

UNIVERSIDADE DE UBERABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA –
MESTRADO ACADÊMICO

LARISSA ROCHA PACHECO

**USO DE LASERS DE ALTA POTÊNCIA NA PREVENÇÃO DE LESÕES CARIOSAS
EM DENTINA RADICULAR**

UBERABA – MG

2024

UNIVERSIDADE DE UBERABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA –
MESTRADO ACADÊMICO

LARISSA ROCHA PACHECO

USO DE LASERS DE ALTA POTÊNCIA NA PREVENÇÃO DE LESÕES CARIOSAS
EM DENTINA RADICULAR

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

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

P115u Pacheco, Larissa Rocha.
Uso de lasers de alta potência na prevenção de lesões cáries em dentina radicular / Larissa Rocha Pacheco. – Uberaba, 2024.
45 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. Cáries dentárias. 2. Lasers em odontologia. 3. Lasers - Diodo. I. Lepri, Cesar Penazzo. II. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada. III. Título.

CDD 617.67

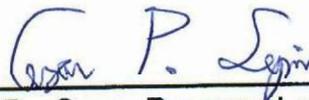
**USO DE LASERS DE ALTA POTÊNCIA NA PREVENÇÃO DE LESÕES CARIOSAS
EM DENTINA RADICULAR**

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.

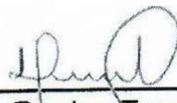
Orientador: Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri.

Aprovado (a) em: 08/03/2024

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri
Orientador
Universidade de Uberaba



Prof^ª. Dr^ª. Denise Tornavoi de Castro
Universidade de Uberaba



Prof^ª. Dr^ª. Késsia Suênia Fidelis
de Mesquita Guimarães
Centro Universitário de Goiatuba

DEDICATÓRIA

À Deus pelo dom da vida e por se fazer presente em todos os momentos, me amparando, dando sabedoria, serenidade e determinação.

À minha família por não poupar esforços para que eu chegasse até aqui, sendo pilares de fé, amor, incentivo. Agradeço a minha mãe Diva Rocha, por ser meu referencial e sempre estar ao meu lado me apoiando em todas as circunstâncias. Ao meu pai Maury Francisco Pacheco exemplo de garra e determinação, ao meu irmão Leonardo Pacheco que foi o meu porto seguro, calma nos momentos mais difíceis. Sem vocês com certeza a caminhada teria sido muito mais árdua, meu muito obrigada, amo vocês.

À todas as minhas amigas do mestrado que estiveram comigo durante este percurso, obrigada pelo companheirismo, em especial a minha amiga Ana Paula Lima pela paciência e parceria em todos os momentos.

À todos familiares e amigos por todo incentivo e que de alguma maneira contribuíram para realização deste trabalho e torceram por mim.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri, por toda paciência, ensinamentos, conhecimento. Foram fundamentais para o resultado desse projeto. Dizem que professores são como anjos, já que dedicam o seu tempo a ensinar o próximo, sendo assim o considero como tal. Agradeço por ter confiado em meu potencial, pela oportunidade em ser sua orientada, pela paciência durante toda essa trajetória e apoio.

Minha eterna gratidão a todo profissionalismo, atenção e por compartilhar os seus conhecimentos com tanta humildade. O admiro muito como profissional e ser humano.

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, pela concessão do auxílio financeiro sob a forma de PROSUP/Taxa de estudos.

Às agências de fomento CNPq (PIBIC) e FAPEMIG (PIBIC) 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 ao técnico Marcelo Silveira Hermeto, que sempre se mostrava disposto em me auxiliar com o uso dos equipamentos.

À técnica Camilla Beatriz da Silva, que prontamente se comprometeu a manipular as soluções para os testes de ciclagem de pH.

À Flávia Michele da Silva, secretária do Curso de Pós-Graduação da Universidade de Uberaba, pela amizade, dedicação e estar sempre apta a me ajudar.

Aos meus colegas de mestrado, Ana Paula Lima, Gabriela Tosta, Bethânia por participarem dessa jornada comigo. Nossas preocupações, dificuldades e momentos de tensão, com certeza, foram importantes para nosso amadurecimento. Vocês foram, além de colegas de turma, amigas 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.

Gratidão, também, a todos que de alguma forma, contribuíram e me deram apoio para a realização deste trabalho

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da irradiação dos lasers Er,Cr:YSGG e diodo-980nm, associada ou não a gel fluoretado (NaF a 2%) na prevenção de cárie radicular bovina. Foram confeccionados oitenta espécimes de dentina radicular bovina (4,25mmX4,25mmX2,5mm). A metade de cada um foi isolada (região controle) e a outra metade ficou exposta e recebeu um dos tratamentos preventivos. Os espécimes foram distribuídos em oito grupos em função do tratamento, sendo: ST: Sem tratamento; FG: Flúor gel; Di: Diodo-980nm; Di + FG: Diodo-980nm + Flúor gel; FG + Di: Flúor gel + Diodo-980nm; Er: Er,Cr:YSGG: Érbio; Er + FG: Er,Cr:YSGG + Flúor gel; FG + Er: Flúor gel + Er,Cr:YSGG . O flúor gel (2%) foi aplicado na superfície da dentina por 4 minutos. O laser Er,Cr:YSGG foi irradiado com potência de 0,5W; taxa de repetição de 5,0 Hz; por 10 segundos no modo escaneamento, sem água e com 55% de ar. O laser diodo-980nm foi irradiado com potência de 1,0W; 2,0Hz; no modo contato. As amostras de cada grupo foram submetidas à ciclagem de pH para simular uma situação de altíssimo risco a cárie, sendo armazenadas individualmente, em recipientes com soluções desmineralizantes (DES) e remineralizantes (RE). As soluções DES e RE foram substituídas diariamente, e as ciclagens ocorreram por 2 semanas, sendo que após 5 dias as amostras ficaram individualmente imersas em solução remineralizante por 2 dias. Posteriormente ao desafio cariogênico, a rugosidade superficial (RS) e a perda de volume (PV) foram analisadas em microscópio confocal de varredura a laser. A região central foi selecionada para estas análises. Os dados foram adquiridos pelo software OLS4100®. A distribuição dos dados foi normal (Kolmogorov-Smirnov) e homogênea (Levene). Os valores médios de RS dos diferentes grupos foram comparados com o teste de Análise de Variância. Para a diferenciação das médias, utilizou-se o pós-teste de Tukey. O teste de Kruskal-Wallis avaliou os valores percentuais de PV (%), seguido do pós-teste de Dunn. Para todos os testes o nível de significância foi 5% = 0,05. O maior valor de RS foi do grupo ST ($9,730 \pm 0,911$) e os demais grupos apresentaram valores inferiores $p < 0,05$. O grupo ST ($54,6 \pm 3,9$) mostrou maiores valores de PV, seguido do FG ($43,2 \pm 2,8$). Grupos Er + FG ($20,4 \pm 1,6$); Di + FG ($20,5 \pm 1,5$); FG + Di ($19,1 \pm 1,3$) demonstraram diferenças estatisticamente significantes em relação aos demais grupos e não diferiram entre si. O Grupo FG + Er apresentou a menor porcentagem de perda de volume ($12,6 \pm 0,8$), com diferenças estatisticamente significantes dos demais grupos ($p < 0,05$). O presente estudo sugere que o melhor tratamento foi através da associação do flúor gel e irradiação à laser

Er,Cr:YSGG . Ainda, mostrou eficácia de ambos lasers isoladamente e ressalta o efeito promissor do laser diodo-980nm.

