



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

ÉRICA CRASTECHINI

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES ASSOCIADOS AO LASER
Nd:YAG NA PREVENÇÃO DO DESGASTE
EROSIVO/ABRASIVO DO ESMALTE DENTAL**

2014

ÉRICA CRASTECHINI

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES ASSOCIADOS AO LASER Nd:YAG NA
PREVENÇÃO DO DESGASTE EROSIVO/ABRASIVO DO ESMALTE
DENTAL**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientador: Prof. Adj. Carlos Rocha Gomes Torres

São José dos Campos

2014

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para
Normalização de Trabalhos Acadêmicos do ICT. Rev. São José dos Campos:
ICT/UNESP; 2013.

C854e Crastechini, Érica

Efeito da aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes associados ao laser Nd:YAG na prevenção do desgaste erosivo/abrasivo do esmalte dental / Érica Crastechini. - São José dos Campos: [s.n.], 2013.
75 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2013.
Orientador: Prof. Carlos Rocha Gomes Torres

1. Erosão dentária. 2. Abrasão dentária. 3. Lasers. 4. Sistemas adesivos.
Torres, Carlos Rocha Gomes. II. Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista. III. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. IV. UNESP – Univ Estadual Paulista. V. Título

tD

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação do
Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos – UNESP

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 16 de Dezembro de 2013.

E-mail: e_cras@ig.com.br

Assinatura: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr. Carlos Rocha Gomes Torres (Orientador)

Instituto de Ciência e Tecnologia

UNESP – Univ Estadual Paulista

Campus de São José dos Campos

Prof. Dr Eduardo Moreira da Silva

Faculdade de Odontologia

Universidade Federal Fluminense

Profa. Dra. Alessandra Buhler Borges

Instituto de Ciência e Tecnologia

UNESP – Univ Estadual Paulista

Campus de São José dos Campos

São José dos Campos 14 de janeiro de 2014

DEDICATÓRIA

À Deus, por iluminar meus caminhos e me conceder coragem e fé para não desistir dos objetivos.

Aos meus Pais José e Sandra Crastechini, pelo amor apoio, carinho, dedicação e motivação em todas as etapas da minha vida.

Ao meu namorado Eduardo H. Costa, pelo amor, carinho, apoio e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof.Dr.Carlos Rocha Gomes Torres, por seu apoio, dedicação, competência, e em especial atenção nas revisões e sugestões, fatores fundamentais para a conclusão deste trabalho.

À Prof^a. Dra.Alessandra Bühler Borges, por me esclarecer dúvidas durante o processo laboratorial compartilhando os seus conhecimentos.

Ao prof. Thomas Attin e ao senhor Klaus Becker, por transferir seus conhecimentos com relação à metodologia.

À Doutoranda Luciana Florianí Thives de Freitas Santos, pela amizade incentivo e ajuda.

Aos Professores da Graduação, que contribuíram para meu crescimento e formação.

Aos colegas e amigos de pós graduação pelas nossas conversas, risadas e companheirismo.

À Fernanda e Josiana, pelo carinho, amizade e paciência ao explicar o manuseio dos equipamentos laboratoriais.

A Capes, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todas as pessoas que participaram direta ou indiretamente da realização deste trabalho que não estão citados nominalmente, meus sinceros agradecimentos

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende”.*

(Leonardo da Vinci)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	09
LISTA DE QUADROS E TABELAS	12
RESUMO	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Utilização do laser de alta potência na prevenção da erosão/ abrasão	20
2.2 Utilização de sistemas adesivos na prevenção da erosão/ abrasão	29
2.3 Estudos sobre a associação do laser com sistemas adesivos	34
3 PROPOSIÇÃO	39
4 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1 Delineamento experimental	40
4.1.1 Unidades experimentais	40
4.1.2 Fatores em estudo	40
4.1.3 Variável de resposta	40
4.2 Preparo dos espécimes	41
4.3 Divisões dos grupos experimentais	47
4.4 Tratamento de superfície	48
4.5 Desafio erosivo e abrasivo	51
4.6 Mensuração do desgaste erosivo/abrasivo	53
4.7 Planejamento estatístico	55
5 RESULTADOS	57

6 DISCUSSÃO	60
7 CONCLUSÃO	69
8 REFERÊNCIAS	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A) Separação da coroa-raiz em torno de alta rotação; B) Corte dos espécimes de esmalte-dentina no equipamento para corte circular; C) Espécime de esmalte e dentina após recorte de 3 mm de diâmetro; D) Matriz de silicone com cavidade de 0,1 mm de profundidade em segundo nível; E) Posicionamento do espécime com a superfície do esmalte voltada para o fundo do molde; F) Preenchimento do molde com resina acrílica; G) Molde com espécimes colocados no interior da polimerizadora de resina; H) Polimerizadora de resina com pressão de 30 psi; I) Espécime após o embutimento 42

Figura 2 - A) Dispositivo metálico para polimento da base do espécime com uma cavidade em segundo nível para acomodar a projeção de esmalte; B) espécime posicionado em dispositivo metálico para desgaste da base; C) Polimento em politriz circular para desgaste da base; D) Dispositivo metálico para polimento da superfície de esmalte; E) Espécime sendo posicionado para polimento do esmalte; F) Polimento em politriz circular para planificação do esmalte, G) Banho ultrassônico H) Marcação de duas linhas paralelas entre si no espécime, I) Espécime com as marcações realizadas 44

Figura 3 - A) Espécimes dentro da matriz de silicone sendo inseridos no interior de um pote perfurado; B) Espécimes dentro do pote perfurado; C) Pote perfurado sendo inseridos em ácido cítrico para

erosão inicial; D) Conjunto sob agitação horizontal por 5min; em dispositivo posicionador de metal que apreende os espécimes no perfilômetro; E) Espécime posicionado na mesma posição devido a sulco lateral; F) Leitura em perfilômetro de contato 46

Figura 4 - Esquema representativo das três varreduras realizadas durante a leitura em perfilômetro com extensão de 4,20 mm a uma distância de 0,25 mm entre elas 46

Figura 5 - Visualização gráfica do perfil inicial obtido pelo software Mar Surf XCR 20. (*) Marcações paralelas realizadas nos espécimes observadas no gráfico..... 47

Figura 6 - A) Cobertura da porção de resina do espécime para preservação das marcações; B) Aplicação, com microbrush, do Sistema Adesivo na superfície de esmalte; C) Aparelho do laser Nd:YAG; D) Painel de comando do aparelho de laser Nd:YAG mostrando os parâmetros utilizados; E) Aplicação do laser Nd:YAG na superfície do esmalte recoberta com adesivo 50

Figura 7 – Esquema representativo das direções horizontal (vermelho), vertical (azul), e transversal (verde) de aplicação do laser Nd:YAG 50

Figura 8 - A) Espécimes dentro da matriz de silicone sendo inseridos no interior de um pote perfurado; B) Pote perfurado sendo inserido em ácido cítrico; C) Espécimes submetidos a erosão com ácido cítrico a 0,3% por 2 min, sob agitação horizontal; D) Imersão dos espécimes na saliva artificial por 20 s para remoção do ácido; E) Espécimes imersos por 1 h na saliva artificial sobre agitador horizontal; F) Espécimes colocados em suporte metálico para escovação; G) Espécimes com superfície de resina acrílica protegida pelo suporte metálico para escovação. H) Máquina de escovação; I)

Escovação dos espécimes na máquina de escovação	53
---	----

Figura 9 – A) Comparações dos gráficos da leitura em perfilômetro inicial (cor verde) e final (cor azul) sobrepostos. B) Área de desgaste em maior aumento. O valor dentro do retângulo laranja mostra a diferença de altura entre os perfis, representando a perda de estrutura dental	55
---	----

Figura 10 - Gráfico das médias e desvio-padrão obtidos para os grupos testados	58
--	----

Figura 11 – Imagens de MEV das superfícies de esmalte após os tratamentos de superfície e ciclo erosivo e abrasivo. A) Grupo C, aumento 90x; B) Grupo SB, aumento 90x; C) Grupo FB, aumento 90x; D) Grupo GEN, aumento 90x; E) Grupo L, aumento 90x; F) Grupo SB+L, aumento 90x; G) Grupo FB+L, aumento 90x; H) Grupo GEN+L, aumento 90x. As áreas mais escuras com asterisco (*) são as ilhas de adesivos que restaram após o ciclo erosivo/abrasivo.	59
---	----

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Observa-se a composição e demais detalhes dos sistemas adesivos empregados	48
Tabela 1 – Resultados da ANOVA para a comparação entre os grupos	57
Tabela 2 - Dados de média e desvio padrão ($\pm$ DP) dos valores de desgaste após o desafio erosivo e abrasivo e resultados do teste de Tukey	58

Crastechini E. Efeito da aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes associados ao laser Nd:YAG na prevenção do desgaste erosivo/abrasivo do esmalte dental [dissertação]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2014.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do laser Nd:YAG associado a diferentes sistemas adesivos autocondicionantes, na prevenção do desgaste erosivo e abrasivo do esmalte dental. Foram preparados 160 espécimes de esmalte bovino, polidos e submetidos a uma erosão inicial em ácido cítrico a 0,3 % por 5 min. Os perfis iniciais da superfície de esmalte foram medidos utilizando um perfilômetro, cuja unidade de medida é em micrometros (μm). Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em oito grupos ($n=20$): SB - Aplicação do adesivo Single Bond Universal (3M/Espe) e fotopolimerização; SB+L - Aplicação do adesivo Single Bond Universal, irradiação do laser de Nd:YAG (80 mJ, 10 Hz) e fotopolimerização; FB - Aplicação do adesivo Futura Bond U (Voco) e fotopolimerização; FB+ L - Aplicação do adesivo Futura Bond U, irradiação do laser de Nd:YAG e fotopolimerização; GEN - Aplicação do adesivo G-aenial Bond (GC) e fotopolimerização; GEN +L - Aplicação do adesivo G-aenial Bond, irradiação do laser de Nd:YAG e fotopolimerização; L - Apenas irradiação do laser Nd:YAG; C - nenhum tratamento (Controle). Em seguida foram realizados diariamente os desafios erosivo, utilizando ácido cítrico a 0,3% (pH 2,6) por 2 min, e abrasivo realizado em uma máquina de escovação (40 ciclos, carga 200 g) com dentífrício diluído em saliva artificial (1:3 peso/peso). Foram realizados quatro ciclos por dia, durante 5 dias. Os perfis das superfícies do esmalte foram novamente avaliados utilizando um perfilômetro. Os dados foram analisados utilizando o teste de análise de variância ANOVA e Tukey. O nível de significância foi de 5 %. Para a ANOVA foram observadas diferenças estatisticamente significantes ($p= 0,0000$) de desgaste. Os valores de média ($\pm dp$) e os resultados do teste Tukey foram: GEN – 4,88 ($\pm 1,09$) a; L – 5,04 ($\pm 0,99$) a; FB - 5,32 ($\pm 0,93$) ab; GEN + L – 5,46 ($\pm 1,27$) abc; SB + L – 5,78 ($\pm 1,12$) abc; FB + L – 6,23 ($\pm 1,25$) bc; SB - 6,35 ($\pm 1,11$) c; C – 6,46 ($\pm 0,61$) c. Pode-se concluir que o tratamento da superfície de esmalte com os sistemas adesivos Futura Bond U e G-aenial Bond, de forma isolada, assim como do Laser Nd:YAG isoladamente foram eficazes na diminuição do desgaste dental. O uso do laser após o sistema adesivo não foi eficaz.

Palavras- chave: Erosão dentária. Abrasão dentária. Lasers. Sistemas adesivos.

Crastechini E. *Effect of application of adhesive systems associated with the Nd: YAG laser in the prevention of erosive / abrasive wear of tooth enamel [dissertation]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2014.*

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of the Nd: YAG laser, alone or associated with different auto constraints adhesive systems, in the prevention of erosive and abrasive wear of the dental enamel. A hundred and sixty samples of bovine enamel were prepared, polished and subjected to an initial erosion in 0.3 % citric acid solution for 5 min. The initial profiles of the enamel surface were measured using a profilometer, whose unit is measured in micrometers (μm). The samples were randomly divided into eight groups ($n = 20$): SB - Single Bond Universal (3M/Espe) adhesive application and light curing; SB+L - Single Bond Universal adhesive application, Nd:YAG laser irradiation (80 mJ, 10 Hz) and light curing; FB - Futura Bond U (Voco) adhesive application and light curing; Group FB+L - Futura Bond U adhesive application, Nd:YAG laser irradiation and light curing; GEN - G-aenial Bond (GC) adhesive application and light curing; GEN+L - G-aenial Bond adhesive, Nd:YAG laser irradiation and light curing; L - Only Nd:YAG laser irradiation; C - No treatment (control group). The erosive challenge, using citric acid 0.3 % (pH 2.6) for 2 min, and abrasive challenge, using a tooth brushing machine (40 cycles, load of 200 g) with toothpaste diluted in artificial saliva (1:3 wt/wt), were performed. Four cycles a day were performed during 5 days. The profiles of the enamel surfaces were again measured using the profilometer. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey statistical tests. The level of significance was 5%. When ANOVA (one factor) test was applied, it was observed statistical difference ($p=0,0000$) of surface wear. Mean values ($\pm$ SD) and results of the Tukey test were: GEN – 4,88 ($\pm 1,09$) a; L – 5,04 ($\pm 0,99$) a; FB - 5,32 ($\pm 0,93$) ab; GEN + L – 5,46 ($\pm 1,27$) abc; SB + L – 5,78 ($\pm 1,12$) abc; FB + L – 6,23 ($\pm 1,25$) bc; SB - 6,35 ($\pm 1,11$) c; C – 6,46 ($\pm 0,61$) c. It can be concluded that the treatment of the enamel surface with adhesive systems Futura Bond and G- aenial Bond U, in isolation, as well as the Nd: YAG laser alone were effective in the reduction of tooth wear. The use of laser after the adhesive system was not effective.

Keywords: Tooth Erosion. Tooth Abrasion. Lasers. Adhesive systems.

1 INTRODUÇÃO

A erosão dental é uma patologia, caracterizada por uma perda crônica localizada nos tecidos dentais duros, que envolve a remoção química destes tecidos superficiais do dente por meio de ácidos e/ou quelação, sem envolvimento bacteriano. Os ácidos podem prover de origem extrínsecas, como refrigerantes e sucos de frutas, ou intrínsecas, como transtornos alimentares e refluxo gástrico (Huysmans et al., 2011). O ataque ácido leva à perda e amolecimento do esmalte superficial e diminui a sua resistência ao desgaste, tornando-o assim mais susceptível aos efeitos da abrasão mecânica, tais como, escovação e fricção do lábio, bochecha e língua (Davis, Winter, 1980; Huysmans et al., 2011). Os processos de erosão, abrasão e atrição raramente ocorrem sozinhos, interagindo uns com os outros. A associação de abrasão e a erosão alternada que ocorre nos tecidos dentais duros é considerada como a mais importante das interações (Wiegand, Attin, 2011).

Controlar os possíveis fatores etiológicos das lesões não-cariosas é difícil, no entanto, estratégias têm sido desenvolvidas para prevenir ou impedir a erosão e abrasão dentária, como o uso de agentes fluoretados nas mais diversas formas, por exemplo, o verniz e soluções fluoretadas que reduzem efetivamente a progressão do desgaste dentário (Vieira et al., 2007; Levy et al., 2013). Existem os agentes que contêm CPP-ACP, um nano-complexo do leite proteína caseína fosfopeptídeo (CPP) com cálcio fosfato amorfo (ACP), mas os estudos mostram-se conflitantes com relação a efetiva proteção contra erosão e abrasão (Ranjitkar et al., 2009; Wang et al., 2011).

