução remineralizante apresenta um grau de saturação dos minerais semelhante ao da saliva. As soluções DES e RE foram substituídas diariamente, e as ciclagens ocorreram por 2 semanas. Após 5 dias, as amostras ficaram individualmente imersas em solução remineralizante por 2 dias (final de semana), totalizando um período experimental de 14 dias. As amostras foram armazenadas em estufa a 37°C durante todo esse período.

3.7 *Seccionamento dos espécimes para análise de microdureza longitudinal*

Após o desafio cariogênico, os espécimes foram lavados com água deionizada. Em seguida, a superfície tratada foi protegida com cera e incluída em resina acrílica transparente (Figura 5). Os espécimes foram então levados à máquina de corte e seccionados, dividindo a área exposta ao meio, tomando-se o cuidado para que tanto a área experimental quanto a área de controle estivessem na mesma secção.

3.8 *Análise de microdureza*

Após a secção dos espécimes, a metade selecionada para análise de microdureza foi polida em uma politriz (Arotec® APL-4, Brasil) sob refrigeração, utilizando lixas d'água de granulação 600 e 1200 e disco de feltro com pasta de alumina, até obter uma superfície lisa e brilhante, em seguida, os espécimes foram limpos por 10 minutos em ultrassom.

Posteriormente, foi utilizado um microdurômetro (Shimadzu Micro Hardness Tester HMV-2000, Japão), com um penetrador de diamante para dureza Knoop (KHN), aplicando uma carga de 30 gf durante 30 segundos (Figura 6). As penetrações foram realizadas na região de subsuperfície da lesão formada, tanto na área irradiada quanto na área de controle. A primeira marcação foi feita a 30 µm abaixo da região mais profunda da lesão, e as marcações seguintes foram realizadas a 60 µm e 250 µm na mesma direção. Para cada profundidade, foram feitas 3 medidas, com uma distância aproximada de 500 µm entre elas (Figura 7).

3.9 *Análise estatística*

Os valores percentuais de microdureza (%) foram submetidos ao teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do pós-teste de Dunn.

4 RESULTADOS

4.1 Microdureza de KNOOP:

Tabela 6 Porcentagem de redução de Microdureza dos grupos, comparando a área experimental e a área controle dentro de cada grupo. $(\frac{AE-AC}{AC})$

Grupos	Tratamento	30 μm	60 μm	250 μm
G1	Laser Er,Cr:YSGG	15,1 ^a	8,6 ^a	2,1 ^a
G2	Laser Er,Cr + Flúor Gel	15,6 ^a	8,5 ^a	2,0 ^a
G3	Flúor Gel + Er,Cr:YSGG	13,5 ^a	7,8 ^a	2,0 ^a
G4	Diodo-980nm	16,0 ^a	9,1 ^a	2,3 ^a
G5	Diodo-980nm + Flúor Gel	15,9 ^a	9,3 ^a	2,4 ^a
G6	Flúor Gel + Diodo-980nm	14,7 ^a	8,8 ^a	2,1 ^a
G7	Flúor Gel	35,7 ^b	10,2 ^a	2,5 ^a
G8	Sem tratamento	51,9 ^c	20,8 ^b	3,1 ^a

* Letras iguais representam similaridade estatística entre os grupos ($p > 0,05$).

Na penetração de 30 μm os grupos: Er,Cr: YSGG; Er, Cr + FG; FG + Er,Cr:YSGG; Di-980nm; Diodo-980nm + Flúor gel; Flúor gel + Diodo-980nm não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si ($p > 0,05$), em relação à Microdureza. Já os grupos: Flúor gel e Sem tratamento apresentaram uma redução maior da microdureza.

Já na profundidade de 60 μm os grupos Er,Cr: YSGG; Er, Cr + FG; FG + Er,Cr:YSGG; Diodo-980nm; Diodo-980nm + Flúor gel; Flúor gel + Diodo-980nm; Flúor gel não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si ($p > 0,05$), em relação à Microdureza. Já o grupo: Sem tratamento apresentou uma redução maior da microdureza, sendo estatisticamente diferente dos demais grupos ($p < 0,05$)

Na profundidade de 250 μm todos os grupos não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si ($p > 0,05$).