Palavras-chaves: cárie dentária; lasers de Diodo; lasers de YSG.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the influence of Er,Cr:YSGG and 980nm diode laser irradiation, associated or not with fluoride gel (2% NaF), on the prevention of bovine root caries. Eighty specimens of bovine root dentin (4.25mmX4.25mmX2.5mm) were prepared. Half of each was isolated (control region) and the other half that was exposed received one of the preventive treatments. The specimens were distributed into eight groups depending on the treatment, as follows: ST: No treatment; FG: Fluoride gel; Di: Diode-980nm; Di + FG: Diode-980nm + Fluorine gel; FG + Di: Fluoride gel + Diode-980nm; Er: Er,Cr:YSGG: Erbium; Er + FG: Er,Cr:YSGG + Fluoride gel; FG + Er: Fluoride gel + Er,Cr:YSGG . Fluoride gel (2%) was applied to the dentin surface for 4 minutes. The Er,Cr:YSGG laser was irradiated with a power of 0.5W; 5.0 Hz repetition rate; for 10 seconds in scanning mode, without water and 55% air. The 980nm diode laser was irradiated with a power of 1.0W; 2.0Hz; in contact mode. The samples from each group were subjected to pH cycling to simulate a situation of extremely high risk of caries, being stored individually, in containers with demineralizing (DES) and remineralizing (RE) solutions. The DES and RE solutions were replaced daily, and cycling occurred for 2 weeks, and after 5 days the samples were individually immersed in a remineralizing solution for 2 days. After the cariogenic challenge, surface roughness (RS) and volume loss (PV) were analyzed using confocal laser scanning microscopy. The central region was selected for these analyses. Data were acquired using OLS4100® software. Data distribution was normal (Kolmogorov-Smirnov) and homogeneous (Levene). The mean RS values of the different groups were compared using the Analysis of Variance test. To differentiate the means, the Tukey post-test was used. The Kruskal-Wallis test evaluated the percentage values of PV (%), followed by the Dunn post-test. For all tests, the significance level was 5% = 0.05. The highest RS value was in the ST group (9.730 ± 0.911) and the other groups presented lower values $p < 0.05$. The ST group (54.6 ± 3.9) showed higher PV values, followed by the FG (43.2 ± 2.8). Er + FG groups (20.4 ± 1.6); Di + FG (20.5 ± 1.5); FG + Di (19.1 ± 1.3) demonstrated statistically significant differences in relation to the other groups and did not differ from each other. The FG + Er Group presented the lowest percentage of volume loss (12.6 ± 0.8), with statistically significant differences from the other groups ($p < 0.05$). The present study suggests that the best treatment was through the combination of fluoride gel and Er,Cr:YSGG laser irradiation. Furthermore, it showed the

effectiveness of both lasers separately and highlights the promising effect of the 980nm diode laser.

Keywords: Dental caries; Diode lasers; YSGG lasers.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. 39
- 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 para 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 – Máquina de corte de precisão ISOMET 1000® (cutting machine (Precision Saw Buehler, Illinois – USA). G - Terceiro corte na máquina de precisão para se obter duas metades: uma mesial e uma distal.
- Figura 2. 40
- 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. 41
- Tratamento preventivo dos espécimes. A – Aplicação do gel fluoretado no espécime com microbrush. B – Laser diodo-980nm. C – Laser Er,Cr:YSGG.
- Figura 4. 41
- 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.

Análise perfilométrica 3D com perda de volume. Região experimental (seta amarela) e região controle (seta vermelha).

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Grupos experimentais e tratamento dos espécimes.	21
Quadro 2. Especificações técnicas do laser Er,Cr:YSGG.	22
Quadro 3. Parâmetros de irradiação do laser Er,Cr:YSGG.	23
Quadro 4. Especificações técnicas do laser diodo-980nm	24
Quadro 5. Parâmetros de irradiação do laser diodo-980nm	24
Quadro 6. Valores médios (desvio padrão) da rugosidade superficial (μm^2) dos grupos, considerando a área de referência e a área pré-tratada seguida dos ciclos de desmineralização/remineralização.	28
Quadro 7. Perda de volume (%) nos grupos estudados.	29

LISTA DE ABREVIACÕES

µm micrômetro

Er,Cr:YSGG laser de érbio-cromo dopado com ítrio, scandium, gálio, granada

Er grupos irradiados a laser de érbio-cromo dopado com ítrio, scandium, gálio, granada

Er:YAG laser de érbio dopado com ítrio, alumínio, granada

Nd:YAG laser de neodímio dopado com ítrio, alumínio, granada

Di Diodo-980nm

et al. e colaboradores

DES/RE desmineralização/remineralização

NaF fluoreto de sódio

FG flúor gel

G grupo

RS rugosidade superficial

PV perda de volume

Hz hertz

J/cm² joule por centímetro quadrado

kV quilovolt(s)

mL mililitro(s)

mm milímetro(s)

°C grau Celsius

pH logaritmo negativo de concentração hidrogeniônica (-log[H⁺])

W watt

TP tratamento preventiv

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4. RESULTADOS.....	27
5. DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
ANEXOS.....	40
APÊNDICES.....	42

1 INTRODUÇÃO

Com avanço da Odontologia preventiva, a grande difusão de produtos contendo fluoretos e as medidas de saúde pública, como a fluoretação da água, houve uma redução na perda de dentes pela doença cárie, embora seja uma das principais doenças que acomete a cavidade bucal. Ao considerar a individualidade do paciente, pode-se definir, com base nos fatores diretamente relacionados à cárie – hospedeiro, substrato cariogênico e microbiota específica – situações onde o risco do seu desenvolvimento é evidenciado. Assim, destacam-se a exposição da superfície (hospedeiro), a dieta cariogênica (substrato) e o controle do biofilme deficiente (microbiota específica) que, ao interagirem em função do tempo, levam à formação e progressão da cárie. Outros fatores, tais como fluxo e composição salivar, capacidade tampão, contato com fluoretos e história passada de cárie, que influenciam indiretamente o desenvolvimento de cárie radicular, também possibilitam determinar o maior ou menor risco de desenvolvimento da lesão (FEJERSKOV; KIDD, 2011, BARTLETT; O' TOOLE, 2019, SAADS; LUSSI, 2020).

A cárie radicular é aquela que ocorre na região do dente que fica exposta devido a uma recessão gengival promovida pela falta de uma higiene bucal adequada, permitindo que bactérias específicas colonizem a região periodontal (FEJERSKOV; KIDD, 2011) Segundo a literatura, temperaturas maiores que 100°C e inferiores a 400°C ocasionam a perda de água e carbonato no esmalte do dente, e que o laser de Er:Cr:YSGG, quando usado com os parâmetros adequados, provoca um alto aquecimento superficial, podendo promover estas alterações cristalográficas, as quais são capazes de aumentar a resistência do dente à desmineralização (KURODA; FOWLER, 1984, HOSSAIN; KIMURA; NAKAMURA *et al.*, 2001).

