

**UNIVERSIDADE DE UBERABA
MESTRADO ACADÊMICO EM ODONTOLOGIA**

RANIELLE FERNANDES RESENDE

**INFLUÊNCIA DO LASER Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO AO VERNIZ
FLUORETADO NA RESISTÊNCIA ÁCIDA DA DENTINA RADICULAR APÓS
DESAFIO EROSIVO**

UBERABA - MG
2016

RANIELLE FERNANDES RESENDE

**INFLUÊNCIA DO LASER Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO AO VERNIZ
FLUORETADO NA RESISTÊNCIA ÁCIDA DA DENTINA RADICULAR APÓS
DESAFIO EROSIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de concentração em Biomateriais.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri

UBERABA - MG
2016

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência

R311i Resende, Ranielle Fernandes.
Influência do laser Er:Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo / Ranielle Fernandes Resende. – Uberaba, 2016.
47 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Uberaba.
Programa de Mestrado em Odontologia. Área de Biomateriais, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri.

1. Dentes - Erosão. 2. Fluoretos. 3. Sódio. 4. Lasers em odontologia. I. Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Odontologia. Área de Biomateriais. II. Título.

CDD 617.634

RANIELLE FERNANDES RESENDE

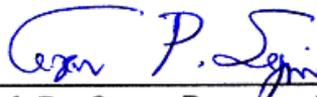
“INFLUÊNCIA DO LASER Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO AO VERNIZ
FLUORETADO NA RESISTÊNCIA ÁCIDA DA DENTINA RADICULAR APÓS
DESAFIO EROSIVO”

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

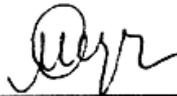
Área de concentração: Biomateriais

Aprovado (a) em: 12/08/2016

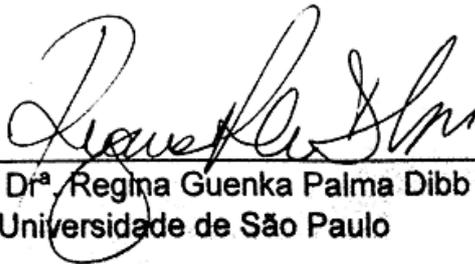
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri
Orientador
Universidade de Uberaba



Prof^ª. Dr^ª. Maria Angélica Hueb Menezes de Oliveira
Universidade de Uberaba



Prof^ª. Dr^ª. Regina Guenka Palma Dibb
Universidade de São Paulo

DEDICATÓRIA

A Deus

Dedico primeiramente a Deus, que está presente em todos os momentos da minha vida, me abençoando, me protegendo e me direcionando a fazer escolhas corretas.

À minha família

Especialmente aos meus pais Romildo Fernandes Resende e Lucélia Maria Resende, ao meu irmão Lucas Fernandes Resende, ao meu namorado Thiago Afonso de Oliveira que são os maiores presentes que Deus poderia ter colocado na minha vida e a todas as pessoas que são especiais e que sempre torceram por mim.

Aos professores

A todos os professores do mestrado, que foram importantes na minha vida acadêmica e, em especial, ao professor Cesar Penazzo Lepri por me orientar e incentivar, pois, sua contribuição foi fundamental para a conclusão desta dissertação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, obrigado Senhor, por estar sempre ao meu lado, pelo amparo nas horas de dificuldade e pelas pessoas maravilhosas que colocastes em meu caminho;

Aos meus amados pais, Romildo Fernandes Resende e Lucélia Maria Resende, que sempre fizeram o possível e o impossível por mim, me apoiando em todos os momentos;

Ao meu irmão Lucas, obrigada pela amizade, companheirismo;

Ao meu namorado Thiago Afonso de Oliveira, que sempre esteve ao meu lado;

Ao meu orientador Prof. Cesar Penazzo Lepri, obrigada por todas as oportunidades que me proporcionou e pela confiança que sempre depositou em mim. Você é um exemplo de profissionalismo, determinação, dedicação e competência, que deve ser seguido por todos;

Aos professores do mestrado por passarem seus conhecimentos, por estarem sempre prontos e dispostos a nos ajudar, sem medir esforços;

Aos professores da banca de qualificação: Vinícius Rangel Geraldo Martins, Maria Angélica Hueb de Menezes Oliveira e Crisnicaw Veríssimo, pela contribuição;

Aos professores da banca de defesa: Cesar Penazzo Lepri, Maria Angélica Hueb de Menezes Oliveira e Regina Guenka Palma Dibb e aos professores suplentes: Vinícius Rangel Geraldo Martins e Juliana Jendiroba Faraoni, muito obrigada pela disposição em contribuir com nosso trabalho;

Às minhas amigas que conquistei ao longo do mestrado: Fernanda Lago Modesto Camargo, Carlla Martins Guimarães, Michelle Gomides e Maiza Segatto Cury, onde pudemos trocar experiências e aprendermos muitas coisas que serão levadas por toda a vida;

À Flávia, secretária do Curso de Pós-Graduação da Universidade de Uberaba, pela dedicação ao trabalho e competência;

Ao Marcelo Hermeto, técnico do Laboratório, pelo compromisso e disponibilidade de horários que me proporcionou;

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 taxa de estudo;

À Universidade de São Paulo (Ribeirão Preto), pela disponibilização do laboratório;

Enfim, agradeço a todos que de alguma contribuíram para realização deste trabalho.

RESUMO

Influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. RANIELLE FERNANDES RESENDE. Dissertação do Mestrado. Programa de Pós- graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba.

RESUMO

A erosão dental é um problema que vem crescendo gradativamente e se caracteriza por uma perda irreversível de esmalte e dentina, produzida por ácidos, intrínsecos e/ou extrínsecos, sem a ação de microrganismos. Vários tratamentos têm sido propostos para minimizar este problema. A utilização do verniz fluoretado tem se mostrado satisfatória, porém seu efeito é temporário, pois pode ser facilmente removido. Outro método promissor é a utilização do laser como terapia para este transtorno. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado à 5% na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. Foram selecionados 36 incisivos bovinos que foram seccionados, obtendo 72 espécimes de dentina radicular com 4mm x 4mm e divididos aleatoriamente em 8 grupos (n=9). No G1: realizou-se a aplicação do laser Er,Cr:YSGG (0,1W; 5Hz; ar 55%); G2: irradiação do laser Er,Cr:YSGG (0,25W; 5Hz; ar 55%); G3: verniz fluoretado + Er,Cr:YSGG (0,1W; 5Hz; ar 55%); G4: verniz fluoretado + Er,Cr:YSGG (0,25W; 5Hz; ar 55%); G5: verniz fluoretado + Er,Cr:YSGG (0,1W; 5Hz; sem jato de ar); G6: verniz fluoretado + Er,Cr:YSGG (0,25W; 5Hz; sem jato de ar); G7: aplicação do verniz fluoretado (controle positivo) e G8: nenhum tratamento (controle negativo). Quando utilizado, o laser foi irradiado sem a refrigeração à água, no modo varredura por 10 segundos. Cada grupo foi submetido ao desafio erosivo com imersão em Coca-Cola[®] durante 1 minuto, 3 vezes ao dia, por 10 dias. Os espécimes foram analisados por microscopia confocal de varredura a laser, onde se avaliou a rugosidade superficial (parâmetro Ra em μm) e o perfil de desgaste dentinário (percentual da perda de volume). Os dados de rugosidade superficial foram submetidos ao teste estatístico ANOVA. Para o perfil de desgaste, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis e o pós-teste de Dunn. Todos estes testes adotaram o nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$). Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) quando comparados os grupos com relação à diferença de rugosidade superficial. Com relação aos percentuais de volume perdido, os grupos G5 e G6 apresentaram os melhores resultados (G5=7,8% e G6=8,5%), com a menor perda de volume dentinário se comparado aos demais grupos ($p<0,05$). O grupo G8 (sem tratamento) obteve a maior perda de volume (G8= 39,1%), seguido do grupo G7 (verniz fluoretado), que apresentou 25,9%. Conclui-se que a utilização do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado foi efetivo no aumento da resistência ácida da dentina bovina após desafio erosivo.

Palavras-chave: Erosão dentária; Fluoreto de Sódio; Laser de YSGG; Terapia preventiva.

*A*BSTRACT

Influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. RANIELLE FERNANDES RESENDE. Dissertação do Mestrado. Programa de Pós- graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba.

ABSTRACT

Dental erosion is a problem which has increased gradually and is characterized by an irreversible loss of enamel and dentin, induced by acids, intrinsic and/or extrinsic, without the action of microorganisms. Various treatments have been proposed to minimize this problem. The use of fluoride varnish has proven satisfactory, but its effect is temporary, because it can be easily removed. Another promising approach is the use of laser as therapy for this disorder. The objective of this study was to evaluate the influence of the Er,Cr:YSGG laser with or without the 5% fluoride varnish on the acid resistance of dentin after erosive challenge. 36 incisors were selected and sectioned, getting 72 specimens of root dentin 4mmx4mm and randomly divided into 8 groups (n = 9). In G1: performed the application of the Er,Cr:YSGG (0.1W; 5Hz, air 55%); G2: was irradiated the Er,Cr:YSGG (0.25W; 5Hz, air 55%); G3: fluoride varnish + Er,Cr:YSGG (0.1W; 5Hz, air 55%); G4: fluoride varnish + Er,Cr:YSGG (0.25W, 5Hz, air 55%); G5: fluoride varnish + Er,Cr:YSGG (0.1W; 5Hz, without air); G6: fluoride varnish + Er,Cr:YSGG (0.25W, 5Hz, without air); G7: application of fluoride varnish (positive control) and G8: no treatment (negative control). When used, the laser was irradiated without water cooling, scanning mode during 10s. Each group was subjected to the erosive challenge with Coca Cola[®] immersion for 1 minute, 3 times a day, for 10 days. The specimens were analyzed in confocal laser scanning microscopy, which evaluated the surface roughness (Ra parameter in μm) and the dentin wear profile (percentage of volume loss). The surface roughness data were subjected to ANOVA. For wear profile, we used the Kruskal-Wallis test and Dunn post-hoc. All these tests adopted the significance level of 5% ($\alpha = 0.05$). The results showed no statistically significant difference ($p > 0.05$) when comparing the groups as regards to the surface roughness difference. Regarding the percentage of volume lost, the G5 and G6 groups presented the best results (G5 = 7.8% and G6 = 8.5%), with the least loss of dentinal volume compared to other groups ($p < 0.05$). The G8 group (no treatment) had the highest loss of volume (G8 = 39.1%), followed by the G7 group (fluoride varnish), which had 25.9%. Therefore, the use of Er,Cr:YSGG laser associated or not with fluoride varnish was effective in increasing the acid resistance of bovine dentin after erosive challenge.