5 DISCUSSÃO

A prevenção de cárie, especialmente em superfícies dentinárias radiculares, tem sido um foco crescente de pesquisa devido ao aumento da sua prevalência em populações idosas. Portanto, é crucial avaliar a eficácia do laser Er,Cr:YSGG e do laser diodo-980nm, tanto isoladamente quanto em combinação com fluoretos, em comparação com métodos convencionais. Este estudo pretende aprofundar o entendimento sobre os efeitos desses tratamentos na microdureza da dentina radicular, fornecendo informações valiosas para aprimorar estratégias terapêuticas e clínicas na prevenção e controle das cáries radiculares. Uma análise detalhada desses métodos pode oferecer novas perspectivas para o desenvolvimento de abordagens mais eficazes e menos invasivas para o manejo das cáries radiculares. A hipótese nula do presente estudo foi rejeitada, uma vez que os resultados mostraram que há diferença significativa na eficácia preventiva da cárie entre o uso de lasers isoladamente ou associado ao flúor, quando comparados aos

Os resultados deste trabalho indicam que os tratamentos com laser, tanto diodo-980nm quanto Er, Cr:YSGG associado ou não ao flúor gel foram promissores em todas as profundidades analisadas (30 μm ; 60 μm ; 250 μm) para uma menor perda da microdureza da dentina radicular, exceto a aplicação isolada de flúor gel, que apresentou diferenças estatísticas na profundidade de 30 μm . Na profundidade de 60 μm , apenas o grupo sem tratamento mostrou um aumento na perda de microdureza. Já na penetração de 250 μm , não houve diferenças estatísticas entre os grupos ($p > 0,05$). Essa variação nos resultados em diferentes profundidades ocorre porque o ácido não penetra em grandes profundidades, resultando em maior desmineralização na penetração de 30 μm .

Contudo, em um outro estudo (AL-OMARI; PALAMARA, 2012), foi observado um resultado distinto: a dureza da superfície dentinária diminuiu de maneira significativa após a aplicação do laser Er, Cr:YSGG e Er:YAG apresentando diferenças significativas entre os grupos experimentais. O desafio cariogênico subsequente realizado no estudo provavelmente intensificou a diminuição da microdureza. Ademais, os parâmetros utilizados no laser Er, Cr:YSGG foram de 3,5W de potência com 70% de água, 60% de ar, diferentemente do presente estudo, onde foi utilizado 0,24W de potência e sem refrigeração com água para evitar o comprometimento do tratamento preventivo, considerando que a presença de água pode causar ablação no tecido dentinário. Levando a resultados contrários ao observado neste estudo.

Além disso, um estudo que demonstra tal fato é o de GERALDO-MARTINS et al., 2014 no qual foi observado que a associação entre laser Er, Cr:YSGG e flúor pode aumentar a resistência ácida da dentina radicular humana se essa irradiação for realizada sem resfriamento com água. As amostras que foram irradiadas com 0,25 W e 0,50 sem resfriamento com água, seguidas pela aplicação de NaF 2%, apresentaram superfícies mais resistentes aos ácidos. Essa situação ocorreu para as profundidades de 30 e 60 μm , não obtendo diferenças estatísticas nas profundidades de 90 e 120 μm , assim como no presente estudo. A ausência de resfriamento com água pode levar a um aumento na temperatura da superfície, promovendo efeitos semelhantes aos que ocorrem no esmalte, onde a elevação de temperatura provoca uma alteração da estrutura química do esmalte, tornando-o uma estrutura menos solúvel. (ABDULHUSSEIN; HAIDAR, 2023).

Ademais, resultados semelhantes ao deste trabalho foram documentados. Lepri *et al.* (2022) constataram que o laser Er:YAG pode aumentar de forma segura a resistência ácida da superfície da dentina radicular humana. Esse aumento significativo na dureza superficial ocorre sem causar carbonização ou trincas na estrutura dentária, indicando que o tratamento com laser Érbio é eficaz na prevenção de cárie, melhorando a integridade da dentina radicular. Além disso, a combinação da aplicação de NaF 2% com irradiação a laser não demonstrou efeito sinérgico no aumento da resistência ácida. Semelhante ao presente estudo, que não obteve diferenças estatísticas em relação a aplicação do laser isoladamente ou em associação com o fluoreto.

Quanto ao laser diodo-980nm verificou-se que a irradiação com esse tipo de laser pode modificar a composição química da dentina, aumentando sua resistência à desmineralização ácida. Quando utilizado na superfície da raiz dentária, também ocorre um efeito fototérmico, o calor gerado pelo laser pode eliminar as bactérias presentes, diminuindo significativamente o risco de cárie radicular. Além disso, favorece a deposição de minerais, o que promove a remineralização de áreas desmineralizadas. Essas características tornam o tratamento a laser uma abordagem menos invasiva e possivelmente mais eficaz em comparação com os métodos tradicionais (GHAZY; FAWZY; ABDELKAFY, 2022).