Estudos prévios observaram que entre o esmalte e o ambiente oral ocorre um processo físico-químico de desmineralização versus remineralização. Existem várias explicações para este processo, incluindo fusão da superfície do esmalte, recristalização e alteração da matriz orgânica do esmalte (MOSLEMI; FEKRAZAD; TADAVON *et al.*, 2009). Os lasers mais comuns utilizados para prevenção de cárie são o CO₂; Er, Cr:YSGG. (ANA; BACHMANN; ZECELL, 2006). Para alcançar resultados melhores, foi observado que a irradiação do laser com fluoretos, mostraram resultados sinérgicos promissores (WESTERMAN; FLAITZ; POWELL *et al.*, 2006).

O flúor por sua vez desacelera o processo de degradação da matriz de colágeno (BRACKETT; AGEE; BRACKETT *et al.*, 2015). Os íons flúor podem interferir no processo físico-químico da formação e progressão da cárie, inibindo a desmineralização e potencializando a remineralização (THEVADASS; PEARSON; ANSTICE *et al.*, 1996; TEN CATE, 1999, FEATHERSTONE, 2000). Em altas concentrações também podem atuar sobre o metabolismo bacteriano, reduzindo a formação de ácidos. Contudo, o efeito do flúor é parcial, uma vez que não impede a instalação da doença frente a um alto desafio cariogênico. Além disso, pesquisas têm mostrado que as lesões de cárie radicular envolvem tanto a desmineralização quanto a destruição da matriz orgânica da dentina (FRANK 1990; SCHUPBACH; GUGGENHEIM; LUTZ, 1990). Portanto, torna-se extremamente necessário o desenvolvimento de métodos alternativos que interfiram positivamente no processo de DES/RE, no sentido de se buscar a prevenção de lesões cariosas nos tecidos dentais.

Uma opção promissora para a prevenção é a utilização da irradiação laser. Desde a demonstração do aumento da resistência ácida do esmalte dental irradiado com o laser de rubi (SOGNNAES, 1965), trabalhos têm sido realizados na área de prevenção de cárie e têm demonstrado a redução de solubilidade do esmalte dental após a irradiação com lasers de alta intensidade.

Estudos sobre os efeitos dos lasers têm se concentrado no aumento da resistência à cárie através da redução da velocidade de desmineralização da subsuperfície de esmalte e dentina. (KANTOLA,1972; FEATHERSTONE; BARRETT-VESPONE; FRIED *et al.*, 1998). Contudo se desconhece as exatas razões que levam à inibição da formação de lesões cariosas com a utilização de lasers.

Visando um melhor controle clínico do processo cariogênico, a irradiação dos tecidos dentários com laser tem se mostrado um método eficaz, promovendo aumento da resistência do esmalte à desmineralização (ANTUNES; DE ROSSI; ZECELL, 2006, KARANDISH, 2014, ZECELL; BOARI; ANA *et al.*, 2009, BEDINI; MANZON; FRATO *et al.*, 2010). Já em relação à dentina, observa-se ocorrência de inibição do processo de desmineralização através da formação de zonas de recristalização, fusão e derretimento deste tecido em virtude da utilização de altas densidades de energia (KANTOLA, 1972; NAMMOUR; RENNEBOOG-SQUILBIN; NYSSSEN-BEHETS *et al.*, 1992).

No entanto, considerando que o conteúdo mineral da dentina é muito menor que do esmalte e ela possui características estruturais diferentes (FEATHERSTONE, 1994),

a densidade de energia necessária para modificá-la positivamente em relação à resistência ácida parece ser menor do que a utilizada para o esmalte (RODRIGUES; SANTOS; PEREIRA *et al.*, 2004).

A irradiação da dentina também pode aumentar a concentração mineral da mesma através da remoção preferencial da água e proteínas inerentes a este tecido. O emprego de laser pode promover a recristalização da dentina, o crescimento do tamanho dos cristais de hidroxiapatita e a formação de uma dentina de maior grau de cristalinidade, estruturalmente modificada, que se assemelha à estrutura cristalina da hidroxiapatita do esmalte normal (KANTOLA, 1972).

Espera-se que o laser de Er,Cr:YSGG mostre eficiência em aplicações dentárias devido à alta absorção do seu comprimento de onda (2,78 μ m) pela água (HOSSAIN; NAKAMURA; YAMADA; KIMURA *et al.*, 1999, BRAUN; JEPSEN; DEIMLING *et al.*, 2010). O laser de diodo também parece ser promissor para este determinado fim, além de ter a vantagem de apresentar baixo custo de aquisição e de manutenção bem como uma maior versatilidade, devido a seu tamanho compacto (GUTKNECHT, 2004; VIAPIANA; SOUSA-NETO; SOUZA-GABRIEL *et al.*, 2012).

Uma vez que são escassos os estudos que avaliaram o efeito de lasers sobre a prevenção de cárie associado ou não ao flúor, é importante a realização de estudos *in vitro* que avaliem o uso de lasers determinar o potencial cariostático destes equipamentos na superfície dentinária.

Espera-se encontrar nos resultados de rugosidade superficial e perda de volume a resposta de quais foram os melhores tratamentos, dentre os diversos empregados, que conseguiram minimizar a desmineralização da dentina.

Dessa forma seria possível propor uma terapia inovadora na prevenção de cárie, utilizando um método promissor (irradiação laser) como uma alternativa aos protocolos convencionais.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da irradiação do laser Er,Cr:YSGG e do laser diodo-980nm, associada ou não a gel fluoretado (NaF a 2%), na prevenção da cárie em dentina radicular, utilizando os seguintes métodos de avaliação: rugosidade superficial e perda de volume, através de microscopia confocal de varredura a laser.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental

Foram preparados 80 espécimes e esses foram divididos aleatoriamente em 8 grupos diferentes (n=10). As variáveis quantitativas foram: análise de rugosidade superficial (RS) e avaliação da perda de volume (PV).

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 em experimentação animal, protocolo 008/2023 foram selecionados para este trabalho, 80 dentes incisivos centrais bovinos hígidos. Uma única pesquisadora devidamente calibrada fez a limpeza dos dentes bovinos com curetas periodontais e o refinamento da limpeza do restante dos debris foi realizada 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 cimento. Os dentes foram lavados abundantemente e então, armazenados em água destilada a 4°C, trocando a água semanalmente.

3.3 Preparo dos espécimes

As raízes dentais foram separadas das coroas (por uma única pesquisadora devidamente calibrada), a 1 mm da junção amelo-cementária, utilizando-se um disco diamantado sob refrigeração à água, acoplado em uma máquina de corte. Foi realizado um segundo 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. Foi realizado um terceiro corte na máquina de precisão para se obter duas metades: uma mesial e uma distal. Em seguida, cada espécime passou por desgaste em lixadeira e politriz metalográfica APL com lixa d'água #360 (Series 41042, Arotec S.A. industry and commerce), resultando em blocos padronizados de 4,25mm x 4,25mm x 3,00mm de espessura, com uma área superficial de

aproximadamente 18,0mm² (9mm² de área experimental e 9mm² de área controle). Uma variação positiva e negativa de 5% nas dimensões foi permitida.