Keywords: Dental erosion; Sodium Fluoride; YSGG laser; Preventive therapy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 do artigo. Imagens obtidas através da microscopia confocal de varredura a laser. Observa-se em G5 e G6 uma superfície plana. As setas indicam um evidente degrau nas imagens G7 e G8. 36

Figura 1. Preparo dos espécimes. A) Materiais utilizados para fixação do dente na placa de acrílico. B) Dente fixado com cera para escultura. C) Máquina de Corte - ISOMET[®] 1000. D) Dente sendo seccionado. E) Fragmentos seccionados. F) Politriz APL-4. G) Espécimes padronizados. H) Isolamento da metade da superfície do espécime. I) Espécime após aplicação de duas camadas de esmalte cosmético vermelho. J) Espécime pronto para receber o tratamento. 44

Figura 2. A) Verniz fluoretado utilizado (Duraphat[®]); B) Modelo do Laser Er,Cr:YSGG (*WaterLase* – BIOLASE) 45

Figura 3. Realização do desafio erosivo. A) Becker com os espécimes posicionados no agitador magnético. B) Bebida utilizada para o desafio erosivo - Coca-Cola[®]. C) Espécimes imersos na bebida erosiva. D) Lavagem abundante dos espécimes com água destilada. E) Espécimes armazenados em recipientes individualizados. 46

Figura 4. Imagem ilustrativa do software OLS 4000[®]. Destaque para a perda de volume que é obtida em μm^3 . 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamento realizado nos diferentes grupos e parâmetros do laser utilizado	35
Tabela 2. Valores médios de rugosidade superficial – parâmetro Ra (μm)	35
Tabela 3. Valores médios de perda de volume (%) nos grupos em estudo	35

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍGLAS E SÍMBOLOS

CaF₂	Fluoreto de Cálcio
Er:YAG	Laser de Érbio dopado com Ítrio, Alumínio, Granada
Er,Cr:YSGG	Laser de Érbio-Cromo dopado com Ítrio, Escândio, Gálio, Granada
<i>et al.</i>	E colaboradores
FAp	Fluorapatita
FFA	Flúor Fosfato Acidulado
G	Grupo
Hz	Hertz
mm	Milímetro(s)
NaF	Fluoreto de Sódio
n	Número de componentes por grupo
p	Probabilidade de significância
pH	Potencial hidrogeniônico
Ra	Parâmetro adotado para a rugosidade superficial
USA	Estados Unidos da América
W	Watts
°C	Grau Celsius
µm	Micrômetro
%	Percentual
α	Alfa
®	Marca Registrada
< >	Menor, maior

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	19
3. CAPÍTULO 1	21
3.1 RESUMO	23
3.2 INTRODUÇÃO	24
3.3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.3.1 Delineamento Experimental	25
3.3.2 Seleção dos dentes	25
3.3.3 Preparo dos espécimes	26
3.3.4 Tratamento dos espécimes	26
3.3.5 Desafio erosivo	27
3.3.6 Análise da rugosidade superficial e do perfil de desgaste	27
3.3.7 Análise Estatística	28
3.4 RESULTADOS	28
3.5 DISCUSSÃO	28
3.6 CONCLUSÃO	31
3.7 REFERÊNCIAS	31
3.8 LEGENDAS	34
4. CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	43

INTRODUÇÃO

Influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. RANIELLE FERNANDES RESENDE. Dissertação do Mestrado. Programa de Pós- graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de métodos preventivos na Odontologia levou à diminuição no número de lesões cáries na população e, como consequência, houve redução na perda dos elementos dentais. Por outro lado, o maior tempo de permanência dos dentes na cavidade oral trouxe um aumento na ocorrência de lesões cervicais não cáries, tais como erosão, abrasão, abfração, e atrição (BARTLETT e SHAH, 2006; GRIPPO *et al.*, 2012; LOPES e ARANHA, 2013; HASHIM *et al.*, 2014).

Estudos indicam que o aumento significativo na prevalência de erosão dentária deriva-se de modificações na dieta, estilo de vida e *status* socioeconômico (SALES-PERES *et al.*, 2008). A formação e progressão das lesões cervicais não cáries são decorrentes da corrosão (química, bioquímica e degradação eletroquímica) causada por ácidos intrínsecos (líquidos ou gases estomacais) e extrínsecos (alimentos e/ou bebidas ácidas, medicamentos ácidos e álcool); fricção (desgaste) causado por trauma durante a escovação; e, possivelmente, a abfração causada pela parafunção, oclusão traumática e aplicação da carga, podendo ser associada a escovação vigorosa (BUZALAF *et al.*, 2012; EIMAR *et al.*, 2012; GRIPPO *et al.*, 2012).

O esmalte é o substrato mais comumente associado com a erosão; no entanto, a dentina radicular também pode ser afetada se for exposta ao meio bucal. O aumento da recessão gengival é um fator importante que contribui para a exposição da dentina (HARA *et al.*, 2006).

A presença da erosão dental pode gerar hipersensibilidade dentinária, comprometer a estética do paciente ou levar a problemas de funcionalidade como, por exemplo, uma eventual exposição da polpa, em estágios avançados (SCHLUETER *et al.*, 2012). Portanto, diferentes abordagens têm sido investigadas para evitar um desequilíbrio no processo desmineralização/remineralização com consequente perda de minerais.

A erosão dental é caracterizada pela perda irreversível de esmalte e dentina, produzida por ácidos, intrínsecos e/ou extrínsecos, não envolvendo microorganismos (LUSSI e HELLWIG, 2014) e a hipersensibilidade dentinária é uma dor aguda de curta duração decorrente da exposição da dentina em resposta a estímulos (ADDY e WEST, 2013). Assim, a hipersensibilidade dentinária vem demonstrando ser uma queixa comum entre os adultos, e representa uma das frequentes causas de dor no atendimento odontológico (DILSIZ *et al.*, 2010; ACHARVA *et al.*, 2013).

As lesões cervicais não cáries geralmente estão localizadas abaixo da junção cimento-esmalte, independentemente do tipo de dente, morfologia ou dimensão da lesão (HUR *et al.*, 2011). Frequentemente são encontradas na face vestibular dos pré-molares e caninos, com maior prevalência nos primeiros pré-molares (CUMMINS, 2010; QUE *et al.*, 2013).

Conforme foi abordado no Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity (2003), a hipersensibilidade dentinária têm sido definida como "uma dor derivada da dentina exposta, em resposta a agentes químicos, táteis, térmicos ou estímulos osmótico que não podem ser explicados como resultante de qualquer outro defeito ou doença dental". É uma dor nítida, localizada e de curta duração (HASHIM *et al.*, 2014).

Comumente, a hipersensibilidade é causada quando a dentina cervical está exposta em decorrência da perda de cimento, de diferentes desgastes e diversos estímulos (PETTERSON, 2013). Estes estímulos provocam movimentos nos fluidos dos túbulos dentinários, ocasionando dor. Uma teoria convincente para explicar esta sensação de dor típica é o mecanismo hidrodinâmico. O fenômeno foi descrito pela primeira vez no início do século XX por Gysi em 1900 e foi mais tarde estudado e explicado detalhadamente por Brannstrom e seus colaboradores e tornou-se conhecida como a "Teoria da Hidrodinâmica" (BRANNSTROM, 1963).

Segundo esta teoria, quando túbulos dentinários em dentes vitais estão expostos, os estímulos externos provocam uma movimentação no fluido presente no interior dos túbulos dentinários. Essa movimentação ativa os mecanorreceptores e são percebidos pelo paciente como uma dor aguda, com um início rápido e de curta duração (BRANNSTROM, 1966).

Vários mecanismos têm sido propostos para explicar o desenvolvimento de métodos alternativos para o tratamento da hipersensibilidade dentinária (ACHARVA *et al.*, 2013). A obliteração dos túbulos dentinários expostos no meio bucal pode reduzir a intensidade de sensibilidade de dor provocada na dentina (HASHIM *et al.*, 2014).

As intervenções terapêuticas incluem a vedação direta dos túbulos por agentes adesivos dentinários e derivados, materiais restauradores, tratamento a laser, agentes farmacológicos, diferentes formulações de fluoretos, variando de dentifrício, aplicação profissional com verniz fluoretado e aplicação de flúor gel (PETTERSON, 2013). O principal mecanismo do flúor para aliviar a hipersensibilidade dentinária é a sua capacidade química para reduzir e bloquear os movimentos dos fluidos nos túbulos dentinários através da formação de cálcio-fósforo precipitado, bem como fluoreto de cálcio (CaF₂) e fluorapatita (Fap) (LING e GILLIAM, 1996; ROSING *et al.*, 2006).