Outra medida preventiva que têm sido estudadas para prevenir a erosão e abrasão dentária é a aplicação dos lasers de alta

intensidade, tais como, o Nd:YAG, CO₂ e Er:YAG (Kwon et al., 2003; Bevilacqua et al., 2008; Rios et al., 2009; Sobral et al., 2009; Steiner-Oliveira et al., 2010), na tentativa de aumentar a resistência do esmalte à desmineralização (Yamamoto, Ooya, 1974; Kwon et al., 2003). Estudos relataram o laser Nd:YAG como sendo o mais eficaz (Kimura et al., 1997; Rios et al., 2009), pois a luz do laser é absorvida pela hidroxiapatita e convertida em calor, o que causa um derretimento e fusão da estrutura do esmalte e posterior ressolidificação, diminuindo assim a sua permeabilidade. Essa superfície alterada apresenta espaços interprismáticos reduzidos e, conseqüentemente, a menor difusão de ácidos, reduzindo a desmineralização (Tagomori, Iwase, 1995; Hossain et al., 2001). Além disso, a irradiação com laser favorece a formação de pirofosfato, que pode reduzir a dissolução da hidroxiapatita, substituindo o carbonato de hapatita mais solúvel por hidroxiapatita ou fluorapatita na presença de fluoreto (Kwon et al., 2003; Kwon et al., 2005). No entanto, outros estudos mostraram que a aplicação de laser Nd:YAG não foi eficaz contra a erosão do esmalte e dentina (Magalhães et al., 2008; Magalhães et al., 2011). Muitos estudos fizeram ainda a associação do lasers de alta potência com flúor, para aumentar sua incorporação pelo esmalte, diminuindo a dissolução ácida e o desgaste dental (Bevilacqua et al., 2008; Sobral et al., 2009; Rios et al., 2009; Chen, Huang, 2009; Esteves-Oliveira et al., 2011).

Um outro método de prevenção que tem sido investigado em estudos laboratoriais e *in situ*, é o revestimento da dentina exposta com sistemas adesivos, formando uma barreira resinosa que impediria o contato dos agentes agressivos com o substrato dental. Estudos testaram sua proteção contra o desgaste da dentina, após submetidas aos processos de erosão e abrasão, mostrando resultados favoráveis (Azzopardi et al., 2001; Azzopardi et al., 2004; Sundaram et al., 2007). Outro estudo fez a aplicação do adesivo em esmalte e os seus resultados

mostraram que houve diminuição da dissolução do esmalte após desafio ácido (Schmidlin et al., 2012).

O laseres tem sido utilizados também para o condicionamento da superfície dental antes da aplicação de sistemas adesivos, como uma alternativa ao condicionamento ácido (Pashley et al., 1992). Por outro lado, estudos mostraram que a aplicação do laser de Nd:YAG antes do adesivo diminui a força de adesão, pois há derretimento e resolidificação da superfície da dentina (Dederich et al., 1984; Franke et al., 2006). Por outro lado, Gonçalves et al. (1999) testaram a utilização do laser Nd:YAG imediatamente após o sistema adesivos, e verificaram uma melhora na força de adesão, pois a aplicação do laser promove uma recristalização da hidroxiapatita junto com os monômeros, criando um novo substrato, com melhores propriedades adesivas à resina composta. Matos et al. (2000) avaliaram a força de união em esmalte e dentina com aplicação do laser antes e depois dos sistemas adesivos nos dois tecidos e afirma que a força adesiva nas duas estruturas é aumentada com aplicação dos sistemas adesivos e posterior aplicação do laser Nd:YAG. Tendo em vista que o uso do laser isoladamente pode promover uma proteção do esmalte à desmineralização e que o adesivo isoladamente forma uma camada protetora, supõe-se que o uso conjunto destas duas técnicas também seja mais eficaz na proteção do dente contra os desafios erosivos/ abrasivos, como é na adesão à resina.

Mediante o exposto, o estudo do laser em associação aos sistemas adesivos como uma alternativa de prevenção da perda de estrutura dental parece uma alternativa viável, podendo fornecer um dado de substancial importância para a prática clínica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o objetivo de melhor embasar este estudo e abordar as pesquisas mais relevantes presentes na literatura, esta revisão foi subdividida em três tópicos: 2.1 Utilização do laser de alta potência na prevenção da erosão/ abrasão; 2.2 Utilização de sistemas adesivos na prevenção da erosão/ abrasão; 2.3 Estudos sobre a associação do laser com sistemas adesivos.

2.1 Utilização do laser de alta potência na prevenção da erosão/ abrasão

Tsai et al. (2002) estudaram a efetividade do tratamento do laser (pulsado de CO₂ e pulsado de Nd: YAG) *in vitro* sobre resistência ácida do esmalte humano. Trinta superfícies de esmalte foram preparadas a partir de 10 pré-molares (3 superfícies por dente). Duas superfícies experimentais de cada dente foram irradiadas com o laser CO₂ ou Nd:YAG. As condições de irradiação do laser Nd: YAG foram: 120 mJ de pulso de energia incidente, 50 Hz e 0,05 s média do tempo de exposição do esmalte, com a superfície revestida com tinta da china. Para o laser de CO₂, as condições de irradiação foram: 1,33 mJ/pulso de energia incidente, 1000 Hz e 0,075 s média do tempo de exposição do esmalte. Para produzir lesões erosivas, a superfície de cada espécime foi revestida com verniz deixando uma janela retangular de 1 x 3 mm e os espécimes foram então individualmente desmineralizados em 10 ml de solução tampão de lactato (0,1 M, pH 4,5) a 37 °C durante 24 e 72 h após

tratamento de laser. Imediatamente após o desafio ácido, foi analisada a concentração de cálcio na solução de lactato. Os espécimes de esmalte foram lavados duas vezes em água deionizada e seccionados longitudinalmente através do centro da lesão. Uma metade foi preparada para microscopia de luz polarizada (MLP) e a outra metade para microscopia eletrônica de varredura (MEV). A resistência ácida de cada espécime de esmalte foi avaliada por meio da determinação da concentração de cálcio no tampão de lactato e a profundidade de erosão da lesão utilizando a microscopia de luz polarizada, após desafio ácido. Após 24 h de tratamento com ácido a concentração média de cálcio dissolvido no tampão de lactato no grupo do laser CO₂, foi significativamente menor do que no grupo controle, enquanto que a concentração de cálcio dissolvido no grupo laser Nd:YAG não diferem do grupo de controle ($p < 0,05$). A profundidade de erosão no grupo do laser CO₂ foi significativamente mais rasa do que no grupo laser Nd:YAG ($p < 0,001$). Após 72 h de tratamento com ácido, a resistência ácida de nenhuma das superfícies dos grupos tratados diferiram significativamente em relação aos controles. Pela microscopia eletrônica de varredura (MEV) das superfícies de esmalte erodidas com ácido e tratadas com laser tinham tipo I e tipo II padrões de condicionamento do esmalte, fissuras, e superfícies rugosas desordenadas em comparação ao controle do esmalte, com um padrão regular de condicionamento tipo II. A superfície de esmalte tratada com laser de CO₂ ou Nd:YAG foram erodidas pelo desafio ácido, mas apresentaram um menor desgaste quando em comparação ao grupo controle. O laser de CO₂ foi mais eficiente no aumento á resistência a desmineralização do esmalte do que o laser de Nd:YAG.

Magalhães et al. (2008) analisaram o efeito de dois agentes fluoretados (gel e verniz) e a irradiação do laser Nd:YAG (0,5, 0.75, e 1,0 W) separadamente e em combinação na resistência da dentina à erosão. Oitenta espécimes (4 x 4 mm) de dentina radicular de dentes

bovinos foram obtidos e divididos aleatoriamente em oito grupos de acordo com os seguintes tratamentos: G1 - não recebeu nenhum tratamento (controle). G2 - flúor fosfato acidulado (FFA) gel (pH 3,5; Flugel, DFL Rio de Janeiro, Brasil) foi aplicado na superfície de dentina e retirado após 4 min. G3 - foi aplicado o verniz de flúor (Duraphat, Colgate, São Paulo, Brasil) e removido após 6 h. Os Grupos 4, 5 e 6 foram irradiados com laser Nd:YAG (Twinlight; FotonaMedica Lasers, Ljubljana, Eslovénia), em contato e sem contato, perpendicularmente ao espécime através de uma fibra de quartzo com um diâmetro de 300 μ m. Este sistema de laser tem um comprimento de pulso de 250 μ s e repetição taxa de 5 – 10 Hz. O aparelho de laser foi fixado acima de uma mesa horizontal em movimento, o que permitiu os movimentos de varredura em quatro direções (mesial-distal e apical-oclusal; 5 x 5 mm) com uma velocidade uniforme durante 30 s para cada aplicação. Para a aplicação do laser, os espécimes foram transferidos para a mesa, permitindo que o feixe de laser varesse toda a superfície. As condições de irradiação do laser de Nd:YAG para os grupos foram: G4 – 50 mJ de energia, 0,5 W de potência e frequência de 10 Hz; G5 - 75mJ de energia, 0,75 W de potência e 10 Hz de frequência e G6 – 100 mJ de energia, 1 W de potencia e 10 Hz de frequência. G7 - foi aplicado APF e em seguida o laser. G8 - foi aplicado verniz fluoretado e em seguida o laser. Depois dos tratamentos, metade de cada superfície de dentina foi protegida com esmalte para unhas para manter a referência de superfície para determinação da profundidade da lesão. Os espécimes foram armazenados em saliva artificial (30 mL/espécime) durante 24 h e submetidos ao desafio erosivo sendo imersos em Sprite Light® (30 ml/espécime, pH 2.87; Coca-Cola Co, Porto Real, Rio de Janeiro, Brasil) por 1 min quatro vezes ao dia a temperatura ambiente. Entre os ataques erosivos, os blocos foram mantidos em saliva artificial por 59 min. O desgaste erosivo foi avaliado por perfilometria (Hommel Tester T1000, VS, Schwenningen, Alemanha). Os resultados mostraram que o maior

desgaste da dentina (1,20 - 1,52 μm) foi registrado para grupos G5 (laser a 0,75 W), G1 (controle), G4 (laser a 0,5 W), e G6 (laser a 1 W). O G5 diferiu significativamente de G1, G4, G6, os quais não diferiram significativamente um do outro. O G8 (verniz + Laser) teve menos desgaste comparado com os outros grupos de laser G4, G5 e G6 ($p < 0,05$), mas também foi similar ao controle. Somente o G2 (FFA), G3 (verniz), e G7 (FFA + laser) tiveram significativamente menor desgaste (0,47 - 0,81 μm) em comparação ao grupo controle ($p \leq 0,05$). No entanto, G2 e G7 (FFA) não foram significativamente diferentes uns dos outros, mas apresentaram melhores resultados em comparação com grupo G3 (verniz fluoretado) ($p \leq 0,05$). Os autores concluíram que apenas a irradiação com o laser não foi capaz de reduzir a erosão da dentina.

Rios et al. (2009) avaliaram o efeito do laser Nd:YAG e a associação deste ao flúor na inibição da erosão dental e manutenção dos efeitos desse tratamento após o desafio erosivo. Para este estudo foram utilizados 100 blocos de esmalte bovino extraídos de incisivos bovinos, os quais foram divididos em 10 grupos ($n = 10$): G1 - sem tratamento (controle); G2 - tratado com flúor fosfato acidulado (FFA - 1,23%) por 4 min; G3 - tratado com verniz de flúor (NaF 2,26%) por 6 h; G4 - tratado com laser Nd:YAG a 0,5 W de potência, 50 mJ de energia, 10 Hz, com uma durante 30 s em cada aplicação; G5 - laser Nd:YAG 0,75 W de 75 mJ de energia, 10 Hz de frequência, 30 s de aplicação; G6 - 1,0 W laser Nd:YAG (70 J/cm²); G7 - FFA + 0,75 W laser Nd: YAG; G8 - 0,75 W laser Nd:YAG + FFA; G9 - verniz de flúor + 0,75 W laser Nd: YAG e G10 - 0,75 W laser Nd: YAG + verniz de flúor. Após os tratamentos duas camadas de esmalte para unhas foram aplicadas na metade da superfície do esmalte dental a fim de manter a referência superficial para determinar a profundidade da lesão. Dez dias de ciclo erosivo foram realizados por imersão dos blocos em Sprite light® (ácido cítrico, Coca-Cola Co, Porto Real, Rio de Janeiro, Brasil; 10 mL/espécime) durante 1 min, seguido de imersão em saliva artificial por 59 min. Este processo foi repetido

consecutivamente 4 vezes por dia. Em cada dia, durante as 20 h restantes, os blocos foram mantidos em saliva artificial. O nível de desgaste foi analisado por um perfilômetro (Hommel Tester T1000, VS, Schwenningen, Alemanha). Os resultados obtidos foram: no dia 5, todos os grupos tratados apresentaram um menor desgaste significativo quando comparado ao controle. No entanto, no dia 10, só G7 (FFA+ laser) e G8 (laser + FFA) diferiram significativamente do controle ($p < 0,05$). No dia 5, a irradiação Nd:YAG laser promoveu cerca de 41% de redução da erosão (G4 – 38 %; G5 – 41 %; G6 – 45 %) e no dia 10, a redução foi de apenas cerca de 9 % (G4 – 7 %; G5 – 9 %; G6 – 12 %). O efeito combinado de irradiação com laser e a aplicação de fluoreto resultou em cerca de redução da erosão de 54 % (G7 – 59 %; G8 – 57 %; G9 – 58 %; G10 – 40 %) no dia 5 e no dia 10, a redução diminuiu para cerca de 13 % (G7 – 15 %; G8 – 21 %; G9 – 7 %; G10 – 8 %). Os autores concluíram que a associação da aplicação de FFA e irradiação do laser parece ser uma medida preventiva promissora contra erosão dentária.

Sobral et al. (2009) tiveram como objetivo avaliar, a efetividade da irradiação do laser Nd:YAG, associado com a aplicação tópica de flúor fosfato acidulado para a prevenção do amolecimento e perda estrutural, quando os espécimes foram submetidos ao regime de abrasão e erosão ou apenas erosão para dentes bovinos e humanos, respectivamente, usando duas diferentes metodologias. Para a primeira metodologia, foram obtidos espécimes de 100 coroas de dentes bovinos. No centro da face vestibular de cada espécime uma janela de aproximadamente 5 x 5 mm foi delimitada e a área fora da janela foi coberta com duas camadas do adesivo Single Bond (3M/Espe, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos) após condicionamento ácido (ácido fosfórico à 37% v/v; FGM, Joinville, Brasil). Os espécimes foram estocados em água deionizada a uma temperatura de 4 °C. A massa inicial dos espécimes foi obtida usando uma balança analítica (AB204, Mettler Toledo, Greifensee, Suíça). A secagem dos espécimes foi padronizada

para proporcionar uma perda de água homogênea. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n = 25): G1 - não recebeu nenhum tratamento (controle); G2 - flúor fosfato acidulado (1,23% NaF, pH 5,3) foi aplicado topicamente na superfície e deixado em repouso por 4 min. Após esse tempo o flúor foi removido; G3 - foi irradiado com laser Nd:YAG (Pulse master 1000 IQ; American Dental technology, San Carlos, CA), 1064 nm comprimento de onda, 100 ms de duração do pulso através de uma fibra óptica de 300 µm de diâmetro. Toda a superfície do esmalte foi irradiada por 60 s por escaneamento em contato em baixa velocidade, nas direções horizontal e na vertical, para promover uma irradiação homogênea em toda a área do espécime. G4 - os espécimes foram irradiados com o laser Nd:YAG como os mesmos parâmetros citados no G3 e depois coberto com flúor fosfato acidulado (1,23 % NaF, pH = 5,3). Todos os espécimes foram imersos em uma solução de ácido cítrico à 2 % (pH = 2,6) por 30min a temperatura ambiente, 24 h após o tratamento. Depois foram submetidos a 5000 ciclos sob uma carga de 200 g em uma máquina de escovação com dentífrico (Colgate Total, Colgate - Palmolive CO, São Bernardo do Campo, Brasil). Após a escovação os espécimes foram lavados em água corrente. O peso dos espécimes foi obtido novamente após o tratamento para posterior comparação da perda de massa. Para a segunda metodologia foram utilizados espécimes humanos, 20 coroas de dentes humanos recém extraídos e seccionados mesio - distalmente, resultaram em 40 espécimes que foram estocados em água deionizada durante todo o experimento a uma temperatura de 4 °C. Os espécimes foram individualmente incorporados em resina acrílica autopolimerizável em um molde circular e polidos com uma sequência de granulação de 240, 320, 400, 600 e 1200 (Buehler, Lake Bluff, Illinois). Após o polimento os espécimes foram lavados em água corrente. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos (n = 10) e submetidos aos seguintes tratamentos: G5 - não recebeu nenhum tratamento (controle). G6 - flúor fosfato acidulado (1,23 % NaF, pH 5,3) foi aplicado topicamente

na superfície e deixado em repouso por 4 min. Após esse tempo o flúor foi removido (este passo foi repetido três vezes). G7 - foi irradiado com laser Nd:YAG. Os parâmetros utilizados foram os mesmos exceto pelo diâmetro da fibra que foi de 320 μm resultando em uma densidade de energia (D_E) de 125 J/cm². G8 - após a irradiação do laser Nd:YAG, os espécimes foram cobertos com flúor fosfato acidulado. Todos os espécimes foram imersos em uma solução de ácido cítrico à 3 % (pH 2,6) por 90 min a temperatura ambiente, 24 h após o tratamento. A dureza Vickers foi obtida antes e após os tratamentos. Os resultados obtidos foram: para a primeira metodologia, todos os espécimes bovinos tiveram perda de massa, mas a irradiação do laser Nd:YAG + Flúor fosfato acidulado foi mais eficaz e produziu resultados estatisticamente significantes para o desgaste do esmalte. Para a segunda metodologia, os dentes humanos todos os espécimes tiveram mensuradas a dureza Vickers após o tratamentos, mas a irradiação do laser Nd:YAG + Flúor fosfato acidulado foi mais eficaz e produziu melhores resultados para inibição da erosão. Os autores concluíram que o laser Nd:YAG associado com FFA reduziu o desgaste e amolecimento do esmalte bovino e esmalte humano quando os espécimes foram submetidos a um regime de erosão e abrasão ou somente erosão *in vitro*.

