

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

**CARLA SILVA CARVALHO**

**INFLUÊNCIA DO *LASER* Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO A MATERIAIS  
PREVENTIVOS NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL E NA PREVENÇÃO DA PERDA  
DE VOLUME DA DENTINA RADICULAR SUBMETIDA A DESAFIOS EROSIVOS  
E/OU ABRASIVOS**

**UBERABA-MG**

**2022**



**CARLA SILVA CARVALHO**

**INFLUÊNCIA DO *LASER* Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO A MATERIAIS  
PREVENTIVOS NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL E NA PREVENÇÃO DA PERDA  
DE VOLUME DA DENTINA RADICULAR SUBMETIDA A DESAFIOS EROSIVOS  
E/OU ABRASIVOS**

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**

**2022**

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

B253i Carvalho, Carla Silva.  
Influência do *laser* Er,Cr:YSGG associado ou não a materiais preventivos na rugosidade superficial e na prevenção da perda de volume da dentina radicular submetida a desafios erosivos e/ou abrasivos / Carla Silva Carvalho. – Uberaba, 2022.  
48 f. : il. color.

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

Orientador: Dr. Cesar Penazzo Lepri.

1. Odontologia preventiva. 2. Dentes – Erosão. I. Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Odontologia. Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada. II. Título.

CDD: 617.6

CARLA SILVA CARVALHO

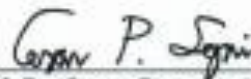
INFLUÊNCIA DO LASER Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO A MATERIAIS PREVENTIVOS NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL E NA PREVENÇÃO DA PERDA DE VOLUME DA DENTINA RADICULAR SUBMETIDA A DESAFIOS EROSIVOS E/OU ABRASIVOS

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

Área de concentração: Clínica Odontológica Integrada

Aprovado (a) em: 24/02/2022

BANCA EXAMINADORA:



---

Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri  
Orientador  
Universidade de Uberaba



---

Prof. Dr. Vinicius Rangel Geraldo Martins  
Universidade de Uberaba



---

Profª. Drª. Juliana Jendiroba Faraoni  
Faculdade de Odontologia de Ribeirão  
Preto/USP



## DEDICATÓRIA

A Deus por se fazer presente na minha vida, por iluminar os meus passos e por me amparar em todos os momentos, trazendo-me saúde, força e determinação para realizar meus sonhos.

Aos meus pais, Rosana e Antônio Carlos que sempre lutaram por mim, oferecendo-me tudo o que há de melhor. Agradeço por todo amor, carinho e apoio que me impulsionam a cada dia. Vocês serão minha eterna inspiração!

Ao meio irmão, Gabriel, que traz paz aos meus dias com seu jeito tão sereno de ser. Você é luz na minha vida!

Aos meus avós paternos, Cleusa que é a flor mais linda do meu jardim e ao meu avô Antônio, que hoje mora no meu coração, mas que sempre me ensinou sobre integridade, sendo exemplo disso.

Aos meus avós maternos, Francisco Gabriel que foi um exemplo de sabedoria e a minha amada avó Creusa, ah que saudade! Lembro do tanto que me apoiou para iniciar o mestrado, o quanto foi minha amiga... a palavra que te define é amor, você é a estrela mais linda do céu!

Família e amigos, sou extremamente abençoada por tê-los ao meu lado, muito obrigada!





## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri pelo aceite em me orientar e pela confiança depositada em mim. Obrigada pela paciência, pelo conhecimento compartilhado, incentivo e apoio incondicional. Seus inúmeros ensinamentos e oportunidades durante o mestrado foram essenciais para o meu crescimento.

Seu caráter, profissionalismo, dedicação, humildade e serenidade faz de você uma pessoa admirável. Obrigada por me permitir viver essa experiência de infinitos aprendizados. Jamais conseguirei expressar meu sentimento de gratidão, obrigada 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, pela concessão do auxílio financeiro sob a forma de PROSUP/Bolsa 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.

Ao prof. Dr. Anderson Silva por me incentivar a seguir por esse caminho.

Aos professores do Mestrado por todo conhecimento, aprendizado e orientações.

Aos professores participantes do meu exame de Qualificação: Denise Tornavói de Castro, Vinícius Rangel Geraldo Martins, Maria Angélica Hueb de Menezes Oliveira e Marcelo Rodrigues Pinto.

Ao laboratório de Biomateriais da Universidade de Uberaba e ao técnico Marcelo Silveira Hermeto, que sempre me deu auxílio e apoio para a realização do trabalho.

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, Ana Carolina, Bruna e Tayllan, por compartilharem essa jornada comigo. Obrigada pelo apoio e momentos de descontração. Vocês foram essenciais nessa caminhada.

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* de Er,Cr:YSGG e do microscópio confocal de varredura a *laser* que foram utilizados neste estudo. Especialmente às Professoras Regina Guenka Palma Dibb e Juliana Jendiroba Faraoni.

Agradeço aos meus amigos Ellen, Gabriel, Gislaine, Pâmella e Paula e minha irmã de coração Ana Clara que estão sempre presentes na minha vida. Obrigada pela amizade!



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



## RESUMO

O objetivo do estudo *in vitro* foi avaliar a influência da irradiação do *laser* Er,Cr:YSGG associado ou não a materiais preventivos na rugosidade superficial e na prevenção da perda de volume da dentina radicular bovina submetida a desafios erosivos e/ou abrasivos por meio de microscopia confocal de varredura a *laser*. Foram confeccionados 180 espécimes de dentina radicular bovina (4,25mmX4,25mmX2,5mm). A metade de cada um foi isolada (região controle) e a outra metade que ficou exposta recebeu um dos tratamentos preventivos. Os espécimes foram distribuídos em seis grupos em função do tratamento, sendo: grupo controle (ST); aplicação de verniz fluoretado a 5%(VF); aplicação do *laser* Er,Cr:YSGG(L) (0,1W; 5Hz; 6,25J/cm<sup>2</sup>; 10s; modo varredura; sem refrigeração à água e sem ar); aplicação do gel bifásico de silicato de cálcio/fosfato(RBS); verniz fluoretado 5%+aplicação do *laser*(VF+L); aplicação do gel bifásico de silicato de cálcio/fosfato+aplicação do *laser*(RBS+L). Depois de tratados, os espécimes foram subdivididos aleatoriamente em erosão(E); abrasão(A); erosão seguida de abrasão(E+A), totalizando 18 subgrupos(n=10). Foi usada uma solução erosiva(refrigerante à base de cola) com pH=2,42 à 4°C e cada ciclo erosivo teve uma duração de cinco minutos. Este procedimento foi feito duas vezes ao dia, com intervalos de 4 horas entre os desafios, por um período de 10 dias. A escovação foi realizada uma hora após a realização do segundo desafio erosivo diário, com escova elétrica (166 oscilações/s) e aplicação de uma força de 2N juntamente com solução *slurry*, preparada com dentífrico na proporção de 1:2 em peso, durante 60s. A cada 10s, o *slurry* foi injetado concomitantemente à escovação. Entre os ciclos, os espécimes foram mantidos em água destilada e em estufa a 37°C. Após isso, os espécimes foram avaliados em microscopia confocal de varredura a *laser*, para análise do perfil de desgaste e da rugosidade superficial. Os dados obtidos foram analisados quanto à distribuição (Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade (Levene). Para a rugosidade superficial, foram feitos testes estatísticos de Análise de Variância (ANOVA) e pós-teste de Tukey. Para a perda de volume, realizou-se testes estatísticos de Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn. Todos os testes estatísticos adotaram nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) e foram realizados no software SPSS 17.1. Para a região controle, todos os subgrupos apresentaram menores valores de rugosidade superficial, sem diferenças entre si ( $p > 0,05$ ). Na área experimental, os valores de rugosidade superficial mais elevados foram dos subgrupos (ST+A:  $13,352\mu\text{m}^2 \pm 1,223\mu\text{m}^2$ ) e (ST+E/A:  $14,041\mu\text{m}^2 \pm 1,251\mu\text{m}^2$ ), sendo iguais entre si ( $p > 0,05$ ) e diferentes dos demais subgrupos ( $p < 0,05$ ). Os grupos (VF+L) e (RBS+L) foram os que apresentaram menores valores de rugosidade superficial, com diferenças dos demais grupos ( $p < 0,05$ ). Quanto à perda de





volume, os grupos (VF+L) e (RBS+L) apresentaram os menores valores, independentemente do tipo de desgaste realizado ( $p>0,05$ ). O subgrupo (ST+E/A) foi o que apresentou maior perda de volume (61,2%) com diferença dos demais subgrupos ( $p<0,05$ ). Conclui-se que a irradiação com o *laser* Er,Cr:YSGG mostrou resultados satisfatórios, especialmente quando associado à aplicação prévia de verniz fluoretado 5% ou de gel bifásico de silicato de cálcio/fosfato.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Laser* Er,Cr:YSGG. Odontologia preventiva. Erosão dentária. Abrasão dentária.



## ABSTRACT

The objective of the *in vitro* study was to evaluate the influence of Er,Cr:YSGG laser irradiation associated or not with preventive materials on the surface roughness and on the prevention of volume loss of bovine root dentin subjected to erosive and/or abrasive challenges by means of confocal laser scanning microscopy. 180 specimens of bovine root dentin (4.5mmX4.5mmX2.5mm) were made. Half of each was isolated (control region) and the other half that was exposed received one of the preventive treatments. The specimens were divided into six groups according to the treatment, as follows: control group(ST); application of 5% fluoride varnish(VF); application of the Er,Cr:YSGG laser(L) (0.1W; 5Hz; 6.25J/cm<sup>2</sup>; 10s; scan mode; no water cooling and no air); application of calcium silicate/phosphate biphasic gel(RBS); 5% fluoride varnish+laser application(VF+L); application of calcium silicate/phosphate biphasic gel + laser application(RBS+L). After treatment, the specimens were randomly subdivided into erosion(E); abrasion(A); erosion followed by abrasion(E+A), totaling 18 subgroups(n=10). An erosive solution (cola-based soft drink) with pH=2.42 at 4°C was used and each erosive cycle lasted five minutes. This procedure was performed twice a day, with 4-hour intervals between challenges, for a period of 10 days. The brushing was performed one hour after performing the second daily erosive challenge, with an electric toothbrush (166 oscillations/s) and application of a force of 2N together with a slurry solution, prepared with toothpaste in the proportion of 1:2 by weight, for 60s. Every 10s, slurry was injected concomitantly with brushing. Between cycles, the specimens were kept in distilled water and in an oven at 37°C. After that, the specimens were evaluated in confocal laser scanning microscopy to analyze the wear profile and surface roughness. The data obtained were analyzed for distribution (Kolmogorov-Smirnov) and homogeneity (Levene). For the surface roughness, statistical tests performed were Analysis of Variance-ANOVA and Tukey's post-test. For volume loss, Kruskal-Wallis statistical tests and Dunn's post-test were performed. All statistical tests adopted a significance level of 5% ( $\alpha = 0.05$ ) and were performed using the SPSS 17.1 software. For the control region, all subgroups had lower surface roughness values, with no differences between them ( $p>0.05$ ). In the experimental area, the highest surface roughness values were found in the subgroups (ST+A) and (ST+E/A), with values of  $13.352\mu\text{m}^2 \pm 1.223\mu\text{m}^2$  and  $14.041\mu\text{m}^2 \pm 1.251\mu\text{m}^2$ , respectively, being equal to each other ( $p>0.05$ ) and different from the other subgroups ( $p<0.05$ ). The groups (VF+L) and (RBS+L) showed the lowest values of surface roughness, with differences from the other groups ( $p<0.05$ ). As regards volume lost, the groups (VF+L) and (RBS+L) had the lowest values,



regardless of the type of wear performed ( $p>0.05$ ). The subgroup (ST+E/A) showed the greatest volume loss (61.2%) with a difference from the other subgroups ( $p<0.05$ ). It is concluded that irradiation with the Er,Cr:YSGG laser showed satisfactory results, especially when associated with the previous application of 5% fluoride varnish or biphasic calcium silicate/phosphate gel.