O efeito protetor de soluções contendo flúor tem sido demonstrado em estudos *in vitro* e *in situ* (MAGALHÃES *et al.*, 2011; SCHLUETER *et al.*, 2011). A aplicação tópica de soluções fluoretadas (tais como o fluoreto de sódio - NaF) podem proteger contra a erosão dentária através da formação de uma camada de CaF_2 na superfície (MAGALHÃES *et al.*, 2011).

O uso de verniz fluoretado tem sido defendido, uma vez que aumenta o tempo de ação do fluoreto em contato com a dentina exposta, aumentando assim a eficácia na redução da hipersensibilidade dentinária. A ação do verniz na obliteração ou estreitando dos túbulos dentinários é relativamente curta devido ao seu efeito gradual e porque o verniz pode ser removido durante a escovação dos dentes antes de exercer o seu efeito de dessensibilização (PORTO *et al.*, 2009). Além disso, o precipitado formado pode desaparecer pela ação dos fatores de saliva ou químicos, tais como alimentos, bebidas ácidas e o ácido do biofilme (SUGE *et al.*, 2008). De acordo com Porto *et al.* (2009), o verniz de fluoreto de sódio é indicado para o tratamento da hipersensibilidade dentinária devido ao seu efeito imediato e fácil aplicação.

Com o advento do laser na área da odontologia clínica, grandes variedades de procedimentos são realizadas com este dispositivo, como preparo de cavidade, remoção de cárie, remoção de restauração, condicionamento da superfície, tratamento da sensibilidade dentinária, prevenção de cárie e clareamento (HASHIM *et al.*, 2014). Estes procedimentos são realizados através da interação do laser com o tecido, causando diferentes reações teciduais, de acordo com o seu meio ativo, comprimento de onda e densidade de energia para as propriedades ópticas do tecido alvo (HUSEIN, 2006).

Estudos demonstraram que a terapia utilizando o laser mostrou uma redução efetiva da hipersensibilidade dentinária cervical em comparação com sistemas dessensibilizantes convencionais (SCHWARZ *et al.*, 2002; EHLERS *et al.*, 2012). Lasers de Érbio dopado de Ítrio Alumínio e Granada (Er:YAG) e de Érbio-Cromo dopado com Ítrio, Escândio, Gálio, Granada (Er,Cr:YSGG) apresentam grande interação com os tecidos dentais, devido ao seu elevado coeficiente de absorção tanto em água como na hidroxiapatita, principais elementos que compoem a estrutura dental (FRIED, 2005).

A aplicação do laser Er,Cr:YSGG na superfície dental provoca um aumento da temperatura e altera sua estrutura química, deixando a superfície menos solúvel (FREITAS *et al.*, 2010). Um estudo realizado por Hossain, *et al.* (2001) mostrou que o laser Er,Cr:YSGG aumentou a resistência da dentina em meios ácidos.

As características ultra-estruturais da dentina dependem principalmente dos parâmetros do laser como a potência de saída, frequência e modo de aplicação, porque esses parâmetros estão diretamente relacionados com o aumento da temperatura (ALFREDO *et al.*, 2008).

Desta forma, torna-se importante o estudo dos parâmetros adequados para a utilização do laser Er,Cr:YSGG com a finalidade de aumentar a resistência ácida da dentina, pois é uma técnica promissora que pode promover resultados efetivos e de longa duração, gerando maior conforto ao paciente, além de ser um método rápido, podendo atender uma grande parcela da população.

OBJETIVO

Influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. RANIELLE FERNANDES RESENDE. Dissertação do Mestrado. Programa de Pós- graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência da irradiação do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo, utilizando os seguintes métodos de análises: rugosidade superficial (parâmetro Ra em μm) e avaliação do perfil de desgaste (percentual da perda de volume), realizados através de microscopia confocal de varredura a laser.

CAPÍTULO 1

3. CAPÍTULO 1

Artigo será submetido à publicação na revista LASERS IN MEDICAL SCIENCE

INFLUÊNCIA DO LASER Er,Cr:YSGG ASSOCIADO OU NÃO AO VERNIZ FLUORETADO NA RESISTÊNCIA ÁCIDA DA DENTINA RADICULAR APÓS DESAFIO EROSIVO

Ranielle Fernandes Resende - DDS

MSc Student, School of Dentistry, University of Uberaba, Uberaba-MG, Brazil

Vinícius Rangel Geraldo-Martins - DDS, MSc, PhD

Adjunct Professor, School of Dentistry, University de Uberaba, Uberaba-MG, Brazil

Juliana Jendiroba Faraoni-Romano - DDS, MSc, PhD

Research Associate, Ribeirao Preto School of Dentistry, University of Sao Paulo, Ribeirao Preto-SP, Brazil

Regina Guenka Palma-Dibb - DDS, MSc, PhD

Associate Professor, Ribeirao Preto School of Dentistry, University of Sao Paulo, Ribeirao Preto-SP, Brazil

Cesar Penazzo Lepri - DDS, MSc, PhD

Doctor Professor, School of Dentistry, University of Uberaba, Uberaba-MG, Brazil

Correspondência:

Cesar Penazzo Lepri

Faculdade de Odontologia de Uberaba

Universidade de Uberaba - UNIUBE

Av. Nenê Sabino, 1801 Universitário

38055-500 Uberaba – MG – Brazil

Phone +55 34 3319-8913

Fax +55 34 3319-8800

e-mail: cesarlepri@yahoo.com.br

3.1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado 5% na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. Foram selecionados 36 dentes bovinos que foram seccionados, obtendo 72 espécimes de 4x4mm e divididos aleatoriamente em 8 grupos (n=9). G1: aplicação do laser Er,Cr:YSGG (0,1W; 5Hz; ar 55%); G2: laser (0,25W; 5Hz; ar 55%); G3: verniz fluoretado + laser (0,1W; 5Hz; ar 55%); G4: verniz fluoretado + laser (0,25W; 5Hz; ar 55%); G5: verniz fluoretado + laser (0,1W; 5Hz; sem jato de ar); G6: verniz fluoretado + laser (0,25W; 5Hz; sem jato de ar); G7: verniz fluoretado e G8: nenhum tratamento. Quando utilizado, o laser foi irradiado sem a refrigeração com água, no modo varredura por 10s. Os dados de rugosidade superficial foram submetidos ao ANOVA. Para o perfil de desgaste, utilizou-se teste Kruskal-Wallis e pós-teste Dunn, todos com $\alpha=0,05$. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) entre os grupos em relação à diferença de rugosidade superficial. Com relação aos percentuais de volume perdido, os grupos G5 e G6 apresentaram melhores resultados (G5=7,8% e G6=8,5%), com a menor perda de volume dentinário se comparado aos demais grupos. O grupo G8 (sem tratamento) obteve maior perda de volume (G8 = 39,1%), seguido do grupo G7 (verniz fluoretado), que apresentou 25,9%. Conclui-se que a utilização do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado foi efetiva no aumento da resistência ácida da dentina após desafio erosivo.

Palavras-chave: Erosão dentária; Fluoreto de Sódio; Laser de YSGG; Terapia preventiva.

3.2 INTRODUÇÃO

A erosão dental é caracterizada por perda irreversível de esmalte e dentina, produzida por ácidos, intrínsecos e/ou extrínsecos, não envolvendo microorganismos [1]. A prevalência da erosão dental vem aumentando significativamente devido às modificações na dieta da população, estilo de vida e *status* socioeconômico [2], uma vez que estão associados com o consumo de alimentos e bebidas ácidas, tais como refrigerantes, sucos de frutas e *drinks* esportivos, bem como problemas internos, como refluxo gastro-esofágico e distúrbios alimentares [3].

A formação e progressão da erosão dental são decorrentes da corrosão (química, bioquímica e degradação eletroquímica) causada por ácidos intrínsecos (líquidos ou gases estomacais) e extrínsecos (alimentos e/ou bebidas ácidas, medicamentos ácidos e álcool) que podem ser agravadas com a combinação de fatores, como a fricção (desgaste) causada por trauma durante a escovação e a abfração causada pela parafunção, oclusão traumática e aplicação de carga inadequada [4, 5].

A presença da erosão dental pode gerar hipersensibilidade dentinária, comprometer a estética do paciente e/ou levar a problemas de funcionalidade como, por exemplo, uma eventual exposição da polpa em estágios avançados [6]. Portanto, diferentes abordagens têm sido investigadas para se evitar a erosão dental e conseqüentemente maiores complicações.

A aplicação tópica de soluções fluoretadas (tais como o fluoreto de sódio - NaF) tem sido proposta pois através da formação de uma camada de fluoreto de cálcio (CaF₂) na superfície pode proteger contra a erosão dental. O uso de verniz fluoretado tem sido defendido, uma vez que aumenta o tempo de ação do fluoreto em contato com a dentina exposta, aumentando assim a sua eficácia. A ação do verniz é relativamente curta, pois este pode ser removido durante a escovação dos dentes, além do precipitado formado desaparecer através da ação da saliva ou por alimentos e bebidas ácidas [7, 8].

Com o advento do laser na área da odontologia clínica, vários procedimentos podem ser realizados com este dispositivo, como preparo de cavidade, remoção de cárie, remoção de restauração, condicionamento da superfície, tratamento da sensibilidade dentinária, prevenção de cárie e clareamento [9]. Estes procedimentos são realizados através da interação do laser com o tecido, causando diferentes reações teciduais, de acordo com o seu meio ativo, comprimento de onda e densidade de energia para as propriedades ópticas do tecido alvo [10].

Estudos demonstraram que a terapia utilizando o laser mostrou uma redução efetiva da hipersensibilidade dentinária cervical em comparação com sistemas dessensibilizantes

convencionais [11, 12]. A aplicação do laser Er,Cr:YSGG na superfície dental provoca um aumento da temperatura e altera sua estrutura química, deixando a superfície menos solúvel [13].