Chen, Huang (2009) analisaram a resistência ácida e mudanças estruturais vistas em lesões de cáries incipientes após a irradiação do laser e aplicação de flúor. Para este estudo foram extraídos 160 pré-molares, sem lesão visível de cárie, de pacientes com menos de 15 anos de idade, que receberam tratamento ortodôntico. Os dentes foram cobertos com verniz ácido resistente, e uma janelade 2 mm² não foi coberta para que houvesse a formação de lesão de cárie incipiente. Os dentes foram embebidos em resina acrílica autopolimerizável e cada dente - bloco de resina sofreu um processo de ciclagem de pH consistindo de 6 h em uma solução desmineralizante (10 mL) e 17 h sem uma solução remineralizante (10 mL) por 2 dias para produzir a lesão de

cárie incipiente. Após a formação de lesão incipiente de cárie, todos os blocos dente-resina foram distribuídos aleatoriamente em oito grupos. G1- controle, G2 - aplicação de flúor fosfato acidulado (FFA) apenas, G3 - aplicação de FFA + a irradiação do laser Nd:YAG, G4 - com aplicação de FFA + laser de CO₂, G5 - irradiação do laser Nd:YAG + aplicação de FFA, G6 - aplicação de laser CO₂ + FFA, G7 - irradiação do laser CO₂ apenas e G8 - com irradiação do laser Nd:YAG apenas. Para o laser Nd:YAG os parâmetros foram: 120 mJ de energia 6 W de potência, frequência de 50 Hz, 0,8 ms/pulso. Para o laser de CO₂. Os parâmetros foram: 2 W de potência densidade de energia de 83.33 mJ, 58 mJ de energia velocidade de irradiação 8 mm/seg, contínuo modo de onda. Os espécimes foram irradiados sempre a menos de 1mm de distância do espécime. O flúor fosfato acidulado (FFA) (1,23 % de fluoreto, pH = 3,5) foi aplicado na superfície desmineralizada do esmalte dos espécimes e imersos por 4 min em solução remineralizadora e em seguida lavados em água destilada. Após o tratamento com o laser e o flúor os espécimes passaram por um novo processo de ciclagem de pH por 2 dias: 6 h em uma solução desmineralizante (10 ml) e 17 h sem uma solução remineralizante (10 ml) cada dia, para o desafio ácido. O grupo controle apresentou uma redução estatisticamente significativa ($p < 0,05$) e maior concentração de cálcio em comparação com todos os outros grupos. O grupo FFA também teve uma maior concentração de cálcio estatisticamente significava ($p < 0,05$) do que os grupos de laser. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa em qualquer dos grupos de lasers e combinados com flúor ou não ($p < 0,05$). Em MEV, superfícies derretidas e em crateras de 2 – 5 μ m de diâmetro foram encontradas nos grupos laser de CO₂ e laser de Nd:YAG. A análise pela Microscopia de Luz Polarizada (MLP) mostrou que antes da descalcificação do esmalte possuía um padrão de birrefringência amarelo e após desafio ácido o esmalte mostrou-se com um padrão de birrefringência amarelo - azulado. Os autores concluíram que usando lasers e flúor em esmalte descalcificado parece aumentar a

resistência a demineralização do esmalte, e os efeitos dos lasers foram melhores do que os do tratamento com flúor.

Magalhães et al. (2011) realizaram um estudo *in vitro* para analisar a influência da irradiação do laser Nd:YAG na eficiência do tetrafluoreto de titânio (TiF_4) e fluoreto de sódio (NaF) vernizes e soluções na proteção do esmalte contra a erosão. Espécimes de esmalte (4 x 4 x 3 mm) foram obtidos da face vestibular de incisivos e polidos. Duas camadas de esmalte para unhas foram aplicadas na metade da superfície de cada espécime para manter a referência para determinação da perda do esmalte após o experimento. Vinte espécimes de esmalte bovino foram pré-tratados com verniz de NaF (Duraphat- Colgate, 2,26 % F, pH 4,5), verniz de TiF_4 (FGM – Dentscare, 2,45 % F, pH = 4,5), solução de NaF (2,26 % F pH = 4,5), solução de TiF_4 (2,45 % F, pH = 1,2), verniz placebo (FGM - Dentscare, pH = 5,0), Nd:YAG (84,9 J/cm²), Laser Nd:YAG antes do verniz de NaF, Nd:YAG antes do verniz de TiF_4 , Laser Nd: YAG, antes do NaF, Laser Nd:YAG antes da solução TiF_4 e Laser Nd:YAG antes do verniz placebo. A irradiação do laser Nd:YAG foi realizada perpendicularmente nos espécimes com uma fibra óptica (320 µm de diâmetro) em contato, com 300 µs de duração de pulso, 60 mJ de energia, 10 Hz de frequência, resultando em uma energia de 84.9 J/ cm². O Controle permaneceu sem tratamento. Dez espécimes de cada grupo foram então submetidos a uma desmineralização erosiva com Sprite Zero® (Coca-Cola Co, Porto Real, Rio de Janeiro, Brasil, pH 2.6, 30 mL/ amostra à 25 °C ; 4 x 90 s/dia por 5 dias) e remineralização (saliva artificial, entre os ciclos erosivos) por 5 dias. A perda do esmalte foi medida por um perfilômetro de contato (Hommel Tester T1000, VS, Schwenningen, Alemanha). Adicionalmente, espécimes tratados, mas não erodidos foram também analisados por microscópio eletrônico de varredura (MEV) (cada grupo n = 2). Os resultados obtidos foram que apenas o verniz de TiF_4 (1,8 ± 0,6 mm), o laser antes do verniz de TiF_4 (1,7 ± 0,3 mm) e laser antes da solução de TiF_4 (1,4 ± 0,3 mm) reduziram

significativamente a erosão do esmalte em comparação como controle ($4,1 \pm 0,6$ mm). As imagens de MEV mostravam que os espécimes tratados com verniz TiF_4 apresentaram um revestimento de superfície. Os autores concluíram que o laser de Nd:YAG não influenciou a eficácia do flúor, exceto no caso da solução de TiF_4 . Entretanto, o verniz de TiF_4 protegeu contra a erosão do esmalte, independentemente da influência da irradiação com o laser.

2.2 Utilização de sistemas adesivos na prevenção da erosão/abrasão.

Azzopardi et al. (2001) realizaram um método de mensuração do desgaste e avaliaram a proteção dada pelos adesivos dentinários a um regime de erosão/abrasão. Os agentes adesivos Seal & Protect (Dentsply, UK) e Optibond Solo (Kerr, UK), foram aplicados em 20 dentes e submetidos a 3000 ciclos abrasivo em uma máquina de escovação e erosivo em 0,1 M de ácido hidrocloreídrico. Impressões foram realizadas com o material de moldagem polivinil siloxano leve (Panasil®, Kettenbach, Germany) e foram escaneados por um perfilômetro a laser (Keyence LC-2450, UBM Messtechnik, Alemanha), o qual mostrou a diferença da medida de desgaste antes e depois de submetido ao regime de desgaste. A quantidade de desgaste do adesivo Seal & Protect teve uma média $24,8 \mu\text{m}$ ($\pm\text{DP } 57,4 \mu\text{m}$) e para o Optibond Solo $1,4 \mu\text{m}$ ($\pm\text{DP } 24,5 \mu\text{m}$), e esta é uma diferença estatisticamente significativa ($p = 0,02$). Não houve diferença estatisticamente significativa na medida de desgaste nos dentes escovados em água ou imersos em ácido. A profundidade do desgaste nos dentes não protegidos foi $243 \mu\text{m}$ ($\pm\text{DP } 120 \mu\text{m}$) e teve diferença estatisticamente significativa para a proteção da superfície. Os autores concluíram que Seal & Protect e Optibond Solo protegeram os

dentes do regime de desgaste e a técnica poderia ser utilizada clinicamente para pacientes com erosão dental de difícil controle clínico.

Azzopardi et al. (2004) investigaram a proteção da dentina contra erosão dos ácidos após a cobertura da superfície com sistemas adesivos resinosos. Eles observaram e quantificamos efeitos dos ácidos e dos tecidos moles, especialmente a língua, na dentina e os sistemas adesivos, usando quatro técnicas: avaliação qualitativa como a microscopia eletrônica de varredura (MEV), rugosidade da superfície e espessura do adesivo com a microscopia confocal de varredura e perda de volume como perfilômetro laser. Um projeto de investigação *in situ* com dentina extraídas e incorporadas em placas ortodônticas de acrílico foram realizadas para 10 voluntários (sem evidências clínicas de erosão dental), as quais se localizavam e recobriam o palato não interferindo na oclusão. Quatro espécimes estéreis de dentina, retirados do plano médio-coronal dos dentes extraídos (S1, S2, S3 e S4) foram inseridos simetricamente na placa. S2 e S3 foram posicionados de cada lado da linha média na maxila anterior e S1 e S4 foram colocados nas regiões prémolares/molares da placa. Foram usinados discos de aço inoxidável (Exactoscale Ltd., Esher, Surrey, UK) de 2 mm de diâmetro e 0,2 mm de espessura, os quais foram cimentados na borda da amostra de dentina para agir como um ponto de referência para medir o desgaste do dente. Os espécimes de dentina foram protegidos com adesivos. Nos espécimes S2 foi aplicado o adesivo Seal & Protect (S&P) e nos espécimes S3 foi aplicado o adesivo OptibondSolo (OS). Seal & Protect foi aplicado sem condicionamento ácido enquanto Optibond teve aplicação de 10 s de condicionamento ácido. Os voluntários usaram essas placas por um total de 160 h e todos os dias três espécimes S1, S2 e S3 eram imersas em uma solução de ácido cítrico (0,05M) por 24 min, enquanto o espécime S4 não era submersa em ácido cítrico para atuar como controle. Réplicas positivas de resina epóxi da superfície dos espécimes foram feitas no início e após subsequentes impressões. A seguir foram realizadas avaliações

qualitativas com a microscopia. Os tratamentos de superfície realizados, com o Seal & Protect e Opitbond Solo, protegeram as superfícies dos dentes contra o desgaste. Não houve diferenças estatísticas entre as superfícies de controle e aqueles protegidos com agentes adesivos para a rugosidade da resina, espessura e perfilometria. As aparências das placas, tanto na microscopia confocal quanto MEV mostraram que o material manteve-se no lugar, apesar de um regime de desgaste vigoroso e, portanto, protegendo a superfície do dente. Para pacientes com erosão descontrolada ou excessivo desgaste, a aplicação de um sistema adesivo sobre a dentina exposta é uma opção prática para evitar mais danos.

Sundaram et al. (2007) investigaram a hipótese que se cobrir dentes erodidos com agente adesivo a base de resina (Seal & Protect, Dentsply) proporcionaria maior proteção contra o desgaste. Dezenove adultos com desgaste vestibular e com exposição de dentina foram recrutados e orientados a responder um questionário sobre seus hábitos alimentares e os desgastes foram classificados em quatro níveis: (0) sem desgaste, (1) desgaste em esmalte, (2) mínima exposição dentinária, (3) dentina exposta em mais de 2/3 da superfície, (4) exposição pulpar. Dentes alternados foram revestidos com o adesivo a base de resina, ao passo que os dentes não revestidos atuaram como controle. Impressões precisas, realizadas com silicone (President, Coltene, Suíça), dos dentes erodidos, sobre a qual foram cimentados e usinados discos de aço inoxidável (Exactoscale Ltd, Surrey, UK) de 2 mm de diâmetro e 0,2 mm de espessura para atuarem como áreas de referência. Os pacientes foram chamados em 3, 6, 9, 12 e 24 meses para a tomada de novas impressões. As superfícies foram escaneadas em um perfilômetro a laser sem contato (Keyence LC - 2400, Osaka, Japão) e a altura do degrau vertical entre o disco e a superfície do dente foi mensurada. As mesmas áreas foram selecionadas para cada uma das impressões sucessivas do espécime do mesmo dente para 3, 6, 9, 12 e 24 meses. A espessura média do adesivo na aplicação foi de 0,15 mm e,

de 0 a 6 meses, a taxa de desgaste do controle de dentes foi maior do que nos que foram aplicados o adesivo. Houve uma diferença estatisticamente significativa no desgaste medido entre os dentes cobertos com adesivo e o controle em três meses. Este estudo mostrou que o revestimento de dentes erodidos com um adesivo à base de resina tem o potencial de evitar o desgaste posterior do dente.

Tajima et al. (2009) avaliaram os efeitos do revestimento de superfícies dentinárias com adesivo na prevenção da desmineralização da dentina radicular. Foram extraídos 35 pré-molares humanos por razões ortodônticas, os quais foram removidos o cimento e exposta a dentina radicular, separadas as coroas das raízes na junção cimento esmalte. Três ranhuras (0.3 mm de largura e 3 mm de distância) foram feitas nas faces vestibular e lingual das raízes com distância entre elas de 5 mm. Uma resina à base de MMA (Super-Bond C& B, Sun Medical, Siga, Japão), foi utilizada para preencher as ranhuras sem qualquer pré-tratamento da dentina, então foram repolidas de tal modo que este nível de superfície plana foi definida como nível original não desmineralizada. Após as superfícies dos espécimes foram revestidos com duas camadas de esmalte para unhas com a exceção da superfície base. Os espécimes foram subdivididos em sete grupos com cinco amostras em cada. Uma única camada de Clearfil SE Bond (SE), Tri-S Clearfil Bond (TS), G-Bond (GB), HybridBond (HB), foi aplicado HB em uma camada (HB-1), ou duas camadas (HB-2). Os espécimes foram imersos numa solução desmineralizante artificial, seccionados no centro da raiz e polidos. A espessura da camada de revestimento e a profundidade da camada de dentina desmineralizada foram observadas em um microscópio confocal de varredura a laser (MCVL). Valores de nanodureza da camada de revestimento e dentina foram medidos através de um teste de nanoindentação. Todos os dados foram analisados estatisticamente. A desmineralização da dentina não foi observada nos grupos com exceção no grupo de aplicação de uma camada do Hrybrid

Bond (HB-1), e nanodurezada dentina subjacente era comparável à dentina normal. Os autores concluíram que as superfícies dentinárias com revestidas com adesivos parece ser uma prática promissora para prevenir a desmineralização.