Em um estudo com o laser diodo-980nm, foi sugerido que o laser pode formar uma camada de dentina menos solúvel em ácido, contribuindo para a proteção contra a cárie. (LOPES *et al.*, 2016). Ademais, pesquisas conduzidas por Viapiana et al. 2012, revelaram que a microdureza dos grupos irradiados pelo laser diodo-980nm foi significativamente maior em

comparação ao grupo não irradiado, especialmente nas profundidades de 150 μm e 300 μm , diferentemente do presente estudo, no qual houve um resultado mais satisfatório nas profundidades de 30 e 60 μm . Isso provavelmente ocorreu devido ao curto período utilizado para o desafio ácido, que não permitiu a penetração da solução desmineralizante através das camadas mais profundas da dentina radicular (90 e 250 μm). No entanto, esses resultados indicam que o diodo-980nm pode fortalecer a resistência da dentina radicular, tornando-a menos suscetível à desmineralização, fortalecendo a estrutura dentária.

Em relação ao flúor gel, o estudo de Byeon, Lee e Bae (2016) demonstrou que na dentina, o flúor gel apresentou algum benefício quando combinado com outras fontes de flúor, porém foi observado a necessidade de uma maior concentração de flúor para inibir a desmineralização e promover a remineralização, em comparação com o esmalte. No presente estudo, o uso do flúor gel foi eficaz na proteção do tecido dentinário, porém os melhores resultados foram obtidos quando combinado com laser ou quando o laser foi aplicado isoladamente. Tal fato se deve a ao efeito do laser, a aplicação de altas densidades de energia estimula a formação de zonas de recristalização, fusão e derretimento do tecido (ARANTES *et al.*, 2018) fazendo assim, com que ocorra uma incorporação mais eficaz do flúor no tecido dental.

VALE *et al.*, 2010 demonstraram que o uso de flúor gel isoladamente não é capaz de proteger a superfície radicular contra o ataque de bactérias acidogênicas. Bactérias acidogênicas são micro-organismos que produzem ácidos como subproduto do metabolismo de carboidratos fermentáveis, o que pode levar à desmineralização do tecido dentário. O flúor em forma de gel pode não ser suficiente para neutralizar esses ácidos ou para fortalecer adequadamente a estrutura da dentina radicular, tornando-a vulnerável à cárie dentária. De fato, os resultados do presente estudo demonstraram uma maior porcentagem de perda de microdureza em relação ao flúor gel aplicado isoladamente.

Algumas pesquisas também envolvendo a utilização do laser em conjunto com os fluoretos obtiveram resultados promissores. FERREIRA *et al.*, 2019 observaram um resultado mais satisfatório no tratamento prévio com APF antes da irradiação a laser Er, Cr:YSGG resultou em mudanças químicas e morfológicas na dentina. Tal estudo investigou os efeitos da irradiação a laser isoladamente e em combinação com aplicação de gel fluoretado de fosfato acidulado (APF), sendo utilizado um modelo de ciclagem de pH para simular condições cariogênica, porém o estudo em questão não avaliou o efeito do flúor gel. Em outro estudo, foi observado que a combinação de verniz fluoretado com laser diodo-980nm e também com laser

Er,Cr:YSGG resultou nos menores valores de rugosidade superficial e perda de volume, em comparação aos outros grupos analisados (GUARATO *et al.*,2024). Ambos os estudos sugeriram que o sinergismo entre o laser e o fluoreto pode significativamente aumentar a resistência ácida da dentina humana, promovendo alterações morfológicas na estrutura da dentina, tornando-a um tecido mais parecido com o esmalte, menos solúvel e mais resistente aos desafios ácidos

Esses achados reforçam a importância do uso de laser como uma ferramenta eficaz na prevenção de cárie, especialmente em superfícies dentinárias radiculares. A capacidade dos lasers diodo-980nm e Er, Cr:YSGG associada ou não a fluoretos de diminuir a porcentagem de perda da microdureza da dentina sugere que eles podem ser integrados de maneira eficaz em protocolos preventivos, oferecendo uma alternativa menos invasiva e potencialmente mais eficaz do que os métodos tradicionais. Sendo assim, são necessárias mais pesquisas comparativas (*in vitro*, *in situ*, *in vivo*) sobre o laser Er,Cr:YSGG e o laser diodo-980nm, em sinergia com fluoretos, além de estudos clínicos longitudinais

6. CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos no presente estudo e as limitações de um estudo *in vitro*, esta pesquisa demonstrou a eficácia da irradiação com laser Er,Cr:YSGG e laser diodo-980nm, associados ou não à aplicação de fluoretos, na redução de percentual de microdureza da dentina radicular.