Os lasers de érbio (Er:YAG e Er,Cr:YSGG) apresentam uma grande interação com os tecidos dentais, devido ao seu elevado coeficiente de absorção tanto em água e hidroxiapatita [14]. Portanto, o objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência da irradiação do laser Er,Cr:YSGG associado ou não com o verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular bovina. A hipótese nula é que a irradiação do laser Er,Cr:YSGG associado ou não com o verniz fluoretado não interfere na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo.

3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.3.1 Delineamento Experimental

O fator em estudo foi: tratamento dos espécimes em oito níveis: G1- aplicação do laser Er,Cr:YSGG (0,1W; 5Hz; ar 55%); G2- laser (0,25W; 5Hz; ar 55%); G3- verniz fluoretado + laser (0,1W; 5Hz; ar 55%); G4- verniz fluoretado + laser (0,25W; 5Hz; ar 55%); G5- verniz fluoretado + laser (0,1W; 5Hz; sem jato de ar); G6- verniz fluoretado + laser (0,25W; 5Hz; sem jato de ar); G7- verniz fluoretado e G8- nenhum tratamento. A amostra do experimento foi de 72 espécimes de dentina radicular bovina divididos nestes 8 grupos (n=9). As variáveis de resposta quantitativa foram: rugosidade superficial (parâmetro Ra em μm) e avaliação do perfil de desgaste (percentual da perda de volume).

3.3.2 Seleção dos dentes

Foram selecionados 36 incisivos bovinos, sem a presença de trincas e desgastes. Os dentes foram limpos utilizando uma cureta periodontal e depois imersos em uma solução de formalina 10% (pH = 7) durante 7 dias para esterilização. Em seguida, estes dentes foram lavados e armazenados em água destilada e deionizada em uma temperatura de 4°C, trocada diariamente por um período de 7 dias.

3.3.3 Preparo dos espécimes

Os incisivos foram seccionados separando-se a porção coronária da raiz com a utilização de um disco diamantado sob refrigeração na máquina de corte ISOMET[®] 1000 (*Precision Saw Buehler, Illinois – USA*). O primeiro corte foi realizado 1mm abaixo da junção esmalte-cimento. O segundo corte foi realizado no sentido méso-distal, obtendo-se duas metades (vestibular e lingual). Cada metade foi novamente seccionada para se obter espécimes nas dimensões iniciais de 4,25mm x 4,25mm. Os espécimes tiveram suas laterais ajustadas na máquina de polimento Arotec APL-4 (Série 41042, Arotec S.A. indústria e comércio), utilizando lixa #600, com refrigeração à água até a padronização em 4mm x 4mm, resultando em uma área superficial de 16mm². Não foi realizado o polimento na superfície externa do espécime. Foram admitidas variações nas dimensões em 10%, para mais ou para menos.

Metade da superfície de cada espécime foi coberta com fita isolante. Aplicou-se duas camadas de esmalte cosmético de unha vermelho e cera de esculpir, realizando o seu isolamento. Depois deste procedimento, removeu-se a fita isolante e cada espécime ficou com metade da superfície livre da proteção feita com esmalte e cera. Os espécimes ficaram armazenados em água destilada e deionizada em uma temperatura de 4°C até a realização do tratamento proposto, onde foram aleatoriamente divididos em 8 grupos (n=9) e cada grupo recebeu seu tratamento como descrito na Tabela 1.

3.3.4 Tratamento dos espécimes

O verniz fluoretado (fluoreto de sódio à 5%) utilizado foi o Duraphat[®] (Colgate-Palmolive Ind. E Com. Ltda, São Paulo, SP, Brasil) com aplicador descartável (*microbrush*) e após 4 minutos o excesso foi removido com uma gaze estéril. O equipamento de laser foi o Er,Cr:YSGG (*Waterlase Millennium, Biolase Technologies Inc., San Clemente, USA*), com a fibra contendo 600µm de diâmetro (modelo da ponta: ZipTip MZ6 3mm), com comprimento de onda de 2,78µm, irradiado por 10 segundos em modo varredura, a 1mm de distância de irradiação. A utilização do laser sem a refrigeração com água foi baseada em estudo anterior, onde comprovou-se que a água poderia ablacionar o tecido, mostrando assim menor efetividade no tratamento preventivo [15].

3.3.5 Desafio erosivo

Depois de realizado os tratamentos, os espécimes foram submetidos ao desafio erosivo: Cada grupo foi colocado separadamente em um becker e foram imersos em Coca-Cola[®] (Cia. de Bebidas Ipiranga, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com pH de 2,42 a 4°C durante 1 minuto, em um agitador magnético (ABC-LAB, modelo 221-1).

Após este tempo, a solução erosiva foi descartada e os espécimes foram lavados com água destilada e deionizada por 10 segundos e armazenados novamente em água destilada. Este procedimento foi realizado 3 vezes ao dia, com intervalos de 4 horas entre os desafios, por um período total de 10 dias. Os espécimes foram armazenados a 4°C imersos em água destilada até o momento da análise. Foram removidos o esmalte e a cera (área controle) de cada espécime utilizando o instrumental lecron. Não houve contato do instrumental com a superfície central do espécime, apenas nas laterais.

3.3.6 Análise da rugosidade superficial e do perfil de desgaste

Para a realização das análises, os espécimes foram posicionados paralelamente à mesa do microscópio confocal de varredura a laser LEXT (Olympus, Japão) com o auxílio do paralelômetro.

Após selecionar a região central do espécime de 1mm x 1mm foi realizado a aquisição de imagens com uma lente de aumento de 20x de magnificação. Depois da obtenção das imagens, estas foram analisadas quanto ao perfil de desgaste e a rugosidade superficial (parâmetro Ra). Para a análise da rugosidade superficial foi mensurada a região central englobando a área hígida (referência) e a área erodida. Os dados, em μm , foram adquiridos por meio de um software específico (OLS4000[®]).

O perfil de desgaste foi determinado pela diferença entre o volume da área referência e a área erodida entre a linha média do gráfico. Os dados de perfil de desgaste são obtidos em μm^3 e para os cálculos estatísticos realizou-se a comparação entre a área controle e a área erodida, transformando em porcentagem de perda de volume.

3.3.7 Análise Estatística

Os dados de rugosidade superficial foram submetidos ao teste estatístico de Análise de Variância (ANOVA) para comparação das médias. O perfil de desgaste utilizou o teste Kruskal-Wallis e o pós-teste de Dunn. Todos estes testes adotaram o nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$).

3.4 RESULTADOS

Os resultados obtidos na Tabela 2 mostraram que, com relação à rugosidade superficial (Ra), não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p>0,05$).

Na Tabela 3, com relação aos percentuais de volume perdido, os grupos G5 e G6 (laser Er,Cr:YSGG 0,1W e 0,25W – sem água e sem ar, associados ao verniz fluoretado) obtiveram uma perda de volume significativamente menor ($p<0,05$) quando comparado aos demais grupos, obtendo melhores resultados, podendo ser observado na Figura 1. O grupo G8 (sem tratamento) obteve a maior perda de volume, seguido do grupo G7 (verniz fluoretado). Os demais grupos obtiveram uma perda de volume intermediária, comparados aos grupos já citados.

3.5 DISCUSSÃO

No presente estudo, foi avaliado o efeito do laser Er,Cr:YSGG e do verniz fluoretado (5%), associados ou individualmente, visando aumentar a resistência ácida da dentina bovina após o desafio erosivo realizado com Coca-Cola[®]. Os resultados revelaram que os tratamentos propostos tiveram diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$). Assim, a hipótese nula de que diferentes tratamentos não teriam efeito sobre a resistência ácida da dentina após o desafio erosivo foi rejeitada.

A escolha dos dentes bovinos foi realizada devido a maior facilidade para sua obtenção e padronização dos dentes e foi embasada em estudos anteriores nos quais foram feitos testes que comprovaram que os substratos de dentina humana e bovina tinham morfologia semelhante [16,17], e por apresentar essa semelhança superficial, os dentes

bovinos são utilizados em diversos testes *in vitro*, como o teste erosão/abrasão, teste de resistência de união, entre outros.

Foi realizada a imersão dos espécimes em Coca-Cola[®] devido ao seu potencial erosivo já ter sido estudado e discutido em diversos trabalhos científicos [18, 19]. Além de ser uma bebida amplamente consumida no mundo, seu pH de 2,42 (em temperatura de consumo) está muito abaixo do pH crítico da dentina, desequilibrando o processo de desmineralização-remineralização [20].

A utilização do laser para aumentar a resistência ácida da dentina foi efetiva, pois verificou-se que os grupos não tratados com o laser apresentaram maior porcentagem de perda de volume dentinário, mostrando-se um método mais eficaz se comparado ao flúor (utilizado no grupo controle positivo). Para a prevenção da desmineralização dentinária, o laser deve ser fortemente absorvido, sem causar ablação, e também deve ser convertido de forma eficiente para aquecer a estrutura dental sem acarretar danos para os tecidos subjacentes, com a vantagem de alterar a composição estrutural e diminuir a solubilidade dos tecidos [21].

Um estudo realizado por Geraldo-Martins *et al.* [15] analisaram a aplicação do laser Er,Cr:YSGG com e sem irrigação de água e apontou que amostras de dentina que foram irradiadas com potência de 0,25W e 0,50W (sem refrigeração de água) associado com a aplicação de 2% de NaF apresentou superfícies mais resistentes aos ácidos. Isto está em concordância com o presente estudo, visto que não foi utilizada a refrigeração com água na irradiação do laser e, os grupos G2, G4 e G6, que foram irradiados com 0,25W, também apresentaram aumento da resistência ácida quando comparados aos grupos controle.

