

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E POS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA

EVELINE CLAUDIA MARTINI

**EFEITO DA TÉCNICA DE APLICAÇÃO DO EDTA COMO PRÉ-
CONDICIONAMENTO DA DENTINA ESCLERÓTICA E ESMALTE NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE ADESIVOS UNIVERSAIS**

PONTA GROSSA

2016

EVELINE CLAUDIA MARTINI

**EFEITO DA TÉCNICA DE APLICAÇÃO DO EDTA COMO PRÉ-
CONDICIONAMENTO DA DENTINA ESCLERÓTICA E ESMALTE NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE ADESIVOS UNIVERSAIS**

Dissertação apresentada para a obtenção do
título de Mestre na Universidade Estadual de
Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em
Odontologia – Área de Concentração
Dentística Restauradora.

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Reis

Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro
Loguercio

PONTA GROSSA

2016

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Martini, Eveline Claudia
M386 Efeito da técnica de aplicação do EDTA
 como pré-condicionamento da dentina
 esclerótica e esmalte na resistência de
 união de adesivos universais/ Eveline
 Claudia Martini. Ponta Grossa, 2016.
 65f.

 Dissertação (Mestrado em Odontologia -
 Área de Concentração: Dentística
 Restauradora), Universidade Estadual de
 Ponta Grossa.

 Orientadora: Prof^a Dr^a Alessandra Reis.
 Coorientador: Prof. Dr. Alessandro
 Loguercio.

 1.Adesivo universal. 2.EDTA.
 3.Resistência de união. 4.Padrão de
 condicionamento. I.Reis, Alessandra. II.
 Loguercio, Alessandro. III. Universidade
 Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em
 Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

EVELINE CLAUDIA MARTINI

TERMO DE APROVAÇÃO

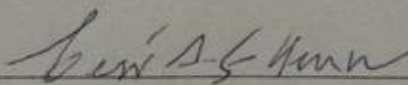
EFEITO DA TÉCNICA DE APLICAÇÃO DO EDTA COMO PRÉ-CONDICIONAMENTO DA
DENTINA ESCLERÓTICA E ESMALTE NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE ADESIVOS
UNIVERSAIS

Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Dentística Restauradora.

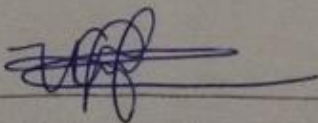
Ponta Grossa, 03 de fevereiro de 2016.



Profa. Dra. Alessandra Reis Silva Loguercio
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Profa. Dra. Viviane Haas
Centro Universitário do Maranhão

DADOS CURRICULARES

Eveline Claudia Martini

NASCIMENTO 20.05.1990

PONTA GROSSA – PARANÁ

FILIAÇÃO

Neiva Teresinha Gauer

Fabiano Luiz Martini

2009 - 2013

Curso de graduação em Odontologia na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

2014 - 2016

Curso de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, nível de Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar e com maior importância agradeço a Deus por cada dia de vida, por todas as oportunidades que já me proporcionou, pela minha família, pelas pessoas ao meu redor que me acompanham e que posso contar pela amizade, já que tenho a certeza que nada se pode alcançar sozinha!

Gostaria de agradecer a Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa do magnífico reitor professor Carlos Luciano Sant´Ana Vargas e da coordenadora do programa de pós-graduação em nível de mestrado, Profa. Dra. Denise Stadler Wambier pela oportunidade de participar de um programa de pós-graduação tão bem conceituado em nível nacional e também internacional, bem como do auxílio sempre que necessário para que este curso pudesse ser realizado.

Ao CNPq pela concessão de uma bolsa de estudos durante o curso e, conseqüentemente incentivo à pesquisa.

A todos os professores que fazem parte do programa de pós-graduação por compartilharem comigo seus ensinamentos e experiências durante todo o mestrado, foram o alicerce para minha formação e responsáveis em grande parte pela minha aptidão em exercer a docência. Muito obrigada a todos, especialmente ao Prof. Dr. Abraham Lincoln Calixto por ter me acompanhado desde o primeiro projeto de iniciação científica, ainda na graduação, o qual foi o meu primeiro contato com a área de pesquisa. Um especial agradecimento também às Profas. Dras. Issis Luque-Martinez e Viviane Hass, as quais muito me ensinaram e me guiaram na minha pesquisa de mestrado, me acompanharam por várias vezes no laboratório, contribuindo para que meu trabalho fosse conduzido de forma correta... Muito obrigada!

A todos os meus colegas de mestrado com quem convivi esses dois anos e que também compartilharam esforços para conseguirmos finalizar o curso, tanto da minha área de pesquisa como também de áreas distintas, o que contribuiu positivamente para uma troca de conhecimentos entre nós que a todos enriqueceu. A todos os funcionários da UEPG, em especial a Morgana das Graças Procz dos Santos e também aos que mais tem contato com a pós-graduação, já que dentre todas as suas funções, sempre estavam dispostos a ajudar, tanto a mim quanto meus colegas de curso, com muita competência e paciência.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS...

A minha querida orientadora Alessandra Reis, com a qual tive a sorte de trabalhar durante esses dois anos, e, juntamente com o Prof. Alessandro Loguercio tive a oportunidade de trabalhar com professores e pesquisadores tão competentes. Quando olho para trás e vejo como iniciei o curso e como cresci profissionalmente até agora, me faltam palavras para expressar minha gratidão e enorme admiração por vocês dois, pela forma que trabalham e que conduzem tudo o que fazem. Além dos conhecimentos transmitidos, tive o privilégio de contar com amizade, apoio, humildade e imensa dedicação de pessoas tão especiais, que conduzem com orgulho e paixão o trabalho e a pesquisa, motivando e inspirando seus alunos a seguirem seus passos... Prof Alessandra, não sabe o imenso orgulho que tenho em poder andar ao seu lado durante esses anos, não tenho como descrever... A vocês meu muito obrigada!