A face experimental recebeu uma cobertura de fita isolante, enquanto a área controle e as demais faces foram impermeabilizadas com dupla camada de esmalte cosmético de unha vermelho (Colorama Maybelline, São Paulo, SP, Brazil). Após a secagem do esmalte, foi acrescentada uma cobertura de cera pegajosa para escultura (Kota Indústria e Comércio Ltda, Cotia, São Paulo, Brasil) em todas as faces, excetuando a metade experimental. Em seguida, foi removida a fita isolante, resultando em uma face de dentina exposta para receber os tratamentos e irradiações. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 4°C até o momento da realização dos tratamentos preventivos. Os passos metodológicos do preparo dos espécimes estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

3.4 Grupos experimentais / Tratamento e irradiação dos espécimes

Quadro 1: Grupos experimentais e tratamento dos espécimes.

Grupos	Tratamento
ST	Sem tratamento (grupo controle)
FG	Flúor gel a 2%
Di	Laser diodo-980nm
Di + FG	Laser diodo-980nm + flúor gel a 2%
FG + Di	Flúor gel a 2% + laser diodo-980nm
Er	Laser Er,Cr:YSGG

Er + FG	Laser Er,Cr:YSGG + flúor gel a 2%
FG + Er	Flúor gel a 2% + laser Er,Cr:YSGG

As formas de aplicação do tratamento foram:

Flúor em gel, composto por fluoreto de sódio a 2% Neutro (NaF) aplicado na superfície da dentina com microbrush e deixado por 4 minutos. Após esse tempo, o excesso do gel foi removido com gaze. O passo metodológico da aplicação do fluoreto de sódio está apresentado na 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.

Quadro 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

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

Parâmetros de Irradiação	Er,Cr:YSGG
Potência	0,5W
Taxa de repetição	5,0Hz
Tempo de irradiação	10 segundos
Modo	Escaneamento da superfície
Distância do alvo	1mm do tecido alvo
Ar/Água	Sem refrigeração à água e ar

Não houve refrigeração com água para evitar o comprometimento do tratamento preventivo, pois na presença de água pode ocorrer ablação. Quanto à presença ou ausência de ar comprimido durante a irradiação, o grupo apenas irradiado e os grupos nos quais o laser Er,Cr:YSGG foi aplicado antes do gel foram irradiados com 55% de ar, enquanto os grupos nos quais a irradiação ocorreu simultaneamente ao gel colocado previamente na superfície a irradiação ocorreu com o sistema de ar/água desligado para evitar a remoção do gel.

Quadro 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	400 μ m
Modelo da ponta	Irradiado com a própria fibra

Quadro 5: Parâmetros de irradiação do laser diodo-980nm.

Parâmetros de Irradiação	Diodo-980nm
Potência	1,0W
Taxa de repetição	2,0Hz
Tempo de irradiação	10 segundos
Modo	Escaneamento da superfície
Distância do alvo	Contato direto com 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 a cárie. Cada grupo contendo as amostras foi armazenado em seu respectivo recipiente plástico, nos quais foram adicionadas e trocadas as soluções desmineralizante (DES) e remineralizante (RE). Um volume de 50 mL de solução desmineralizante (2mmol/L de cálcio, 2mmol/L de fosfato e 75mmol/L de acetato em pH=4,6) foi colocado nos recipientes/espécimes correspondentes e permaneceu com as amostras imersas por 6 horas (FEATHERSTONE, 1996). Depois disso, as amostras foram removidas e lavadas abundantemente com água destilada por 10 segundos e levemente secas com gaze. Os recipientes também foram lavados e secos. Um volume de 50 mL da solução remineralizante (1,5mmol/L de cálcio, 0,9mmol/L de fosfato, 150mmol de cloreto de potássio e 20mmol/L de tampão cacodilato de pH=7,0) foi colocado nos recipientes/espécimes correspondentes e permaneceu com as amostras imersas por 18 horas. A solução remineralizante apresenta um grau de saturação dos minerais semelhante à saliva, e semelhante ao proposto por Ten Cate & Duijsters (1982). As soluções DES e RE foram substituídas diariamente e as ciclagens ocorreram por 2 semanas, sendo que após 5 dias as amostras ficaram individualmente imersas em solução remineralizante por 2 dias (final de semana), totalizando então, um período experimental de 14 dias. As amostras ficaram armazenadas em estufa a 37°C durante todo este período. Os passos metodológicos do desafio cariogênico estão apresentados na Figura 4.

3.7 Análise de Rugosidade Superficial e Perda de Volume

Para a realização das análises de rugosidade superficial e de perda de volume, os espécimes foram paralelamente posicionados à mesa do microscópio confocal de varredura a laser LEXT (Olympus, Corp; Japan) com o auxílio do paralelômetro, realizado por um único examinador calibrado.

A região central (área de 1mm x 1mm) foi selecionada e mensurada para estas análises, incluindo a área de referência e a área tratada + DES/RE. Foram obtidas imagens com uma objetiva de 20x de magnificação, gerando um aumento final de 432x. Em seguida, estas imagens foram analisadas quanto à rugosidade superficial (parâmetro Ra- μm^2) e a perda de volume (PV). Os dados foram adquiridos por meio de um software específico (OLS4100®).

A perda de volume foi determinada pela diferença entre o volume da área referência e a área tratada + DES/RE entre a linha média do gráfico. Os dados de perda de volume foram obtidos em μm^3 e, para os cálculos estatísticos, foram transformados em porcentagem de perda de volume.

3.8 Análise Estatística

Inicialmente, verificou-se que a distribuição dos dados foi normal (Kolmogorov-Smirnov) e homogênea (Levene). Na sequência, os valores médios de rugosidade superficial dos diferentes grupos foram comparados com o teste estatístico paramétrico de Análise de Variância (ANOVA), considerando a área de referência e a área experimental (pré-tratada seguida de DES/RE). Após, para a diferenciação das médias, utilizou-se o pós-teste de Tukey.

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

Para todos os testes estatísticos o nível de significância adotado foi 5% ($\alpha = 0,05$). O Software Estatístico usado foi o SPSS, versão 17.1.

4 RESULTADOS

4.1 Rugosidade Superficial:

Os resultados de rugosidade superficial estão descritos no Quadro 6.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na rugosidade superficial da área de referência na comparação de todos os grupos ($p>0,05$), ou seja, observa-se uma padronização inicial da superfície.

O maior valor de rugosidade superficial foi encontrado no grupo controle (sem tratamento) e os demais grupos apresentaram valores inferiores ($p<0,05$).

Para a área experimental (pré-tratada seguida de DES/RE), os grupos Er; FG; Er + FG; FG + Er, Di; Di + FG; FG + Di, não diferiram estatisticamente. Sendo o grupo ST (sem tratamento) com maior rugosidade superficial.

Quadro 6: Valores médios (desvio padrão) da rugosidade superficial (μm^2) dos grupos, considerando a área de referência e a área pré-tratada seguida dos ciclos de desmineralização/remineralização.