Embora existam evidências sobre os efeitos benéficos do flúor sobre o tecido dentário, sabe-se também que tais métodos têm ações limitadas em um ambiente ácido [22, 23]. O flúor, mesmo em forma de verniz, pode ser facilmente removido com a escovação e até mesmo ser removido em um meio ácido [24]. Isso explica o fato do flúor não ter obtido resultados tão efetivos no aumento da resistência ácida quando comparados aos grupos irradiados com laser.

Os dados obtidos no teste de rugosidade superficial mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os grupos na diferença da rugosidade superficial, visto que se analisado grupo a grupo, a área referência sempre obteve uma menor rugosidade se comparada à área tratada e erodida. A rugosidade superficial foi diretamente influenciada pelo desafio erosivo e não pelo tratamento do espécime. Esta propriedade foi analisada pois a presença de irregularidades superficiais no dente acarreta a retenção de biofilme bacteriano, aumentando o risco de cárie e de inflamação periodontal [25].

O Er,Cr:YSGG pode ser utilizado na Odontologia como laser de alta e baixa potência. Para fins preventivos, ele deve ser usado com parâmetros sub-ablativos para apenas modificar quimicamente e morfológicamente as estruturas [14, 16]. Vários trabalhos foram publicados utilizando este laser em esmalte, e obtiveram respostas positivas para prevenção de cárie [26, 27]. Por este motivo e por embasar-se em estudos anteriores que mostraram que a utilização do laser também é efetiva em dentina, optou-se pela escolha deste laser no presente estudo [11, 16, 28].

Estudos consagrados como o de Zach e Cohen [29] já demonstravam que o tecido pulpar sadio não é afetado termicamente se o aumento de temperatura for menor que 5,5°C. Até o presente momento, não houve relato de reações adversas ou danos na polpa nos estudos descritos com a utilização de laserterapia. Assim, a utilização do laser no aumento da resistência da dentina contra agressão ácida é lógica e aceitável [30].

Raucci-Neto *et al.* [31] verificaram que a irradiação com laser não causou aumento de temperatura acima de 5°C mesmo considerando sua utilização para remoção de dentina desmineralizada. Em outro estudo realizado por Strakas *et al.* [32], o laser Er,Cr:YSGG irradiado com potência de 1,25W e 10Hz obteve aumento de temperatura média dos dentes entre 1,0°C e 1,6°C, ficando distante do limiar de segurança de 5,5°C, mostrando ser um método seguro.

Alguns estudos comprovaram que as aplicações do laser em conjunto com o flúor acabam potencializando seu efeito. Gao *et al.* [33] realizaram um trabalho para analisar a associação da aplicação do laser e do flúor e verificaram que ao aplicar o laser ocorre uma melhor absorção do flúor na dentina radicular, resultando em uma melhor inibição de desmineralização.

Estudos que combinaram o flúor fosfato acidulado e a irradiação do laser Er,Cr:YSGG mostraram que esta associação diminuiu a desmineralização do esmalte mais do que qualquer tratamento de flúor ou tratamento a laser isoladamente [13, 34]. Os resultados deste estudo mostraram que a associação da irradiação do laser com verniz fluoretado foi mais efetiva, isto se deve ao fato de que a incorporação de íons na superfície do espécime foi potencializada quando se utilizou o laser sobre o verniz, deixando a superfície mais resistente aos ácidos.

O fato dos grupos G5 e G6 obterem resultados mais favoráveis está provavelmente relacionado com a não utilização do ar na hora da aplicação do laser. O ar estava removendo parcialmente o verniz fluoretado que foi previamente aplicado sobre o espécime, com isso, o verniz teve sua ação diminuída.

O tratamento com laser Er,Cr:YSGG utilizando a potência de 0,1W (sem o jato de ar e sem água) associado ao verniz fluoretado seria a melhor opção para aumentar a resistência ácida da dentina, mostrando-se eficaz, visto que não houve diferença estatística quando comparado com o grupo que utilizou uma potência maior de 0,25W, a qual pode ocasionar maiores alterações aos tecidos dentais.

A utilização do laser Er,Cr:YSGG com a finalidade de aumentar a resistência ácida da dentina é um método promissor que pode promover resultados efetivos e de longa duração, gerando maior conforto ao paciente, além de ser um método rápido, podendo atender uma grande parcela da população. Também é imprescindível que o Cirurgião Dentista oriente os pacientes quanto à necessidade de mudança de hábitos prejudiciais a saúde bucal.

O desenvolvimento de um tratamento que aumente a resistência ácida da dentina por longo tempo continua a ser um alvo a ser estudado, portanto, mais pesquisas são necessárias para se chegar a protocolos clínicos ideais de tratamentos com longevidade e que estes procedimentos possam ser aplicados clinicamente trazendo benefícios aos pacientes.

3.6 CONCLUSÃO

Considerando as limitações de um estudo *in vitro*, conclui-se que o laser Er,Cr:YSGG aumentou a resistência ácida da dentina radicular bovina após desafio erosivo. Quando o laser foi utilizado em associação com o verniz fluoretado, os resultados obtidos foram mais efetivos.

Com relação à rugosidade superficial, os grupos tratados e submetidos ao desafio erosivo foram similares aos grupos controle, indicando que os tratamentos realizados não causaram alterações nesta propriedade.

3.7 REFERÊNCIAS

- 1- Lussi A, Hellwig E (2014). Risk assessment and causal preventive measures. Monogr Oral Sci, 25:220-9.
- 2- Sales-Peres SH, Goya S, Araujo JJ, Sales-Peres A, Lauris JR, Buzalaf MA (2008). Prevalence of dental wear among 12-year-old Brazilian adolescents using a modification of the tooth wear index. Public Health ; 122942-8.

- 3- Eimar H, Ghadimi E, Marelli B (2012). Regulation of enamel hardness by its crystallographic dimensions. *Acta Biomater*; 8(9): 3400–3410.
- 4- Buzalaf MAR, Hannas AR, Kato MT (2012). Saliva and dental erosion. *J Appl Oral Sci*, 20(5).
- 5- Grippo JO, Simring M, Coleman TA (2012). Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. *J Esthet Restor Dent*. 24:10–23.
- 6- Schlueter N, Jaeggi T, Lussi A (2012). Is dental erosion really a problem? *Adv Dent Res*; 24(2):68-71.
- 7- Porto ICCM, Andrade AKM, Montes MAJR (2009). Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. *J Oral Sci*, 51:323-332.
- 8- Suge T, Kawasaki A, Ishikawa K, Matsuo T, Ebisu S (2008). Ammonium hexafluorosilicate elicits calcium phosphate precipitation and shows continuous dentin tubule occlusion. *Dent Mater*, 24:192-198.
- 9- Hashim NT, Gasmalla BG, Sabahelkheir AH, Awooda AM (2014). Effect of the clinical application of the diode laser (810nm) in the treatment of dentine hypersensitivity. *BMC Research Notes*, 7:31. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1756-0500/7/31>> Acessado em 04 de maio de 2016.
- 10- Husein A (2006). Applications of lasers in dentistry: a review. *Arch Orofac Sci*, 1:1–4.
- 11- Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E (2002). Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine. A controlled, prospective clinical study. *J Clin Periodontol*, 29:211e5.
- 12- Ehlers V, Ernst CP, Reich M, Kammerer P, Willershausen B (2012). Clinical comparison of gluma and Er:YAG laser treatment of cervically exposed hypersensitive dentin. *Am J Dent*, 25: 131e5.
- 13- Freitas PM, Rapozo-Hilo M, Eduardo CP, Featherstone JD (2010). In vitro evaluation of erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser-treated enamel demineralization. *Lasers Med Sci*, 25: 165-70.
- 14- Fried D (2005). Laser processing of dental hard tissues. *Proc SPIE*. 5713:259–269.
- 15- Geraldo-Martins VR, Lepri CP, Faraoni-Romano JJ, Palma Dibb RG (2014). The combined use of Er,Cr:YSGG laser and fluoride to prevent root dentin demineralization. *Lasers Med Sci*. 22(5):459-64.
- 16- Camargo MA, Marques MM, & De Cara AA (2008). Morphological analysis of human and bovine dentine by scanning electron microscope investigation. *Arch Oral Biol*. 53(2):105–8.
- 17- Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A, & Attin T(2008). Is bovine dentine an appropriate substitute for human dentine in erosion/abrasion tests? *J Oral Rehabil*. 35(5):390–4.
- 18- Lussi A, Megert B, Shellis RP, Wang X (2012). Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *Br J Nutr*. 107(2):252-62.
- 19- de Carvalho Sales-Peres SH, Magalhães AC, de Andrade Moreira Machado MA, Buzalaf MA (2007). Evaluation of the erosive potential of soft drinks. *Eur J Dent*.1(1):10-3