REFERÊNCIAS

- ABDULHUSSEIN, D.; HAIDAR, Am. Al. Preventive effect of combined Er, Cr: ysgg and fluoride gel on acid resistance of the permanent tooth enamel. **Journal Of Clinical And Experimental Dentistry**, [S.L.], p. 1-8, 2023. *Medicina Oral*, S.L.. <http://dx.doi.org/10.4317/jced.60023>.
- AL-NASSER, L.; LAMSTER, I. B. Prevention and management of periodontal diseases and dental caries in the older adults. **Periodontology 2000**, [S.L.], v. 84, n. 1, p. 69-83, 25 ago. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/prd.12338>.
- AL-OMARI, W.M.; PALAMARA, J.E. The effect of Nd: yag and er,cr. **Lasers In Medical Science**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 151-156, 24 abr. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-012-1094-3>.
- ARANTES, B.F; MENDONÇA, L.O; PALMA-DIBB, R.G; FARAONI, J.J; CASTRO,D.T ; GERALDO-MARTINS,V.R; LEPRI,C.P. Influence of Er,Cr: ysgg laser, associated or not to desensitizing agents, in the prevention of acid erosion in bovine root dentin. **Lasers In Medical Science**, [S.L.], v. 34, n. 5, p. 893-900, 29 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-018-2669-4>.
- BAHRAMI, G.; VAETH, M.; WENZEL, A.; KIRKEVANG, L. L.; ISIDOR, F. Prediction of future marginal bone level: a radiographic study. **Journal Of Clinical Periodontology**, [S.L.], v. 38, n. 10, p. 933-938, 19 jul. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-051x.2011.01771.x>
- BIDINOTTO, A. B.; MARTINS, A. B.; SANTOS, C. M.; HUGO, F. N.; HILGERT, J. B.; CELESTE, R. K.; PADILHA, D. M.; MARCHI, R. J. Four-year incidence rate and predictors of root caries among community-dwelling south Brazilian older adults. **Community Dentistry And Oral Epidemiology**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 125-131, 18 set. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cdoe.12343>.
- BYEON,S.M.; LEE, M.H.; BAE, T.S. The effect of different fluoride application methods on the remineralization of initial carious lesions. **Restorative Dentistry & Endodontics**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 121, 2016. The Korean Academy of Conservative Dentistry. <http://dx.doi.org/10.5395/rde.2016.41.2.121>.
- CHAN, A.K.Y; TAMRAKAR, M.; JIANG, C.M; TSANG, Y.C; LEUNG, K.C.M; CHU,C.H. Clinical evidence for professionally applied fluoride therapy to prevent and arrest dental caries in older adults: a systematic review. **Journal Of Dentistry**, [S.L.], v. 125, p. 104273, out. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104273>.
- CURY, M.S.; SILVA, C.B.; NOGUEIRA, R.D.; CAMPOS, M.G.D.; PALMA-DIBB, R.G.; GERALDO-MARTINS, V.R. Surface roughness and bacterial adhesion on root dentin treated with diode laser and conventional desensitizing agents. **Lasers In Medical Science**, v. 33, n. 2, p. 257-262, 2017.
- DOS SANTOS FERREIRA, E.; PRATES, I.T.K.; DOS SANTOS, S.L.M.; DEL VALLE, M.; ZECELL, D.M.; ANA, P.A. In Vitro Study of Er, Cr: YSGG Laser Effects When Used for the Prevention of Dentin Demineralization. In: **XXVI Brazilian Congress on Biomedical Engineering**. Springer, Singapore, p. 825-829, 2019.

GERALDO-MARTINS, V. R.; LEPRI, C. P.; FARAONI-ROMANO, J. J.; PALMA-DIBB, R. G. The combined use of Er,Cr: ysgg laser and fluoride to prevent root dentin demineralization. **Journal Of Applied Oral Science**, [S.L.], v. 22, n. 5, p. 459-464, out. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-775720130570>.

GHAZY, B.; FAWZY, M.; ABDELKAFY, H. "Effect of Irradiation with 980-nm Diode Laser on the Microhardness of Young and Old Root Canal Dentin after Treatment with Chemical Solutions". **Al-Azhar Journal of Dentistry**, Cairo, v. 9, n. 4, art. 5, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21608/adjg.2022.103435.1432>.

GRANDJEAN, M.L.; MACCARONE, N. R.; MCKENNA, G.; MÜLLER, F.; SRINIVASAN, M. Silver diamine fluoride (SDF) in the management of root caries in elders. **Swiss Dental Journal Sso – Science And Clinical Topics**, [S.L.], v. 131, n. 5, p. 417-424, 25 mar. 2024. SWISS DENTAL JOURNAL SSO. <http://dx.doi.org/10.61872/sdj-2021-05-02>.