GRUPOS	ÁREA DE REFERÊNCIA	APÓS TP	ÁREA PRÉ-TRATADA SEGUIDA DE DES/RE
ST: Sem tratamento	1,291 (0,122)a	1,300 (0,111)a	9,730 (0,911)c
FG: Flúor gel	1,288 (0,127)a	1,318 (0,146)a	5,866 (0,447)b
Di: Laser diodo-980nm	1,311 (0,145)a	1,318 (0,146)a	5,903 (0,451)b
Di + FG: Laser diodo-980nm + flúor gel	1,302 (0,137)a	1,333 (0,151)a	5,824 (0,443)b
FG + Di: Flúor gel + laser diodo-980nm	1,336 (0,129)a	1,322 (0,128)a	5,748 (0,482)b
Er: Laser Er,Cr:YSGG	1,352 (0,121)a	1,359 (0,130)a	5,650 (0,428)b
Er + FG: Laser Er,Cr:YSGG + flúor gel	1,324 (0,126)a	1,319 (0,110)a	5,641 (0,470)b
FG + Er: Flúor gel + laser Er,Cr:YSGG	1,359 (0,153)a	1,381 (0,161)a	5,316 (0,400)b

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

TP = Tratamento preventivo

DES/RE = Desmineralização/ Remineralização

4.2 Perda de Volume

Os resultados de perda de volume estão descritos no Quadro 7.

Em relação à perfilometria 3D, os resultados mostram que o grupo ST (sem tratamento), apresentou maiores valores de perda de volume, seguido do grupo FG.

Os grupos Di, Di + FG, FG + Di, Er e Er + FG, não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, em relação à perda de volume mineral.

A Figura 5 representa uma análise perfilométrica 3D com perda de volume.

Quadro 7: Perda de volume (%) nos grupos estudados.

GRUPOS	PERDA DE VOLUME (%)
ST: Sem tratamento	54,6 (3,9)d
FG: Flúor gel	43,2 (2,8)c
Di: Laser diodo-980nm	21,7 (1,7)b
Di + FG: Laser diodo-980nm + flúor gel	20,5 (1,5)b
FG + Di: Flúor gel + laser diodo-980nm	19,1 (1,3)b
Er: Laser Er,Cr:YSGG	20,5 (1,6)b
Er + FG: Laser Er,Cr:YSGG + flúor gel	20,4 (1,6)b
FG + Er: Flúor gel + laser Er,Cr:YSGG	12,6 (0,8)a

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

5 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a influência da irradiação do laser Er,Cr:YSGG e do laser diodo-980nm, associada ou não a gel fluoretado, na prevenção da cárie em dentina radicular, utilizando os seguintes métodos de avaliação: rugosidade superficial e perda de volume, através de microscopia confocal de varredura a laser (Olympus LEXT OLS4100). A microscopia confocal de varredura a laser possibilita avaliar as características morfológicas da dentina por meio de imagens de alta resolução (PAIVA; PALMA-DIBB; FARAONI *et al.*, 2021), bem como os prismas de esmalte, os túbulos dentinários e as áreas de desmineralização (ARANTES; MENDONÇA; PALMA-DIBB *et al.*, 2019).

Houve uma padronização inicial e efetiva impermeabilização dos espécimes, sendo confirmado neste estudo, visto que os valores de rugosidade superficial da região controle não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os subgrupos ($p > 0,05$).

Este trabalho demonstrou homogeneização dos espécimes nas áreas de referência diminuindo as chances de viés notada pela coluna de tratamento preventivo.

Alguns trabalhos realizados anteriormente (ANA; TABACHOURY; CURY *et al.*, 2012; GERALDO-MARTINS; LEPRI; FARAONI-ROMANO *et al.*, 2014; EL MANSY; GHEITH; EL YAZEED *et al.*, 2019) mostraram que o laser Er,Cr:YSGG através de alterações químicas e morfológicas provocadas na superfície dos tecidos dentais promovendo a inibição da desmineralização, parece reduzir a dissolução ácida e a perda mineral.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na rugosidade superficial da área de referência na comparação de todos os grupos ($p > 0,05$). O maior valor de rugosidade superficial foi encontrado no grupo controle (sem tratamento: 9,730) e os grupos Er; Er + FG; Di; Di + FG; FG + Di; FG apresentaram valores de rugosidade superficial maiores quando comparados às suas respectivas áreas de referência. O presente estudo sugere que quando não tratada, a cárie promove maior prejuízo à superfície dentinária, sendo assim, qualquer tratamento resulta em melhores resultados do que o “não tratamento”. (ANA; TABACHOURY; CURY *et al.*, 2012; GERALDO-MARTINS; LEPRI; FARAONI-ROMANO *et al.*, 2014; CHIGA; TORO; LEPRI *et al.*, 2016)

Outros trabalhos mostraram que a rugosidade da superfície afeta o acúmulo de biofilme e a adesão bacteriana. Superfícies irregulares e ásperas aumentam a adesão e formação de biofilmes dentários mais rapidamente, quando comparada a superfícies lisas, ou seja, o tecido dentário com maior rugosidade superficial é mais propenso à desmineralização e formação de cárie radicular. (OLIVEIRA; CURY; RICOMINI-FILHO, 2017; NOGUEIRA; SILVA; LEPRI *et al.*, 2017).

Em relação à perfilometria 3D, os resultados mostraram que o grupo ST (sem tratamento), apresentou maiores valores de perda de volume (54,6%) seguido do grupo FG (43,2%).

Os grupos Di, Di + FG, FG + Di, Er e Er + FG, não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, em relação à perda de volume mineral. Comprovando que não realizar nenhum tratamento, ou tratar apenas com flúor são inferiores quando comparados aos grupos que foram irradiados e que tiveram associação de laser e gel fluoretado.

O Grupo FG + Er apresentou a menor porcentagem de perda de volume, com diferenças estatisticamente significantes dos demais grupos ($p < 0,05$). Ou seja, o flúor, aplicado antes do laser não teve eficácia exceto quando aplicado antes do laser de Er em uma potência de 0,5 W. Para o laser de Diodo aplicar flúor antes ou depois da irradiação do laser não teve significância, sendo assim aplicar somente o laser de Diodo obtemos resultados satisfatórios quando comparado a nenhum tratamento. Além disso o equipamento é portátil e de menor valor, tornando-o mais acessível, quando comparado ao Er,Cr:YSGG (VIAPIANA *et al.*, 2012).

Em um estudo realizado por Guarato *et al.*, (2021) foi observado que os resultados foram iguais estatisticamente, porém no presente estudo o grupo FG + Er foi o com menor porcentagem de PV possivelmente devido a interação com uma potência diferente (0,5W), já que no estudo anterior a potência utilizada foi de (0,25W).

Podemos observar que os grupos que receberam tratamento isolado com laser Er,Cr: YSGG e laser diodo-980nm (Di e Er) não tiveram diferenças estatísticas em relação aos grupos que receberam tratamento com laser Er,Cr:YSGG e laser diodo-980nm previamente a aplicação de flúor gel (FG + Di e FG + Er) e posterior irradiação com laser, demonstrando que a irradiação isolada ou quando associada com flúor gel não teve diferença significativa.

De forma geral, o presente estudo demonstrou que o grupo que recebeu tratamento prévio com flúor gel e posteriormente irradiação com laser de Érbio teve melhor resultado que os demais. Isso pode ser explicado, pois, possivelmente, houve a incorporação de íons flúor na superfície da dentina, durante o seu derretimento e recristalização (CHIGA *et al.*, 2016).