**KEYWORDS:** Laser Er,Cr:YSGG. Preventive dentistry. Dental erosion. Tooth abrasion



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 42

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 à placa de acrílico para receber o segundo corte. E – Máquina de corte de precisão (ISOMET 1000® cutting machine (Precision Saw Buehler, Illinois – USA). F- Raízes submetidas à máquina de corte de precisão para serem seccionadas no sentido cérvico-apical, obtendo espécimes de 4,5mm. G - Terceiro corte na máquina de precisão para se obter duas metades: uma mesial e uma distal. H- Duas metades: uma mesial e uma distal.

Figura 2: 43

Padronização dos espécimes. A – Máquina Lixadeira e Politriz Metalográfica APL (Arotec). B – Dimensão padronizada dos espécimes (4,25 x 4,25mm x 3,00mm) 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. G – Remoção da fita isolante para expor a área experimental e espécimes prontos para receberem os tratamentos e desafios.

Figura 3 44

Tratamento preventivo dos espécimes. A – Aplicação do verniz fluoretado 5% no espécime com microbrush. B – Aplicação do Regenerate Boosting Serum no espécime com microbrush. C – *Laser Er,Cr:YSGG*.

Figura 4. 44

Desafio erosivo. A– Materiais utilizados: solução erosiva (Coca-Cola), agitador magnético e Becker de 50 mL. B– Agitação da solução em agitador magnético. C– Lavagem dos espécimes após os 5 minutos de imersão.





Figura 5. 44

Desafio abrasivo. A– Materiais utilizados: Solução slurry, seringa descartável, escova elétrica. B– Dentifrício utilizado (Colgate Total 12 gel Whitening). C– Espécime posicionado.

Figura 6. 45

Imagem obtida em microscopia confocal de varredura a laser, ilustrativa da análise de rugosidade superficial. O parâmetro de rugosidade utilizado foi o "Ra".

Figura 7. 45

Imagem de perfilometria 3D representativa de um espécime com perda de volume discreta. Há pequenas alterações morfológicas entre as regiões controle (à esquerda) quando comparada com a região experimental (à direita).

Figura 8. 46

Imagem de perfilometria 3D representativa de um espécime com perda de volume significativa. Há alterações morfológicas e presença de degrau entre as regiões controle (à esquerda) quando comparada com a região experimental (à direita).



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Grupos experimentais e tratamento dos espécimes.	24
Tabela 2. Especificações técnicas do <i>laser</i> Er,Cr:YSGG.	26
Tabela 3. Parâmetros de irradiação do <i>laser</i> Er,Cr:YSGG.	26
Tabela 4.	29
Valores médios (desvio padrão) da rugosidade superficial ( $\mu\text{m}^2$ ) dos grupos, considerando a região controle e a área experimental.	
Tabela 5.	30
Valores médios (desvio padrão) da porcentagem de volume perdido (%) dos grupos, considerando a região controle e a área experimental.	



## LISTA DE ABREVIACÕES

**µm** Micrômetro(s) (unidade de medida de área)

**mm** Milímetro(s) (unidade de medida de área)

**N** Newton (Unidade de medida de força)

*et al.* e colaboradores

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

**ST** Grupos sem tratamento

**L** Grupos irradiados a *laser* de érbio-cromo dopado com ítrio, scandium, gálio, granada

**VF** Grupos que receberam a aplicação de verniz fluoretado 5% Duraphat®

**RBS** Grupos que receberam a aplicação de Regenerate Boosting Serum®

**E** Erosão

**A** Abrasão

**E+A** Erosão + Abrasão

**ST + E** Subgrupo sem tratamento associado ao desafio de erosão

**ST + A** Subgrupo sem tratamento associado ao desafio de abrasão

**ST / E + A** Subgrupo sem tratamento associado aos desafios de erosão + abrasão

**L + E** Subgrupo com irradiação a *laser* associado ao desafio de erosão

**L + A** Subgrupo com irradiação a *laser* associado ao desafio de abrasão

**L/E + A** Subgrupo com irradiação a *laser* associado aos desafios de erosão + abrasão

**RBS + E** Subgrupo com a aplicação do Regenerate Boosting® Serum associado ao desafio de erosão

**RBS + A** Subgrupo com a aplicação do Regenerate Boosting® Serum associado ao desafio de abrasão

**RBS/E + A** Subgrupo com a aplicação do Regenerate Boosting® Serum associado aos desafios de erosão + abrasão

**VF + E** Subgrupo com a aplicação de verniz fluoretado 5% Duraphat® associado ao desafio de erosão

**VF + A** Subgrupo com a aplicação de verniz fluoretado 5% Duraphat® associado ao desafio de abrasão

**VF/E + A** Subgrupo com a aplicação de verniz fluoretado 5% Duraphat® associado ao desafio de erosão + abrasão



**VF + L / E** Subgrupo com a aplicação de verniz fluoretado 5% Duraphat® e irradiação com o *laser* associado ao desafio de erosão

**VF + L / A** Subgrupo com a aplicação de verniz fluoretado 5% Duraphat® e irradiação com o *laser* associado ao desafio de abrasão

**VF + L / E + A** Subgrupo com a aplicação de verniz fluoretado Duraphat® e irradiação com o *laser* associado ao desafio de erosão + abrasão

**RBS + L / E** Subgrupo com a aplicação do Regenerate Boosting Serum® e irradiação com *laser* associado ao desafio de erosão

**RBS + L / A** Subgrupo com a aplicação do Regenerate Boosting Serum® e irradiação com *laser* associado ao desafio de abrasão

**RBS + L / E + A** Subgrupo com a aplicação do Regenerate Boosting® Serum e irradiação com o *laser* associado ao desafio de erosão + abrasão

**°C** Grau Celsius (Temperatura)

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

**W** Watt (potência)

**Hz** Hertz (taxa de repetição)





## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	18
<b>2 OBJETIVOS</b>	22
<b>3 JUSTIFICATIVA</b>	23
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	24
4.1 <i>Seleção dos dentes</i>	24
4.2 <i>Delineamento Experimental</i>	24
4.3 <i>Preparo dos espécimes</i>	25
4.4 <i>Tratamento dos espécimes</i>	25
4.5 <i>Desafio erosivo</i>	26
4.6 <i>Desafio abrasivo</i>	27
4.7 <i>Análise da rugosidade superficial e do perfil de desgaste</i>	27
4.8 <i>Análise estatística</i>	28
<b>5 RESULTADOS</b>	29
5.1 <i>Rugosidade superficial</i>	29
5.2 <i>Porcentagem de volume perdido</i>	30
<b>6 DISCUSSÃO</b>	32
<b>7 CONCLUSÃO</b>	36
<b>REFERÊNCIAS</b>	37
<b>APÊNDICES</b>	42
<b>ANEXO</b>	47



## 1 INTRODUÇÃO

O avanço da Odontologia preventiva, a grande difusão de produtos contendo fluoretos e as medidas de saúde pública, como a fluoretação da água, levaram a redução de perda de dentes pela doença cárie. Como consequência de um período mais prolongado dos dentes dentro da cavidade oral e mudanças no estilo de vida, há uma maior preocupação em relação a ocorrência de lesões de origem não cariosa (LNC) (BARTLETT e O' TOOLE, 2019; SAADS e LUSSI, 2020; DONOVAN *et al.*, 2020).

Lesões cervicais não cariosas são definidas como: perda de estrutura dentária na junção cimento-esmalte, não associadas à presença de biofilme (PEUMANS *et al.*, 2020). De acordo com os estudos, o início e a progressão de LCNC apresentam uma etiologia multifatorial, associando a erosão, a atrição, abrasão e o estresse oclusal (TEIXEIRA *et al.*, 2018; TEIXEIRA *et al.*, 2020).

O processo de erosão dentária é uma condição que está recebendo a atenção de profissionais e pesquisadores, pois a sua prevalência tem crescido ao longo dos anos devido ao aumento do consumo de bebidas e alimentos que são ácidos (BEZERRA *et al.*, 2019). Com isso, trabalhos são desenvolvidos na finalidade de entender esse problema e solucioná-lo com terapias preventivas e terapêuticas (OLIVAN *et al.*, 2020). Segundo Ramalho *et al.* (2015) e Donovan *et al.*, (2021) a erosão dentária decorre do resultado de uma perda patológica e crônica do tecido dentário por ácidos intrínsecos e extrínsecos sem o envolvimento bacteriano. Caracteriza-se pelo amolecimento da superfície seguido da sua dissolução, mantendo uma parte da camada amolecida na superfície do tecido remanescente (CARVALHO e LUSSI, 2014; ALEXADRIA *et al.*, 2017). O diagnóstico precoce é importante para evitar outros tipos de problemas, porém alguns profissionais costumam ignorar os seguintes sinais do estágio inicial: superfície lisa e vítrea, mudança de cor e presença de fossetas e cavitações nas superfícies oclusais (OLIVAN *et al.*, 2020).

O esmalte dentário é o tecido mais afetado pela erosão, entretanto, existem fatores que levam a exposição da dentina ao meio bucal, como por exemplo a recessão gengival, resultando em uma maior exposição do cimento que é facilmente removida pela erosão combinada com forças mecânicas (JOÃO-SOUZA *et al.*, 2019). De acordo com Bezerra *et al.* (2019), estudos *in vitro* mostram que à medida que a desmineralização avança na superfície da dentina, uma parte da matriz de colágeno se mantém intacta e se mostra relativamente resistente a impactos mecânicos.

Os fatores extrínsecos da erosão são influenciados por alimentos e bebidas ácidas (sucos de fruta e refrigerantes), pelo tipo de ocupação (trabalho em indústrias) e a pela prática de esportes (natação). Já os fatores intrínsecos provêm de ácidos endógenos, como o ácido clorídrico, causado por doenças gastresofágicas (refluxo gastresofágico) e distúrbios alimentares de origem psicossomática (anorexia nervosa, bulimia) (LUSSI e CARVALHO, 2014). Para Carvalho *et al.* (2018), a erosão dental é uma condição multifatorial com uma etiologia complexa; a desmineralização ocorrida depende do tipo de ácido e da frequência de exposição do dente. O pH das soluções e as concentrações de íons de cálcio e fosfato presentes em alimentos e bebidas são importantes para determinarem o grau de saturação em relação ao elemento dental, tendo grande relevância na erosão dentária (SATO *et al.*, 2020).

A superfície que sofreu algum processo de erosão torna-se mais susceptível a abrasão, que pode ser definida como um processo mecânico de desgaste que ocorre pela interação da superfície dentária com outros materiais (ALEXANDRIA *et al.*, 2017; IONTA *et al.*, 2018). Em populações ocidentais, segundo Shellis e Addy (2014), o principal agente abrasivo é o creme dental. No entanto, a frequência, duração e força da escovação também influenciam no desgaste dentário. Dentifrícios com flúor possuem um efeito benéfico em relação aos não fluoretados, já que possuem um efeito inibitório da perda de superfície dentária submetida a processos erosivos (FERREIRA *et al.*, 2018). A abrasão ocasionada pela escova e o creme dental levam ao desgaste na dentina na região peri e inter tubular, logo, aumenta a exposição dos túbulos dentinários (JOÃO-SOUZA *et al.*, 2019).