Schmidlin et al. (2012) compararam o potencial de proteção de um adesivo convencional (Heliobond, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), um infiltrante de cárie (Icon DMG, Hamburg, Alemanha) e a combinação de ambos, contra o desafio ácido *in vitro*. Foram confeccionados 150 discos a partir de dentes bovinos; 65 amostras permaneceram sem tratamento, enquanto que a outra metade foi sujeita a um processo de desmineralização (14 dias, tampão de ácido, pH = 5) para criar lesões artificiais de cárie em esmalte. Os espécimes foram, então, radioativamente irradiados, desmineralizados e tratados. Alguns espécimes foram tratados com o adesivo seguido por um compósito de baixa viscosidade (Tetric Evo Flow, Ivoclar Vivadent), o qual serviu como controle positivo, enquanto que os espécimes não tratados serviram como controle negativo. Todos os espécimes foram então submetidos a desmineralização em ácido láctico, durante 3 semanas a um pH = 4. A perda de apatita foi determinada utilizando o método radioquímico de cintilação líquida. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis, ANOVA um fator e testes Scheffé ($p < 0,05$). Os autores obtiveram como resultado que os espécimes não tratados mostraram a maior taxa de perda de apatita, enquanto aquelas tratadas com o adesivo e o compósito de baixa viscosidade mostrou proteção quase completa da superfície contra a dissolução. Logo, o infiltrante de cárie, o adesivo e a combinação de ambos foram capazes de diminuir a dissolução do esmalte, mas a combinação de ambos foram mais eficazes.

2.3 Estudos sobre a associação do laser com sistemas adesivos.

Gonçalves et al. (1999) investigaram os efeitos da irradiação com laser ND:YLF (1,31 J/cm², 250 mJ por pulso), condicionamento ácido e hipermineralização sobre a resistência ao cisalhamento da adesão do Sistema adesivo Scotchbond Multi- Purpose Plus (3M Dental Products) com aplicação do laser antes da aplicação do sistema adesivo e após aplicação sistema adesivo. Foram selecionados 60 incisivos bovinos e armazenados a 18 °C. As superfícies vestibulares foram expostas e radiografadas. Foram tomadas medidas para controlar a espessura da dentina e depois os espécimes foram separados em dois grupos: (1) o controle, que foi mantido em água destilada à temperatura de 4°C, (2) os hipermineralizados, que foram mantidos em solução hipermineralizante a 4°C durante 14 dias. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos de acordo com o tipo de pré-tratamento da dentina utilizado: M (condicionamento ácido + primer + bond); AL (condicionamento ácido + primer + bond + laser) e LA (laser + condicionamento ácido+ primer + bond). Um cilindro de resina composta padrão (Z100 -3M) foi ligado à superfície da dentina e a força de união foi testada na máquina Instron, seguido por microscopia de varredura (MEV) e análise de difração de raios - x. A análise de variância (ANOVA) mostrou que os pré-tratamentos influenciaram nos valores de força de união ($p < 0,05$): AL (9,96 MPa), M (7,28 MPa) e LA (4,87 MPa). A interação entre os grupos de e factores de pré - tratamento também influenciaram a força de união ($p < 0,05$). Os valores mais elevados foram obtidos para a interação controle / AL (11,64 MPa). Os resultados sugerem que o tratamento da dentina com o laser, após a aplicação do sistema adesivo é eficiente na obtenção de uma força de adesão superior e é promissora como um novo substrato adesivo.

Matos et al. (1999) avaliaram a resistência à tração de resina composta à dentina tratada com o laser Nd:YAG, antes e depois dos procedimentos de adesão. Trinta dentes anteriores humanos hígidos, recém-extraídos por razões periodontais, foram usados. Após o desgaste da superfície vestibular até à exposição da dentina, os espécimes foram separados em três grupos e receberam os seguintes tratamentos: (grupo 1) controle positivo; (grupo 2) irradiação do laser (0,6 W de potência, 15 Hz de frequência, 40 mJ por pulso) por 30 s , condicionamento ácido, sistema adesivo; (grupo 3) condicionamento ácido e laser. Os cilindros de resina composta (Z100, 3M, Saint Paul, MN) foram construídos em um molde de cones invertidos de 3 mm de diâmetro. A resistência à tração foi realizada utilizando a máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm / min. Os resultados foram submetidos a teste ANOVA ($p < 0,05$), que determinou que os tipos de tratamentos dentinários utilizados tiveram uma influência na resistência à tração. O teste de Tukey , no entanto, mostrou que grupo 1 e 3 tiveram resultados semelhantes, sendo ambos foram superiores ao grupo 2. Os autores Concluíram, com base nos resultados obtidos, que o grupo 1 (sem a laser) e o grupo 3 (laser, após sistema adesivo) tiveram resultados semelhantes e mais elevados do que os observados para o grupo 2 (laser antes do sistema adesivo).

Matos et al. (2000) Avaliaram a resistência adesiva da resina composta em esmalte e dentina, tratada com laser Nd:YAG pulse master 1000 (American dental technology Southfield, Michigan, Estados Unidos) (0,6W de potência, 40 mJ de energia por pulso, 15 Hz de frequência) antes e depois dos procedimentos de adesão. Foram utilizados 48 dentes humanos divididos em seis grupos. Os tratamentos nos grupos 1, 2 e 3 foram feitos em esmalte dental, sendo o Grupo 1 - Clearfil Liner Bond 2V (CLB 2V) (J. Minota, Osaka Japão) (controle); Grupo 2 - Nd:YAG + CLB 2V; Grupo 3 - CLB 2V + Nd:YAG. Os Tratamentos nos grupos 3, 4 e 5 foram realizados em dentina, sendo o grupo 4 - CLB 2V (controle); grupo 5 - Nd:YAG + CLB 2V; Grupo 6

(dentina), CLB 2V + Nd:YAG. Foi realizado o teste de tração e os resultados obtidos foram: esmalte eram mais baixos do que dentina. A Resistência adesiva antes do laser foi menor do que o laser depois do sistema adesivo. Resultados de interação G1 x G3; G2 x G3; G4 x G1; G2 x G5 foram estatisticamente significantes. Os autores concluíram que a resistência adesiva de compósitos associados com sistemas adesivos autocondicionantes foi maior em dentina do que em esmalte, e que o melhor momento para a aplicação de laser Nd:YAG é após o uso do sistema adesivo. Os sistemas adesivos autocondicionantes testados neste estudo, podem ser utilizados em conjunto com laser Nd:YAG, sem comprometer a adesão à dentina.

Franke et al. (2006) avaliaram a força de adesão de um sistema adesivo (Single Bond, 3M Dental Products, St Paul, Minnesota, EUA) à dentina irradiada com Nd:YAG (Quanta-Ray GCR-11 Spectra-Physics, Mountain View, CA, EUA) após a aplicação do adesivo, mas com aplicação desse antes da polimerização. O experimento foi conduzido *in vitro*, utilizando 12 dentes humanos recém-extraídos e foram preparados espécimes de dentina e polidos. Para o teste de microtração, os dentes foram separados em quatro grupos diferentes de acordo com a densidade de energia da irradiação de laser e frequência padrão de 10 Hz e ponte de constante intensidade de luz de 3mm de diâmetro. Grupo L0 - grupo com apenas a aplicação do sistema adesivo; Grupo L 5 – aplicação do sistema adesivo e laser Nd:YAG (5 J/cm²; 35 mJ) ; Grupo L 10 – aplicação do sistema adesivo e laser Nd:YAG (10 J/cm², 70 mJ) e Grupo L 50 – aplicação do sistema adesivo e aplicação do laser Nd:YAG (50 J/cm², 353,25 mJ). Os dados foram analisados com ANOVA e os testes de LSD, e os resultados indicaram que o grupo que foi irradiado com 5 J/cm² tinha valores de resistência significativamente maior. A Penetração de adesivo na dentina condicionada foi observada por microscopia eletrônica de varredura, onde as imagens mostraram melhor penetração adesivo dentro dos túbulos dentinários depois da irradiação da dentina com 5 J/cm². Os

autores concluíram que a irradiação da dentina com o laser Nd:YAG abaixas densidades de energia após a aplicação do adesivo, mas antes da polimerização, pode ser positivo para o processo restaurador adesivo pois melhoram a força de adesão.

Arisu et al. (2011) avaliaram, em um estudo *in vitro*, o efeito dos tratamentos de hipersensibilidade cervical sobre a força de adesão de adesivos com dentina tratada. Os espécimes foram confeccionados a partir do esmalte cervical lingual de 42 terceiros molares mandibulares humanos recém-extraídos e desgastados para expor a dentina cervical. As superfícies de dentina foram polidas com uma série de lixas de carboneto de silício, e a smear layer foi removida com uma solução ácida de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA). Os dentes foram divididos aleatoriamente em seis grupos: Grupo 1 - Vivasens (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), Grupo 2 - BisBlock (Bisco Inc, Schaumburg, IL, EUA); Grupo 3 - gel de flúor aplicado por 4 s (Dental Medical, Conegliano TV, Itália); Grupo 4 - Nd:YAG (120 mJ de energia, 20 Hz de frequência, 2.4 W de potência) por 10 s a uma distância de 1 mm do espécime, Grupo 5 - Clearfil SE + Nd:YAG, o sistema adesivo foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante e o laser foi aplicado antes da fotopolimerização por 10 s do adesivo, e Grupo 6 - nenhum tratamento (controle). Os espécimes foram restaurados com um adesivo de dois passos autocondicionante Clearfil SE primer e bond (Kuraray, Osaka, Japão), com exceção do grupo 5. A seguir cinco espécimes de cada grupo foram aleatoriamente selecionados e restaurados com uma resina composta nanohíbrida Filtek Supreme (3M ESPE, St Paul, MN, EUA). A interface adesiva de dois espécimes de cada grupo foi examinada usando microscopia eletrônica de varredura. Os espécimes foram seccionados perpendicularmente à interface adesiva produzindo palitos (área adesiva 1 mm²). Estes foram, então, submetidos a um teste de microtração. Os dois espécimes restantes de cada grupo foram seccionados perpendicularmente à interface de união entre o

desensibilizantes e a dentina e examinados em MEV. Os dados foram comparados por meio de análise de variância um fator, ao nível de significância de 0,05. A resistência adesiva do grupo controle foi significativamente mais elevada do que aquela encontrada para o grupo 1, grupo 2, grupo 3 e grupo 4 ($p < 0,05$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre o grupo 5 e do grupo de controle. A maioria das falhas prematuras foram observadas no grupo 2 (80 %), e o menor número de falhas prematuras foram visto no grupo 5 (13,3 %). Os resultados do teste de microtração foram analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e concluíram que o tratamento com dessensibilizantes produz, com a exceção da associação adesivo e laser, redução na força de adesão em adesivos autocondicionantes à dentina.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da aplicação de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes, sozinhos ou associados ao laser de Nd:YAG na prevenção do desgaste erosivo e abrasivo do esmalte dental.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

4.1.1 Unidades Experimentais

- 160 espécimes de esmalte obtidos a partir de dentes incisivos bovinos.

4.1.2 Fatores em estudo

- Tratamentos da superfície de esmalte em oito níveis: Single Bond Universal, Single Bond Universal + laser, FuturaBond U, FuturaBond U + laser, G-aenial Bond, G-aenial Bond + laser, laser apenas, controle sem tratamento.

4.1.3 Variável de Resposta

- Desgaste erosivo.

4.2 Preparo dos espécimes

Foram utilizados dentes incisivos bovinos recém-extraídos, obtidos de animais com idade média de três anos. Os dentes foram limpos com curetas periodontais para remover todo e qualquer resíduo de tecido gengival aderido à superfície e posteriormente armazenados em solução de timol a 0,1 %, pH 7,0, durante todo o período de preparo dos espécimes de esmalte (Attin et al., 2007).

Os dentes foram seccionados transversalmente ao seu longo eixo, abaixo da junção amelo-cementária para remoção das raízes, utilizando um disco diamantado (Dremel, Racine, Wisconsin, Estados Unidos), acoplado a um torno de alta rotação (Nevoni, São Paulo, Brasil) (Figura 1 A). As polpas dentais foram extirpadas utilizando limas endodônticas e a câmara pulpar foi irrigada com água deionizada para remoção de detritos.

As coroas dentais foram fixadas em uma base posicionadora para permitir o corte de amostras cilíndricas de esmalte-dentina, a partir da superfície vestibular, utilizando uma broca trefina com 3 mm de diâmetro interno revestida por diamante, por meio de um equipamento para corte circular de amostras (Figura 1 B e C).

Na sequência, os espécimes foram inseridos em uma matriz de silicone com 6 mm de diâmetro e 3,1 mm de profundidade. No fundo da matriz havia uma cavidade em um segundo nível com 3 mm de diâmetro e 0,1 mm de profundidade. Na lateral da matriz havia uma projeção em forma de linha curva produzindo um sulco lateral no espécime, para auxiliar o correto posicionamento da amostra durante a leitura do perfil (Figura 1 D). Os espécimes foram posicionados no interior desta cavidade interna com a superfície do esmalte voltada para o fundo do molde (Figura 1 E). O molde foi então preenchido com resina acrílica auto polimerizável de cor rosa (Jet, Clássico artigos odontológicos LTDA,

Campo Limpo Paulista, São Paulo, Brasil) (Figura 1 F) e levado a uma polimerizadora de resina de acrílica (City máquinas equipamentos para prótese e materiais, Guarulhos, São Paulo, Brasil), imerso em água e submetido a uma pressão de 30 psi até a total polimerização, desta forma, evitando bolhas no interior na resina acrílica devido à pressão, proporcionando uma superfície com menor número de defeitos (Figura 1G e 1 H). Dessa forma foram obtidos espécimes de esmalte embutidos, com a exposição de uma área padronizada de esmalte (Figura 1 I).

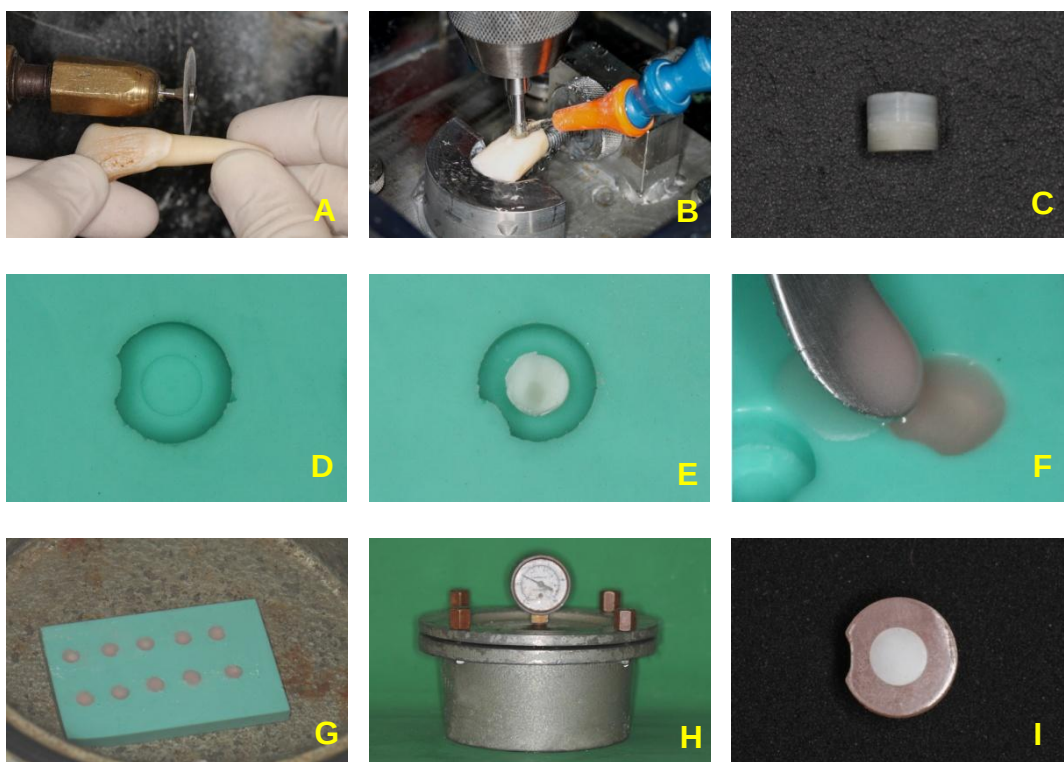


Figura 1 - A) Separação da coroa-raiz em torno de alta rotação; B) Corte dos espécimes de esmalte-dentina no equipamento para corte circular; C) Espécime de esmalte e dentina após recorte de 3 mm de diâmetro; D) Matriz de silicone com cavidade de 0,1 mm de profundidade em segundo nível; E) Posicionamento do espécime com a superfície do esmalte voltada para o fundo do molde; F) Preenchimento do molde com resina acrílica; G) Molde com espécimes colocados no interior da polimerizadora de resina; H) Polimerizadora de resina com pressão de 30 psi; I) Espécime após o embutimento.