Sendo assim, podemos presumir que durante o resfriamento do tecido dentinário, os fluoretos podem ter sido incorporados em sua estrutura morfológica, corroborando com estudo que relaciona o sinergismo entre irradiação a laser com a aplicação prévia de fluoretos (DOS SANTOS FERREIRA; PRATES; DOS SANTOS JR *et al.*, 2019).

Isso mostra que o uso do laser potencializa os efeitos da aplicação de fluoretos, sobretudo quando a irradiação laser é realizada após a aplicação dos fluoretos. Essa sequência de tratamento parece ser a técnica mais promissora para a prevenção da cárie dental, uma vez que parece haver uma incorporação os íons flúor na estrutura de dentina, tornando-o um tecido com mais conteúdo mineral e mais resistente. (GERALDO-MARTINS; LEPRI; FARAONI-ROMANO *et al.*, 2014;).

Essa teoria vai ao encontro do estudo recente de GUARATO, 2021, cuja o tratamento com fluoretos previamente à irradiação com laser promoveu menor perda volumétrica da dentina e menor rugosidade superficial, sendo a aplicação de verniz fluoretado e subsequente irradiação com laser, com melhores resultados quando comparado ao flúor gel. Sendo assim, este estudo sugere que um protocolo de tratamento promissor parece ser: associação de fluoretos mais a irradiação com laser Er,Cr:YSGG ou diodo980nm.

Isso demonstra o efeito extremamente promissor do laser diodo-980nm e sua inegável aplicabilidade clínica, já que é um laser com baixo custo de aquisição e manutenção, bem como possui uma maior versatilidade (equipamento compacto) em relação ao laser Er,Cr:YSGG. Por isso, os resultados demonstrados no presente estudo da sua capacidade de gerar modificações benéficas na estrutura dentinária, tornando-a um tecido com menor permeabilidade e mais resistente, somado ao seu potencial de otimizar os efeitos preventivos do fluor gel.

Contudo, em virtude das limitações deste estudo, mais pesquisas comparativas (*in vitro*, *in situ*, *in vivo*) sobre o laser Er,Cr:YSGG e o laser diodo-980nm, em sinergia com fluoretos, são necessários, além de estudos clínicos longitudinais.

6 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos no presente estudo e as limitações de um estudo *in vitro* este trabalho demonstrou a eficácia da irradiação a laser Er,Cr:YSGG e laser diodo-980nm, associadas à aplicação prévia do flúor gel. A associação de FG + Er apresentou menor perda de volume, em relação aos demais grupos.

Sendo assim, este protocolo de tratamento parece ser uma terapia inovadora na prevenção da cárie radicular, utilizando um método promissor como alternativa aos tratamentos convencionais. Ainda, mostrou eficácia de ambos os lasers isoladamente e ressalta o efeito promissor do laser diodo-980nm.

REFERÊNCIAS

- ANA, P.A.; TABCHOURY, C.P.M.; CURY, J.A.; ZEZE, D.M. Effect of Er, Cr: YSGG laser and professional fluoride application on enamel demineralization and on fluoride retention. **Caries Research**, v. 46, n. 5, p. 441-451, 2012.
- ANA, P.A.; BACHMANN, L.; ZEZE, D.M. Efeitos do laser no esmalte para prevenção de cárie. **Física Laser**. V. 16, p.865–875,2006.
- ANTUNES, A.; D. ROSSI, W.; ZEZE, D.M. Spectroscopic alterations on enamel and dentin after nanosecond Nd:YAG laser irradiation. **Spectrochim. acta a. mol. biomol. spectrosc.** 64, 1142-6, 2006.
- ARANTES, B.F.; MENDONÇA, L.O.; PALMA-DIBB, R.G.; FARAONI, J.J.; CASTRO, D.T.; GERALDO-MARTINS, V.R.; *et al.* 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**, v. 34, n. 5, p. 893-900, 2019.
- BARTLETT, David; O'TOOLE, Saoirse. Tooth wear and aging. **Australian dental journal**, v. 64, p. S59-S62, 2019.
- BEDINI, R.; MANZON, L.; FRATTO, G.; PECCI, R. Microhardness and morphological changes induced by Nd:YAG laser on dental enamel: an in vitro study. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**. 46, 168-72, 2010.
- BRACKETT, M.G.; AGEE, K.A.; BRACKETT, W.W.; KEY, W.O.; SABATINI, C.; KATO, M.T.; *et al.* Effect of Sodium Fluoride on the endogenous MMP Activity of Dentin Matrices. **J Nat Sci**. 2015 Jun;1(6). pii: e118. Pubmed PMID: 26052548.
- BRAUN, A.; JEPSEN, S.; DEIMLING, D.; RATKA-KRÜGER, P. Subjective intensity of pain during supportive periodontal treatment using a sonic scaler or an Er:YAG laser. **J Clin Periodontol**. 2010

CHIGA, S.; TORO, C.V.; LEPRI, T.P.; TURSSI, C.P.; COLUCCI, V.; CORONA, S.A.; Combined effect of fluoride varnish to Er: YAG or Nd: YAG laser on permeability of eroded root dentine. **Archives of oral biology**, v. 64, p. 24-27, 2016.

DOS SANTOS FERREIRA, E.; PRATES, I.T.K.; DOS SANTOS JR, S.L.M.; DELL 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: cbeb 2018, armação de buzios, rj, brazil, 21-25 october 2018 (vol. 2)**. Springer Singapore, 2019. p. 825-829.

EL MANSY, M.M.; GHEITH, M.; EL YAZEED, A.M.; FARAG, D.B.E. Influence of Er, Cr: YSGG (2780 nm) and nanosecond Nd: YAG laser (1064 nm) irradiation on enamel acid resistance: morphological and elemental analysis. **Open access macedonian journal of medical sciences**, v. 7, n. 11, p. 1828, 2019.

FEATHERSTONE, J. D. Fluoride, remineralization and root caries. **American journal of dentistry**, v. 7, n. 5, p. 271-274, 1994.

FEATHERSTONE, J.D. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. **Dental materials**, v. 12, n. 3, p. 194-197, 1996.

FEATHERSTONE, J.D.; BARRETT-VESPONE, N.A.; FRIED, D.; KANTOROWITZ, Z.; SEKA, W. CO2 laser inhibition of artificial caries-like lesion progression in dental enamel. **Journal of dental research**, v. 77, n. 6, p. 1397-1403, 1998.

FEATHERSTONE, J.D. The science and practice of caries prevention. **The journal of the american dental association**, v. 131, n. 7, p. 887-899, 2000.

FEJERSKOV, O.; KIDD, E. **Cárie dentária. a doença e seu tratamento clínico**. 2ed. São Paulo: Santos, 2011.

FRANK, R.M. Structural events in the caries process in enamel, cementum, and dentin. **Journal of dental research**, v. 69, n. 2_suppl, p. 559-566, 1990.

GUARATO, F. R. B. A., & LEPRI, C. P. Influência dos lasers ER, CR: YSGG e DIODO-980NM na prevenção da cárie radicular: estudo in vitro Uberaba-mg 2021.