O tecido removido não pode ser recuperado e a perda de esmalte e cemento levam a exposição de dentina, podendo causar a hipersensibilidade dentária (MANTILLA *et al.*, 2017). A erosão ácida tem sido colocada como um dos principais fatores que levam a hipersensibilidade dentária, além disso, ela pode ser associada a outras situações clínicas, como recessão gengival (ARANTES *et al.*, 2018).

Segundo O'Toole e Bartlett (2017), a presença de ácido em contato com o dente provoca a remoção de uma camada de esfregaço, levando a exposição dos túbulos dentinários, ocasionando a hipersensibilidade dentária. Uma revisão sistemática realizada por Zeola *et al.* (2019) avaliou a prevalência da hipersensibilidade dentária. De acordo com estes autores, existe uma faixa de prevalência entre 1,3% e 92,1% relatados na literatura e essa heterogeneidade é devido ao tipo de população, processo de recrutamento, cenário de estudo e diferentes critérios diagnósticos usados para coletar dados. Pacientes que apresentam alguma condição clínica específica, tais como recessão gengival, lesões cervicais não cariosas e desgaste dentário, fazem

parte do grupo com maior prevalência, tendo uma média de prevalência 61,2%, assim como pacientes adultos jovens, representando uma média de 43,9%.

Conforme abordado no Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity (2003), a hipersensibilidade dentinária é definida como "uma dor derivada da dentina exposta, em resposta a agentes químicos, táteis, térmicos ou estímulos osmóticos que não podem ser explicados como resultante de qualquer outro defeito ou doença dental". A teoria hidrodinâmica proposta por Brännström (1966) é a mais aceita para explicar a dor relacionada à hipersensibilidade dentinária. Segundo o autor, o movimento dos fluidos contidos dentro dos túbulos dentinários ativa os receptores mecânicos nos nervos intratubulares ou na superfície da polpa, gerando uma dor de início rápido, de caráter e duração acentuados.

Em 1970 foi demonstrado pela primeira vez que tecidos duros poderiam aumentar a sua resistência a ácidos com o uso do *laser* de CO<sub>2</sub> (STERN *et al.*, 1972). Trabalhos recentes mostram a eficácia dos *lasers* na prevenção da desmineralização das estruturas dentárias, principalmente quando parâmetros subablativos são aplicados, levando a alterações químicas e físicas. Para isso, a luz do *laser* deve ser absorvida e convertida em calor, com a finalidade de diminuir a solubilidade dos tecidos (GERALDO-MARTINS *et al.*, 2013; RAMALHO *et al.*, 2015; HOSSEINIPOUR *et al.*, 2018). O *laser* Er,Cr:YSGG (érbio, cromo: ítrio, escândio, gálio, granada) possui um comprimento de onda de 2,78 µm que é bem absorvido pela água e pelos íons de hidroxila da hidroxiapatita (GERALDO-MARTINS *et al.*, 2014). Esse *laser* é recomendado para a realização de preparos cavitários, remoção de tecido cariado, cirurgias de tecidos moles, entre outras aplicações (BEZERRA *et al.*, 2019). O estudo dos *lasers* para o aumento da resistência ácida na dentina é promissor, por este motivo é importante o conhecimento dos parâmetros para promover resultados satisfatórios, além de gerar maior conforto para o paciente.

O flúor contido em soluções é um agente terapêutico que fornece proteção contra o desgaste erosivo dos dentes por meio da formação de fluoreto de cálcio (CaF<sub>2</sub>) (MANTILLA *et al.*, 2017). Em um trabalho feito por Gaffar (1996) observou-se que o verniz fluoretado Duraphat® era efetivo na obliteração dos túbulos dentinários, pois promovia a formação de cristais de fluoreto de cálcio. O flúor também pode ser administrado pela escovação por meio de um creme dental (HORNBY *et al.*, 2014). Muitos estudos são realizados na intenção de desenvolverem formulações de cremes dentais que aumentem a prevenção da desmineralização do esmalte e aprimorem a remineralização, além de outros objetivos específicos, como estudo das propriedades dessensibilizantes e anti erosivas. (JOINER *et al.*, 2014; JOÃO-SOUZA *et al.*, 2017).

O creme dental Regenerate Enamel Science™ é uma nova tecnologia com sais de silicato de cálcio e fosfato de sódio (fosfato monossódico e fosfato trissódico) contendo 1450 ppm de flúor (adicionado como monofluorofosfato de sódio). Ele foi desenvolvido para aumentar os processos de mineralização no esmalte dentário e tem se mostrado mais eficiente do que outros dentifrícios em relação a remineralização (LEAL *et al.*, 2020). Em um estudo foi demonstrado que o Regenerate Boosting Serum aumentou em 43% a eficácia do creme dental. Ele é um gel de fase dupla que contém a parte A: uma fase fluoretada contendo sais de silicato de cálcio e fosfato de sódio e a parte B: uma fase contendo fluoreto de sódio. O mecanismo do produto decorre da reparação do esmalte amolecido por ácidos e o protege contra erosão inicial (JOINER A *et al.*, 2014; JONES *et al.*, 2014; PARKER *et al.*, 2014).

Os parâmetros usados para determinar as alterações das superfícies dentárias em estudos *in vitro* são a rugosidade superficial e a perfilometria através da microscopia confocal de varredura a *laser* (ARANTES *et al.*, 2018). Sabe-se que a desmineralização erosiva acarreta um aumento na rugosidade superficial, levando a retenção de biofilme bacteriano (LUSSI *et al.*, 2011; LEPRI e PALMA-DIBB, 2012). As áreas de retenção são difíceis de serem limpas pela escovação dentária ou pela ação da saliva e de acordo com o estudo realizado por Nogueira *et al.* (2017), existe uma correlação positiva entre a rugosidade e adesão do biofilme.

Estudos laboratoriais são necessários para o delineamento de protocolos para a prevenção de erosão/abrasão para posterior aplicação clínica, visto que existe uma quantidade significativa de pacientes que apresentam hipersensibilidade dentária em decorrência de processos erosivos e abrasivos. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da irradiação do *laser* Er,Cr:YSGG, associado ou não ao verniz fluoretado e ao gel bifásico contendo sais de silicato de cálcio e fosfato de sódio na prevenção de desgaste erosivo e/ou abrasivo em dentina radicular bovina.

A hipótese nula é que não haveria diferença estatisticamente significativa na rugosidade superficial e na perda de volume nos diferentes grupos, independentemente do tratamento realizado e do tipo de desafio.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da irradiação do *laser* Er,Cr:YSGG associado ou não a materiais preventivos na rugosidade superficial e na prevenção de erosão e/ou abrasão, por meio da microscopia confocal de varredura a *laser*.

### 3 JUSTIFICATIVA

Uma alta porcentagem de pacientes apresenta hipersensibilidade dentária que decorrem de processos erosivos e abrasivos. O presente estudo torna-se relevante devido a crescente preocupação em relação a ocorrência de lesões não cariosas. Esse fato se deve ao avanço da Odontologia preventiva, que acarretou em diminuição da perda de dentes pela doença cárie, proporcionando maior permanência deles na cavidade oral, e que quando associada a certos estilos de vida, podem gerar tais lesões. A proposta do trabalho foi avaliar os efeitos da irradiação do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado a 5% e ao gel bifásico de silicato de cálcio e sais de fosfato de sódio para a prevenção de lesões não cariosas, provocadas por erosão e abrasão. A associação dessas duas condições vem recebendo a atenção de profissionais e pesquisadores, já que a hipersensibilidade dentária geralmente advém desses problemas, tendo uma faixa de prevalência entre 1,3% e 92,1%. Pacientes que apresentam alguma condição clínica específica, tais como recessão gengival, lesões cervicais não cariosas e desgaste dentário, fazem parte do grupo com maior prevalência de hipersensibilidade dentária, tendo uma média de 61,2%, assim como pacientes adultos jovens, representando uma média de 43,9%. Assim, há propostas de terapias preventivas e terapêuticas para solucionar tal desafio clínico (ZEOLA *et al.*, 2019). A irradiação a *laser* de alta intensidade é uma opção promissora, porém observa-se a ausência de estudos que verificam seu potencial na dentina radicular submetida a processos erosivos e/ou abrasivos. O gel bifásico de silicato de cálcio e sais de fosfato de sódio aumentam os processos de mineralização no esmalte dentário, reparando a sua composição mineral e potencializando em 43% a eficácia do creme dental (JOINER A *et al.*, 2014), contudo, há uma necessidade de mais pesquisas dos efeitos desse agente na dentina radicular. Estudos laboratoriais são necessários para o delineamento de protocolos que visam a prevenção para posterior aplicação clínica.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Seleção dos dentes

Para o trabalho foram selecionados 90 incisivos bovinos sem a presença de trincas ou desgaste. Uma única pesquisadora devidamente calibrada fez a limpeza dos dentes bovinos com o auxílio de curetas periodontais e com equipamento Moto Esmeril Tramontina 6" Bivolt 368W, utilizando uma escova circular em aço fio 0,3mm, objetivando a remoção da camada de cimento. Os dentes foram lavados e mantidos em água destilada à temperatura de 4°C. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade de Uberaba sob protocolo de número 003/2021.

### 4.2 Delineamento Experimental

Para a realização deste estudo, foram confeccionadas 180 unidades experimentais de dentina radicular bovina. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em seis grupos de tratamento: ST: Sem tratamento (grupo controle); VF: verniz fluoretado 5% Duraphat®; L: *laser* Er,Cr:YSGG; RBS: Regenerate Boosting Serum®; VF+L: verniz fluoretado 5% Duraphat® + *Laser* Er,Cr:YSGG; RBS+L: Regenerate Boosting Serum® + *Laser* Er,Cr:YSGG. Após isso, foram subdivididos aleatoriamente em três grupos de desafios (n=10): 1: erosão com refrigerante Coca-Cola® (E); 2: abrasão com creme dental Colgate Total 12 Whitening® (A); 3: erosão com refrigerante Coca-Cola® + abrasão com creme dental Colgate Total 12 Whitening® (E + A), totalizando 18 subgrupos. As variáveis quantitativas foram a análise da rugosidade superficial de área ( $\mu\text{m}^2$ ) e a avaliação da perda de volume (porcentagem de volume perdido).