Os espécimes foram posicionados em um dispositivo de metal para facilitar o polimento, com um orifício central com 6 mm de diâmetro, o qual contém uma cavidade em um segundo nível com 3 mm de diâmetro para acomodar a projeção do esmalte, cuja profundidade foi ajustada em 3 mm (Figura 2 A). Primeiramente foi realizado o desgaste da base do espécime sendo posicionado com a face do esmalte voltada para a superfície interna do dispositivo (Figura 2 B). O conjunto foi posicionado sobre a plataforma giratória da politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), sendo utilizada lixa de carbeto de silício de granulação P1200 (Extec Corp., Enfield, Connecticut, USA), para a remoção dos excessos da resina acrílica e padronização da espessura (Figura 2 C). Em seguida o espécime foi posicionado em um outro dispositivo para polimento, semelhante ao anterior, mas sem a cavidade em segundo nível, com a face de esmalte voltada para a superfície externa do dispositivo, para realizar a planificação do esmalte, permitindo o paralelismo entre as superfícies polidas e a base de metal no qual foram fixados os espécimes (Figura 2 D e E). O conjunto foi novamente posicionado sobre a plataforma giratória da politriz circular, sendo utilizadas lixas de carbeto de silício de granulação P1200, P2400 e P4000 (Extec Corp., Enfield, Connecticut, USA), sob refrigeração com água por 30 s, 60 s e 2 min, respectivamente (Figura 2 F).

Entre as trocas de lixas, os espécimes foram lavados em banho ultrassônico (Ultrasonic Cleaner, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil), durante 10 min, com água deionizada (200 ml), a fim de remover resíduos de grãos de abrasivo que poderiam interferir na lisura da superfície polida. Após o último polimento, os espécimes retornaram ao ultrassom, durante 10 min para a limpeza final (Figura 2 G).

A superfície do esmalte dos espécimes polidos foi analisada em estereomicroscópio (Carl Zeiss – Stemi 2000 -20X), e as que apresentaram trincas e imperfeições foram descartadas.

Foram realizados dois riscos paralelos na superfície dos espécimes, sobre a resina acrílica e lateralmente à superfície de esmalte, utilizando dispositivo projetado em uma pequena mesa de coordenadas XY, com uma base giratória, contendo uma ponta de aço (Figura 2 H). Estas marcações paralelas serviram como guias para orientação a sobreposição dos gráficos resultantes das leituras dos perfis obtidos (Figura 2 I).

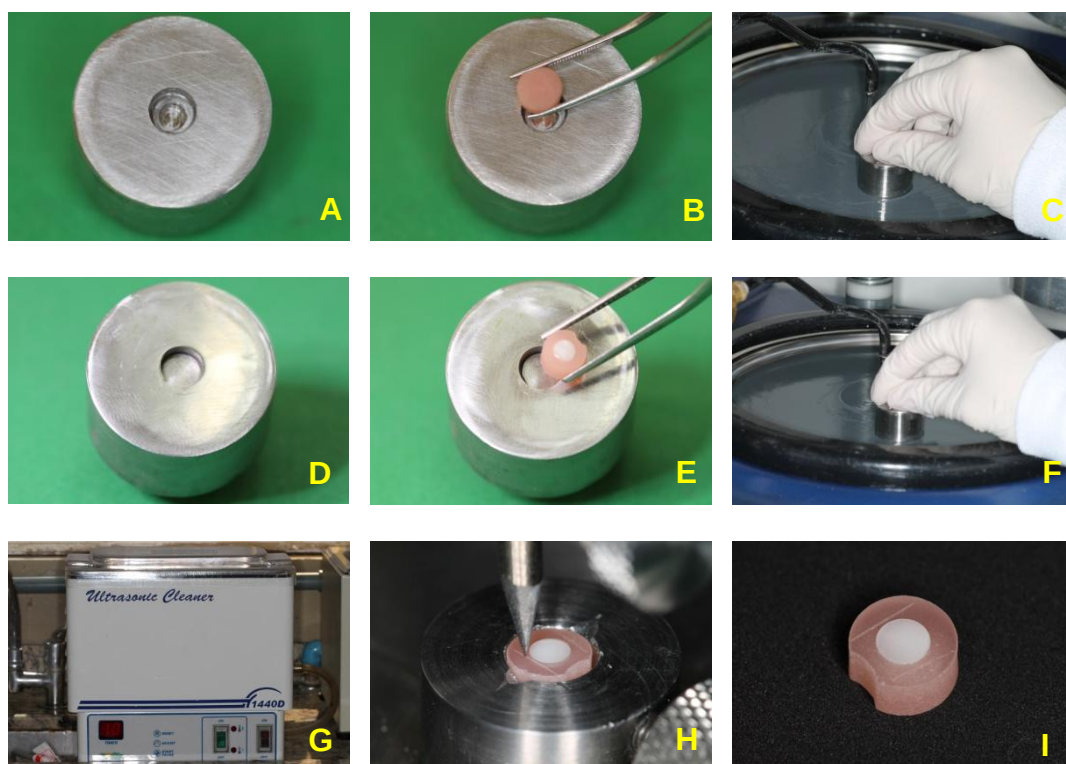


Figura 2 - A) Dispositivo metálico para polimento da base do espécime com uma cavidade em segundo nível para acomodar a projeção de esmalte; B) Espécime posicionado em dispositivo metálico para desgaste da base; C) Polimento em politriz circular para desgaste da base; D) Dispositivo metálico para polimento da superfície de esmalte; E) Espécime sendo posicionado para polimento do esmalte; F) Polimento em politriz circular para planificação do esmalte, G) Banho ultrassônico H) Marcação de duas linhas paralelas entre si no espécime, I) Espécime com as marcações realizadas.

Os espécimes foram numerados e então submetidos a uma erosão inicial, simulando um paciente cujas superfícies dentais já foram anteriormente afetadas pela erosão. Para tal os espécimes foram inseridos em matrizes de silicone e estas por sua vez inseridas em um pote perfurado, para inserção e retirada de todos os espécimes ao mesmo tempo no ácido cítrico a 0,3% (pH = 2,6), por 5 min, sob agitação em um agitador multifuncional de Kline (Biomixer, Jiangsu, China) a uma frequência de 120 rpm , e a seguir lavadas em água deionizada tipo I (Wegehaupt et al., 2012) (Figuras 3 A, B, C e D). Em seguida foram inseridos em um dispositivo posicionador de metal que apreende os espécimes sempre na mesma posição, devido a um sulco lateral que foi produzido no espécime durante sua confecção pelo molde, de forma a padronizar a posição dos mesmos durante as leituras realizadas (Figura 3 E).

Foram então medidos os perfis iniciais da superfície de esmalte dos espécimes utilizando um perfilômetro (Mar Surf GD 25, Mahr – Goettingen, Alemanha) (Figura 3 F), e o software (Mar Surf XCR 20 4.50-07 SP3) sendo realizadas três varreduras com extensão de 4,20 mm a uma distância de 0,25 mm entre elas, sendo previamente programadas no software do perfilômetro (Figura 4). Um exemplo de perfil inicial pode ser visto na Figura 5.

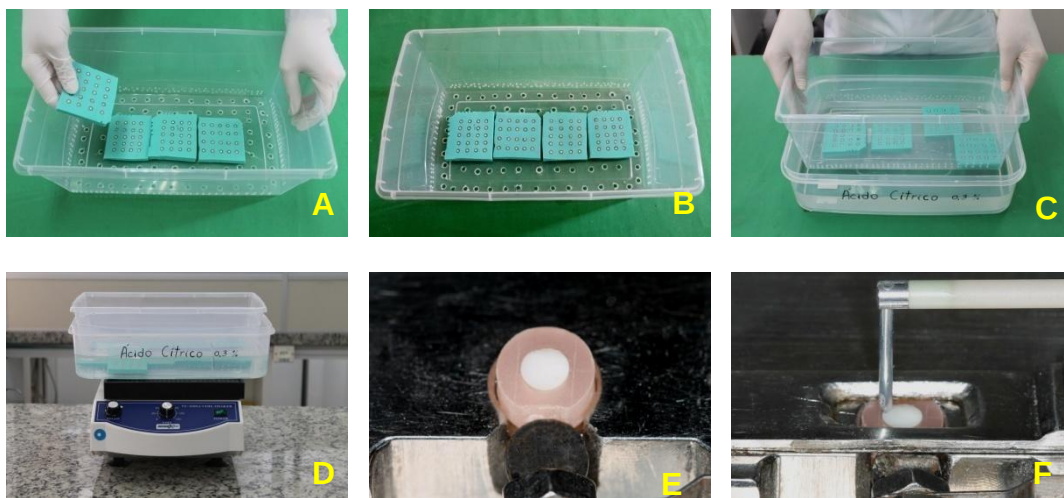


Figura 3 - A) Espécimes dentro da matriz de silicone sendo inseridos no interior de um pote perfurado; B) Espécimes dentro do pote perfurado; C) Pote perfurado sendo inseridos em ácido cítrico para erosão inicial; D) Conjunto sob agitação horizontal por 5min; em dispositivo posicionador de metal que apreende os espécimes no perfilômetro; E) Espécime posicionado na mesma posição devido a sulco lateral; F) Leitura em perfilômetro de contato.

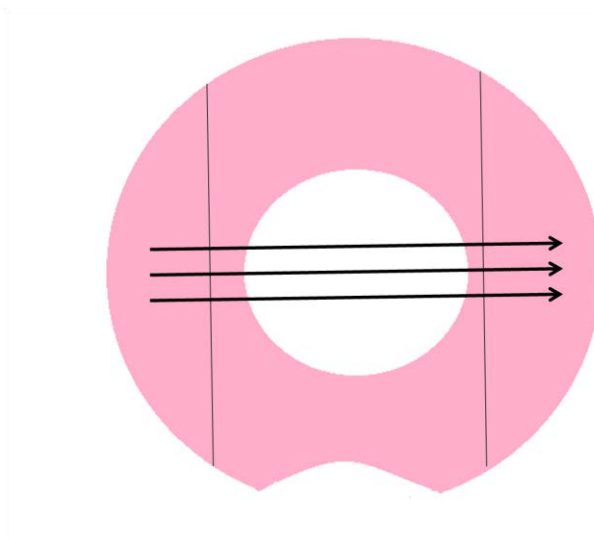


Figura 4 - Esquema representativo das três varreduras realizadas durante a leitura em perfilômetro com extensão de 4,20 mm a uma distância de 0,25 mm entre elas.

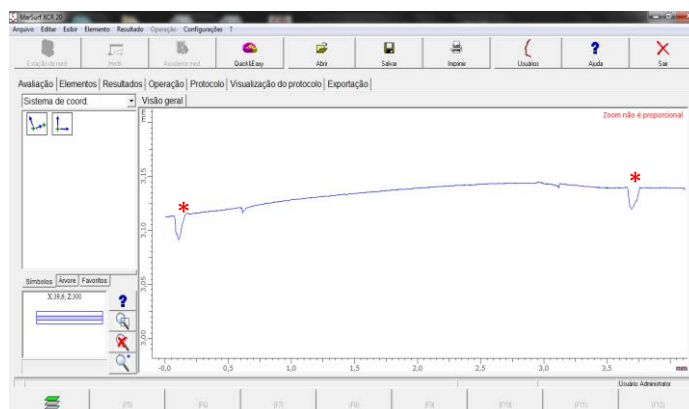


Figura 5 - Visualização gráfica do perfil inicial obtido pelo software Mar Surf XCR 20. (*) Marcações paralelas realizadas nos espécimes observadas no gráfico.

4.3 Divisões dos grupos experimentais

Foram utilizados 160 espécimes de esmalte bovino, distribuídos aleatoriamente em oito grupos (n=20), conforme descrito abaixo, de acordo com o tipo de adesivo a ser utilizado.

- **Grupo SB** - Aplicação do adesivo autocondicionante Single Bond Universal e fotopolimerização;
- **Grupo SB + L** - Aplicação do adesivo autocondicionante Single Bond Universal seguido pela irradiação do laser de Nd:YAG e fotopolimerização;
- **Grupo FB** - Aplicação do adesivo autocondicionante Futura Bond U e fotopolimerização;
- **Grupo FB + L** - Aplicação do adesivo autocondicionante Futura Bond U seguido pela irradiação do laser de Nd:YAG e fotopolimerização;
- **Grupo GEN** - Aplicação do adesivo autocondicionante G-aenial Bond e fotopolimerização;

- **Grupo GEN + L** - Aplicação do adesivo autocondicionante G-aenial Bond seguido pela irradiação do laser de Nd:YAG e fotopolimerização;
- **Grupo L**- Apenas irradiação do laser Nd:YAG;
- **Grupo C**- nenhum tratamento (controle).

No Quadro 1 é apresentada a composição de cada sistema adesivo testado.

Quadro 1 - Observa-se a composição e demais detalhes dos sistemas adesivos empregados.

ADESIVOS	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE	LOTE
Single Bond [®] Universal	Nanopartícula de sílica, BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, água, fotoiniciador e um copolímero funcional de metacrilato de ácidos poliacrílico e polialcenóico.	3M ESPE, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos	504834
FuturaBond U [®]	2- hidroxietil metacrilato, BIS-GMA, HEDMA, monômero adesivo ácido, dimetacrilato de uretano	Voco, Cuxhaven, Alemanha	130847
G-aenial [™] Bond	Acetona, água destilada, dimetacrilato, metacriloxietiltrimelitatoanidrido, Estermonômero ácido fosfórico, dióxido de silício e fotoiniciador	GC Incorporation, Hasunuma-cho, Itabashi-ku, Tokyo, Japão	1205101

4.4 Tratamento da superfície

Antes da aplicação dos tratamentos nas superfícies dos espécimes, a área de resina acrílica foi protegida utilizando-se um filme plástico adesivo de cor preta (Contact, Vulcan Irajá, Rio de Janeiro, Brasil), o qual recebeu um orifício com 3 mm de diâmetro empregando um alicate perfurador. Dessa forma, apenas o esmalte dental a ser tratado ficou exposto, evitando o escoamento dos sistemas adesivos nas marcações paralelas realizadas previamente (Figura 6 A).

Para os Grupos SB, FB e GEN o procedimento laboratorial foi semelhante, diferindo apenas o adesivo utilizado (Quadro 1), segundo as instruções dos fabricantes. Os adesivos foram levados até a superfície do esmalte através de um aplicador tipo microbrush (Figura 6 B), em agitação constante por 20 s para os adesivos Single Bond Universal e o FuturaBond U, e 10 s sem agitação para o G-aenial Bond. Em seguida foi aplicado breve jato de ar por 5 s e realizada a fotopolimerização por 10 s. A fotopolimerização foi realizada com um aparelho fotoativador LED (Elipar Free Light 2, 3M ESPE St. Paul, Minnesota, Estados Unidos) com irradiância de 700 mW/cm².