GUARATO, F. R. B. A.; SANTI, M. R.; MADALENA, I. R.; GERALDO-MARTINS, V.R.; OLIVEIRA, M. A. H. M. ; de CASTRO, D. T. ; FARAONI, J. J. ; PALMA-DIBB, R.G.; LEPRI, C. P. Er,Cr:YSGG and 980nm diode lasers influence dentin surface volume after cariogenic challenge: in vitro study. **Brazilian Oral Research**, 2024.

HAYES, M.; MATA, C.; COLE, M.; MCKENNA, G.; BURKE, F.; ALLEN, P. F. Risk indicators associated with root caries in independently living older adults. **Journal Of Dentistry**, [S.L.], v. 51, p. 8-14, ago. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2016.05.006>.

HOSHYARI, N.; ZAMANIAN, A.; SAMII, A.; MOUSAVI, J.. In-vitro Comparison of Occluding Effect of Fluoride Varnish and Diode Laser Irradiation with Fluoride Varnish and Er,Cr:YSGG Laser Irradiation on Dentinal Tubules of the Cervical Root Area of the Tooth. **Maedica - A Journal Of Clinical Medicine**, [S.L.], v. 18, n. 2, 15 jun. 2023. TARUS Media. <http://dx.doi.org/10.26574/maedica.2023.18.2.266>.

KARACALIOGLU, O.; ERTEN, C. Diode Lasers in Dentistry: Current and Emerging Applications. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 11, n. 3, p. 220-226, 2020. Disponível em: <https://www.bibliomed.org/?mno=110767>.

LEPRI, CESAR P; CASTRO, DENISET DE; GERALDO-MARTINS, VINÍCIUSR; FARAONI, JULIANAJ; PALMA-DIBB, REGINAG. Laser irradiation prevents root caries: microhardness and scanning electron microscopy analysis. **Indian Journal Of Dental Research**, [S.L.], v. 33, n. 2, p. 198, 2022. Medknow. http://dx.doi.org/10.4103/ijdr.ijdr_140_21

LOPES, F. C.; ROPERTO, R.; AKKUS, A.; AKKUS, O.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SOUSA-NETO, M. D. Effects of different lasers on organic/inorganic ratio of radicular dentin. **Lasers In Medical Science**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 415-420, 21 jan. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-015-1862-y>.

MADDAH, F.; SHIRINZAD, M.; KHALAFI, Z.; REZAEI-SOUFI, L.; MOHAMMADI, Y; ESKANDARLOO, F.; FARMANY, A. Synthesis and characterization of hydroxyapatite nanoparticles and their effects on remineralization of demineralized enamel in the presence of Er,Cr: ysgg laser irradiation. **Bmc Oral Health**, [S.L.], v. 23, n. 1, 30 out. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-023-03549-z>.

MALTZETAL, M. et al. Cariologia: conceitos básicos, diagnóstico e tratamento não restaurador. São Paulo: Artes medicas, 2016. 144p

MOGHADAM, N. C. Z.; SERAJ, B.; CHINIFORUSH, N.; GHADIMI, S. Effects of Laser and Fluoride on the Prevention of Enamel Demineralization: an in vitro study. **Journal Of Lasers In Medical Sciences**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 177-182.

NOGUEIRA, R. D.; SILVA, C. B.; LEPRI, C. P.; PALMA-DIBB, R. G.; GERALDO-MARTINS, V. R. Evaluation of Surface Roughness and Bacterial Adhesion on Tooth Enamel Irradiated With High Intensity Lasers. **Brazilian Dental Journal**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 24-29, fev. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201701190>.

O'MULLANE, DM; JONES, R.J.; BAEZ S.; LENNON, MA; PETERSEN, PE; RUGGGUNN, AJ; G, H WHELTON; WHITFORD, G.M. Fluoride and Oral Health. **Community Dental Health Journal**, [s. l], p. 1-31, jun. 2016.

PAIVA, GR; DIBB, R.G.P.; FARAONI, J.J.; OLIVEIRA, M.A.H.M; CASTRO, D.T.; GERALDO-MARTINS, V.R; LEPRI, C.P. Influence of Er,Cr: ysgg laser on root dentin submitted to erosive and/or abrasive challenges. **Brazilian Oral Research**, [S.L.], v. 35, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0029>.

QUTIESHAT, A.; SALEM, A.; AOUIDIDI, R.; BRONZATO, J. D.; AL-WAELI, H.; ABUFADALAH, M.; SHAIKH, S.; YASSIR, Y.; MHANNI, A.; VASANTAVADA, P. Perspective and practice of root caries management: a multicountry study part ii. **Journal Of Conservative Dentistry**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 171, 2021. Medknow. http://dx.doi.org/10.4103/jcd.jcd_20_21.