Tabela 1: Grupos experimentais e tratamentos dos espécimes

<b>Grupo</b>	<b>Tratamento</b>
<i>ST</i>	Sem tratamento (grupo controle)
<i>VF</i>	Verniz Fluoretado 5% Duraphat®
<i>L</i>	<i>Laser</i> Er,Cr:YSGG - 2.78 $\mu\text{m}$
<i>RBS</i>	Regenerate Boosting Serum®
<i>VF+L</i>	Verniz Fluoretado 5% Duraphat® + <i>Laser</i> Er,Cr:YSGG - 2,78 $\mu\text{m}$
<i>RBS+L</i>	Regenerate Boosting Serum® + <i>Laser</i> Er,Cr:YSGG - 2,78 $\mu\text{m}$

### 4.3 Preparo dos espécimes

Logo após a seleção dos dentes, os incisivos bovinos foram seccionados separando a porção coronária da raiz, a 1mm da junção amelo-cementária com disco diamantado refrigerado acoplado em uma máquina de corte. O segundo corte foi realizado em uma máquina de corte de precisão, a ISOMET 1000® (Precision Saw Buehler, Illinois - EUA), no sentido cervico-apical. O terceiro corte foi feito no sentido vestibulo-lingual, resultando em duas metades (mesial e distal). Cada metade foi novamente seccionada para a obtenção de espécimes com as dimensões 4,5 mm X 4,5 mm X 2,5 mm (Figura 1). As faces dos espécimes foram lixadas com polidora Arotec APL-4 (Série 41042, Arotec S.A. indústria e comércio), sob refrigeração a água e lixa #220 e lixa # 600, resultando em blocos padronizados de 4,25mm X 4,25mm X 2,00mm de espessura, com uma área superficial de 18 mm<sup>2</sup> (9mm<sup>2</sup> de área experimental e 9mm<sup>2</sup> de área controle). Uma variação positiva e negativa de 5% nas dimensões foi permitida. Não se realizou nenhum polimento da superfície externa (vestibular) da amostra. Para identificar as regiões experimentais e controle, foi realizada uma perfuração com ponta diamantada esférica FG 1013 (KG Brush, KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) na face lateral da área de região controle de todos os espécimes. A metade da superfície de cada unidade experimental foi coberta com fita isolante. Para isolar a região controle, duas camadas de esmalte vermelho (Risqué Maybelline Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e cera de escultura (Kota Industria, Cotia, São Paulo, Brasil) foram aplicadas. Após este procedimento, a fita isolante foi removida, e cada espécime teve uma superfície livre revestida com esmalte e cera proteção (Figura 2). Os espécimes ficaram armazenados em água destilada e deionizada a uma temperatura de 4°C até a realização do tratamento proposto, momento em que foram divididos aleatoriamente em 18 subgrupos, de acordo com os tratamentos preventivos e desafios.

### 4.4 Tratamento dos espécimes

O verniz fluoretado (fluoreto de sódio 5%) utilizado foi o Duraphat® - 22600 ppm de fluoreto (Colgate-Palmolive Indústria e Comércio, São Paulo, SP, Brasil) aplicado na superfície do espécime de forma ativa com aplicador descartável (*microbrush*) e após 4 minutos o excesso foi removido com gaze estéril (Figura 3).

O Regenerate Boosting Serum® é um gel de fase dupla que contém a parte A: uma fase fluoretada contendo sais de silicato de cálcio e fosfato de sódio e a parte B: uma fase contendo fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor) e sílica hidratada como agente abrasivo, com pH=9,2 e

de uso adulto foi aplicado passivamente com *microbrush* por 3 minutos e o excesso foi removido com gaze estéril (Figura 3).

O *laser* utilizado foi o Er,Cr:YSGG (Waterlase Millennium, Biolase Technologies Inc., San Clemente, EUA), com fibra de 600 $\mu$ m de diâmetro (modelo de ponta: ZipTip MZ6 3mm) (Figura 3). Os seguintes parâmetros foram considerados: comprimento de onda, potência, frequência, densidade de energia, tempo de irradiação, distância entre a lente de saída do laser e do tecido, modo de irradiação e presença de ar/água durante o procedimento. O resfriamento com água não foi utilizado para evitar o comprometimento do tratamento preventivo, uma vez que a ablação do tecido pode ocorrer na presença de água, apresentando, assim, uma menor eficácia (GERALDO-MARTINS *et al.*, 2014; PAIVA *et al.*, 2021).

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

<b>Especificações Técnicas</b>	<b>Er,Cr:YSGG</b>
<i>Marca comercial</i>	Biolase Technologies Inc., San Clemente, USA
<i>Modelo</i>	Waterlase Millenium
<i>Comprimento de onda</i>	2,78 $\mu$ m
<i>Diâmetro da fibra</i>	600 $\mu$ m
<i>Modelo da ponta</i>	ZipTip MZ6 3mm
<i>Ar/Água</i>	55% de ar/Sem refrigeração à água

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

<b>Parâmetros de Irradiação</b>	<b>Er,Cr:YSGG</b>
<i>Potência</i>	0,5W
<i>Frequência</i>	5,0Hz
<i>Densidade de energia</i>	6,25J/cm <sup>2</sup>
<i>Tempo de irradiação</i>	10 segundos
<i>Modo</i>	Varredura
<i>Distância do alvo</i>	1mm do tecido alvo
<i>Ar/Água</i>	Sem refrigeração à água e ar

#### 4.5 Desafio erosivo

Após os tratamentos, os espécimes foram submetidos a desafio erosivo com Coca-Cola® (Uberlândia Refrescos LTDA, Uberlândia, MG, Brasil) com pH=2,43 a 4°C (Figura 4). Cada subgrupo foi colocado separadamente em um béquer com 50 mL de solução por 5 minutos, com agitador magnético (modelo 221-1, ABC-LAB Produtos e Equipamentos

Laboratórios, São Bernardo do Campo, SP, Brasil). A solução erosiva foi descartada a cada ciclo dos subgrupos e posteriormente os espécimes foram lavados com água destilada por 10 segundos. Após isso, eles foram armazenados em água destilada e colocados em estufa a 37°C entre os ciclos. Esse procedimento foi realizado duas vezes ao dia, com intervalo de 2 horas entre as provocações, por um período de 10 dias (ARANTES *et al.*, 2018).

#### **4.6 Desafio abrasivo**

O desgaste abrasivo foi realizado nos espécimes dos subgrupos pré-estabelecidos, com testes de escovação conforme os parâmetros estabelecidos (Figura 5). Para os espécimes dos grupos erosão + abrasão, a escovação ocorreu na superfície vestibular das amostras 1 hora após o segundo desafio erosivo diário e monitorado pelo mesmo operador. Os espécimes foram escovados *in vitro* com escovas de dente elétricas de cerdas macias com pontas arredondadas (Oral-B Professional Care 5000, Procter and Gamble, Marktheidenfeld, Alemanha), que simulou uma técnica de escovação oscilatória na direção paralela à marcação central que delinea a área que se submeteu aos ciclos. O dentífrício utilizado foi o Colgate Total 12 gel Whitening. Uma solução (pasta) foi feita pela mistura de cada pasta de dente e água destilada na proporção de 1:2 em peso. Durante o desafio abrasivo, a escova de dente elétrica ficou acoplada em um dispositivo. A cabeça da escova (Precision Clean, Procter and Gamble) possuía três conjuntos de cerdas macias com formatos diferentes e foram posicionadas em diferentes ângulos e alturas. Durante a escovação, as cerdas tocaram a superfície dentinária com uma força de 2,0 N ( $\approx 200\text{g}$ ) por 1 minuto (166 oscilações/s), simulando um tempo de três escovações diárias e a cada 10 segundos a solução pastosa era injetada entre as cerdas. Após cada escovação, os espécimes foram lavados com água destilada por 10 segundos, levemente secos com papel absorvente. Após isso, foram mantidos em água destilada e armazenados a 37°C na estufa.

#### **4.7 Análise da rugosidade superficial e do perfil de desgaste**

Após o tratamento seguido de desafios erosivos e / ou abrasivos, os espécimes foram analisados usando um microscópio confocal de varredura a laser LEXT (Olympus, Japão) com o auxílio do paralelômetro. Para que fosse realizada a análise por microscopia confocal de varredura a laser, o esmalte de unha e a cera (região controle) de cada espécime foram removidos com o auxílio do instrumento Lecron (Duflex Instruments, Juiz de Fora, MG,

Brasil). Os espécimes foram armazenados em água destilada e deionizada, inseridos em cuba ultrassônica (Ultrasonic Cleaner 740D - Odontobrás - Ribeirão Preto, SP, Brasil), agitados por 5 minutos e posteriormente posicionados paralelamente à mesa do microscópio de varredura a laser. Após a seleção da região central da amostra de 1 mm X 1 mm, adquiriu-se as imagens em lente objetiva de 20x magnificação, gerando um aumento final de 432x (Figura 6). Desse modo, através da obtenção das imagens, foram analisadas a rugosidade superficial, por meio da observação da área central, abrangendo a região controle e a área erodida; e a perda de volume (%), onde as regiões controle e experimental foram comparadas, levando em consideração a linha média do gráfico (Figuras 7 e 8). Os dados foram obtidos em  $\mu\text{m}^3$  e para realizar os cálculos estatísticos transformou-se em um percentual de volume perdido.

#### **4.8 Análise estatística**

Primeiramente, os dados foram analisados quanto à distribuição (Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade (Levene). Posteriormente, os dados da rugosidade superficial foram submetidos aos testes estatísticos paramétricos de ANOVA (análise de variância) e pós-teste de Tukey para comparações múltiplas. Para a análise do perfil de desgaste, os dados foram submetidos aos seguintes testes não paramétricos: Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn. Todos os testes estatísticos assumiram um nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). O Software Estatístico usado foi o SPSS, versão 17.1.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Rugosidade superficial

Os valores da rugosidade superficial estão descritos na Tabela 4 (n=10).

Não houve diferença estatisticamente significativa na comparação da região controle de todos os subgrupos ( $p>0,05$ ).

As regiões experimentais que apresentaram os menores valores de rugosidade foram nos subgrupos que tiveram aplicação de RBS+L ou VF+L, independentemente do tipo de desafio, apresentando valores similares aos encontrados na região controle ( $p>0,05$ ).

Os maiores valores de rugosidade superficial foram encontrados nas regiões experimentais dos subgrupos ST+A e ST/E+A, com valores iguais a  $13,352\mu\text{m}^2 \pm 1,223\mu\text{m}^2$  e  $14,041\mu\text{m}^2 \pm 1,251\mu\text{m}^2$ , respectivamente e semelhantes entre si ( $p>0,05$ ).