Para os Grupos SB + L, FB + L e GEN + L, após a aplicação dos respectivos sistemas adesivos, a superfície dos espécimes foi irradiada com laser de Nd:YAG (Neodymium: Yttrium-Aluminium-Garnet), utilizando o aparelho Pulse Master 600 IQ (American Dental Technologies, EUA), emitindo um comprimento de onda de 1064nm, empregando uma fibra óptica de 320 µm (Figura 6 C). Foi utilizada a frequência de 10 Hz, com parâmetros de energia de 80mJ/pulso, potência de 0,8 W, na forma não-contato, com a extremidade da fibra a uma distância de 3 mm da superfície do esmalte (Figura 6 D). Foi executada uma varredura da superfície, em três direções espaçadas de 45° (vertical, horizontal e transversal), por 60 s com a fibra óptica posicionada perpendicularmente à superfície de esmalte, para promover uma irradiação homogênea (Figura 6 E e Figura 7). Os parâmetros utilizados foram recomendados por Sobral et al. (2009), Rios et al. (2009) White et al. (1994) e, em estudos de prevenção de erosão/abrasão, tendo sido descritos como eficientes e seguros. A seguir a fotopolimerização dos adesivos foi então realizada por 10 s após a irradiação com laser Nd:YAG.

No Grupo L foi realizada apenas a irradiação do laser Nd:YAG na superfície do esmalte, utilizando os mesmo parâmetros

descritos, enquanto no Grupo C nenhum tratamento foi realizado (controle).

Os espécimes foram novamente submetidos à leitura do perfil para avaliar a camada de adesivo e observar se não houve escoamento do mesmo sobre as marcações realizadas na resina acrílica, o que impediria o reposicionamento adequado dos espécimes para leituras dos perfis. Os perfis obtidos nessa leitura foram sobrepostos aos perfis iniciais, de forma a se calcular a espessura da camada de adesivo depositada sobre a superfície dos espécimes.

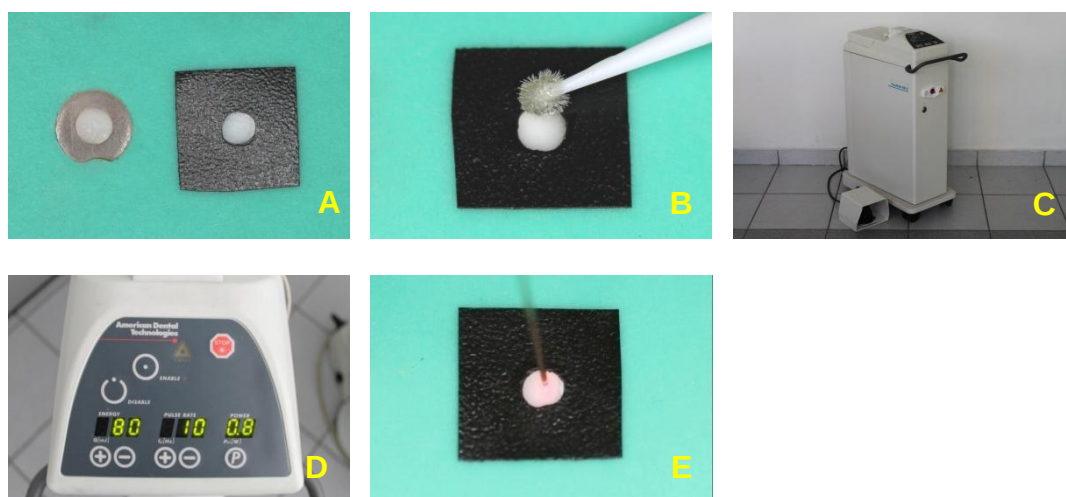


Figura 6 - A) Cobertura da porção de resina do espécime para preservação das marcações; B) Aplicação, com microbrush, do Sistema Adesivo na superfície de esmalte; C) Aparelho do laser Nd:YAG; D) Painel de comando do aparelho de laser Nd:YAG mostrando os parâmetros utilizados; E) Aplicação do laser Nd:YAG na superfície do esmalte recoberta com adesivo.

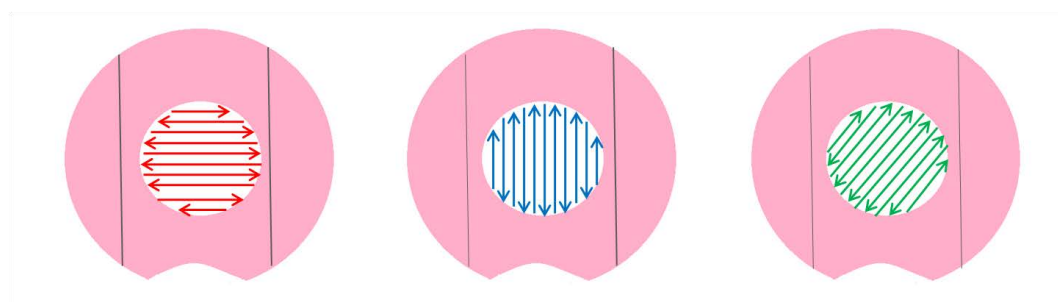


Figura 7 – Esquema representativo das direções horizontal (vermelho), vertical (azul), e transversal (verde) de aplicação do laser Nd:YAG.

4.5 Desafio erosivo e abrasivo

Concluídos os tratamentos superficiais, iniciou-se o desafio erosivo e abrasivo, no qual os espécimes foram submetidos à ciclagem de pH seguido de abrasão por escovação. Para tal, os espécimes foram imersos na solução ácida por 2 min, seguido pela imersão em saliva artificial por 1 h, recebendo a seguir 40 ciclos de escovação e imersão em saliva por mais 1 h. Esse procedimento foi repetido em sequência, quatro vezes ao dia, durante cinco dias, conforme descrito por Engle et al. (2010). Durante o período da noite os espécimes foram armazenados em saliva artificial.

Para a ciclagem de pH foi utilizada uma solução de ácido cítrico à 0,3% p/v (pH 2,6). Os espécimes foram posicionados em suportes de silicone e colocados em um pote perfurado (Figura 8 A e B), para inserção e retirada simultânea de todos os espécimes na solução de ácida, sobre um agitador multifuncional de Kline, evitando a saturação de cálcio do ácido em contato com a amostra, o que reduziria sua atividade (Figura 8 C). A proporção utilizada foi 10 ml de ácido cítrico por espécime Steiner-Oliveira et al. (2010), num volume total de 1600 ml. Após cada desmineralização, os espécimes foram retiradas simultaneamente do ácido e lavadas pela imersão em saliva artificial por 20 s, sendo a seguir e transferidos para um outro recipiente plástico contendo 1600 ml de saliva artificial nova sobre o agitador multifuncional de Kline por 1 h, a uma frequência de 120 rpm, evitando, dessa forma, a precipitação da saliva artificial durante o processo (Figura 8 D e E). A formulação de saliva artificial utilizada durante todo experimento foi aquela proposta por Gohring et al. (2004), tendo a seguinte composição: carbonato de hidrogênio (22,1 mmol/l), potássio (16,1 mmol/l), sódio (14,5 mmol/l), hidrogeno fosfato (2,6 mmol/l), ácido bórico (0,8 mmol/l), cálcio (0,7

mmol/l), tiocianato (0,4 mmol/l) e magnésio (0,2 mmol/l) com pH Titulado em 7,0.

Com relação ao ciclo abrasivo, os espécimes foram posicionados em, um suporte metálico (Figura 8 F), no qual foram afixados por meio de parafusos. Sobre eles foi posicionada uma máscara confeccionada com uma fita metálica perfurada, (Figura 8 G), que protegia a resina acrílica e as marcações realizadas na mesma do desgaste, expondo apenas a área de esmalte dentário. Eles foram então levados a uma máquina de escovação (MEV-2T, Odeme, Luzerna Santa Catarina, Brasil) (Figura 8 H) e escovados por 40 ciclos, com uma carga de 200 g, imersos em dentifrício (Colgate – Palmolive industrial LTDA, São Bernardo do Campo, São Paulo Brasil) diluído em saliva artificial (proporção 1:3 peso-peso) (Figura 8 I). Para que a escovação fosse homogênea, o longo eixo das quatro linhas das cerdas da escova formou um ângulo de 12° em relação ao sentido de deslocamento (Wiegand et al., 2009).

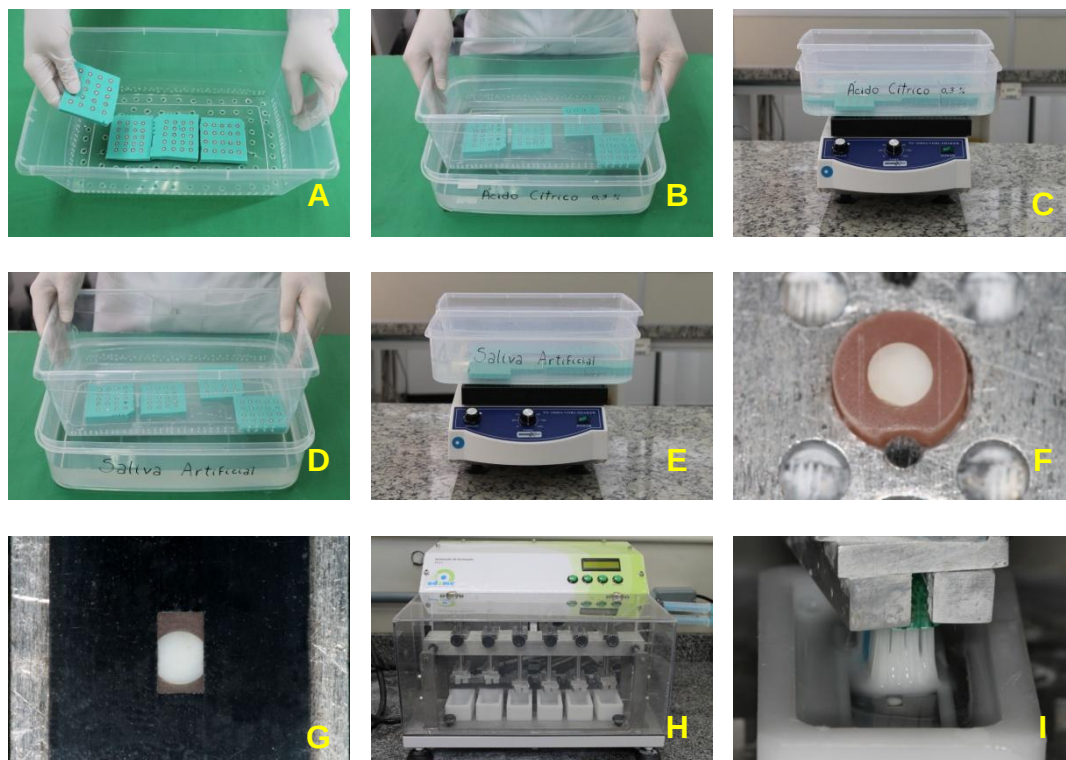


Figura 8 - A) Espécimes dentro da matriz de silicone sendo inseridos no interior de um pote perfurado; B) Pote perfurado sendo inseridos em ácido cítrico; C) espécimes submetidos a erosão com ácido cítrico a 0,3% por 2 min, sob agitação horizontal; D) Imersão dos espécimes na saliva artificial por 20s para remoção do ácido; E) Espécimes imersos por 1h na saliva artificial sobre agitador horizontal; F) espécimes colocados em suporte metálico para escovação; G) Espécimes com superfície de resina acrílica protegidas pelo suporte metálico para escovação. H) Máquina de escovação; I) Escovação dos espécimes na máquina de escovação.

4.6 Mensuração do desgaste erosivo/abrasivo

Três perfis das superfícies do esmalte após o desafio erosivo e abrasivo foram medidos com o perfilômetro, coincidindo exatamente com os locais das leituras iniciais. Para tal, os espécimes foram inseridos no suporte metálico acoplado ao perfilômetro, que permitiu o reposicionamento exato dos mesmos para comparação das leituras nos diferentes tempos.

Foram realizadas três comparações, de três regiões, de cada espécime através dos gráficos obtidos pelo software para análise de contorno fornecido pelo fabricante do equipamento (Mar Surf XCR 20 4.50-07 SP3, Mahr GmbH, Göttingen, Alemanha). Essas comparações foram realizadas entre os gráficos das leituras iniciais e finais, os quais foram sobrepostos, tendo os riscos paralelos utilizados como referência. Para cada perfil, na área correspondente ao desgaste, foi calculada uma linha média, e a distância entre essas linhas foi mensurada em micrometros (Figura 9). Foram obtidos três valores de desgaste para cada amostra, dos quais foi calculada uma média que representava o espécime.

O espécime mais representativo de cada grupo foi observado em microscopia eletrônica de varredura.

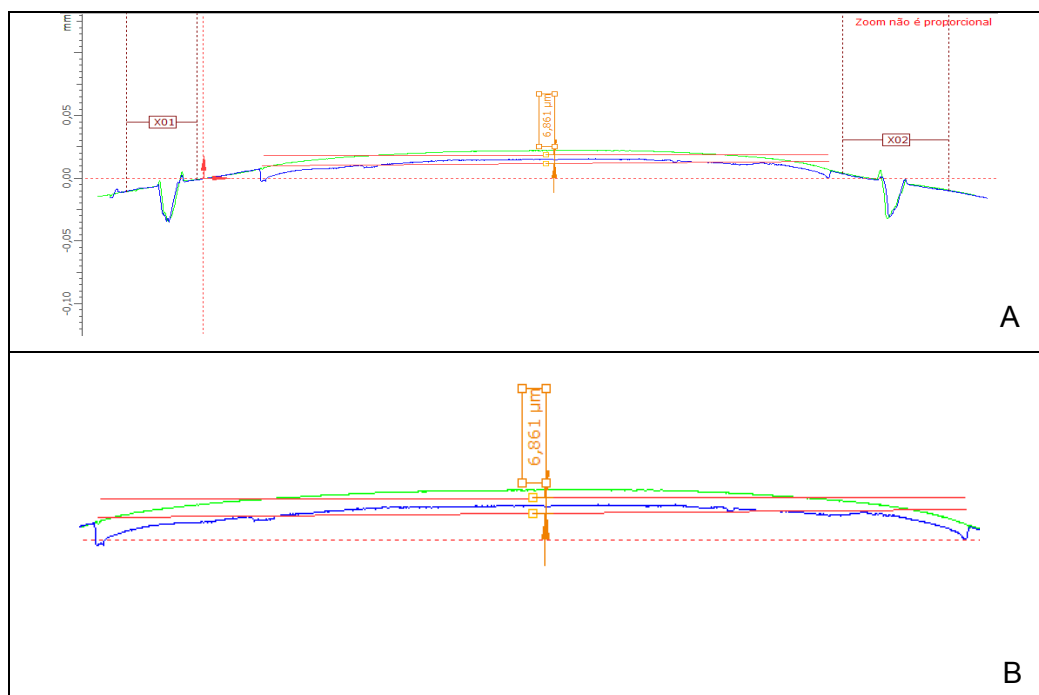


Figura 9 – A) Comparações dos gráficos da leitura em perfilômetro inicial (cor verde) e final (cor azul) sobrepostos. B) Área de desgaste em maior aumento. O valor dentro do retângulo laranja mostra a diferença de altura entre os perfis, representando a perda de estrutura dental.

4.7 Planejamento estatístico

Segundo a proposta do estudo, a seguinte hipótese de nulidade foi formulada:

- H_0 – Os diferentes tratamentos de superfície testados não resultaram em diferenças significativas nos desgastes erosivo/abrasivo mensurados.

Os dados referentes ao desgaste da superfície de esmalte para cada espécime foram analisados quanto à normalidade usando o teste de Kolmogorov – Smirnov. Como uma distribuição normal foi

constatada, foi realizado à análise de variância ANOVA de um fator, seguido pelo teste de Tukey. Para os cálculos foi empregado o software Statistica for Windows (Statsoft, Tulsa, Oklahoma, EUA). O nível de significância utilizado foi de 5 %.