REDDY, L.; LAKSHMI, S.; LAKSHMI, Y.; LAKSHMI, K. D.; SRAVANTHI, Y.; KAUR, M. Root caries experience and its association with risk indicators among middle-aged adults. **Journal Of Pharmacy And Bioallied Sciences**, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 1523, 2021. Medknow. http://dx.doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_271_21.

SOUZA, J. G. S.; OLIVEIRA, B. E. C.; SAMPAIO, A. A.; LAGES, V. A.; ROMÃO, D. A.; MARTINS, A. M. Contextual and Individual Determinants of Root Caries in Older People. **Caries Research**, [S.L.], v. 52, n. 3, p. 253-261, 2018. S. Karger AG. <http://dx.doi.org/10.1159/000479800>.

VALE, G.C.; TABCHOURY, C.P.M.; CURY, A.A.B.; TENUTA, L.M.A.; CATE, J.M. Ten; CURY, J.A.. APF and Dentifrice Effect on Root Dentin Demineralization and Biofilm. **Journal Of Dental Research**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 77-81, 6 out. 2010. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0022034510383428>.

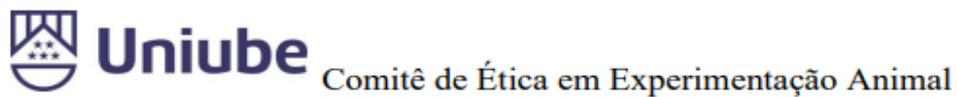
VALIZADEH, S.; KHUB,M.R; CHINIFORUSH, N.; KHARAZIFARD, M.J; HASHEMIKAMANGAR, S.S. Effect of Laser Irradiance and Fluoride Varnish on Demineralization Around Dental Composite Restorations. **Journal Of Lasers In Medical Sciences**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 450-455, 3 out. 2020. Maad Rayan Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.34172/jlms.2020.70>.

VIAPIANA, R.; SOUSA-NETO, M. D.; SOUZA-GABRIEL, A.E; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. Microhardness of Radicular Dentin Treated with 980-nm Diode Laser and

Different Irrigant Solutions. **Photomedicine And Laser Surgery**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 102-106, fev. 2012. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/pho.2011.3109>.

ZHAO, I. S; GAO, S. S; HIRAISHI, N.; BURROW, M. F.; DUANGTHIP, D.; MEI, M. L.; LO, E. C; CHU, C. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. **International Dental Journal**, [S.L.], v. 68, n. 2, p. 67-76, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1111/idj.12320>.

ANEXOS



Ofício CEEA-007/2023

Uberaba, 28 de junho de 2023

Ilmo. Prof.

CEZAR PENAZZO LEPRI

Assunto: Encaminha processo nº 008/2023, sobre o protocolo de pesquisa "*Influência dos lasers Er,Cr:YSGG e diodo-980nm na prevenção da cárie radicular*".

Prezado (a) Professor(a),

Em resposta a sua solicitação, informo que o protocolo acima referido foi submetido a avaliação do CEEA-UNIUBE, em reunião no dia 23/06/2023, sendo considerado **aprovado**.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Joely F. Bittar".

Profa. Joely F. Figueiredo Bittar

Coordenadora do CEEA-UNIUBE



Comitê de Ética em Experimentação Animal

Processo Nº: 008/2023

TÍTULO DO PROJETO
Influência dos lasers Er,Cr:YSGG e diodo-980nm na prevenção de cárie radicular

PESQUISADOR RESPONSÁVEL
César Penazzo Lepri

INSTITUIÇÃO ONDE SERÁ REALIZADA A PESQUISA
Universidade de Uberaba

1) DESCRIÇÃO SUCINTA DOS OBJETIVOS E RESUMO DO PROJETO

1.1 OBJETIVOS:
O objetivo do projeto será avaliar a influência da irradiação laser, associada ou não a fluoretos, na prevenção de cárie radicular. Através das análises iniciais de rugosidade superficial e perfilometria 3D, verificaremos o padrão de uniformidade e/ou irregularidade causado pela irradiação laser nos diferentes grupos experimentais e, desta forma, poderemos hipotetizar qual será a indicação clínica mais adequada, levando em consideração as propriedades analisadas neste estudo.

1.2 HISTÓRICO
Trata-se da 2ª submissão do projeto e está vinculado ao programa de Mestrado em Odontologia.
Retira-se da proposta:
"A cárie radicular tem alta prevalência na terceira idade. Por isso, há a necessidade de se desenvolver métodos alternativos para melhorar a prevenção dessa doença.