Tabela 4: Valores médios (desvio padrão) da rugosidade superficial ( $\mu\text{m}^2$ ) dos grupos, considerando a região controle e a região experimental

<b>Tratamento preventivo</b>	<b>Tipo de desafio</b>	<b>Código do subgrupo</b>	<b>Região controle</b>	<b>Região experimental</b>
<i>SEM TRATAMENTO</i>	1. EROSÃO	ST + E	1,118 (0,105) <sup>a</sup>	8,432 (0,815) <sup>d</sup>
	2. ABRASÃO	ST + A	1,164 (0,139) <sup>a</sup>	13,352 (1,223) <sup>c</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	ST / E+A	1,177 (0,122) <sup>a</sup>	14,041 (1,251) <sup>c</sup>
<i>VERNIZ FLUORETADO 5%</i>	1. EROSÃO	VF + E	1,215 (0,128) <sup>a</sup>	3,490 (0,360) <sup>b</sup>
	2. ABRASÃO	VF + A	1,191 (0,119) <sup>a</sup>	5,793 (0,624) <sup>b</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	VF/ E+A	1,166 (0,164) <sup>a</sup>	5,855 (0,559) <sup>c</sup>
<i>LASER ER,CR:YSGG</i>	1. EROSÃO	L + E	1,140 (0,136) <sup>a</sup>	3,335 (0,373) <sup>b</sup>
	2. ABRASÃO	L + A	1,181 (0,120) <sup>a</sup>	3,296 (0,372) <sup>b</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	L/ E+A	1,163 (0,106) <sup>a</sup>	3,389 (0,324) <sup>b</sup>
<i>REGENERATE BOOST SERUM</i>	1. EROSÃO	R + E	1,220 (0,128) <sup>a</sup>	3,299 (0,304) <sup>b</sup>
	2. ABRASÃO	R + A	1,196 (0,125) <sup>a</sup>	5,651 (0,461) <sup>c</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	R/ E+A	1,152 (0,133) <sup>a</sup>	5,591 (0,487) <sup>c</sup>

<i>VERNIZ FLUORETADO 5% + LASER ER,CR: YSGG</i>	1. EROSÃO	VF+L/ E	1,137 (0,152) <sup>a</sup>	1,160 (0,153) <sup>a</sup>
	2. ABRASÃO	VF+L/ A	1,215 (0,139) <sup>a</sup>	1,194 (0,148) <sup>a</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	VF+L/ E+A	1,123 (0,151) <sup>a</sup>	1,151 (0,111) <sup>a</sup>
<i>REGENERATE BOOST SERUM + LASER ER,CR: YSGG</i>	1. EROSÃO	RBS+L/ E	1,197 (0,143) <sup>a</sup>	1,247 (0,125) <sup>a</sup>
	2. ABRASÃO	RBS+L/ A	1,151 (0,140) <sup>a</sup>	1,148 (0,106) <sup>a</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	RBS+L/ E+A	1,155 (0,116) <sup>a</sup>	1,177 (0,127) <sup>a</sup>

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

## 5.2 Porcentagem de volume perdido

Em relação a análise dos percentuais da perda de volume, foi evidenciado que os grupos (VF+L) e (RBS+L) apresentaram as menores perdas de volume, independentemente do tipo de desafio realizado ( $p > 0,05$ ). No entanto, a maior perda de volume foi observada no subgrupo (ST+E/A), que apresentou 61,2% e diferença estatisticamente significativa em relação aos demais subgrupos ( $p < 0,05$ ). Os percentuais de volume perdido estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5: Valores médios (desvio padrão) da porcentagem de volume perdido (%) dos subgrupos, considerando a região controle e a região experimental.

<b>Tratamento preventivo</b>	<b>Tipo de desafio</b>	<b>Código do subgrupo</b>	<b>Porcentagem de volume perdido</b>
<i>SEM TRATAMENTO</i>	1. EROSÃO	ST + E	38,8 (4,5) <sup>d</sup>
	2. ABRASÃO	ST + A	40,9 (3,7) <sup>d</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	ST / E+A	61,2 (5,7) <sup>c</sup>
<i>VERNIZ FLUORETADO 5%</i>	1. EROSÃO	VF + E	25,1 (3,7) <sup>c</sup>
	2. ABRASÃO	VF + A	37,6 (4,2) <sup>d</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	VF/ E+A	41,2 (4,1) <sup>d</sup>
<i>LASER ER,CR: YSGG</i>	1. EROSÃO	L + E	16,3 (2,5) <sup>b</sup>
	2. ABRASÃO	L + A	16,7 (2,4) <sup>b</sup>
	3. EROSÃO + ABRASÃO	L / E+A	17,0 (2,2) <sup>b</sup>

<i>REGENERATE BOOST SERUM</i>	1. EROSÃO 2. ABRASÃO 3. EROSÃO + ABRASÃO	R + E R + A R / E+A	26,6 (2,9) <sup>c</sup> 38,7 (3,2) <sup>d</sup> 40,8 (3,4) <sup>d</sup>
<i>VERNIZ FLUORETADO 5% + LASER ER,CR: YSGG</i>	1. EROSÃO 2. ABRASÃO 3. EROSÃO + ABRASÃO	VF+L / E VF+L / A VF+L / E+A	7,6 (0,9) <sup>a</sup> 8,1 (1,1) <sup>a</sup> 8,7 (1,3) <sup>a</sup>
<i>REGENERATE BOOST SERUM + LASER ER,CR: YSGG</i>	1. EROSÃO 2. ABRASÃO 3. EROSÃO + ABRASÃO	RBS+L/ E RBS+L/ A RBS+L/ E+A	8,1 (0,8) <sup>a</sup> 8,5 (0,9) <sup>a</sup> 9,9 (1,5) <sup>a</sup>

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



## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da irradiação do laser Er,Cr:YSGG associado ou não a materiais preventivos na rugosidade superficial e na prevenção de perda de volume frente aos desafios erosivos e/ou abrasivos. As variáveis de respostas estudadas foram a rugosidade superficial e a perda de volume radicular. Os resultados evidenciaram que os tratamentos preventivos executados apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para as duas variáveis analisadas. Com isso, a hipótese nula de que diferentes tratamentos não teriam efeito sobre o aumento da resistência da dentina frente a desafios ácidos e/ou abrasivos foi rejeitada.

Neste estudo, foi confirmada a padronização inicial e a efetiva impermeabilização dos espécimes, visto que os valores de rugosidade superficial da região controle não apresentaram diferença estatisticamente significante entre os subgrupos ( $p > 0,05$ ).

As variáveis foram avaliadas por meio da microscopia confocal de varredura a laser (Olympus LEXT OLS4100). O uso desta tecnologia permite melhor observação das características morfológicas da dentina por meio de imagens de alta resolução (PAIVA *et al.*, 2021), podendo ser analisados os prismas de esmalte, os túbulos dentinários e as áreas de desmineralização (ARANTES *et al.*, 2019). A análise perfilométrica é mais sensível para expor alterações decorrentes de desafios erosivos e abrasivos, além disso, não produz sulcos por não haver contato na superfície de amostra (ATTIN, 2006; ALEXANDRIA *et al.*, 2017), logo, é a melhor escolha para a avaliação deste trabalho.

O consumo de bebidas ácidas tem sido associado a erosão dentária. Em 2007, o consumo mundial de refrigerantes totalizou 552 bilhões de litros (CARVALHO e LUSSI, 2019). Em nosso estudo, foi utilizado como solução erosiva um refrigerante a base de cola ( $\text{pH} = 2,42$  à  $4^\circ\text{C}$ ), devido ao seu grande potencial erosivo já demonstrado em outros trabalhos (KITCHENS e OWENS, 2007; LUSSI e CARVALHO, 2014; HERMONT *et al.*, 2014). Os resultados da pesquisa mostraram que a solução erosiva utilizada possui influência na desmineralização da dentina, considerando a perda de volume observado nos subgrupos erodidos.

Muitos estudos relatam que a abrasividade de um creme dental está associada ao desgaste da dentina. Dessa forma, uma grande quantidade de abrasivos pode aumentar o potencial de danos (MOSQUIM *et al.*, 2017). O dentifrício utilizado para o atual trabalho foi o Colgate Total 12 gel Whitening que possui como agentes abrasivos pirofosfato associado à sílica hidratada. Outros estudos mostraram que a associação dos dois agentes abrasivos é capaz de aumentar o desgaste (VERTUAN *et al.*, 2020).

Tecidos dentais erodidos quando submetidos à abrasão são mais susceptíveis ao desgaste provocado pela escovação. Isto foi observado, no presente estudo, nos subgrupos sem tratamento preventivo. Para os grupos tratados com VF ou RBS (sem associação com fluoretos), os valores dos subgrupos que tiveram essa associação (E+A) foram estatisticamente iguais aos subgrupos que tiveram somente abrasão (A). A justificativa para tal resultado pode ser baseada em que superfícies de dentina erodidas, o colágeno é exposto, mas não é removido pela força da escovação que foi usada, podendo atuar até contra impactos mecânicos (GANSS *et al.*, 2009; WIEGAND e SCHLUETER, 2014; BEZERRA *et al.*, 2019).

Quantos aos resultados obtidos nos subgrupos tratados que tiveram como desafio E+A, podemos sugerir que o tratamento preventivo com VF ou RBS parece ter criado uma barreira protetora, que primeiramente é removida pela erosão e, em um segundo momento, ocorre apenas os efeitos de desgaste abrasivo. Ou seja, os efeitos da potencialização (E+A) são minimizados, visto que são estatisticamente iguais aos subgrupos que tiveram como desafio a abrasão ( $p > 0,05$ ).

Muitos estudos com finalidade preventiva da perda de estrutura dentária por desafios erosivos e/ou abrasivos utilizando a irradiação a laser foram desenvolvidos (HOSSEINIPOUR *et al.*, 2018; ARANTES *et al.*, 2019; BEZERRA *et al.*, 2019). Para a execução dessa pesquisa, o laser utilizado foi o Er,Cr:YSGG, pois possui um comprimento de onda igual a  $2,78\mu\text{m}$  que é bem absorvido pela água e pelos íons de hidroxila da hidroxiapatita, componentes presentes na dentina (GERALDO-MARTINS *et al.*, 2014). No presente trabalho, foram utilizados parâmetros sub ablativos, pois esse tipo de laser age por meio de ablação termomecânica explosiva (MEISTER *et al.*, 2006) e como a finalidade é a prevenção, a perda de estrutura não seria interessante. Quando aplicados parâmetros sub ablativos, a luz do laser é absorvida e convertida em calor, alterando e diminuindo a solubilidade dos tecidos, aumentando assim a resistência ácida (RAMALHO *et al.*, 2015; SABERI *et al.*, 2018).

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciaram que alguns tratamentos preventivos propostos foram capazes de alterar a superfície da dentina. O estudo apresentou valores de rugosidade superficial estatisticamente iguais nas áreas de região controle e nos grupos que tiveram como tratamento preventivo VF+L e RBS+L, sendo os menores valores. Nos grupos ST, VF, L, RBS, os valores da rugosidade superficial foram maiores em comparação às suas áreas de referência. Um estudo mostrou que a irradiação a laser é capaz de alterar morfológicamente a estrutura da dentina tornando-a mais rugosa (HOSSEINIPOUR *et al.*, 2018). No entanto, é válido destacar que os subgrupos ST+A e ST/E+A foram os que apresentaram maiores valores de rugosidade superficial, mostrando que quando a superfície não

é tratada, os desafios erosivos e abrasivos promovem áreas mais rugosas comparados com aqueles que receberam algum tipo de tratamento. Esses resultados vão ao encontro de outros relatos na literatura (ANA *et al.*, 2012; CHIGA *et al.*, 2015).

Avaliar a capacidade dos tratamentos preventivos de causarem aumento da rugosidade superficial é importante visto que uma superfície áspera e rugosa pode colaborar para o acúmulo de biofilme e adesão bacteriana quando comparada com uma superfície lisa (LEPRI e PALMA-DIBB, 2012; NOGUEIRA *et al.*, 2017). Isso pode influenciar positivamente na formação de outros problemas, como lesão cáriosa e doenças periodontais (CURY *et al.*, 2017). Com isso, vemos que as áreas experimentais dos grupos VF+L e RBS+L não diferiram estatisticamente da região controle, e que os grupos VF, L e RBS tiveram menores valores de rugosidade superficial comparado ao grupo sem tratamento, sugerindo efetividade no tratamento.