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**, v. 22, p. 459-464, 2014.

GUTKNECHT, N, FRAZEN, R. O laser: função, interação e segurança. In: Gutknecht N, Eduardo CP. **A odontologia e o laser: atuação do laser na especialidade odontológica**. São Paulo: Quintessence; 2004. Cap. 3, p.25-60.

HOSSAIN, M.; NAKAMURA, Y.; YAMADA, Y.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, N.; MATSUMOTO, K. Effects of Er, Cr: YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies. **Journal of clinical laser medicine & surgery**, v. 17, n. 4, p. 155-159, 1999.

HOSSAIN, M.; NAKAMURA, Y.; YAMADA, Y.; KINOSHITA, J.I.; MATSUMOTO, K. A study on acquired acid resistance of enamel and dentin irradiated by Er, Cr: YSGG laser. **Journal of clinical laser medicine & surgery**, v. 19, n. 3, p. 159-163, 2001.

KANTOLA, S. Laser-induced effects on tooth structure IV: a study of changes in the calcium and phosphorus contents in dentine by electron probe microanalysis. **Acta odontologica scandinavica**, v. 30, n. 4, p. 463-474, 1972.

KARANDISH, M. The Efficiency of laser application on the enamel surface: A systematic review. **J. Lasers Med. Sci.** 5,108-14, 2014.

KURODA, S.; FOWLER, B.O. Compositional, structural, and phase changes in in vitro laser-irradiated human tooth enamel. **Calcif. Laser Tissue.** v-36, p 361-369, 1984.

MOSLEMI, M.; FEKRAZAD, R.; TADAYON, N.; GHORBANI, M.; TORABZADEH, H.; SHADKAR, M.M. Effects of ER,Cr:YSGG laser irradiation and fluoride treatment on acid resistance of the enamel. **Pediatr Dent**, 2009

NAMMOUR, S; RENNEBOOG-SQUILBIN, C.; NYSSSEN-BEHETS, C. Catherine. Increased resistance to artificial caries-like lesions in dentin treated with CO2 laser. **Caries research**, v. 26, n. 3, p. 170-175, 1992.

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**, v. 28, p. 24-29, 2017.

OLIVEIRA, B.E.C.; CURY, J.A.; RICOMINI-FILHO, A.P. Biofilm extracellular polysaccharides degradation during starvation and enamel demineralization. **Plos One**, v. 12, n. 7, p. e0181168, 2017.

PAIVA, G.R.; PALMA-DIBB, R.G.; FARAONI, J.J.; OLIVEIRA, M.A.H.M.; CASTRO, D.T.; GERALDO-MARTINS, V.R.; *et al.* Influence of Er, Cr: YSGG laser on root dentin submitted to erosive and/or abrasive challenges. **Brazilian oral research**, v. 35, 2021.

RODRIGUES, L.K.A.; SANTOS, M.N.; PEREIRA, D.; ASSALF, A.V.; PARDI, V. Carbon dioxide laser in dental caries prevention. **Journal of dentistry**, v. 32, n. 7, p. 531-540, 2004.

SAADS, C.T.; LUSSI, A.C. Acidic Beverages and Foods Associated with Dental Erosion and Erosive Tooth Wear. **Monogr Oral Sci**. v. 28, p. 91-98, 2020.

SCHÜPBACH, P.; GUGGENHEIM, B.; LUTZ, F. Histopathology of root surface caries. **Journal of dental research**, v. 69, n. 5, p. 1195-1204, 1990.

SOGNNAES, R. F. Laser effect on resistance of human dental enamel to demineralization in vitro. **J. south calif. dent. assoc.**, v. 33, p. 328-329, 1965.

TEN CATE, J. M.; DUIJSTERS, P. P. E. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. **Caries research**, v. 16, n. 3, p. 201-210, 1982.

TEN CATE, J.M. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 57, n. 6, p. 325-329, 1999.

THEVADASS, K.P.; PEARSON, G.J; ANSTICE, H.M.; DAVIES, E.H. Method for enhancing the fluoride release of a glass-ionomer cement. **Biomaterials**, v. 17, n. 4, p. 425-429, 1996.

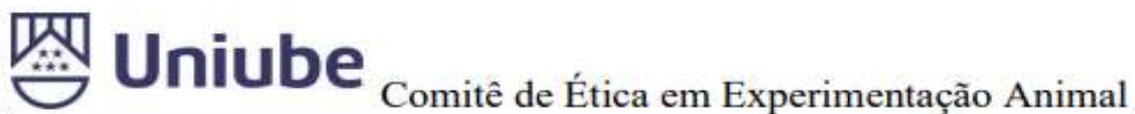
VIAPIANA, R.; SOUSA-NETO, M.D.; SOUZA-GABRIEL, A.E.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y.T.C. Microhardness of radicular dentin treated with 980-nm diode laser and different irrigant solutions. **Photomedicine and laser surgery**, v. 30, n. 2, p. 102-106, 2012.

WESTERMAN, G.H.; HICKS, M.J.; FLAITZ, C.M.; POWELL, G.L. In vitro caries formation in primary tooth enamel: Role of argon laser irradiation and remineralizing

solution treatment. **The Journal of the American Dental Association**, v. 137, p. 638-644, 2006.

ZEZELL, D.M.; BOARI, H.G.; ANA, P.A.; EDUARDO, C.P.; POWELL, G.L. Nd:YAG laser in caries prevention: a clinical trial. **Lasers Surg. Med.** v. 41, p. 31–35, 2009.

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. Figueiredo Bittar".

Profa. Joely F. Figueiredo Bittar

Coordenadora do CEEA-UNIUBE



Comitê de Ética em Experimentação Animal

Processo N°: 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

Profa. Joely F. Figueiredo Bittar

APÊNDICES:

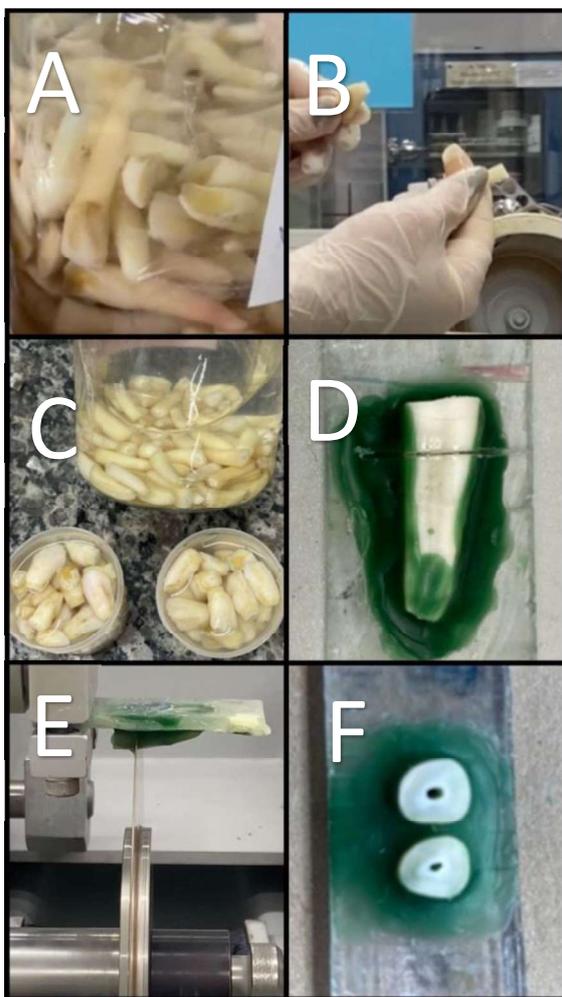


Figura 1. Preparo dos espécimes. A – Dente hígido. B – Separação da coroa e raiz a 1mm da junção amelo-cementária utilizando-se um disco diamantado sob refrigeração à água, acoplado em uma máquina de corte. C – Algumas raízes seccionadas. D – Fixação da raiz com cera a placa de acrílico após receber 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.