O objetivo do presente estudo será avaliar a influência da irradiação com os lasers Er,Cr:YSGG e diodo-980nm, associada ou não a fluoretos, na prevenção de cárie em dentina radicular bovina. Serão selecionados dentes bovinos, que serão limpos com pedra pomes e escova de Robinson. Em seguida as raízes serão separadas das coroas utilizando-se um disco diamantado sob refrigeração à água, acoplado em uma máquina de corte. Após, estas raízes serão cortadas resultando em uma área superficial de aproximadamente 18,0mm². Serão realizados oito tratamentos sendo seus respectivos grupos (n=10):

- G1: irradiação com laser Er,Cr:YSGG,
- G2: irradiação com laser Er,Cr:YSGG + aplicação de flúor gel,
- G3: aplicação de flúor gel + irradiação com laser Er,Cr:YSGG,
- G4: irradiação com laser diodo-980nm,
- G5: irradiação com laser diodo-980nm + aplicação de flúor gel,
- G6: aplicação de flúor gel + irradiação com laser diodo 980-nm,
- G7: aplicação de flúor gel (controle positivo),
- G8: nenhum tratamento (controle negativo).

Em seguida será analisado a rugosidade superficial e o perfil topográfico 3D. As amostras de cada grupo serão submetidas à ciclagem de pH para simular uma situação de altíssimo risco a cárie. Cada amostra será mergulhada em soluções DES e RE serão substituídas diariamente. Posteriormente ao desafio cariogênico/ciclos de pH, será analisado o perfil topográfico 3D, com a finalidade de ser verificar e mensurar a

Página 1 de 2



Comitê de Ética em Experimentação Animal

extensão da lesão cariosa nos diferentes grupos experimentais."

2) COMENTÁRIOS DO RELATOR

2.1 GRAU DE INVASIVIDADE (GI) E PONTOS PERTINENTES
Foram feitas todas as adequações solicitadas no parecer do dia 19/05/2023. Dessa forma, julgo o projeto como APROVADO.

3) CONCLUSÃO

Aprovado (x)	Não aprovado ()	Pendente ()
-----------------------	-------------------------	---------------------

Data da reunião: 23/06/2023

Prof. Joely F. Figueiredo Bittar

APÊNDICES

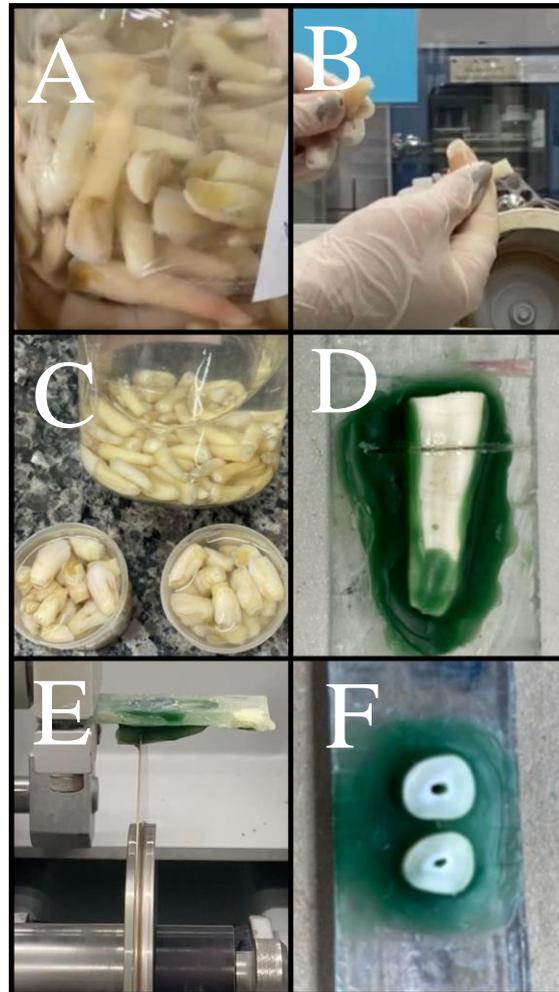


Figura 1: Preparo dos espécimes. A – Dente hígido. B – Separação da coroa e raiz a 1mm da junção amelo-cementária utilizando-se um disco diamantado sob refrigeração à água, acoplado em uma máquina de corte. C – Algumas raízes seccionadas. D – Fixação da raiz com cera a placa de acrílico após receber o segundo corte. E – Corte em máquina de corte de precisão (ISOMET 1000® cutting machine (Precision Saw Buehler, Illinois – USA), em que, as raízes foram cortadas no sentido cérvico-apical, obtendo espécimes de 4,5mm. F - Terceiro corte na máquina de precisão para se obter duas metades: uma mesial e uma distal.