- 20- Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA (2003). Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine in situ. *Caries Res.* Sep-Oct; (5):339-44.
- 21- Ana PA, Bachmann L, Zezell DM (2006). Lasers effects on enamel for caries prevention. *Laser Phys.* 16:865–875.
- 22- Hove L, Holme B, Ogaard B, Willumsen T, Tveit AB (2006). The protective effect of TIF4, SnF2 and NAF on erosion of enamel by hydrochloric acid in vitro measured by white light interferometry. *Caries Res*; 40:440-443.
- 23- Magalhães AC, Romanelli AC, Rios D, Comar LP, Navarro RS, Grizzo LT, Aranha ANC, Buzalaf MAR (2011). Effect of a single application of TiF4 and NAF varnishes and solutions combined with Nd:YAG laser irradiation on enamel erosion in vitro. *Photomed Laser Surg.* 29:537-544.
- 24- Krüger CR (2001). Dentin hypersensitivity - Mechanisms, permeability and desensitization techniques. *JBC.*
- 25- Lepri CP, Palma-Dibb RG (2012). Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. *Dent Mater J* (4): 689-96.
- 26- Apel C, Meister J, Gttz H, Duschner H, mudanças Gutknecht N (2005). Structural changes in human dental enamel after subablative erbium laser irradiation and its potential use for caries prevention. *Cárie Res.* 39: 65-70.
- 27- Fried D, Featherstone JDB, Visuri SR, Seka W, Walsh JT (1996). The caries inhibition potential of Er:YAG and Er:YSGG laser radiation. In: *Lasers in dentistry. Proceedings of the SPIE Meeting*; 28-29; San Jose. Washington: Bellingham; p. 73-8.
- 28- Hossain M, Kimura Y, Nakamura Y, Kinoshita JI, Matsumoto K (2001). A study on acquired acid resistance of enamel and dentin irradiated by Er,Cr:YSGG laser. *J Clin Laser Med Surg*; 19: 159-63.
- 29- Zach L, Cohen D H (1965). Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v. 19, p. 515-530.
- 30- He S, Wang Y, Li X, Hu D (2011). Effectiveness of laser therapy and topical desensitising agents in treating dentine hypersensitivity: a systematic review. *J Oral Rehabil*, 38: 348-358.
- 31- Raucci-Neto W, Raquel Dos Santos C, Augusto de Lima F, Pécora JD, Bachmann L, Palma-Dibb RG (2015). Thermal effects and morphological aspects of varying Er:YAG laser energy on demineralized dentin removal: an in vitro study. *Lasers Med Sci.* 30(4):1231-6.
- 32- Strakas D, Tolidis K, Koliniotou-Koumpia E, Vanweersch L, Franzen R, Gutknecht N (2016). Intra-pulpal temperature rise of different tooth types during dental bleaching supported by an Er,Cr:YSGG laser. A pilot study. *Lasers Med Sci.* 31 (1): 77-82.
- 33- Gao XL, Pan JS, Hsu CY (2006). Laser-fluoride effect on root demineralization. *J Dent Res.* 85:919-23.
- 34- Moslemi M, Fekrazad R, Tadayon N, Ghorbani M, Torabzadeh H, Shadkar MM (2009). Effects of ER,Cr:YSGG laser irradiation and fluoride treatment on acid resistance of the enamel. *Pediatr Dent.* 31: 409-13.

3.8 LEGENDAS

Tabela 1. Tratamento realizado nos diferentes grupos

Tabela 2. Valores médios de rugosidade superficial (μm)

Tabela 3. Valores médios de perda de volume (%)

Figura. Imagens obtidas através da microscopia confocal de varredura a laser. Observa-se em G5 e G6 uma superfície plana. Nota-se um evidente degrau nas imagens G7 e G8.

Tabela 1. Tratamento realizado nos diferentes grupos e parâmetros do laser utilizado

Grupos	Parâmetros do laser Er,Cr:YSGG
G1 – laser	0,1W - 5Hz - sem água - ar=55%
G2 – laser	0,25W - 5Hz - sem água - ar=55%
G3 – flúor (5%) + laser	0,1W - 5Hz - sem água - ar=55%
G4 – flúor (5%) + laser	0,25W - 5Hz - sem água - ar=55%
G5 - flúor (5%) + laser	0,1W - 5Hz - sem água - sem ar
G6 – flúor (5%) + laser	0,25W - 5Hz - sem água - sem ar
G7 - flúor (5%) (controle positivo)	-
G8 - nenhum tratamento (controle negativo)	-

Tabela 2. Valores médios de rugosidade superficial – parâmetro Ra (μm)

Grupos	Área de Referência	Área tratada + erodida	Diferença de rugosidade superficial
G1	0,981 (0,087)	1,387 (0,058)	0,406 ^a
G2	0,897 (0,061)	1,265 (0,092)	0,368 ^a
G3	0,923 (0,059)	1,294 (0,084)	0,371 ^a
G4	0,946 (0,103)	1,356 (0,079)	0,410 ^a
G5	0,872 (0,075)	1,284 (0,063)	0,412 ^a
G6	0,911 (0,066)	1,297 (0,080)	0,386 ^a
G7	0,932 (0,071)	1,301 (0,082)	0,369 ^a
G8	0,974 (0,098)	1,355 (0,121)	0,381 ^a

Letras minúsculas iguais representam similaridade estatística entre as linhas da última coluna.

Tabela 3. Valores médios de perda de volume (%) nos grupos em estudo

Grupos	Perda de Volume (%)	Desvio Padrão	Diferença Estatística
G1	17,2	1,2	b
G2	16,0	1,1	b
G3	15,7	0,7	b
G4	15,9	0,7	b
G5	7,8	0,5	a
G6	8,5	0,7	a
G7	25,9	1,9	c
G8	39,1	1,8	d

Letras minúsculas diferentes representam diferença estatisticamente significante entre linhas.

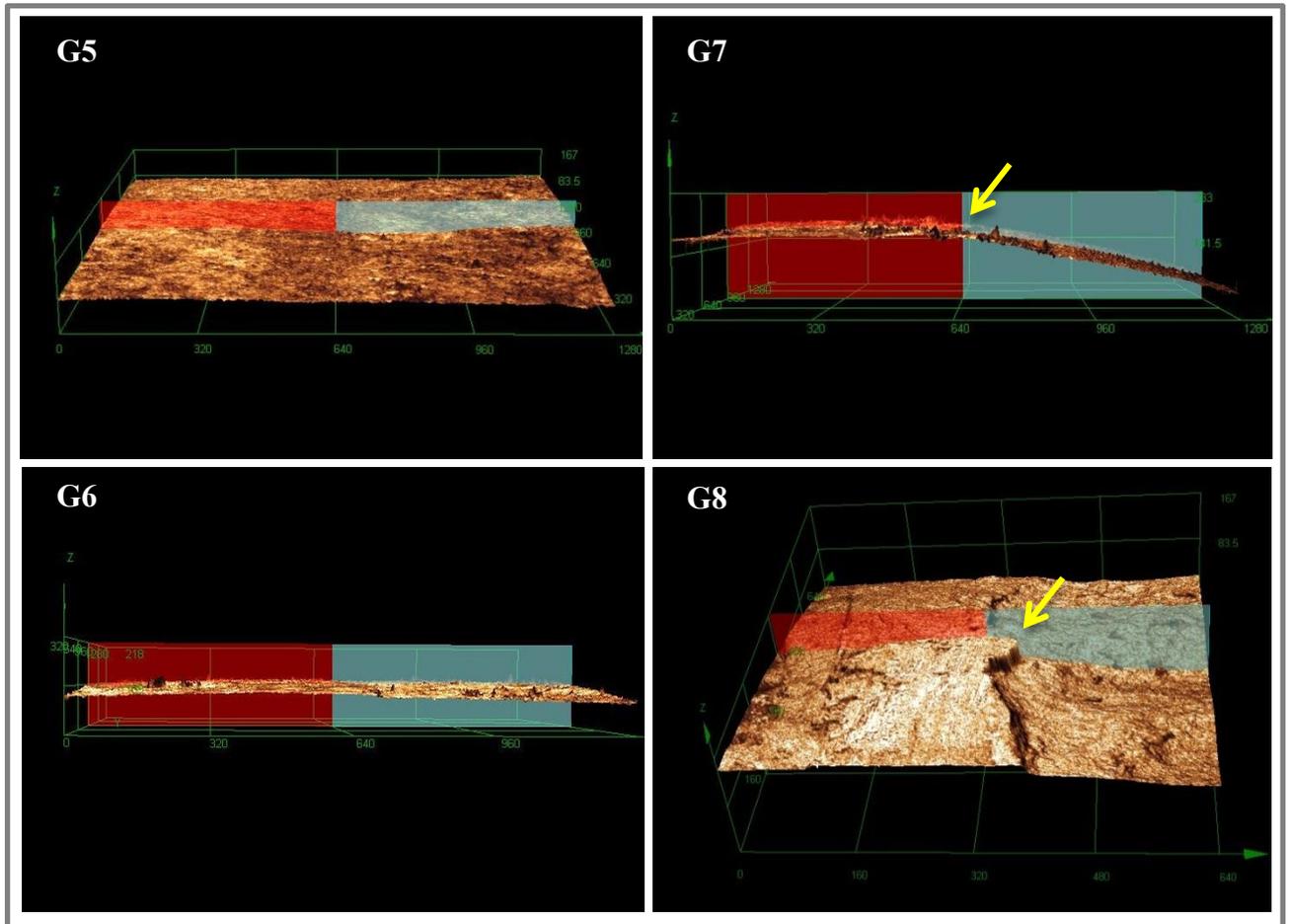


Figura 1. Imagens obtidas através da microscopia confocal de varredura a laser. Observa-se em G5 e G6 uma superfície plana. As setas indicam um evidente degrau nas imagens G7 e G8.

CONCLUSÃO

4. CONCLUSÃO

Considerando as limitações de um estudo *in vitro*, conclui-se que o laser Er,Cr:YSGG aumentou a resistência ácida da dentina radicular bovina após desafio erosivo. Quando o laser foi utilizado em associação com o verniz fluoretado, os resultados obtidos foram mais efetivos.

Com relação à rugosidade superficial, os grupos tratados e submetidos ao desafio erosivo foram similares aos grupos controle (positivo e negativo) nas mesmas condições experimentais, mostrando que os tratamentos propostos não causaram alteração na rugosidade superficial dos espécimes estudados. São necessários estudos futuros para testar a viabilidade do seu uso clínico, visando beneficiar os pacientes.