Aos meus amigos e colegas de pós-graduação Viviane, Anna Luiza, Sibelli, Felipe Gutierrez, Rosana, Issis e Pamela. Acredito fielmente que o mais importante do que alcançar uma meta é o caminho percorrido para chegar até ela, bem como das pessoas que o acompanham nesse percurso e que o fazem ter sentido, ser ameno e divertido. Agradeço muito a Deus por ter possibilitado que no meu caminho eu pudesse conhecer pessoas como vocês. Agradeço cada momento que passamos juntos no laboratório, as viagens, congressos, eventos, cada refeição que fizemos juntos, tudo contribuiu para que nosso caminho fosse sendo traçado e também suprir a saudade da família biológica no tempo em que estávamos longe desta... A vocês meu muito obrigada!

A minha família que sempre me deu apoio e me compreendeu na ausência, sabendo que estavam sempre no meu pensamento e no coração. Tios, tias, primos, primas, meu avô, padrinhos... a vocês toda minha gratidão e apreço.

A minha filha Maria Vitória, a pessoa mais importante da minha vida e pela qual vale realmente a pena todo meu esforço! Agradeço imensamente a Deus por ter uma criança tão abençoada e que posso chamar de minha, peço desculpas pelos momentos de ausência, de mau humor devido a tantas responsabilidades, quero que saiba que todo esse esforço é para você e por você. Mamãe te ama muito, acima de tudo e de todos!

Ao meu irmão Fabio, sem dúvidas o meu melhor amigo. Amigo que tornou minha caminhada mais leve, amigo que sempre esteve do meu lado, que suportou meus momentos de dificuldade e sempre esteve do meu lado. Amigo que, depois de brigas feias, me perdoava e era perdoado poucos minutos depois. Sem dúvidas não vivemos um sem o outro, não adianta tentar, sempre foi assim e sempre será. Mais que um irmão, um amigo verdadeiro. Mais que um amigo verdadeiro, um irmão de sangue que tenho a sorte de ter sempre perto de mim, te amo!

À minha mãe Neiva, que, apesar da distância, sempre esteve pronta para me auxiliar, me ouvir e me acompanhar, desde sempre e para sempre, com certeza! A você, que devo principalmente a vida, um muito obrigado e um te amo verdadeiro!

Ao meu pai Fabiano, homem mais importante da minha vida! Primeiramente tenho algumas palavras inspiradoras para você:

“Cresci aprendendo com suas lições de vida, tornei-me adulta tentando corresponder aos seus anseios, aprendi a essência do viver seguindo seus exemplos. E hoje, não quero que derrame lágrimas por mim, mas que compartilhe comigo a alegria desta conquista, pois ela só se concretizou devido ao seu apoio. Muitos foram os momentos em que meu cansaço e preocupação foram divididos com você e, sempre procurando amenizar a minha ansiedade, você me deu força para vencer os obstáculos e me incentivaram a prosseguir... O momento que vivo agora é fascinante e só existe porque você se doou em silêncio e aceitou viver comigo o meu sonho. O meu amor e gratidão a você que é meu maior e melhor exemplo de vida. A você, sem dúvidas, ofereço a minha vitória.” (Iara A. Silva Corrêa).

Partindo desse lindo texto, quero que nunca esqueça pai, que atrás de cada vitória minha, há passos seus, e serei eternamente grata a você, por tudo nessa vida, amo você incondicionalmente!

MARTINI, E. C. **Efeito da técnica de aplicação do EDTA como pré-condicionamento da dentina esclerótica e esmalte na resistência de união de adesivos universais.** [Dissertação] Mestrado em Dentística Restauradora. Ponta Grossa. Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito de diferentes protocolos de pré-condicionamento com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) a 17% na resistência de união (RU) e padrão de condicionamento para adesivos universais no modo autocondicionante em esmalte e dentina esclerótica. Quarenta dentes bovinos com dentina esclerótica e vinte terceiros molares humanos foram divididos aleatoriamente em oito grupos resultantes da combinação dos fatores principais tratamento de superfície (controle, aplicação manual de EDTA por 2 min; aplicação manual de EDTA por 30 s; aplicação sônica de EDTA por 30 s) e os sistemas adesivos (Single Bond Universal [SBU] e Prime & Bond Elect [PBE]). Espécimes de resina-dentina e de resina-esmalte foram preparados e testados quanto à RU por microtração e por microcissalhamento, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância de dois fatores (adesivo e modo de aplicação) e teste de Tukey ($\alpha = 5\%$). O padrão de condicionamento produzido sobre a superfície de esmalte e de dentina esclerosada foi avaliada qualitativamente em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Nenhum dos protocolos de EDTA influenciou a resistência de união ao esmalte ($p > 0,05$). Na dentina esclerótica, os menores valores de RU foram observados sem tratamento com EDTA e o maior valor foi observado no grupo de aplicação sônica de EDTA por 30 s, tendo os demais grupos desempenho intermediário. Tanto em esmalte como em dentina, o adesivo SBU apresentou maiores valores de RU em todos os grupos ($p < 0,05$). Um melhor padrão de condicionamento foi observado após tratamento com EDTA em relação ao grupo sem tratamento prévio de EDTA. O pré-condicionamento com EDTA melhorou a RU e o padrão de condicionamento de adesivos universais aplicados no modo autocondicionante sobre a dentina esclerótica, principalmente quando aplicada com dispositivo sônico durante 30 s. Em esmalte, o condicionamento prévio com EDTA melhorou o padrão de condicionamento, porém não resultou em maior RU.