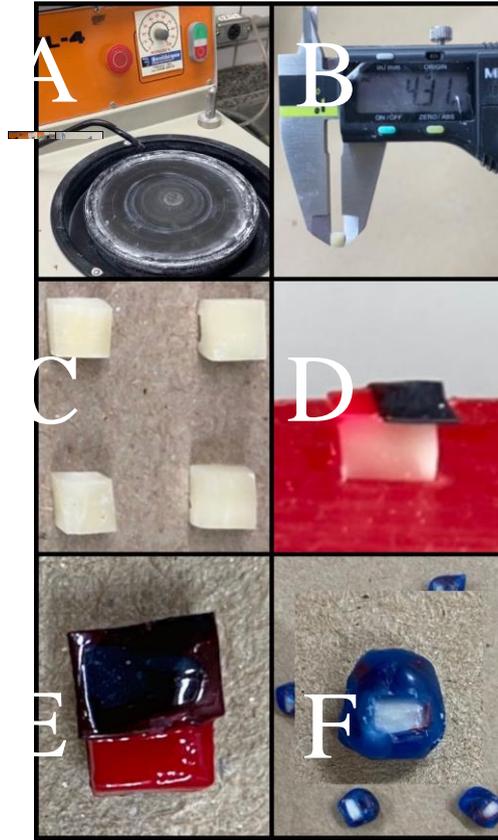


Figura 2: Padronização dos espécimes. A – Máquina Lixadeira e Politriz Metalográfica APL (Arotec). B – Dimensão padronizada dos espécimes checada com paquímetro digital. C - Dimensão padronizada dos espécimes. D – Proteção da área experimental com fita isolante. E – Imagem com espécimes recebendo cobertura com esmalte cosmético vermelho. F – Espécime coberto com cera, exceto a área experimental, espécimes prontos para receberem os tratamentos.

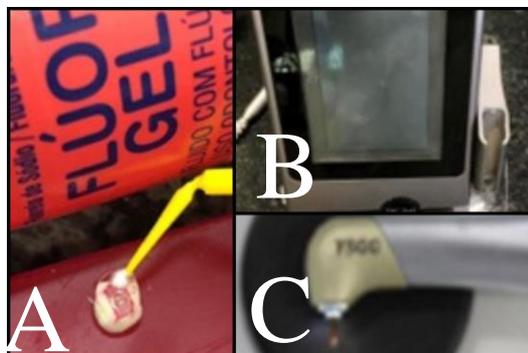


Figura 3: Tratamento preventivo dos espécimes. A – Aplicação do gel fluoretado no espécime com microbrush. B – Laser diodo-980nm. D – Laser Er,Cr:YSGG.



Figura 4: Teste de ciclagem de pH. A – Soluções desmineralizante e remineralizante, respectivamente. B- Recipientes identificados para receber a solução de remineralização. C- Água destilada utilizada para lavar as amostras por 10 segundos e levemente secas com gaze. Os recipientes também foram lavados e secos. D e E– Recipientes com os espécimes imersos na solução desminezalizante em um volume de 50mL. F – Estufa a 37°C.



Figura 5: Imagem A e B - Inclusão dos espécimes em resina acrílica transparente. C – Polimento dos espécimes para a realização da microdureza.



Figura 6: Microdurômetro utilizado na análise de microdureza.

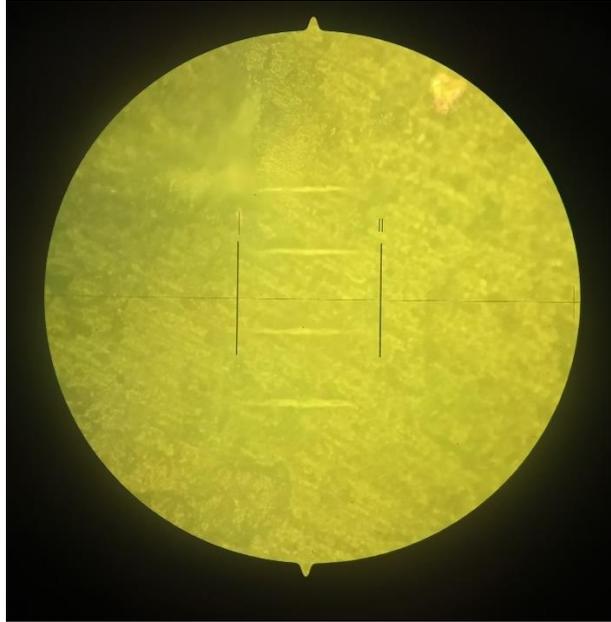


Figura 7: Espécime endentado nas marcações de 30 μm , 60 μm , 90 μm , 120 μm e 250 μm .