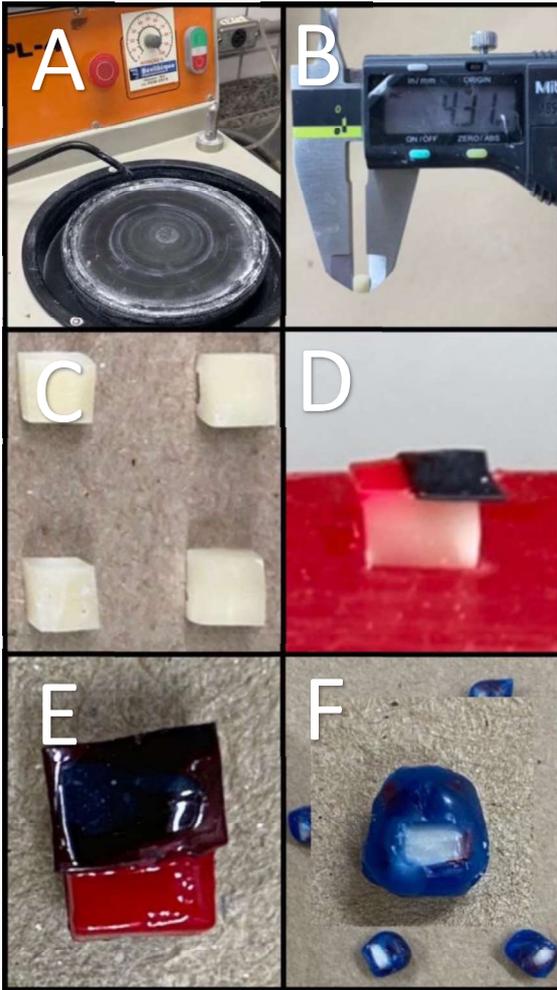


Figura 2: Padronização dos espécimes. A – Máquina Lixadeira e Politriz Metalográfica APL (Arotec). B – Dimensão padronizada dos espécimes checada com paquímetro digital. C - Dimensão padronizada dos espécimes. D – Proteção da área experimental com fita isolante. E – Imagem com espécimes recebendo cobertura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

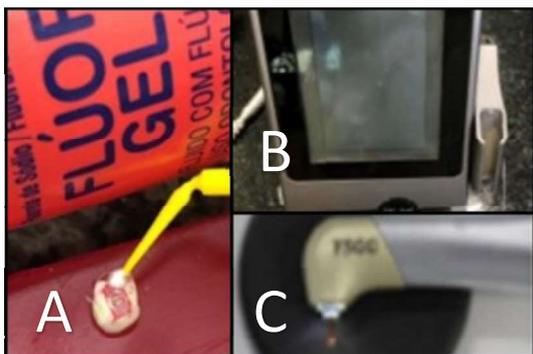


Figura 3: Tratamento preventivo dos espécimes. A – Aplicação do gel fluoretado no espécime com microbrush. B – Laser diodo-980nm. D – Laser Er,Cr:YSGG.

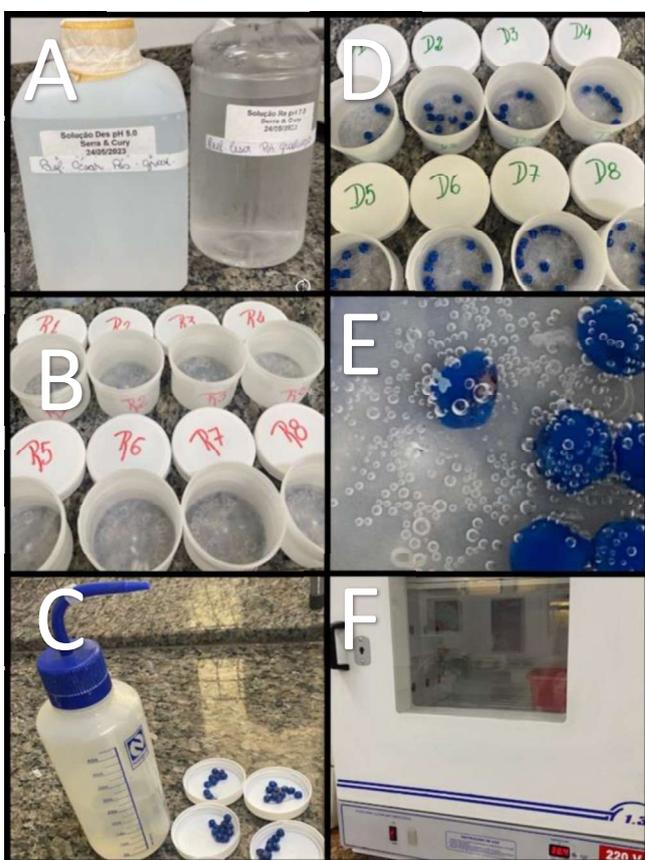


Figura 4: Teste de ciclagem de pH. A – Soluções desmineralizante e remineralizante, respectivamente. B- Recipientes identificados para receber a solução de remineralização. C- Água destilada utilizada para lavar as amostras por 10 segundos e levemente secas com gaze. Os recipientes também foram lavados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

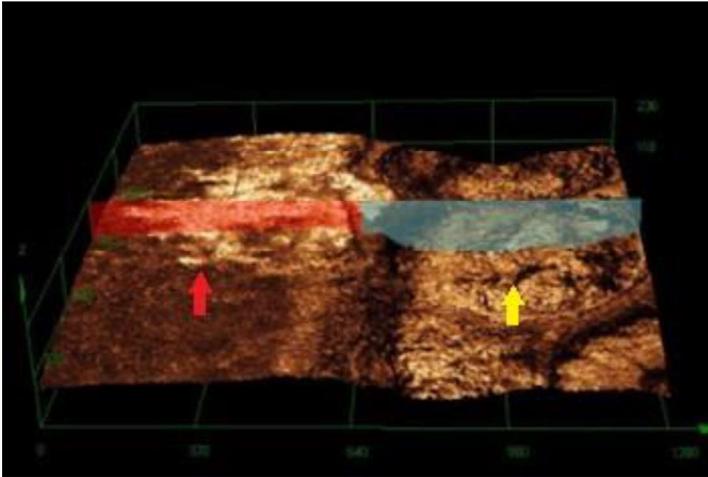


Figura 5. Análise perfilométrica 3D com perda de volume. Região experimental (seta amarela) e região controle (seta vermelha).