Palavras-chave: Adesivo universal. EDTA. Resistência de união. Padrão de condicionamento.

MARTINI, E. C. **EDTA application technique effect as preconditioning of sclerotic dentin and enamel on the bond strength of universal adhesives.** [Dissertação] Mestrado em Dentística Restauradora. Ponta Grossa. Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of different protocols of 17% EDTA (ethylene diamine tetra acetic acid) pre-conditioning on the etching pattern and immediate bond strength of universal adhesives to enamel and sclerotic dentin. Forty bovine teeth with sclerotic dentin and twenty human third molars were randomly divided into eight groups resulting from the combination of the main factors surface treatment (none, 2-min EDTA conditioning manual application; 30-second EDTA manual application; 30-second EDTA sonic application) and adhesive system (Scotchbond Universal Adhesive [SBU] and Prime & Bond Elect [PBE]). Resin-dentin and enamel-dentin bonded specimens were prepared and tested under the microtensile bond strength (μ TBS) and microshear bond strength (μ SBS) tests respectively. The etching patterns produced on the enamel and on the sclerotic dentin surfaces were evaluated under scanning electron microscope (SEM). *Results:* None of the EDTA pre-conditioning protocols had any impact on the μ SBS on enamel ($p > 0.05$). In sclerotic dentin, the lowest μ TBS was observed in the group without EDTA pre-conditioning and the highest in the 30-second EDTA sonic application group. SBU showed the highest μ TBS for all the groups ($p < 0.05$). EDTA pre-conditioning improved the etching pattern of enamel and dentin in all groups. EDTA pre-conditioning improved the bonding performance and etching pattern of the universal adhesives used in the self-etch mode on sclerotic dentin, mainly when applied for 30 s with the aid of a sonic device. EDTA pre-treatment also improved the retentive etching pattern on enamel but it did not result in higher enamel bond strength.

Keywords: Universal adhesives. EDTA. Bond strength. Etching pattern.

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

G	Grama
°C	Graus Celsius
H	Hora
min	Minuto
s	Segundo
>	Maior que
<	Menor que
±	Mais ou menos
MPa	Mega Pascal
mW/cm²	MiliWatt por centímetro quadrado
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
mm²	Milímetro quadrado
X	Número de vezes
α	Nível de significância
%	Porcentagem
p	Valor de probabilidade

LISTA DE SIGLAS

EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
SBU	Single Bond Universal
PBE	Prime&Bond Elect
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
RC	Resina Composta
RU	Resistência de união
vs	Versus
HEMA	2-Hidroxi-etil-metacrilato
MDP	Metacriloxietil dihidrogênio fosfato
TEGDMA	Trietilenoglicoldimetacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aparência inicial da dentina esclerótica em coroas bovinas, já com as raízes seccionadas.....	23
Figura 2 – Dispositivo sônico com <i>microbrush</i> acoplado, utilizado na aplicação do EDTA durante 30 s.....	24
Figura 3 – Procedimento adesivo nas superfícies de dentina esclerótica. Em A , aplicação prévia de EDTA no modo manual (30 s ou 2 min). Em B , aplicação sônica do EDTA com o Smart (30 s). Em C , aplicação dos adesivos universais (SBU e PBE), conforme orientação dos fabricantes. Em D , fotoativação final após restauração com resina composta.....	25
Figura 4 – Obtenção dos espécimes em resina-dentina. Em A , máquina de corte para obtenção de espécimes de resina-dentina em forma de palito utilizando disco de diamante. Em B e C e aspecto dos espécimes obtidos.....	26
Figura 5 – Seccionamento e distribuição dos fragmentos de esmalte. Em A , aspecto de um terceiro molar humano após preparo e corte prévio para obtenção das fatias de esmalte e em B , delimitação das faces após inclusão com resina acrílica nos cilindros de PVC.....	27
Figura 6 – Preparo dos tygons e delimitação da área adesiva. Em A , material utilizado no preparo prévio do procedimento restaurador (fita dupla face, perfurador de Ainsworth, matriz, tygon e lâmina para o corte. Em B , corte dos tubos tygon. Em C , colagem da fita com as perfurações correspondentes em cada face de esmalte previamente delimitado e a fita previamente perfurada.....	28
Figura 7 – Procedimento adesivo nas superfícies de esmalte. Em A , aplicação manual do EDTA (30 s ou 2 min). Em B , aplicação sônica do EDTA com o Smart (30 s). Em C , aplicação dos sistemas adesivos universais (SBU e PBE), conforme orientação dos fabricantes.....	28
Figura 8 – Procedimento restaurador. Em A , posicionamento dos tubos Tygon coincidentes com as perfurações em esmalte após procedimento adesivo. Em B , inserção da resina composta cuidadosamente até preenchimento completo dos tubos Tygon.....	29
Figura 9 – Imagem ilustrativa e aproximada dos espécimes em resina composta após remoção dos tubos Tygon.....	29