R EFERÊNCIAS

Influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. RANIELLE FERNANDES RESENDE. Dissertação do Mestrado. Programa de Pós- graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, A. B.; SURVE, S. M.; THAKUR, S. L. A clinical study of the effect of calcium sodium phosphosilicate on dentin hypersensitivity. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, 2013; 5(1):e18-22.
- ADDY, M.; WEST, N. X. The role of toothpaste in the aetiology and treatment of dentine hypersensitivity. **Monographs in Oral Science**, 2013, 23:75-87
- ALFREDO, E.; MARCHESAN, M. A.; SOUZA-NETO, M. D; BRUGNERA-JUNIOR, A.; SILVA-SOUZA, Y. T. C. Temperature variation at the external root surface during 980-nm diode laser irradiation in the root canal. **Journal of Dentistry**, 2008; 36: 529-534.
- BARTLETT, D.W.; SHAH, P. A critical review of noncarious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. **Journal of Dental Research**, 2006; 85, 306–312.
- BRANNSTROM, M. Dentin sensitivity and aspiration of odontoblasts. **The Journal of the American Dental Association**, 1963; 66:366–370
- BRANNSTROM, M. Sensitivity of dentine. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, 1966; 21, 517–526
- BUZALAF, M A R; HANNAS A R; KATO, M T. Saliva and dental erosion. **Journal of Applied Oral Science**, 2012; 20(5).
- CANADIAN ADVISORY BOARD ON DENTIN HYPERSENSITIVITY. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. **Journal Canadian Dental Association**, 2003; 69, 221–228.
- CUMMINS, D. Recent advances in dentin hypersensitivity: clinically proven treatments for instant and lasting sensitivity relief. **American Journal of Dentistry**, 2010; 23 Spec No A:3A- 13A.
- DILSIZ, A.; AYDIN, T.; EMREM, G. Effects of the combined desensitizing dentifrice and diode laser therapy in the treatment of desensitization of teeth with gingival recession. **Photomedicine and Laser Surgery**, 2010 Oct;28 Suppl 2:S69-74
- EHLERS, V.; ERNST, C. P.; REICH, M.; KAMMERER, P.; WILLERSHAUSEN, B. Clinical comparison of gluma and Er:YAG laser treatment of cervically exposed hypersensitive dentin. **American Journal of Dentistry**, 2012;25: 131e5.
- EIMAR, H.; GHADIMI, E.; MARELLI, B.; *et al.* Regulation of enamel hardness by its crystallographic dimensions. **Acta Biomaterialia**, 2012; 8(9): 3400–3410
- FREITAS, P. M.; RAPOZO-HILO, M.; EDUARDO, C. P.; FEATHERSTONE, J. D. In vitro evaluation of erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser-treated enamel demineralization. **Lasers of Medical Science**, 2010; 25: 165-70.
- FRIED, D. Laser processing of dental hard tissues. **Proceedings of SPIE**, 2005;5713:259–269.

GRIPPO, J. O.; SIMRING, M.; COLEMAN, T. A. Abrasion, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. **Journal of Esthetic Restorative Dentistry**, 2012; 24:10–23.

HARA, A. T.; LUSSI, A.; ZERO, D. T. Biological factors. **Monographs in Oral Science**, 2006; 20:88-99

HASHIM, N. T.; GASMALLA, B. G.; SABAHELKHEIR, A. H.; AWOODA, A. M. Effect of the clinical application of the diode laser (810nm) in the treatment of dentine hypersensitivity. **BMC Research Notes** 2014. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1756-0500/7/31>>. Acesso em: 02 mar 2016.

HOSSAIN, M.; KIMURA, Y.; NAKAMURA, 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 and Surgery**, 2001; 19: 159-63.

HUR, B.; KIM, H. C.; PARK, J. K.; VERSLUIS, A. Characteristics of noncarious cervical lesions—an ex vivo study using micro computed tomography. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2011; 38:469–474.

HUSEIN, A. Applications of lasers in dentistry: a review. **Archives of Orofacial Science**, 2006, 1:1–4.

LING, T. Y.; GILLAM, D. G. The effectiveness of desensitizing agents for the treatment of cervical dentine sensitivity (CDS)—a review. **The Journal of the Western Society of Periodontology**, 1996; 44(1):5–12

LOPES, A. O.; ARANHA, A. C. C. Comparative Evaluation of the Effects of Nd:YAG Laser and a Desensitizer Agent on the Treatment of Dentin Hypersensitivity: A Clinical Study. **Photomedicine and Laser Surgery**, 2013; 31(3):132–138

LUSSI, A.; HELLWIG, E. Risk assessment and causal preventive measures. **Monographs in Oral Science**, 2014; 25:220-9.

MAGALHÃES, A. C.; WIEGAND, A.; RIOS, D.; BUZALAF, M. A.; LUSSI, A. Fluoride in dental erosion. **Monographs in Oral Science**, 2011;22:158-70.

PETERSSON, L. G. The role of fluoride in the preventive management of dentin hypersensitivity and root caries. **Clinical Oral Investigations**, 2013; 17 (Suppl 1):S63–S71

PORTO, I. C. C. M.; ANDRADE, A. K. M.; MONTES, M. A. J. R. Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. **Journal of Oral Science**, 2009; 51:323-332.

QUE, K.; GUO, B.; JIA, Z.; CHEN, Z.; YANG, J.; GAO, P. A crosssectional study: non-carious cervical lesions, cervical dentine hypersensitivity and related risk factors. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2013; 40: 24-32.

ROSING, C. K.; FIORINI, T.; LIBERMAN, D. N.; CAVAGNI, J. Dentine hypersensitivity: analysis of self-care products. **Brazilian Oral Research**, 2009; 23 (Suppl 1):56–63.

SALES-PERES, S. H.; GOYA, S.; ARAUJO, J. J.; SALES-PERES, A.; LAURIS, J. R.; BUZALAF, M. A. Prevalence of dental wear among 12-year-old Brazilian adolescents using a modification of the tooth wear index. **Public Health**, 2008;122:942-8.

SCHLUETER, N.; JAEGGI, T.; LUSSI, A. Is dental erosion really a problem? **Advances in Dental Research**, 2012; Sep;24(2):68-7.

SCHLUETER, N.; KLIMEK, J.; GANSS, C. Efficacy of tin-containing solutions on erosive mineral loss in enamel and dentine in situ. **Clinical Oral Investigations**, 2011; 15(3):361-7.

SCHWARZ, F.; ARWEILER, N.; GEORG, T.; REICH, E. Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine. A controlled, prospective clinical study. **Journal of Clinical Periodontology**, 2002; 29:211e5.

SUGE, T.; KAWASAKI, A.; ISHIKAWA, K.; MATSUO, T.; EBISU, S. Ammonium hexafluorosilicate elicits calcium phosphate precipitation and shows continuous dentin tubule occlusion. **Dental Materials**, 2008; 24:192-198.

A PÊNDICES

Influência do laser Er,Cr:YSGG associado ou não ao verniz fluoretado na resistência ácida da dentina radicular após desafio erosivo. RANIELLE FERNANDES RESENDE. Dissertação do Mestrado. Programa de Pós- graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba.

APÊNDICES

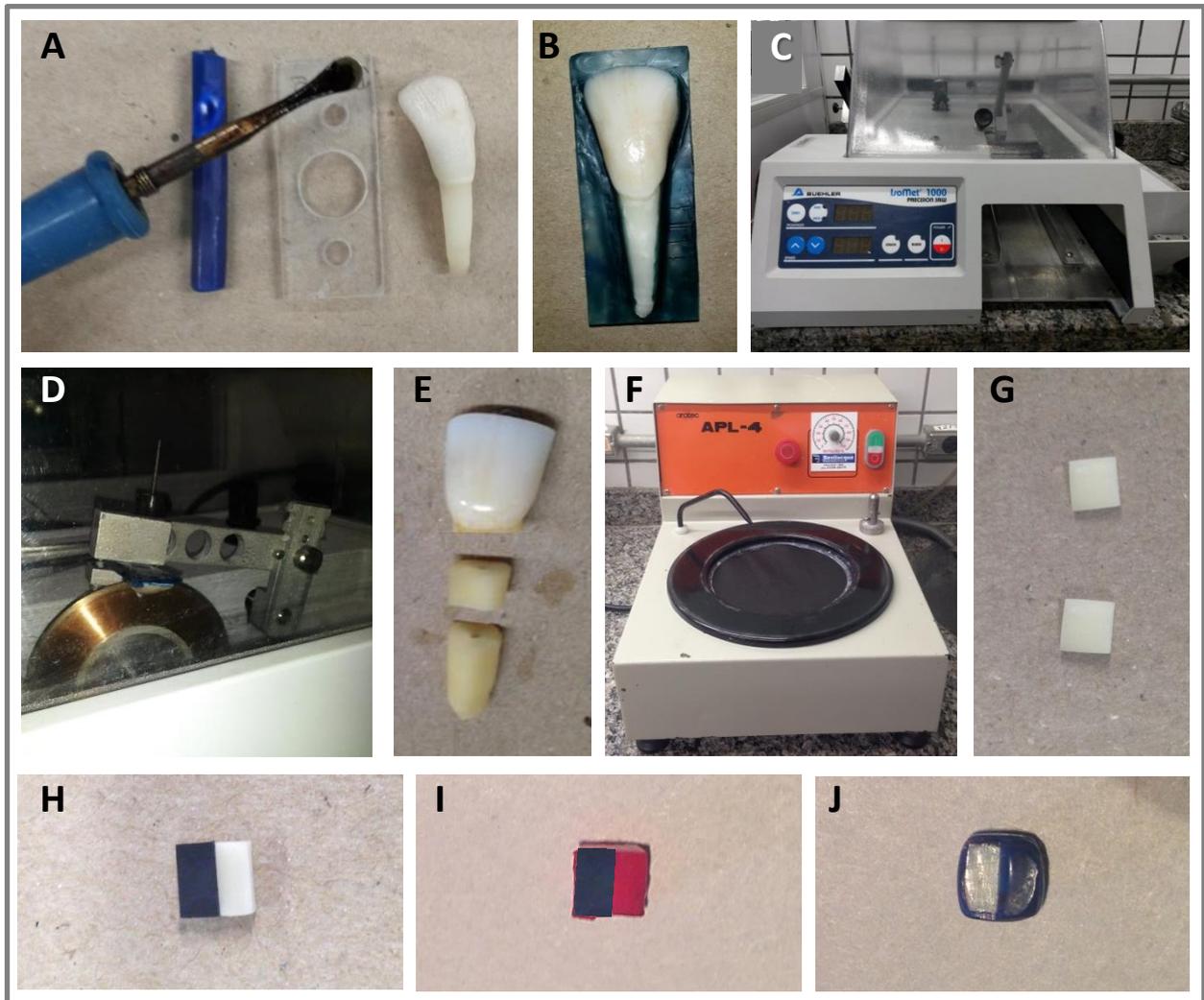


Figura 1. Preparo dos espécimes. A) Materiais utilizados para fixação do dente na placa de acrílico. B) Dente fixado com cera para escultura. C) Máquina de Corte - ISOMET® 1000. D) Dente sendo seccionado. E) Fragmentos seccionados. F) Politriz APL-4. G) Espécimes padronizados. H) Isolamento da metade da superfície do espécime. I) Espécime após aplicação de duas camadas de esmalte cosmético vermelho. J) Espécime pronto para receber o tratamento.