5 RESULTADOS

Na Tabela 1 observam-se os resultados da ANOVA, indicando a presença de diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Tabela 1 – Resultados da ANOVA para a comparação entre os grupos.

	SS	DF	MS	F	p
Grupos	52,129	7	7,447	6,575	0,000001*
Error	172,147	152	1,133		

* Diferença significativa.

Os resultados do teste de Tukey podem ser observados na Tabela 2. Pode-se constatar que os grupos GEN, L e FB, exibiram um desgaste significativamente menor que o grupo controle.

Tabela 2 - Dados de média e desvio padrão ($\pm$ DP) dos valores de desgaste após o desafio erosivo e abrasivo e resultados do teste de Tukey.

Grupos	Média	DP	Grupos Homogêneos*		
GEN	4,88	1,09	A		
L	5,04	0,99	A		
FB	5,32	0,93	A	B	
GEN + L	5,46	1,27	A	B	C
SB + L	5,78	1,12	A	B	C
FB + L	6,23	1,25		B	C
SB	6,36	1,11			C
C	6,46	0,61			C

* Os fatores acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes

O gráfico das médias para os grupos após os tratamentos testados está apresentado na Figura 10.

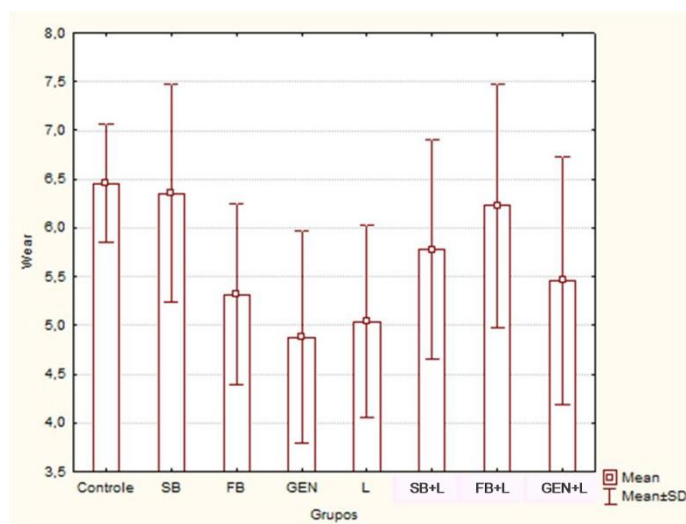


Figura 10 - Gráfico das médias e desvio-padrão obtidos para os grupos testados.

As imagens em Microscopia Eletrônica de Varredura do espécime mais representativo de cada grupo, após o desafio erosivo/abrasivo são apresentadas na Figura 11, podendo ser observadas as ilhas de adesivo e áreas erodidas e abrasionadas.

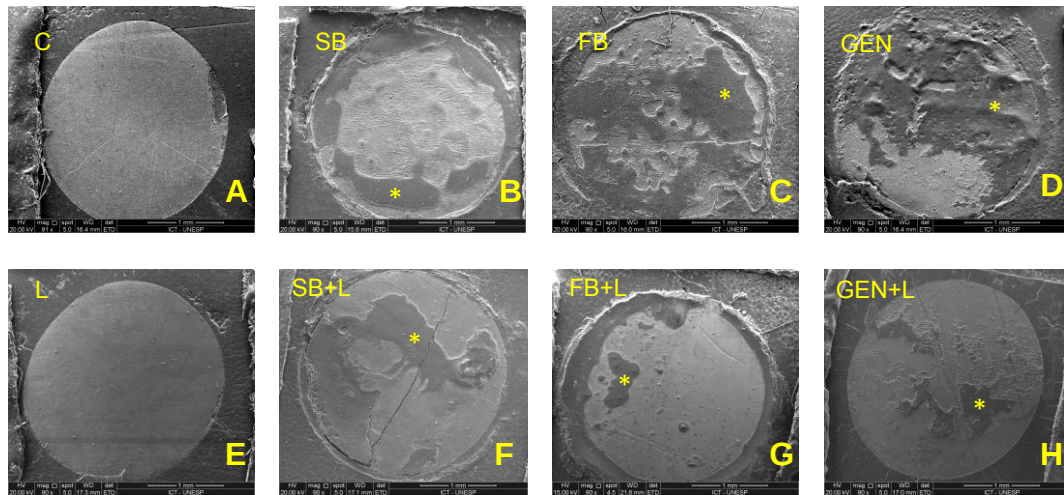


Figura 11 – Imagens de MEV das superfícies de esmalte após os tratamentos de superfície e ciclo erosivo e abrasivo. A) Grupo C, aumento 90x; B) Grupo SB, aumento 90x; C) Grupo FB, aumento 90x; D) Grupo GEN, aumento 90x; E) Grupo L, aumento 90x; F) Grupo SB+L, aumento 90x; G) Grupo FB+L, aumento 90x; H) Grupo GEN+L, aumento 90x. As áreas mais escuras com asterisco (*) são as ilhas de adesivos que restaram após o ciclo erosivo/abrasivo.

6 DISCUSSÃO

No presente estudo foram utilizados dentes bovinos, devido à facilidade de obtenção dos espécimes em número suficiente e em bom estado, permitindo uma melhor padronização (Yassen et al., 2011; Wiegand, Attin, 2011). Estudos compararam, através de MEV, a morfologia estrutural dos tecidos dentais humanos e bovinos e concluíram que o diâmetro dos prismas de esmalte são maiores em dentes bovinos do que em dentes humanos, na proporção de 1,6:1.(Arends, Jongebloed, 1978; Schilke et al., 2000; Camargo et al., 2007). Contudo, comparações na composição química e dureza do esmalte entre dentes humanos e bovinos mostraram que a quantidade de cálcio em peso e a dureza são semelhantes nos dois substratos (Davidson et al., 1973; Fonseca et al., 2008). Com relação ao uso dos dentes bovinos em estudos de erosão, a taxa de remoção de cálcio durante a desmineralização da superfície de esmalte foi semelhante para ambos, enquanto a taxa de perda de superfície induzida pelos processos de erosão, abrasão ou combinação de ambos também foi semelhante (Attin et al., 2007). Com todas essas similaridades entre os dentes humanos e bovinos, com relação às propriedades morfológicas químicas e estruturais de superfície, além de sua interação com soluções ácidas, a utilização dos dentes bovinos é viável, podendo ser adequadamente empregados em testes laboratoriais in vitro, obtendo-se, dessa forma, dados confiáveis para extrapolação dos resultados para a prática clínica.

A erosão dental é uma patologia, caracterizada por uma perda crônica localizada nos tecidos dentais duros, que envolve a remoção química destes tecidos superficiais do dente por meio de ácidos, levando perda e amolecimento do esmalte superficial, o que diminui a sua

resistência ao desgaste pelo processo de abrasão (Davis, Winter, 1980; Huysmans et al., 2011). Os processos de erosão e abrasão normalmente ocorrem associados, causando grande perda da superfície dental (Wiegand, Attin, 2011). Para análise dessa perda, a perfilometria torna-se a técnica mais adequada para a quantificação da lesão, pois proporciona uma comparação direta entre as áreas tratadas e protegidas, a superfície do espécime pode ser verificada antes e após a erosão e a quantidade de perda de material pode ser medida a partir de um gráfico produzido (Barbour, Rees, 2004, Schlueter et al., 2011). No presente estudo, os resultados mostraram que, apesar dos diferentes tratamentos, todos os espécimes sofreram um certo grau de desgaste. Contudo, alguns grupos mostraram valores significativamente menores que o grupo controle (Tabela 1 e 2).

A escolha do laser Nd:YAG como tratamento de superfície do esmalte contra erosão e abrasão, foi baseada em estudos que relataram este laser como sendo o mais eficaz dentre os aparelhos disponíveis (Kimura et al., 1997; Rios et al., 2009). Os resultados obtidos em nosso estudo, com a aplicação desse laser como tratamento de superfície, mostrou que ele é eficaz com relação à diminuição do nível de desgaste causado pelo ciclo erosivo e abrasivo (Tabela 2 e Figura 9). A ação deste laser estaria baseada na sua capacidade de diminuir a permeabilidade do esmalte, pela fusão e ressolidificação da superfície, diminuindo os espaços interprismáticos e reduzindo a difusão de ácidos durante os desafios erosivos, minimizando, desta forma, a desmineralização (Tagomori, Iwase, 1995; Hossain et al., 2001). Além disso, a irradiação com laser aumenta a temperatura da superfície para 650 °C o que favorece a formação de pirofosfato, que pode reduzir a dissolução da hidroxiapatita, substituindo o carbonato de apatita que é mais solúvel por hidroxiapatita ou fluorapatita na presença de fluoreto (Kwon et al., 2003; Kwon et al., 2005).

Com relação a efetividade do laser na prevenção do desgaste erosivo/abrasivo, estudos na literatura são conflitantes. Muitos estudos realizaram a aplicação do laser Nd:YAG sozinho e associado com diferentes formas de fluoretos para proteção da erosão e/ou abrasão e concluíram que o laser sozinho reduziu a quantidade de desgaste em comparação ao controle, mas a associação do laser com fluoreto obteve o menor nível de desgaste. (Rios et al., 2009; Sobral et al., 2009). Outro estudo concluiu que o laser Nd:YAG não foi eficaz contra a erosão do esmalte e não tem qualquer influência sobre a eficácia do flúor (Magalhães et al., 2008; Magalhães et al., 2011). Tsai et al. (2002) mostram que o laser de CO₂ tem melhor resultado na redução do nível de erosão do que o laser Nd:YAG. Embora os parâmetros do laser de Nd:YAG utilizados nestes estudos, sejam parcialmente diferentes de alguns dos parâmetros utilizados em nosso método, tais como o diâmetro da fibra, que variou de 250 à 320 µm, a potência, que variou de 0,5 a 1 W, e a energia, que varia de 50 à 100 mJ, na maioria desses estudos os resultados obtidos mostraram uma certa taxa de redução de desgaste para o laser quando comparados ao grupo controle. Apenas Magalhães et al. (2011) obtiveram resultados semelhantes ao controle com os parâmetros de 320 µm de diâmetro da fibra, 60 mJ de energia e 10 Hz de frequência.

Os parâmetros de energia utilizados em nosso estudo, que foram de 80 mJ e 10 Hz, são considerados seguros. White et al. (1994) realizaram um estudo no qual diversos parâmetros de energia foram testados para avaliação da temperatura na câmara pulpar durante o preparo cavitário. Essas avaliações foram realizadas com distância de 0,2 à 2 mm de distância da polpa, medidos por termopares, e concluíram que para uma energia de até 100 mJ a uma frequência de 10 Hz a temperatura pulpar chega a 4 °C, estando dentro do limite dos parâmetros estabelecidos por Zach, Cohen (1965) que afirmaram em seu estudo que temperaturas acima de 5,5°C causam injúrias à polpa. A aplicação do

laser em uma potência muito elevada ou um tempo estendido de aplicação pode levar a um aumento de temperatura e pode causar injúria à polpa e até mesmo necrose pulpar (Lizarelli et al., 2006).

A utilização do laser de forma isolada parece ser uma alternativa promissora para a prevenção da progressão da erosão e abrasão. Entretanto, estes aparelhos de laser de alta potência tem um custo elevado e também pode ser de difícil aplicação na cavidade oral dependendo a região onde encontra-se a lesão de erosão/ abrasão.

A utilização de sistemas adesivos como um tratamento na superfície de esmalte para prevenir a erosão e abrasão, também tem sido um método testado, mas ainda há poucos estudos na literatura. Muitos estudos testaram a aplicação de sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes na dentina para proteção de desgaste e mostraram diminuição do desgaste erosivo e abrasivo (Azzopardi et al., 2004). Outro estudo fez a aplicação do adesivo em esmalte para parar o processo de cárie e os seus resultados mostraram que houve diminuição da dissolução do esmalte após desafio ácido (Schmidlin et al., 2012). Em nosso estudo foi utilizado os adesivos Single Bond Universal, Futura Bond U e G-aenial Bond. Estes foram escolhidos por serem autocondicionantes e não necessitarem aplicação prévia de um ácido forte, o qual é utilizado em sistemas adesivos de condicionamento total, e que resultaria um desgaste adicional da superfície já erodida, sendo, portanto, mais agressivo. Hermesen, Vrijhoef, (1993) mostraram que aplicação de ácido fosfórico a 37 % por 15 s na superfície do esmalte, como no protocolo recomendados pelos fabricantes, promove uma remoção de cerca de 4,9 μm de estrutura, sendo essa média de desgaste muito próxima a média do controle deste estudo (6,46 μm) após 5 dias de ciclo erosivo/abrasivo.

Os resultados obtidos no presente estudo, para os diferentes sistemas adesivos foram diferentes. Embora todos tenham apresentado desgaste após o ciclo erosivo e abrasivo de cinco dias consecutivos, os sistemas adesivos FuturaBond U e G-aenial Bond

mostraram melhores resultados do que o Single Bond Universal (Tabela 2). Analisando-se as imagens da Figura 11, observa-se que nos grupos que exibiram menor desgaste, uma maior quantidade de adesivo permaneceu na superfície. Essa permanência pode estar relacionada à retenção da camada de adesivo à superfície ou à resistência dessa camada a abrasão promovida pela escova.

Com relação à retenção, essa diferença pode estar relacionada com a capacidade de desmineralização dos monômeros ácidos presentes em cada adesivo, diretamente ligada ao pH do produto, que se relacionam de maneira inversamente proporcional à interação com o substrato (Perdigao et al., 1997; Ibrahim et al., 2010; Sarr et al., 2010). Supõe-se que um adesivo que interaja mais profundamente com o esmalte, promova um melhor padrão de condicionamento e uma maior retenção do material na superfície. Os valores de pH dos adesivos testados tem um relação condizente com o efeito protetor dos adesivos que foi mensurado, pois o adesivo G-aenial Bond, que teve um efeito protetor mais pronunciado, tem o pH mais baixo de todos, com valor de 1,5 (Poggio et al., 2013), enquanto o adesivo Futurbond U, com resultado intermediário tem um valor de 2,3 e o Single Bond Universal, menos efetivo, tem um valor de pH igual a 3,0 (Munoz et al., 2013).

Com relação à espessura de película formada por esses materiais, mensurada comparando-se os valores do perfil inicial com o perfil obtido após a aplicação dos adesivos, também existe uma relação condizente com o efeito protetor. O adesivo G-aenial Bond resultou em uma camada com espessura média 19,64 μm , enquanto o Futurabond U teve uma espessura de 12,73 μm e o Single Bond Universal de 10,65 μm .

Segundo Azzopardi et al. (2001) o efeito protetor da camada de adesivo na prevenção a erosão pode estar relacionada tanto à espessura da camada de adesivo sobre a superfície do esmalte, quanto à presença de partículas de carga nas formulações, que melhorariam as propriedades físicas do polímero e poderiam potencializar a resistência ao

desgaste. Segundo declarado pelos fabricantes, os adesivos G-aenial Bond e Single Bond Universal apresentam partículas de sílica como carga, mas o seu efeito parece não ter sido expressivo frente ao desempenho menos favorável do Single Bond Universal. A mensuração da dureza da camada de adesivo foi condizente com os nossos resultados, onde o adesivo que proporcionou uma camada mais dura. A microdureza Knoop para adesivo G-aenial Bond foi a maior de todas, com um valor igual a 52,59 KHN, enquanto que para o adesivo Futurabond U foi igual a 26,88 KNH e para o adesivo Single Bond Universal mostrou um valor de 13,68 KNH.