Figura 10 – Teste de microcisalhamento. Em A e B , orientação correta das forças entre célula de carga, arame e interface resina-esmalte. Em C , vista aproximada do fio ortodôntico envolvendo o espécime para o teste de microcisalhamento.....	30
Figura 11 – Diagrama explicativo da divisão dos grupos experimentais utilizados no estudo para ambos os adesivos testados (SBU e PBE).....	32
Figura 12 - Padrão de condicionamento da dentina esclerosada após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com SBU.....	43
Figura 13 - de condicionamento da dentina esclerosada após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com PBE.....	44
Figura 14 - Padrão de condicionamento do esmalte após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com SBU.....	45
Figura 15 - Padrão de condicionamento do esmalte após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com PBE.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição, lote e forma de aplicação no modo autocondicionante dos sistemas adesivos universais utilizados no estudo.....	34
Tabela 2 – Número de espécimes e porcentagem (%) dos tipos de falhas encontradas nos grupos experimentais em dentina esclerótica.....	36
Tabela 3 – Médias e desvios-padrão dos valores de resistência de união (MPa) à dentina esclerótica de acordo com os diferentes grupos experimentais.....	37
Tabela 4 – Número de espécimes e porcentagem (%) dos tipos de falhas dos grupos experimentais em esmalte.....	38
Tabela 5 - Médias e desvios-padrão dos valores de resistência de união (MPa) ao esmalte de acordo com os diferentes grupos experimentais (*).....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	14
3	PROPOSIÇÃO.....	22
3.1	Proposição geral.....	22
3.2	Proposições específicas.....	22
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1	Resistência de união à dentina esclerótica.....	23
4.2	Resistência de união ao esmalte.....	26
4.3	Padrão de Condicionamento da dentina esclerótica examinado através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	30
4.4	Padrão de Condicionamento do esmalte examinado através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	31
4.5	Análise estatística.....	33
5	RESULTADOS.....	35
5.1	Resistência de união à dentina esclerótica.....	35
5.2	Resistência de união ao esmalte.....	38
5.3	Padrão de condicionamento em dentina esclerótica.....	41
5.4	Padrão de condicionamento em esmalte.....	42
6	DISCUSSÃO.....	47
7	CONCLUSÕES.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	ANEXOS.....	61
	ANEXO 1 PARECER DE APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA.....	62

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo dos sistemas de adesão dentária é proporcionar a retenção dos materiais restauradores à estrutura dental. A eficácia de adesão imediata da maioria dos sistemas adesivos atuais é bastante favorável (De Munck et al.¹ 2005). No entanto, essa eficácia é frequentemente avaliada com base na sua capacidade de se relacionar à dentina sadia, sem nenhuma alteração.

Embora dentina hígida seja um dos substratos dentais presentes na prática diária, uma variedade de substratos dentinários patológicos é clinicamente encontrada, que inclui dentina cariada/afetada e esclerótica (De Almeida Neves et al.² 2011, El-Din et al.³ 2004, Perdigão⁴ 2010, Tay et al.⁵ 2004). Independentemente da estratégia adesiva utilizada, em substratos morfológica ou patologicamente alterados, como a dentina esclerosada, geralmente a adesão é comprometida (De Almeida Neves et al.² 2011, El-Din et al.³ 2004, Luque-Martinez et al.⁶ 2013, Perdigão⁴ 2010, Tay et al.⁵ 2004). Isto ocorre devido à obliteração parcial ou total dos túbulos dentinários com cristais minerais e devido à presença de uma camada hipermineralizada de dentina que é mais resistente ao condicionamento por agentes ácidos (Gwinnett et al.⁷ 1978, Tay et al.⁵ 2004).

Diante disso, estudos anteriores observaram um aumento nas propriedades adesivas à dentina esclerótica por meio de alterações no protocolo adesivo que normalmente é utilizado para a dentina sadia. Dentre as alternativas estão o desgaste na superfície esclerótica por meio do uso de pontas diamantadas (Kwong et al.⁸ 2002, Luque-Martinez et al.⁶ 2013, Van Dijken⁹ 2004), tratamento com ácido fosfórico (Kwong et al.⁸ 2002, Mena-Serrano et al.¹⁰ 2013), ainda um aumento no tempo de condicionamento com ácido fosfórico (Mena-Serrano et al.¹⁰ 2013) e condicionamento prévio com ácidos fracos previamente ao uso de adesivos autocondicionantes, tais como EDTA (Luque-Martinez et al.¹¹ 2015) já foram objetivo de vários estudos.

Dentre essas estratégias, o pré-condicionamento com EDTA parece ser uma abordagem muito promissora. Por se tratar de um ácido fraco, o EDTA atua como um agente quelante que possui afinidade com íons metálicos, estes sofrem seqüestração na superfície e produz uma desmineralização superficial da dentina

(Kasraei et al.¹² 2013, Osorio et al.¹³ 2005), resultando no aumento na resistência de união imediata de adesivos autocondicionantes na dentina sadia e também na dentina esclerosada (Kwong et al.⁸ 2002, Osorio et al.¹³ 2005). Além disso, o pré-condicionamento com EDTA também tem um efeito inibitório sobre a matriz de metaloproteinases (MMPs) da dentina (Thompson et al.¹⁴ 2012, Toledano et al.¹⁵ 2012), produzindo interfaces adesivas mais estáveis em dentina sadia (Osorio et al.¹³ 2005) e dentina esclerosada ao longo do tempo (Luque-Martinez et al.¹¹ 2015).