Figura 2. A) Verniz fluoretado utilizado (Duraphat®); B) Modelo do Laser Er,Cr:YSGG (WaterLase – BIOLASE)

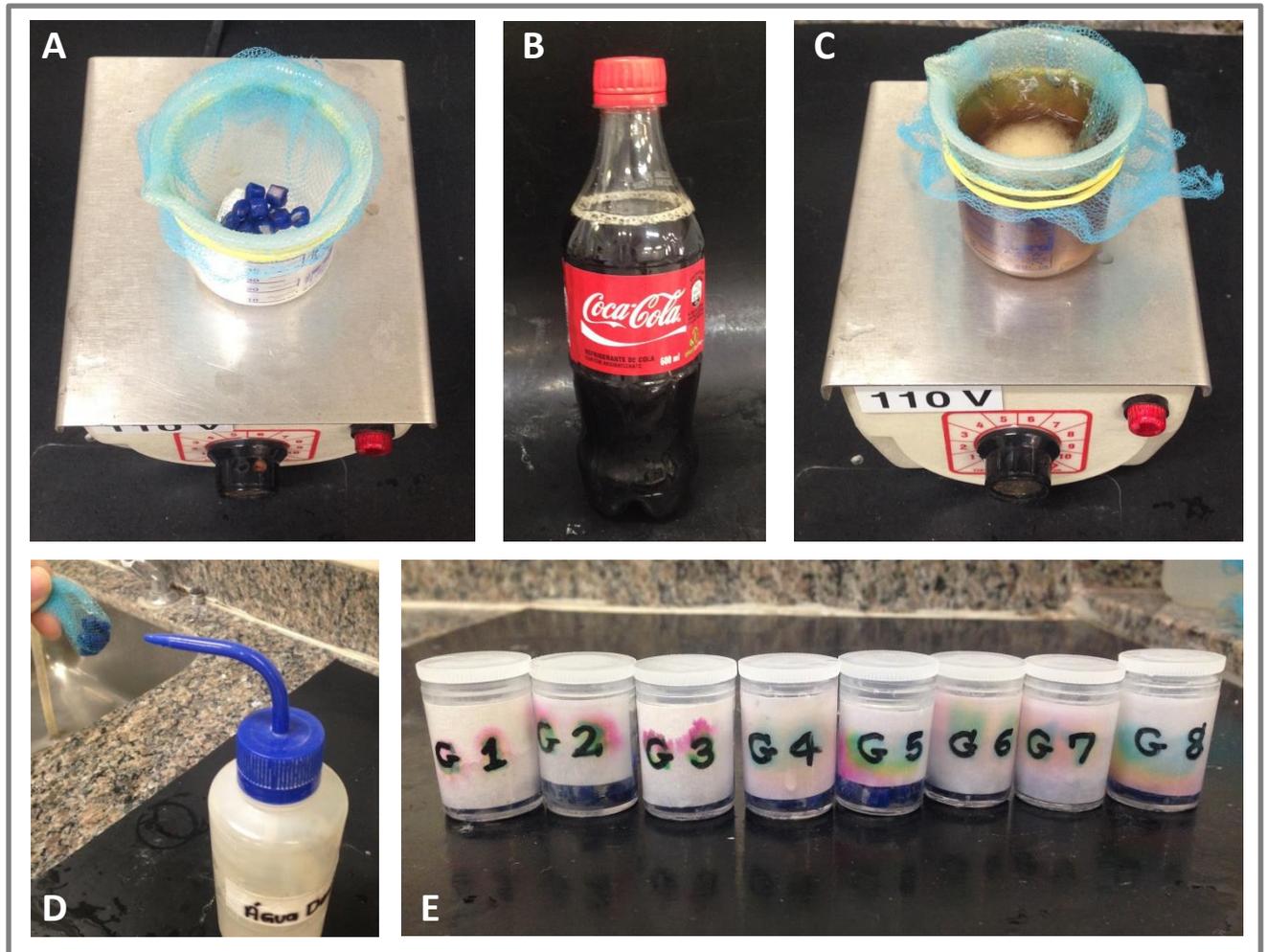


Figura 3. Realização do desafio erosivo. A) Becker com os espécimes posicionados no agitador magnético. B) Bebida utilizada para o desafio erosivo - Coca-Cola®. C) Espécimes imersos na bebida erosiva. D) Lavagem abundante dos espécimes com água destilada. E) Espécimes armazenados em recipientes individualizados.

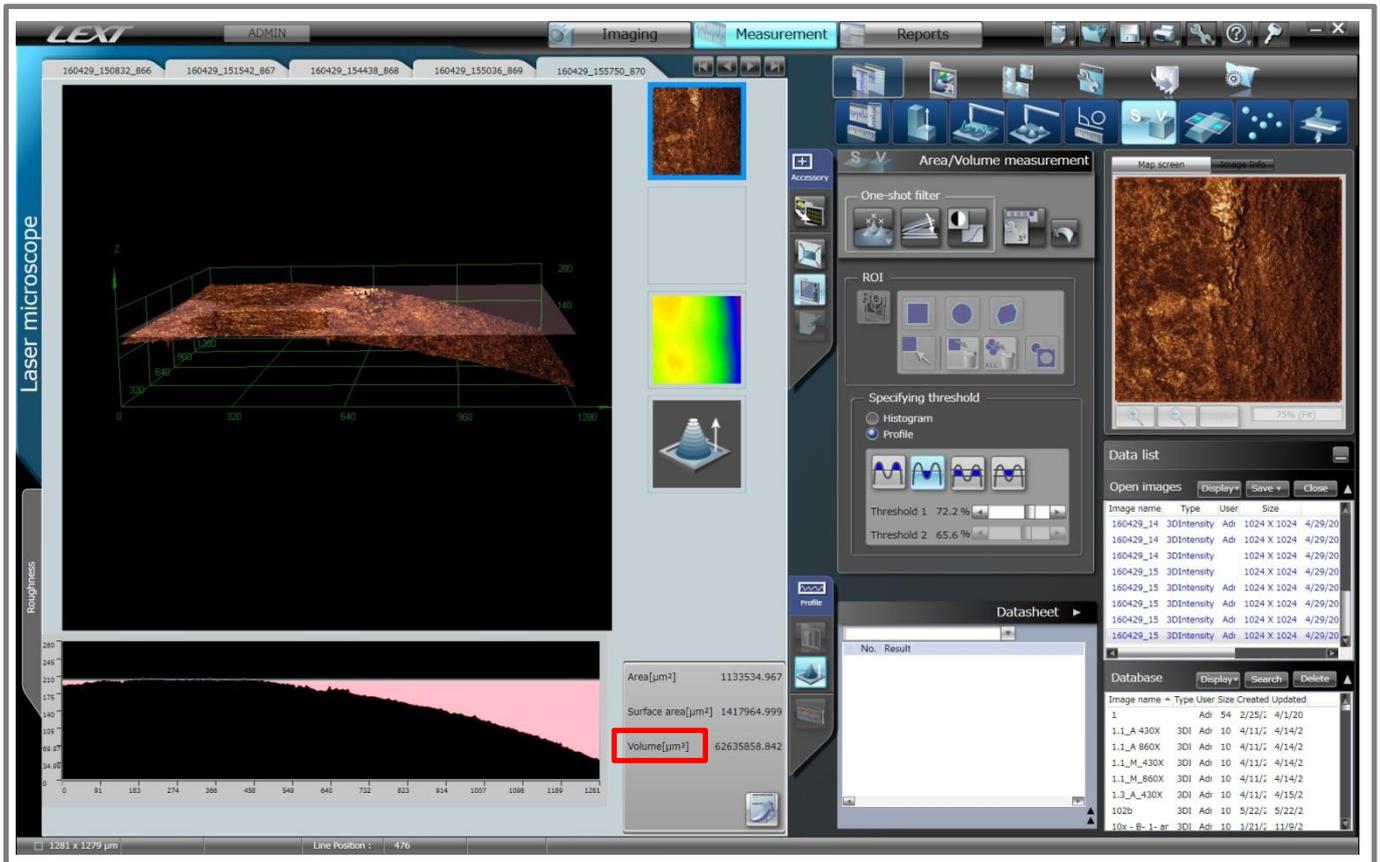


Figura 4. Imagem ilustrativa do software OLS 4000[®]. Destaque para a perda de volume que é obtida em μm^3 .