A perda de estrutura dentária pode levar a outros problemas, como por exemplo a hipersensibilidade dentária (MANTILLA *et al.*, 2017; FERREIRA *et al.*, 2018). O Regenerate Boosting Serum® é um gel em fase dupla que contém a combinação de sais de silicato de cálcio, sais de fosfato e flúor, que propõe a reparação inicial do esmalte após erosão (PARKER *et al.*, 2014). No presente trabalho, o grupo RBS+L apresentou similaridade estatística com a região controle ( $p > 0,05$ ) quando observado a rugosidade superficial e a perda de volume. Isso pode ser justificado porque este tratamento à base de silicato de cálcio e fosfato de sódio pode fornecer proteção ao esmalte através liberação de íons de cálcio para os fluidos orais circundantes sob condições ácidas, aumentando assim a concentração local de cálcio, o grau de saturação em relação a hidroxiapatita do esmalte e a inibição da dissolução (SUN *et al.*, 2014). Considerando que o esmalte e a dentina são constituídos em sua maioria por hidroxiapatita, espera-se que esse agente remineralizante também proteja a dentina radicular.

Os agentes fluoretados promovem a formação de fluoroapatita que é mais resistente à dissolução em meio ácido nos processos de desmineralização e remineralização (KIM, *et al.*, 2018). Um trabalho feito por Gaffar (1996) observou que o verniz fluoretado Duraphat® foi efetivo na obliteração dos túbulos dentinários, pois promoveu a formação de cristais de fluoreto de cálcio. Em nosso trabalho, o grupo VF+L apresentou resultados favoráveis, pois não houve diferença estatística quando comparada à sua respectiva região controle em relação à rugosidade superficial e à perda de volume ( $p > 0,05$ ). Outros trabalhos mostraram que essa associação resulta em uma melhor absorção do flúor na dentina radicular, o que diminui a desmineralização quando o espécime é submetido a desafios erosivos e/ou abrasivos (GAO *et al.*, 2006; PAIVA *et al.*, 2021).

Dessa forma, o presente estudo evidenciou que os tratamentos propostos foram efetivos para aumentar a resistência da dentina radicular frente aos desafios erosivos e/ou abrasivos. No entanto, também são necessários estudos clínicos que validem estes achados.

## 7 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos e as limitações deste estudo *in vitro*, conclui-se que os tratamentos propostos foram considerados eficazes quando analisadas a rugosidade superficial e a perda de volume. A irradiação com o *laser* Er,Cr:YSGG mostrou resultados satisfatórios, especialmente quando associado à aplicação prévia de verniz fluoretado 5% ou de gel bifásico de silicato de cálcio/fosfato.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRIA, A.K; VIEIRA, T.I; PITHON, M.M; FIDALGO, T.K.S; FONSECA-GONÇALVES, A; VALENÇA, A.G; CABRAL, L.M; MAIA, L.C. In vitro enamel erosion and abrasion-inhibiting effect of different fluoride varnishes. **Archives Of Oral Biology**, v. 77, p. 39-43, 2017.
- ANA, P.A.; TABCHOURY, C.P.M.; CURY, J.A.; ZECELL, 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. .
- ATTIN, T. Methods for Assessment of Dental Erosion. **Monographs In Oral Science**, p. 152-172, 2006.
- 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**, v. 34, n. 5, p. 893-900, 2018.
- BARTLETT, D; O'TOOLE, S. Tooth wear and aging. **Australian Dental Journal**, v. 64, n. 1, p. 59-62, 30 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/adj.12681>.
- BEZERRA, S. J. C.; TREVISAN, L. R.; VIANA, I. E. L.; LOPES, R. M.; PEREIRA, D. L.; ARANHA, A. C. C.; SCARAMUCCI, Taís. Er,Cr: ysgg laser associated with acidulated phosphate fluoride gel (1.23% f) for prevention and control of dentin erosion progression. **Lasers In Medical Science**, v. 34, n. 3, p. 449-455, 13. 2018.
- BRÄNNSTRÖM, M. Sensitivity of dentine. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 21, n. 4, p. 517-526. 1966.
- CANADIAN ADVISORY BOARD ON DENTIN HYPERSENSITIVITY. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. **Journal Canadian Dental Association**, v. 69, n. 4, p. 221-226, 2003.
- CARVALHO, J. C.; SCARAMUCCI, T.; AIMÉE, N. R.; MESTRINHO, H. D.; HARA, A. T.. Early diagnosis and daily practice management of erosive tooth wear lesions. **British Dental Journal**, v. 224, n. 5, p. 311-318, 2018.
- CARVALHO, T.S.; LUSSI, A. Combined effect of a fluoride-, stannous- and chitosan-containing toothpaste and stannous-containing rinse on the prevention of initial enamel erosion–abrasion. **Journal Of Dentistry**, v. 42, n. 4, p. 450-459. 2014.
- CHIGA, S.; TORO, C.V.T.; LEPRI, T.P.; TURSSI, C.P.; COLUCCI, V.; CORONA, S.A.M. Combined effect of fluoride varnish to Er:YAG or Nd:YAG *laser* on permeability of eroded root dentin. **Archives of Oral Biology**, v.64, p.24-27, 2016.
- 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, 14. 2017.

DONOVAN, T; NGUYEN-NGOC, C; ALRAHEAM, I.A; IRUSA, K. Contemporary diagnosis and management of dental erosion. **Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry**, v. 33, n. 1, p. 78-87. 2021.

FERREIRA, J.B; PAIVA, G.R; GERALDO-MARTINS, V.R; FARAONI, J.J; DIBB, R.G.P; LEPRI, C.P. Influence of Remineralizing Dentifrice in the Treatment of Erosive Enamel Lesions. **Journal Of Health Sciences**, v. 20, n. 4, p. 238-242, 30. 2018.

GAFFAR, A. Treating hypersensitivity with fluoride varnish. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v. 20, n.1, p.27–33, 1998.

GANSS, C; HARDT, M; BLAZEK, D; KLIMEK, J; SCHLUETER, N. Effects of toothbrushing force on the mineral content and demineralized organic matrix of eroded dentine. **European Journal Of Oral Sciences**, v. 117, n. 3, p. 255-260, 2009.

GAO, X.L.; PAN, J.S.; HSU, C.Y. Laser-Fluoride Effect on Root Demineralization. **Journal Of Dental Research**, v. 85, n. 10, p. 919-923, 2006.

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, n. 5, p. 459-464. 2014.

GERALDO-MARTINS, V.R; LEPRI, C.P; PALMA-DIBB, R.G. Influence of Er,Cr:YSGG laser irradiation on enamel caries prevention. **Lasers in Medical Science**, v.28, p, 33-39, 2013.

HERMONT, A.P; OLIVEIRA, P.A.D.; MARTINS, C.C.; PAIVA, S.M.; PORDEUS, I.A.; AUAD, S.M. Tooth Erosion and Eating Disorders: a systematic review and meta-analysis. **Plos One**, v. 9, n. 11, 2014.

HORNBY, K; RICKETTS, S.R.; PHILPOTTS, C.J.; JOINER,A.; SCHEMEHORN, B.; WILLSON, R. Enhanced enamel benefits from a novel toothpaste and dual phase gel containing calcium silicate and sodium phosphate salts. **Journal Of Dentistry**, v. 42, p. 39-45, 2014.

HOSSEINIPOUR, Z.S.; PIRMORADIAN-NAJAFABADI, M.; SHAHABI, S. Relationship between Er,Cr:YSGG laser power and surface roughness of lased radicular dentin. **Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects**, v.12, n.2, p.83-90, 2018.

IONTA, F.Q.; SANTOS, N.M.; MESQUITA, I.M.; DIONÍSIO, E.J.; CRUVINEL, T.; HONÓRIO, H.M.; RIOS, D. Is the dentifrice containing calcium silicate, sodium phosphate, and fluoride able to protect enamel against chemical mechanical wear? An in situ/ex vivo study. **Clinical Oral Investigations**, v. 23, n. 10, p. 3713-3720, 2019.

JOÃO-SOUZA, S.H.; SCARAMUCCI, T.; BORGES, A.B; LUSSI, A; CARVALHO, T.S.; ARANHA, A.C.C. Influence of desensitizing and anti-erosive toothpastes on dentine permeability: an in vitro study. **Journal Of Dentistry**, v. 89, p. 1-18, 2019.

JOÃO-SOUZA, S.H.; SAKAE, L.O.; LUSSI, A.; ARANHA, A.C.C.; HARA, A.; BAUMANN, T.; SCARAMUCCI, T.; CARVALHO, T.S. Toothpaste factors related to dentine tubule occlusion and dentine protection against erosion and abrasion. **Clinical Oral Investigations**, v. 24, n. 6, p. 2051-2060, 2019.

JOÃO-SOUZA, S.H.; LUSSI, A.; BAUMANN, T.; SCARAMUCCI, T.; ARANHA, A.C.C.; CARVALHO, T.S. Chemical and physical factors of desensitizing and/or anti-erosive toothpastes associated with lower erosive tooth wear. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, 2017.

JOINER, A.; SCHÄFER, F.; NAEENI, M.M.; GUPTA, A.K.; ZERO, D.T. Remineralisation effect of a dual-phase calcium silicate/phosphate gel combined with calcium silicate/phosphate toothpaste on acid-challenged enamel in situ. **Journal Of Dentistry**, v. 42, p. 53-59, 2014

JONES, S.B.; DAVIES, M.; CHAPMAN, N.; WILLSON, R.; HORNBY, K.; JOINER, A.; WEST, N.X. Introduction of an interproximal mineralisation model to measure remineralisation caused by novel formulations containing calcium silicate, sodium phosphate salts and fluoride. **Journal Of Dentistry**, v. 42, p. 46-52, 2014.

KITCHENS, M.; OWENS, B.M. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 31, n. 3, p. 153-159, 2007. The Journal of Clinical Pediatric Dentistry.

KIM, H.N.; KIM, J.B.; JEONG, S, H. Remineralization effects when using different methods to apply fluoride varnish in vitro. **Journal of Dental Sciences**, v.13, n.4, p. 360- 366, 2018.

LEAL, I.C.; COSTA, W.K.F.; PASSOS, V.F. Fluoride dentifrice containing calcium silicate and sodium phosphate salts on dental erosion: in vitro study. **Archives Of Oral Biology**, v. 118, n. 1, p. 1-6, 2020.

LEPRI, C.P.; PALMA-DIBB, R.G. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. **Dental materials journal**, v.31, n.4, p. 689-696, 2012.

LUSSI, A.; CARVALHO, T.S. Erosive Tooth Wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. **Monographs In Oral Science**, p. 1-15, 2014.

LUSSI, A; SCHLUETER, N; RAKHMATULLINA, E; GANSS, C. Dental erosion: an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. **Caries Research**, v.45, n.1, p.2-12, 2011.

MANTILLA, T.F.; SILVA, C.V.; RAMOS-OLIVEIRA, T.M.; TURSSI, C.P.; RIBEIRO, M.S.; FREITAS, P.M. TiF<sub>4</sub> gel effects on tubular occlusion of eroded/abraded human dentin. **Microscopy Research And Technique**, v. 80, n. 11, p. 1182-1188, 31, 2017.

MEISTER, J.; FRANZEN, R.; FORNER, K.; GREBE, H.; STANZEL, S.; LAMPERT, F.; APEL, C. Influence of the water content in dental enamel and dentin on ablation with erbium YAG and erbium YSGG lasers. **Journal Of Biomedical Optics**, v. 11, n. 3, 2006.



MOSQUIM, V.; SOUZA, B.M.; FORATORI, G.A.; WANG, L.; MAGALHÃES, A.C. The abrasive effect of commercial whitening toothpastes on eroded enamel. **American Journal of Dentistry**, v. 30, n. 3 p. 142-146, 2017.

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, n. 1, p. 24-29, 2017.