Devido aos resultados promissores observados com a aplicação prévia do EDTA em dentina esclerosada com o uso de adesivos autocondicionantes, e para reduzir o tempo clínico evitando a necessidade na aplicação de um produto diferente no esmalte, esta aplicação prévia de EDTA em esmalte também já foi testada (Ibrahim et al.¹⁶ 2010, Imbery et al.¹⁷ 2012). Essa aplicação em ambos os substratos e com resultados favoráveis resolveria um dos principais inconvenientes dessa estratégia adesiva, a qual apresenta menores valores de resistência de união no esmalte (Kanemura et al.¹⁸ 1999, Vinagre et al.¹⁹ 2015).

Apesar das vantagens, não se pode ignorar que essa aplicação prévia de EDTA acrescenta mais um passo clínico no protocolo de adesão e geralmente requer uma aplicação de até dois minutos (Chaves et al.²⁰ 2002, Luque-Martinez et al.¹¹ 2015, Thompson et al.¹⁴ 2012), contrariamente a busca clínica de simplificação técnica. Dessa maneira, alternativas que otimizam o tempo de aplicação do EDTA também são interessantes.

Estudos prévios já relataram que a aplicação do EDTA com agitação e em tempos reduzidos em canais radiculares proporciona um aumento na remoção de *smear layer*, contornando o inconveniente do aumento de tempo e contando com os benefícios da técnica (Da Costa Lima et al.²¹ 2015, Gupta et al.²² 2014, Rodig et al.²³ 2010).

Recentemente, o uso de dispositivos de aplicação sônica vem sendo investigado, otimizando a aplicação de sistemas adesivos e também na remoção de *smear layer* em reduzidos tempos de aplicação em comparação com a técnica convencional (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014). A agitação do EDTA, feita com instrumento sônico, também se mostrou mais eficaz na remoção da *smear layer* (Herrera et al.²⁵ 2013) e pode ser um instrumento para reduzir o tempo de aplicação clínica.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito de diferentes protocolos de pré-condicionamento com EDTA, comparando a aplicação sônica com a manual, na resistência de união e no padrão de condicionamento da dentina esclerótica e esmalte dental com sistemas adesivos universais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Dentre os materiais que permitem adesão com as diferentes estruturas dentárias, destacamos os sistemas adesivos, os quais a maioria age por meio de uma retenção micromecânica com os substratos (Breschi et al.²⁶ 2008, Ozer et al.²⁷ 2013). Para adesivos convencionais, o processo se inicia pelo condicionamento com ácido fosfórico, responsável pela dissolução mineral do esmalte e dentina e formação de microporosidades para penetração de monômeros resinosos. Estes, depois de polimerizados permitem a formação de uma camada híbrida entre o material e o substrato, que é responsável pela retenção dos materiais restauradores na estrutura dentária (Breschi et al.²⁶ 2008, Ozer et al.²⁷ 2013, Reis et al.²⁸ 2015).

Para uma adesão duradoura, a camada híbrida deve ser uniforme, homogênea e contínua, através da penetração de monômeros por toda a extensão desmineralizada pelo ácido fosfórico (Breschi et al.²⁶ 2008, Chaves et al.²⁰ 2002, Do Amaral et al.²⁹ 2010). A qualidade do selamento está principalmente relacionada ao completo envolvimento das fibrilas colágenas expostas pelo condicionamento ácido e a qualidade do polímero formado após fotoativação (Breschi et al.²⁶ 2008). Qualquer falha neste protocolo pode facilitar a sorção de água e outras substâncias pela camada adesiva, acelerando a degradação da união e falha no procedimento restaurador (Do Amaral et al.²⁹ 2010, Ozer et al.²⁷ 2013).

Essas falhas adesivas podem ser observadas através de descoloração marginal e até perda parcial ou total da restauração (Loguercio et al.³⁰ 2014, Perdigão et al.³¹ 2008). Para enfrentar esses problemas é que são inúmeras e contraditórias as pesquisas relacionadas a esse tema.

As restaurações intra-orais enfrentam desafios nesse meio que inevitavelmente podem comprometer a integridade da interface adesiva e, conseqüentemente, a durabilidade das restaurações, já que dificuldades no protocolo podem comprometer a formação de uma interface de união com boa retenção e selamento. Dentre elas pode-se citar: incompleta infiltração dos sistemas adesivos no substrato, adequada polimerização dos monômeros em ambiente úmido como a dentina e a distribuição homogênea desses monômeros na zona de interdifusão resinosa (Liu et al.³² 2011).

Composição dos substratos dentais

Tão importante quanto à composição e eficácia dos materiais, é saber as diferenças existentes entre os substratos dentais que são expostos aos procedimentos restauradores. A dentina diferencia-se do esmalte por se tratar de um tecido vitalizado (Carvalho³³ 2004) e por ser composta por aproximadamente 50% de estrutura mineral em forma de cristais pequenos de hidroxiapatita, 30% de matéria orgânica representada por colágeno tipo I e 20% de um fluido similar ao plasma e outros componentes orgânicos com funções ainda não esclarecidas (Carvalho³³ 2004, Marshall et al.³⁴ 1997).

Outra diferença é que no tecido dentinário observam-se múltiplos túbulos, extremamente longos e finos, preenchidos por extensões citoplasmáticas dos odontoblastos e fluido tissular, que atravessam toda a espessura da dentina, da polpa até a junção amelo-dentinária (JAD) (Marshall et al.³⁴ 1997).