Embora a aplicação dos sistemas adesivos pareça ser promissores para a redução do desgaste dental causada pela erosão e abrasão, estudos *in situ* mostraram que a proteção desses adesivos tem uma duração média por um período de 3 meses, e que os adesivos autocondicionantes deterioram mais rápido (Azzopardi et al., 2004). Há a possibilidade ainda de aplicação de duas camadas dos adesivos, como foi realizado no estudo de Tajima et al. (2009), na tentativa de melhorar a proteção da dentina contra a desmineralização. Os resultados mostraram que para alguns sistemas adesivos apenas uma camada protegeu a superfície, e que em outros uma camada apenas não foi suficiente para essa proteção, mas a aplicação de duas camadas do adesivo previniu completamente o desgaste da superfície. Portanto após a aplicação desses sistemas adesivos o clínico deveria fazer a preservação do caso e reaplicação do adesivo de tempos em tempos.

A idéia de associação da aplicação do laser sobre o sistema adesivo para a proteção da erosão e abrasão em esmalte dental, surgiu a partir de estudos realizados com laser de alta potência sobre os sistemas adesivos em dentina e/ou esmalte, antes da polimerização, para aumentar a força de adesão, mostrando melhoras significativas (Gonçalves et al., 1999; Matos et al., 1999; Matos et al., 2000; Franke et al., 2006; Arisu et al., 2011). Esse aumento da resistência pode ser devido

a uma mudança física permanente no substrato da dentina, que foi fundido com os monômeros resinosos do sistema adesivo pela ação do laser, criando um novo tecido, composto de hidroxiapatita recristalizado na presença de monômeros resinosos, garantindo a ligação mecânica e química do substrato da dentina aos adesivos (Pashley et al., 1992; Cooper et al., 1988; Gonçalves et al., 1999; Naylor et al., 2006). Com base nesses estudos, supunha-se que um novo substrato também poderia ser criado com a aplicação do sistema adesivo seguido do laser de alta potência no esmalte, que poderia supostamente aumentar a retenção do adesivo e seu efeito protetor na erosão e abrasão. Contudo, em nosso estudo, não houve diferença significativa entre os grupos Single Bond Universal em associação com laser, FuturaBond U em associação com laser e G-aeneal Bond em associação com laser em relação ao grupo controle (Tabela 2 e Figura 10).

Para o adesivo Single Bond Universal, a aplicação do laser sobre esse sistema adesivo não diminuiu de forma significativa a média de desgaste da superfície de esmalte. A imagem em MEV da associação do laser com esse adesivo mostra maiores ilhas de adesivo remanescentes do que as imagens apenas da aplicação do adesivo, contudo esse efeito não resultou em proteção significativamente maior (Figura 11 F). Para o adesivo FuturaBond U a aplicação do laser em associação aumentou a média de desgaste, que passou a ser semelhante ao grupo controle. A imagem da superfície com a associação do laser mostrou um número menor de áreas de adesivo remanescente em relação a quanto somente o adesivo foi aplicado (Figura 11 G). A aplicação da associação do laser ao sistema adesivo G-aenial Bond aumentou a média de desgaste e mostrou-se estatisticamente semelhante ao controle na redução do desgaste do que apenas a aplicação convencional desse adesivo. As imagens de MEV mostraram uma menor quantidade de ilhas de adesivo sobre a superfície após processo erosivo

e abrasivo quando comparado a aplicação apenas desse sistema adesivo (Figura 11 H).

Para os adesivos Futurabond U e G-aenial Bond observou-se uma tendência de aumento do desgaste quando do uso associado do laser, indicando que de alguma forma a retenção do adesivo sobre a superfície do esmalte foi prejudicada, ou que uma camada menor de adesivo tenha sido obtida. A camada desmineralizada produzida pelos monômeros ácidos, que seria responsável pela retenção, deve ter sido destruída pelo derretimento promovido pelo laser, prejudicando a adesão. Contudo, para o adesivo Single Bond Universal, como havia apresentado um resultado muito desfavorável sozinho, os valores ligeiramente menores de desgastes podem ter sido decorrentes da ação protetora isolada do laser, e não do adesivo em si.

Com relação à espessura da camada, o uso do laser reduziu a média das camadas de adesivo para 10,57 μm para o G-aenial Bond, 3,86 μm para o Futurabond U e 7,59 μm para o Single Bond Universal. Talvez o aquecimento promovido tenha resultado na vaporização de parte do adesivo, reduzindo a quantidade presente na superfície que apresentaria efeito protetor. Pode-se concluir dessa forma, que a aplicação do laser após o sistema adesivo é desfavorável para o efeito protetor esperado quando do uso do adesivo.

Tendo em vista os resultados obtidos neste estudo, deve-se ressaltar que este é um estudo *in vitro*, o qual possui limitações em reproduzir idealmente as condições bucais, devendo ser, desta forma, criteriosa a extrapolação dos resultados para a realidade clínica. Entretanto mais estudos são necessários para que haja um maior esclarecimento sobre o uso dos sistemas adesivos como forma de prevenção do desgaste erosivo e abrasivo na superfície de esmalte, especialmente no que concerne ao tipo de adesivo utilizado e o número de camadas aplicadas. Futuros estudos podem ser direcionados para avaliar clinicamente o uso de sistemas adesivos nas diferentes superfícies

dentais, frente a ácidos de origem extrínsecas e intrínsecas, associados ao atrito dos tecidos moles.

7 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos, pode-se concluir que o tratamento de superfície de esmalte com os sistemas adesivos FuturaBond U e G-aenial Bond, de forma isolada, assim como do Laser Nd:YAG isoladamente foram eficazes na diminuição do desgaste dental. O uso do laser Nd:YAG após o sistema adesivo não foi eficaz.

REFERÊNCIAS*

Arends J, Jongebloed WL. Crystallites dimensions of enamel. J Biol Buccale. 1978;6(3):161-71.

Arisu HD, Dalkihc E, Uctasli MB. Effect of desensitizing agents on the microtensile bond strength of a two-step self-etch adhesive to dentin. Oper Dent. 2011;36(2):153-61.

Attin T, Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A. The potential of deciduous and permanent bovine enamel as substitute for deciduous and permanent human enamel: Erosion-abrasion experiments. J Dent. 2007;35(10):773-7.

Azzopardi A, Bartlett DW, Watson TF, Sherriff M. The measurement and prevention of erosion and abrasion. J Dent. 2001;29(6):395-400.

Azzopardi A, Bartlett DW, Watson TF, Sherriff M. The surface effects of erosion and abrasion on dentine with and without a protective layer. Br Dent J. 2004;196(6):351-4: discussion 339.

Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. J Dent. 2004; 32(8):591-602.

Bevilacqua FM, Zezell DM, Magnani R, da Ana PA, Eduardo Cde P. Fluoride uptake and acid resistance of enamel irradiated with Er:YAG laser. Lasers Med Sci. 2008;23(2):141-7.

Camargo CH, Siviero M, Camargo SE, de Oliveira SH, Carvalho CA, Valera MC. Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. J Endod. 2007;33(4):422-6.

Chen CC, Huang ST. The effects of lasers and fluoride on the acid resistance of decalcified human enamel. Photomed Laser Surg. 2009;27(3):447-52.

* Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2008 ago citado em 25 ago.] Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

Cooper LF, Myers ML, Nelson DG, Mowery AS. Shear strength of composite bonded to laser-pretreated dentin. *J Prosthet Dent*. 1988;60(1):45-9.

Davidson CL, Boom G, Arends J. Calcium distribution in human and bovine surface enamel. *Caries Res* 1973;7(4):349-59.

Davis WB, Winter PJ. The effect of abrasion on enamel and dentine and exposure to dietary acid. *Br Dent J*. 1980;148(11-12):253-6.

Dederich DN, Zakariasen KL, Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *J Endod*. 1984;10:428-31.

Engle K, Hara AT, Matis B, Eckert GJ, Zero DT. Erosion and abrasion of enamel and dentin associated with at-home bleaching: an in vitro study. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:546-51.

Esteves-Oliveira M, Pasaporti C, Heussen N, Eduardo CP, Lampert F, Apel C. Rehardening of acid-softened enamel and prevention of enamel softening through CO₂ laser irradiation. *J Dent*. 2011;39(6):414-21.

Fonseca RB, Haiter-Neto F, Carlo HL, Soares CJ, Sinhoreti MAC, Puppini - Rontani RM, et al. Radiodensity and hardness of enamel and dentin of human and bovine teeth, varying bovine teeth age. *Arch Oral Biol*. 2008; 53(11):1023-9.

Franke M, Taylor AW, Lago A, Fredel MC. Influence of Nd:YAG laser irradiation on an adhesive restorative procedure. *Oper Dent*. 2006;31(5):604-9.

Gohring TN, Zehnder M, Sener B, Schmidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radio-isotope analysis. *J Dent*. 2004;32(3):235-40.

Gonçalves SE, de Araujo MA, Damiao AJ. Dentin bond strength: influence of laser irradiation, acid etching, and hypermineralization. *J Clin Laser Med Surg*. 1999;17(2):77-85.

Hermesen RJ, Vrijhoef MM. Loss of enamel due to etching with phosphoric or maleic acid. *Dent Mater*. 1993;9:332-6.

Hossain M, Nakamura Y, Kimura Y, Yamada Y, Kawanaka T, Matsumoto K. Effect of pulsed Nd:YAG laser irradiation on acid demineralization of enamel and dentin. *J Clin Laser Med Surg*. 2001;19(2):105-8.

Huysmans MC, Chew HP, Ellwood RP. Clinical studies of dental erosion and erosive wear. *Caries Res.* 2011; 45 Suppl 1, 60-8.

Ibrahim IM, Elkassas DW, Yousry MM. Effect of EDTA and phosphoric Acid pretreatment on the bonding effectiveness of self-etch adhesives to ground enamel. *Eur J Dent.* 2010;4(4):418-28.

Kimura Y, Wilder-Smith P, Arrastia-Jitosho AM, Liaw LH, Matsumoto K, Berns MW. Effects of nanosecond pulsed Nd: YAG laser irradiation on dentin resistance to artificial caries-like lesions. *Lasers Surg Med.* 1997;20(1):15-21.

Kwon YH, Kwon OW, Kim HI, Kim KH. Nd:YAG laser ablation and acid resistance of enamel. *Dent Mater J.* 2003; 22(3):404-11.

Kwon YH, Lee JS, Choi YH, Lee JM, Song KB. Change of enamel after Er:YAG and CO₂ laser irradiation and fluoride treatment. *Photomed Laser Surg.* 2005;23(4):389-94.

Levy FM, Rios D, Buzalaf MA, Magalhães AC. Efficacy of TiF and NaF varnish and solution: a randomized in situ study on enamel erosive-abrasive wear. *Clin Oral Investig.* 2013; [Epub ahead of print]

Lizarelli RF, Moriyama LT, Bagnato VS. Temperature response in the pulpal chamber of primary human teeth exposed to Nd:YAG laser using a picosecond pulsed regime. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(5):610-5.

Magalhães AC, Rios D, Machado MA, Da Silva SM, Lizarelli Rde F, Bagnato VS, et al. Effect of Nd:YAG irradiation and fluoride application on dentine resistance to erosion in vitro. *Photomed Laser Surg.* 2008;26(6):559-63.

Magalhaes AC, Romanelli AC, Rios D, Comar LP, Navarro RS, Grizzo LT, et al. 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.* 2011;29(8):537-44.

Matos AB, Oliveira DC, Kuramoto M Jr., Eduardo CP, Matson E. Nd:YAG laser influence on sound dentin bond strength. *J Clin Laser Med Surg.* 1999;17(4):165-9.

Matos AB, Oliveira DC, Navarro RS, de Eduardo CP, Matson E. Nd:YAG laser influence on tensile bond strength of self-etching adhesive systems. *J Clin Laser Med Surg.* 2000;18(5):253-7.

Munoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent*. 2013; 41(5):404-11.

Naylor F, Aranha AC, Eduardo Cde P, Arana-Chavez VE, Sobral MA. Micromorphological analysis of dentinal structure after irradiation with Nd:YAG laser and immersion in acidic beverages. *Photomed Laser Surg*. 2006;24(6):745-52.

Pashley EL, Horner JA, Liu M, Kim S, Pashley DH. Effects of CO2 laser energy on dentin permeability. *J Endod*. 1992;18(6):257-62.

Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van Meerbeek B, Vanherle G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent*. 1997;10(3):141-6.

Poggio C, Scribante A, Della Zoppa F, Colombo M, Beltrami R, Chiesa M. Shear bond strength of one-step self-etch adhesives to enamel: effect of acid pretreatment. *Dent Traumatol*. 2013; 30(1):43-8.

Ranjitkar S, Rodriguez JM, Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC, Bartlett DW. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on erosive enamel and dentine wear by toothbrush abrasion. *J Dent*. 2009;37(4):250-4.

Rios D, Magalhaes AC, Machado MA, da Silva SM, Lizarelli Rde F, Bagnato VS, et al. In vitro evaluation of enamel erosion after Nd:YAG laser irradiation and fluoride application. *Photomed Laser Surg*. 2009;27(5):743-7.

Sarr M, Kane AW, Vreven J, Mine A, Van Landuyt KL, Peumans M et al. Microtensile bond strength and interfacial characterization of 11 contemporary adhesives bonded to bur-cut dentin. *Oper Dent*. 2010; 35(1):94-104.

Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol*. 2000;45(5):355-61.

Schlueter N, Hara A, Shellis RP, Ganss C. Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res*. 2011;45 Suppl 1:13-23.

Schmidlin PR, Sener B, Attin T, Wiegand A. Protection of sound enamel and artificial enamel lesions against demineralisation: caries infiltrant versus adhesive. *J Dent*. 2012;40(10):851-6.

Sobral MA, Lachowski KM, de Rossi W, Braga SR, Ramalho KM. Effect of Nd:YAG laser and acidulated phosphate fluoride on bovine and human enamel submitted to erosion/abrasion or erosion only: an in vitro preliminary study. *Photomed Laser Surg.* 2009;27(5):709-13.

Steiner-Oliveira C, Nobre-dos-Santos M, Zero DT, Eckert G, Hara AT. Effect of a pulsed CO2 laser and fluoride on the prevention of enamel and dentine erosion. *Arch Oral Biol.* 2010;55(2):127-33.

Sundaram G, Wilson R, Watson TF, Bartlett D. Clinical measurement of palatal tooth wear following coating by a resin sealing system. *Oper Dent.* 2007;32(6):539-43.

Tagomori S, Iwase T. Ultrastructural change of enamel exposed to a normal pulsed Nd-YAG laser. *Caries Res.* 1995;29(6):513-20.

Tajima K, Nikaido T, Inoue G, Ikeda M, Tagami J. Effects of coating root dentin surfaces with adhesive materials. *Dent Mater J.* 2009;28(5):578-86.

Tsai CL, Lin YT, Huang ST, Chang HW. In vitro acid resistance of CO2 and Nd-YAG laser-treated human tooth enamel. *Caries Res.* 2002;36(6), 423-9.

Vieira A, Jager DH, Ruben JL, Huysmans MC. Inhibition of erosive wear by fluoride varnish. *Caries Res.* 2007;41(1):61-7.

Wang X, Megert B, Hellwig E, Neuhaus KW, Lussi A. Preventing erosion with novel agents. *J Dent.* 2011;39(2):163-70.

Wegehaupt FJ, Taubock TT, Sener B, Attin T. Long-term protective effect of surface sealants against erosive wear by intrinsic and extrinsic acids. *J Dent.* 2012;40(5):416-22.

White JM, Fagan MC, Goodis HE. Intrapulpal temperatures during pulsed Nd:YAG laser treatment of dentin, in vitro. *J Periodontol.* 1994;65(3):255-9.

Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin T. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *J Dent.* 2009;37(6):480-4.

Wiegand A, Attin T. Design of erosion/abrasion studies--insights and rational concepts. *Caries Res.* 2011;45 Suppl 1:53-9.

Yamamoto H, Ooya K. Potential of yttrium-aluminum-garnet laser in caries prevention. J Oral Pathol. 1974;3(1):7-15.

Yassen GH, Platt JA, Hara AT Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. J Oral Sci. 2011;53(3):273-82.

Zach L, Cohen G. Pulp Response to Externally Applied Heat. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1965;19:515-30.