OLIVAN, S.R.G.; SFALCIN, R.A.; FERNANDES, K.P.S.; FERRARI, R.A.M.; HORLIANA, A.C.R.T.; OLIVEIRA, R.M.; SOUZA, V.M.; ESTEVES, C.M.; LIMA-ARSATI, Y.B.O.; CASSONI, A.; RODRIGUES, J.A.; BRUGNERA JUNIOR, A. Er,Cr: ysgg laser energy delivery. **Photomedicine And Laser Surgery**, v. 35, n. 11, p. 639-646, 2017.

O'TOOLE, S.; BARTLETT, D. The relationship between dentine hypersensitivity, dietary acid intake and erosive tooth wear. **Journal Of Dentistry**, v. 67, p. 84-87, 2017.

PARKER, A.S.; PATEL, A.N.; BOTROS, R.A.; SNOWDEN, M.E.; MCKELVEY, K.; UNWIN, P.R.; ASHCROFT, A.T.; CARVELL, M.; JOINER, A.; PERUFFO, M. Measurement of the efficacy of calcium silicate for the protection and repair of dental enamel. **Journal Of Dentistry**, v. 42, p. 21-29, 2014.

PAIVA, G.R.; DIBB, R.G.P.; FARAONI, J.J.; CASTRO, D.T.; OLIVEIRA, M.A.H.M.; 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**, v. 35, 2021.

PEUMANS, M.; POLITANO, G.; VAN MEERBEEK, B. Treatment of noncarious cervical lesions: when, why, and how. **Journal of Esthetic Dentistry**, v.15, n.1, p. 16-42, 2020.

RAMALHO, K.M.; HSU, C.Y.S.; FREITAS, P.M.; ARANHA, A.C.C.; ESTEVES-OLIVEIRA, M.; ROCHA, R.G.; EDUARDO, C.P. Erbium Lasers for the Prevention of Enamel and Dentin Demineralization: a literature review. **Photomedicine And Laser Surgery**, v. 33, n. 6, p. 301-319, 2015.

SABERI, S.; DOSHANLO, S.S.J.; BAGHERI, H.; REZAEI, S.M.M.; SHAHABI, S. Evaluation of Tooth Surface Irradiated With Erbium: yttrium aluminum garnet and carbon dioxide lasers by atomic force microscopy. **Journal Of Lasers In Medical Sciences**, v. 9, n. 3, p. 188-193, 2018.

SAADS-CARVALHO, T.; LUSSI, A. Chapter 9: acidic beverages and foods associated with dental erosion and erosive tooth wear. **Monographs In Oral Science**, p. 91-98, 7. 2019.

SATO, T.; FUKUZAWA, Y.; KAWAKAMI, S.; SUZUKI, M.; TANAKA, Y.; TERAYAMA, H.; SAKABE, K. The Onset of Dental Erosion Caused by Food and Drinks and the Preventive Effect of Alkaline Ionized Water. **Nutrients**, v. 13, n. 10, p. 3440, 28, 2021.

SHELLIS, R.P.; ADDY, M. The Interactions between Attrition, Abrasion and Erosion in Tooth Wear. **Monographs In Oral Science**, p. 32-45, 2014.

STERN, R.H; VAHL, J.; SOGNAES, R.F. Lased Enamel: Ultrastructural Observations of Pulsed Carbon Dioxide Laser Effects. **Journal of Dental Research**, v. 51, n.2, p.455-460, 1972.

SUN, Y.; LI, X.; DENG, Y.; SUN, J.N.; TAO, D.Y.; CHEN, H.; HU, Q.; LIU, R.; LIU, W.; FENG, X.; WANG, J.; CARVELL, M.; JOINER, A. Mode of action studies on the formation of enamel minerals from a novel toothpaste containing calcium silicate and sodium phosphate salts. **Journal of Dentistry**, v. 42, p. S30-S38, 2014.

TEIXEIRA, D.N.R.; ZEOLA, L.F.; MACHADO, A.C.; GOMES, R. R.; SOUZA, P.G.; MENDES, D.C.; SOARES, P.V. Relationship between noncarious cervical lesions, cervical dentin hypersensitivity, gingival recession, and associated risk factors: A crosssectional study. **Journal of Dentistry**, v. 76, p. 93-97, 2018.

TEIXEIRA, D.N.R.; THOMAS, R.Z.; SOARES, P.V.; CUNE, M.S.; GRESNIGT, M.M.M.; SLOT, D.E. Prevalence of noncarious cervical lesions among adults: a systematic review. **Journal Of Dentistry**, v. 95, 2020.

VERTUAN, M.; SOUZA, B.M.; MACHADO, P.F.; MOSQUIM, V.; MAGALHÃES, A.C. The effect of commercial whitening toothpastes on erosive dentin wear in vitro. **Archives Of Oral Biology**, v. 109,2020.

WIEGAND, A.; SCHLUETER, N. The Role of Oral Hygiene: does toothbrushing harm?. **Monographs In Oral Science**, p. 215-219, 2014.

ZEOLA, F.L.; SOARES, P.V.; CUNHA-CRUZ, J. Prevalence of dentin hypersensitivity: Systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, v. 81, p. 1-6, 2019.

## APÊNDICES

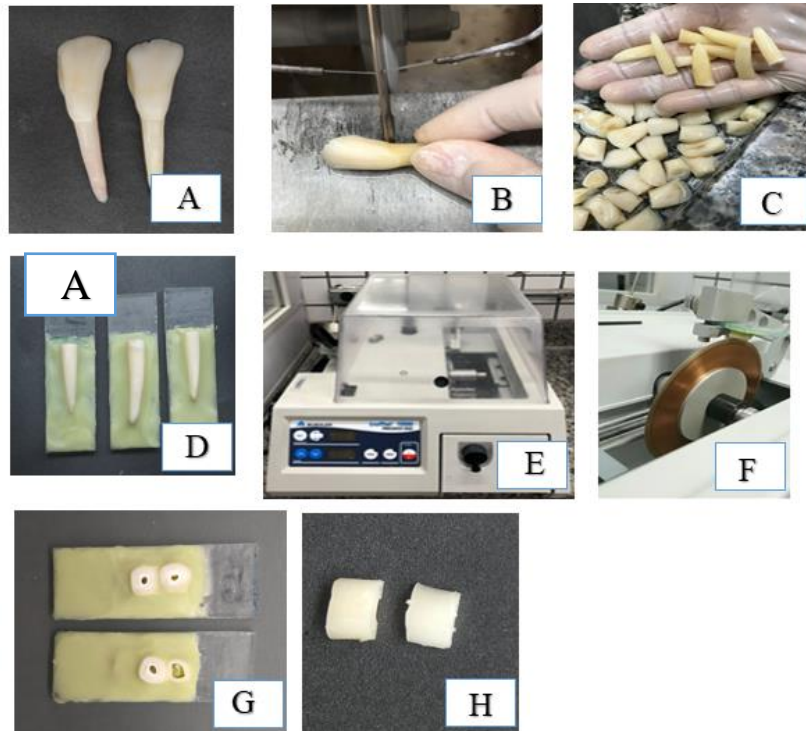


Figura 1. Preparo dos espécimes. A - Dente hígido. B - Separação da coroa e raiz a 1mm da junção amelo-cementária utilizando-se um disco diamantado sob refrigeração à água, acoplado em uma máquina de corte. C - Algumas raízes seccionadas. D - Fixação da raiz com cera a placa de acrílico para receber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

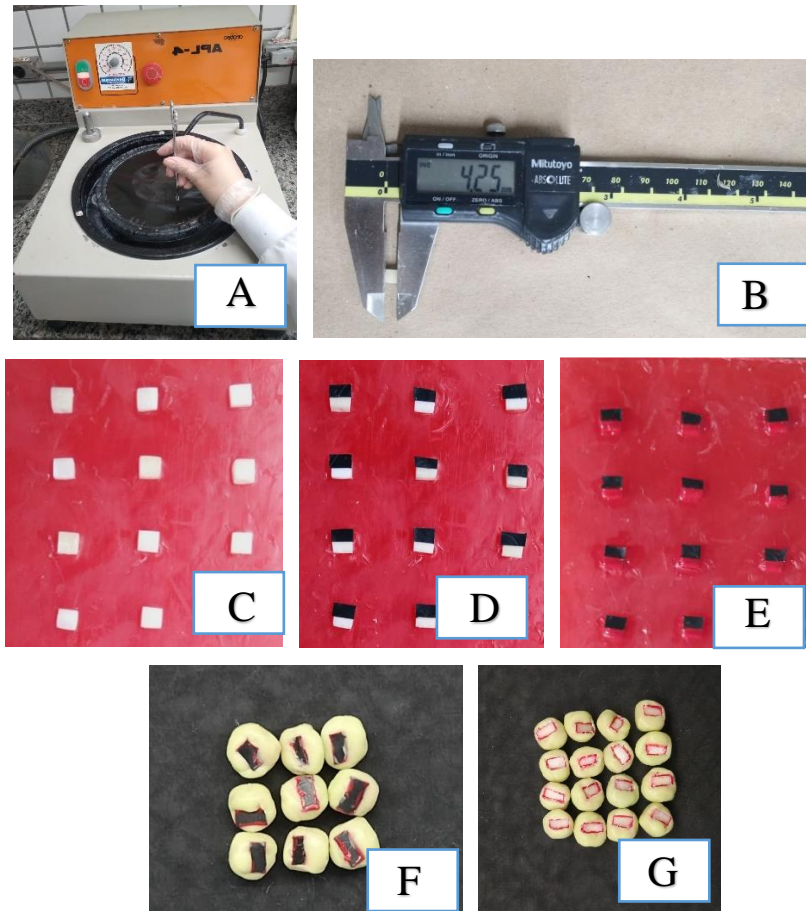


Figura 2: Padronização dos espécimes. A - Máquina Lixadeira e Politriz Metalográfica APL (Arotec). B - Dimensão padronizada dos espécimes (4,25 x 4,25mm x 3,00mm) checada com paquímetro digital. C - Dimensão padronizada dos espécimes. D - Proteção da área experimental com fita isolante. E - Imagem com espécimes recebendo cobertura com esmalte cosmético vermelho. F - Espécime coberto com cera, excetuando a área experimental. G remoção da fita isolante para expor a área experimental e espécimes prontos para receberem os tratamentos e desafios.



Figura 3: Tratamento preventivo dos espécimes. A - Aplicação do verniz fluoretado 5% no espécime com microbrush. B - Aplicação do Regenerate Boosting Serum no espécime com microbrush. C - *Laser Er,Cr:YSGG*.

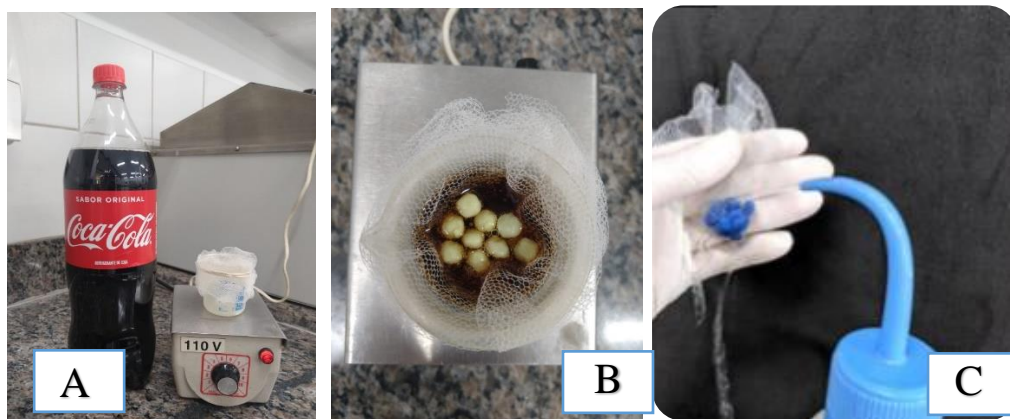


Figura 4. Desafio erosivo. A - Materiais utilizados: solução erosiva (Coca-Cola®), agitador magnético e Becker de 50 ml. B - Agitação da solução em agitador magnético. C - Lavagem dos espécimes após os 5 minutos de imersão.