A densidade da dentina intertubular é maior na JAD do que próximo à câmara pulpar, pelo fato dos túbulos dentinários serem forçados a se aproximar durante a dentinogênese. Esta convergência tubular em direção à câmara pulpar influencia na estrutura e na função da dentina, já que o número de túbulos próximos à polpa por mm² é de aproximadamente 45.000 e o diâmetro médio de cada um é de 2,5 µm. Na dentina de profundidade média, esta densidade diminui para aproximadamente 29.500 e o diâmetro dos túbulos reduz para 1,2 µm. Nas proximidades da JAD, o número de túbulos por mm² se aproxima a 20.000 e com diâmetro de 0.9 µm (Garberoglio et al.³⁵ 1976).

Como os túbulos estão preenchidos por fluido dentinário, essas variações refletem na variabilidade desse conteúdo nos extremos da estrutura dentinária e podem causar alterações nos procedimentos adesivos (Carvalho³³ 2004), que dificultam a penetração do *primer* e dos monômeros adesivos na dentina (Perdigão⁴ 2010).

Diferentemente da dentina, o esmalte contém 97% de material inorgânico (hidroxiapatita) e apenas 3% de água e material orgânico, que não é formado por fibrilas colágenas, como é na dentina (Cate³⁶ 2001, Junqueira³⁷ 2008). O esmalte é, portanto, a estrutura mais rica em cálcio do corpo humano e também a mais dura.

A forma como os cristais estão alinhados cria uma estrutura em bastões ou prismas de esmalte, que são separados por uma substância interprismática, constituída por cristalitos de apatita, alinhados em direção diferente da encontrada nos prismas (Cate³⁶ 2001). Esses prismas de esmalte consistem de formações hexagonais alongadas e fazem diferentes trajetos dentro do esmalte. Partindo da dentina, vão primeiro em direção perpendicular à superfície do dente. Na região média, orientam-se em espiral e, finalmente, assumem novamente a mesma direção perpendicular. Nas porções mais laterais da coroa, os prismas do esmalte seguem um curso horizontal, perpendicular, portanto, ao grande eixo do dente (Junqueira³⁷ 2008).

Substratos dentais alterados

Além dos problemas relacionados à técnica adesiva, ao material ou ao substrato que receberá o sistema adesivo, dificuldade ainda maior na adesão pode ser encontrada em substratos alterados morfolologicamente, como dentina esclerótica. Este substrato é comumente encontrado na prática clínica e representa uma dentina que foi fisiologicamente e/ou patologicamente alterada frente a casos de lesão cariosa ou consequência da colonização por microflora da via oral (Spranger³⁸ 1995, Tay et al.⁵ 2004).

Este tecido apresenta algumas características micromorfológicas consideradas obstáculos na hibridização, como a presença de uma camada superficial hipermineralizada com obliteração total ou parcial dos túbulos dentinários, que ocorre devido à contínua aposição de dentina peritubular e depósitos mineralizados (Tay et al.⁵ 2004).

Essa deposição mineral é multifatorial, dentre as causas se incluem tensões oclusais, estímulos crônicos de baixa intensidade e de alta frequência (erosão e atrição dental) e a colonização bacteriana, responsável pela desnaturação da matriz de colágeno existente nessa região. Isto é uma das dificuldades de adesão nesse substrato, já que essas características se comportam como barreiras de difusão para os *primers* e monômeros resinosos (El-Din et al.³ 2004, Tay et al.⁵ 2004).

Alguns estudos laboratoriais mostram uma diminuição em média de 25-40% da resistência de união quando a dentina esclerótica é comparada com a dentina

hígida, para adesivos convencionais ou autocondicionantes, possivelmente devido a sua maior resistência ao condicionamento ácido (Karakaya et al.³⁹ 2008, Kwong et al.⁸ 2002, Tay et al.⁵ 2004).

Tipos de sistemas adesivos

Os sistemas adesivos atuais podem interagir com esmalte e dentina através de duas estratégias diferentes (Van Meerbeek et al.⁴⁰ 2003). A primeira consiste na remoção total da *smear layer* utilizando para isso o ácido fosfórico em concentrações que podem variar de 30-40%, conhecido como convencional (*etch-and-rinse*). Após o condicionamento ácido, a rugosidade superficial do esmalte é aumentada e os túbulos dentinários e fibrilas colágenas da dentina ficam expostos e permitem a penetração dos monômeros resinosos nestes substratos. Isso propicia a retenção micromecânica do material restaurador ao dente (Ozer et al.²⁷ 2013, Reis et al.²⁸ 2015).

Os adesivos convencionais podem ser aplicados em dois passos, os chamados simplificados, ou três passos clínicos, onde uma solução hidrófila (*primer*) é aplicada antes de uma solução com características hidrófobas (*bond*). Nos adesivos simplificados, apenas uma única solução, contendo o *primer* e o *bond*, é aplicada em um único passo clínico (Reis et al.⁴¹ 2010, Van Meerbeek et al.⁴⁰ 2003).

A segunda estratégia de adesão consiste na modificação da *smear layer* pela solução adesiva, já que possui monômeros acídicos na composição, que condicionam e penetram os substratos dentinários simultaneamente; são os sistemas adesivos autocondicionantes (*self-etch*). Além da vantagem de reduzir o tempo clínico, esse sistema forma uma interface adesiva mais uniforme e elimina os procedimentos de lavagem e secagem da dentina, o que evita fenômenos de *overwetting* (excesso de umidade) e de *overdrying* (excesso de secagem), que comprometem a longevidade da adesão (Perdigao⁴² 2007, Reis et al.²⁸ 2015). Além do que, essa desmineralização e infiltração simultânea evita a formação de espaços vazios susceptíveis à degradação observados na camada híbrida dos adesivos convencionais (Breschi et al.²⁶ 2008, Ozer et al.²⁷ 2013).

Os sistemas autocondicionantes são classificados de acordo com o pH em: muito ácidos ($\text{pH} < 1$), ácidos ($\text{pH} \cong 1,5$), suaves ($\text{pH} \cong 2,5$) e super suaves ($\text{pH} \geq 2,5$) (Kenshima et al.⁴³ 2006, Pashley et al.⁴⁴ 2001). Os mais ácidos promovem uma desmineralização semelhante aos sistemas convencionais, já os suaves levam a uma desmineralização parcial dos túbulos dentinários e incorporam uma quantidade de hidroxiapatita remanescente na camada híbrida (Kasraei et al.¹² 2013, Kenshima et al.⁴³ 2006). Para os sistemas mais leves, o problema está no esmalte, uma vez que um padrão ideal de condicionamento nesse substrato não é conseguido, sendo necessário, por exemplo, o pré-condicionamento com ácido fosfórico. Isso gera como inconveniente um passo clínico a mais e a possibilidade de atingir acidentalmente a dentina e prejudicar a adesão (De Goes et al.⁴⁵ 2014).

De acordo com o número de passos, os autocondicionantes são classificados em um e dois passos clínicos. Para os de dois passos, inicia-se com aplicação de um adesivo com características hidrófilas seguido da aplicação de uma solução hidrófoba (Reis et al.²⁸ 2015). Os de passo único são simplificados e reduzem o tempo clínico, porém, em alguns casos, mostram menores valores de resistência de união (Cardoso et al.⁴⁶ 2011, Van Landuyt et al.⁴⁷ 2006), exceto quando aplicados ativamente (Do Amaral et al.²⁹ 2010, Loguercio et al.⁴⁸ 2015) ou em dupla camada (Albuquerque et al.⁴⁹ 2008). Essa menor eficiência é associada às propriedades mecânicas inferiores, maior sorção de água devido à hidrofília, característica esta que também os tornam membranas semipermeáveis (De Munck et al.¹ 2005, Reis et al.²⁸ 2015).

Um novo tipo de sistema adesivo pode ser recentemente encontrado no mercado, os chamados adesivos universais. Estes são geralmente adesivos autocondicionantes de um passo que podem ser associados ou não à aplicação prévia de ácido fosfórico (Hanabusa et al.⁵⁰ 2012, Perdigão et al.⁵¹ 2014).

Nos casos em que se usa o pré-condicionamento, o adesivo é aplicado semelhantemente a um convencional de dois passos, já quando esse procedimento não é realizado, o comportamento assemelha-se aos autocondicionantes de um passo. A vantagem deste último modo é a simplificação da técnica e incorporação da *smear layer* na camada híbrida. Por outro lado, a desvantagem é o fato de não apresentar propriedades tão favoráveis como as observados com o pré-condicionamento com ácido fosfórico (Perdigão et al.⁵² 2012, Rosa et al.⁵³ 2015).

Da mesma forma que para os adesivos autocondicionantes, os universais nesse tipo de tratamento contam com algumas alternativas para aumentar os valores de resistência de união em esmalte. Dentre eles o condicionamento seletivo do esmalte com ácido fosfórico, para aumentar a área de superfície disponível para adesão (Frankenberger et al.⁵⁴ 2008), bem como aplicação ativa do produto, um passo que não prejudica o tempo clínico e que apresenta bons resultados (Loguercio et al.⁴⁸ 2015).

Resumidamente e de forma didática os sistemas adesivos atuais podem ser divididos em convencionais, autocondicionantes e universais, sendo que estes últimos permitem as duas opções de uso. O que esses diferentes produtos têm em comum é a formação de uma camada híbrida como resultado da impregnação do produto em esmalte ou dentina (Perdigao⁴² 2007).

Métodos alternativos para maximizar adesão

Devido às dificuldades de tratamento, alguns métodos vêm sendo testados com objetivo de melhorar a adesão na dentina esclerótica, dentre eles o uso de instrumentos rotatórios para remoção da camada superficial hipermineralizada (Camargo et al.⁵⁵ 2008, Eliguzeloglu et al.⁵⁶ 2008, Luque-Martinez et al.⁶ 2013). Também já foi relatado o uso de ácidos fortes como pré-condicionantes de superfície, como o ácido fosfórico (Eliguzeloglu et al.⁵⁶ 2008). O intuito do condicionamento antes da aplicação de adesivos autocondicionantes é aumentar a espessura da camada híbrida, o que nem sempre resulta em sucesso (Kusunoki et al.⁵⁷ 2002, Tay et al.⁵ 2004).

A dificuldade do ácido fosfórico na dentina esclerótica é a grande variação na morfologia da superfície que esse ácido gera, com diferentes profundidades e qualidades de condicionamento devido à sua agressividade, que resulta em grande variabilidade nos testes de resistência de união nesse tecido (Mena-Serrano et al.¹⁰ 2013).