Figura 5. Desafio abrasivo. A - Materiais utilizados: Solução *slurry*, seringa descartável, escova elétrica. B - Dentifrício utilizado (Colgate Total 12 gel Whitening®). C - Espécime posicionado.



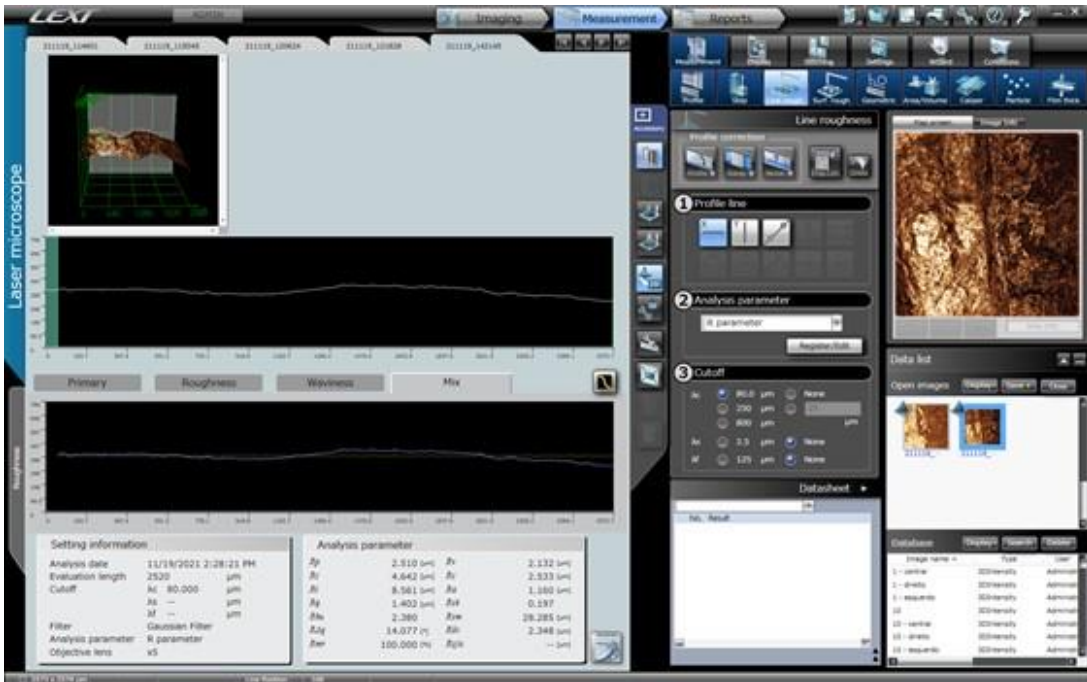


Figura 6: Imagem obtida em microscopia confocal de varredura a laser, ilustrativa da análise de rugosidade superficial. O parâmetro de rugosidade utilizado foi o "Ra".

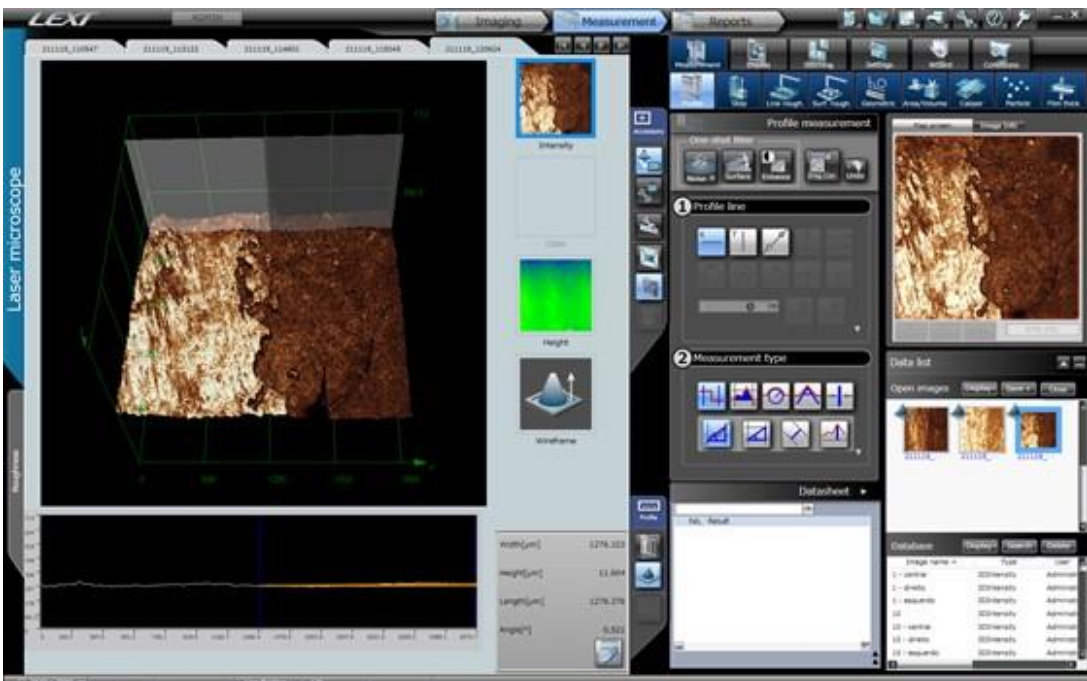


Figura 7: Imagem de perfilometria 3D representativa de um espécime com perda de volume discreta. Há pequenas alterações morfológicas entre as regiões controle (à esquerda) quando comparada com a região experimental (à direita).

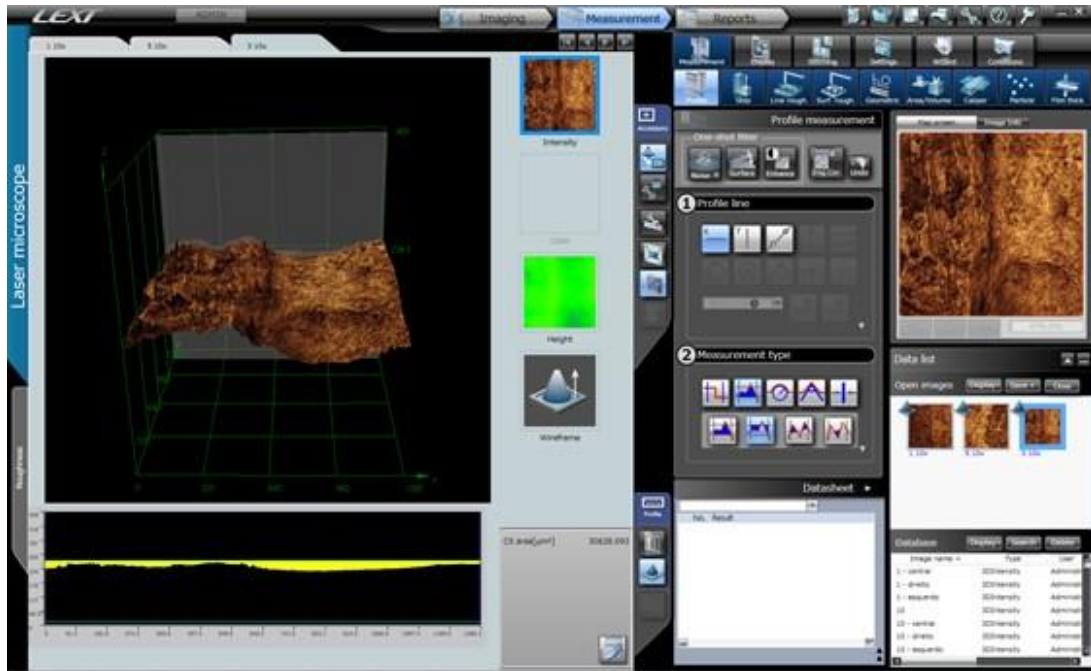
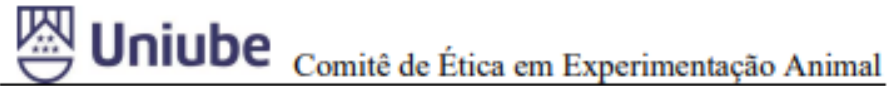


Figura 8: Imagem de perfilometria 3D representativa de um espécime com perda de volume significativa. Há alterações morfológicas e presença de degrau entre as regiões controle (à esquerda) quando comparada com a região experimental (à direita).

## ANEXOS



Ofício CEEA-003/2021

Uberaba, 17 de junho de 2021.

**CERTIFICADO**

Certificamos que o protocolo nº 003/2021 relativo ao projeto intitulado **“Influência do laser Er, Cr: YSGG associado ou não a materiais preventivos na análise da rugosidade superficial e na prevenção da perda de volume da dentina radicular bovina submetida a desafios erosivos e/ou abrasivo”** que tem como responsável o **Prof. Cesar Penazzo Lepri**, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA/UNIUBE) regido pela lei nº 11.794/08.

**CERTIFICATE**

We hereby certify that the protocol nº 003/2021 related to the project entitled **“Influence of the laser Er, Cr: YSGG associated or not with preventive materials in the analysis of surface roughness and in the prevention of volume loss of bovine root dentin submitted to erosive and/or abrasive challenges”**, under the supervision of **Prof. Cesar Penazzo Lepri**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the Ethics Committee in Animal Experimentation (CEEA/UNIUBE) according to the law nº 11.794/08.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Joely Bittar", written over a horizontal line.

**Prof. Joely Ferreira Figueiredo Bittar**  
Coordenadora do CEEA-UNIUBE

Anexo 1: Carta de aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade de Uberaba



## CERTIFICADO DE REVISÃO E NORMALIZAÇÃO

Este documento certifica que a Dissertação de Mestrado abaixo foi editada, recebendo revisão de português completa: ortografia/gramática/coesão/coerência, além de normalização (formatação segundo as Normas da ABNT) e padronização da lista de referências. A edição foi realizada por Editores Profissionais e Especializados em Ciências da Saúde da empresa "ABNT de Excelência", divisão brasileira do Grupo CS25. A intenção da mensagem dos autores não foi alterada em hipótese alguma durante o processo de edição. Os autores têm a liberdade de aceitar ou rejeitar as sugestões e/ou modificações. Para verificar a versão final editada, pedimos que nos contacte no endereço de e-mail ou número de telefone abaixo.

### TÍTULO DA DISSERTAÇÃO

**INFLUÊNCIA DO LASER Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO A MATERIAIS  
PREVENTIVOS NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL E NA PREVENÇÃO DA PERDA  
DE VOLUME DA DENTINA RADICULAR SUBMETIDA A DESAFIOS EROSIVOS  
E/OU ABRASIVOS**

AUTOR: Carla Silva Carvalho

Date of Issue

April 12, 2022

abntexcelencia@gmail.com  
+55 (11) 99831-6973  
Brazil

Anexo 2: Certificado de revisão e normalização da dissertação.