Outra opção que mostra resultado promissor é o pré-tratamento da dentina com substâncias, como o EDTA (Kasraei et al.¹² 2013, Luque-Martinez et al.¹¹ 2015, Luque-Martinez⁵⁸ 2011, Sauro et al.⁵⁹ 2009), que possui quatro grupos de ácido carboxílico e age como um quelante de íons cálcio. Isso gera uma dissolução

seletiva de hidroxiapatita e evita grandes alterações na estrutura do substrato. Ao contrário do ácido fosfórico, o EDTA causa uma desmineralização menos agressiva na dentina, que pode aumentar a qualidade e a durabilidade da camada híbrida (Kasraei et al.¹² 2013), já que o adesivo vai preencher uma menor área de dentina desmineralizada. Se comparado com ácido fosfórico, o EDTA mostra maiores valores de resistência de união para adesivos autocondicionantes (Kasraei et al.¹² 2013, Luque-Martinez⁵⁸ 2011).

Outro fator que pode justificar o aumento nos valores de resistência de união quando se faz uso do EDTA é que o produto é um inibidor de metaloproteínases (MMPs), enzimas colagenolíticas consideradas responsáveis pela degradação das fibras colágenas da dentina (Carrilho et al.⁶⁰ 2009, Thompson et al.¹⁴ 2012). A atividade quelante do EDTA sequestra íons cálcio da dentina durante o condicionamento e que, junto com o zinco atuam como potenciais ativadores das MMPs (Carrilho et al.⁶⁰ 2009, Tezvergüç-Mutluay et al.⁶¹ 2010). O que seria importante avaliar e que ainda apresenta controvérsias na literatura é se esse efeito se mantém ao longo do tempo ou se é apenas imediato.

A literatura mostra alguns estudos que avaliaram o EDTA como agente pré-condicionante, com concentração entre 15 e 24% e tempo de aplicação entre 1 a 2 min, suficientes para se obter eficiência na remoção da *smear layer* e expor as fibras colágenas (Kasraei et al.¹² 2013, Sauro et al.⁵⁹ 2009). Já em dentina esclerótica foi observado que a aplicação de EDTA 17% manualmente durante 2 min mostrou sucesso no aumento da resistência de união com adesivos autocondicionantes (Luque-Martinez⁵⁸ 2011).

Apesar destes resultados promissores, esta técnica propõe mais uma etapa clínica no procedimento adesivo, que vai contra a simplificação técnica buscada com adesivos autocondicionantes. Portanto, este trabalho objetivou avaliar se esta aplicação do EDTA pode também apresentar bons resultados quando se modifica a estratégia de aplicação.

Conhecidas as dificuldades em adesão ao esmalte utilizando adesivo autocondicionante e aliado aos bons resultados do pré-tratamento em dentina com EDTA, também já foi testado o uso desse agente em esmalte. Porém, já não se vê os bons resultados como observados em dentina (Devarasa et al.⁶² 2012, Ibrahim et al.¹⁶ 2010, Imbery et al.¹⁷ 2012). O fato de o EDTA ser um ácido leve resulta em um

condicionamento irregular e ineficiente no esmalte se comparado ao ácido fosfórico (Ibrahim et al.¹⁶ 2010). Por isso, novos estudos são necessários para aliar a eficácia do EDTA com as dificuldades na adesão ao esmalte, principalmente quando se utiliza adesivo autocondicionante.

Buscando facilidade técnica e ao mesmo tempo superar dificuldades presentes na prática diária é que a Odontologia utiliza cada vez mais o auxílio de instrumentos sônicos ou ultra-sônicos, em virtude disso é que esse tema é objeto de pesquisa na literatura (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014). Dispositivos ultra-sônicos agem por mecanismos de cavitação (liberação de energia a partir de bolhas criadas em meio líquido), produzindo grandes forças de cisalhamento em um meio aquoso ou ainda por aquecimento da solução (Cuadros-Sanchez et al.⁶³ 2014). Estes mecanismos são afetados pela configuração da ponta do aplicador, faixas de frequências, do deslocamento de amplitude e também pelas características do substrato no qual um instrumento sônico é aplicado (Sapna⁶⁴ 2010)

No caso de dispositivos sônicos que atualmente vêm sendo testados, é possível acoplar um aplicador do tipo *microbrush* na sua extremidade e as cerdas sob vibração sônica transmitem maior energia para os fluidos que cercam a estrutura dental, tais como adesivos dentinários. Internamente nessas estruturas por sua vez, esses fluidos agitados são capazes de atingir áreas mais profundas do que atingiriam com a aplicação manual. A vibração de alta velocidade com o *microbrush* cria ondas de pressão e forças de cisalhamento no produto a ser aplicado (Cuadros-Sanchez et al.⁶³ 2014, Mena-Serrano et al.²⁴ 2014). Além disso, a geração de bolhas microscópicas é vigorosamente impelida contra as superfícies que a solução é aplicada. Esta dinâmica de fluidos é capaz de aumentar a difusão de monômeros, enquanto auxilia também na evaporação dos solventes (Miyazaki et al.⁶⁵ 1996).

Um estudo *in vitro* recente demonstrou que a aplicação sônica é uma técnica eficaz até na aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes, já que se observou um aumento dos valores de resistência adesiva nos produtos avaliados (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014). Além disso, uma vantagem notável da aplicação sônica é que o procedimento não requer qualquer calibração e é menos sensível ao operador, não necessitando de experiência prévia. Esta alternativa também é fácil implementar e não adiciona mais passos clínicos, requer somente a presença do aparelho.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição Geral

Avaliar o efeito de diferentes protocolos de pré-condicionamento com EDTA na adesão ao esmalte dental e dentina esclerótica com sistemas adesivos universais aplicados no modo autocondicionante, através da resistência de união.

3.2 Proposições Específicas

- Avaliar a resistência de união por microtração e padrão de condicionamento através do MEV em dentina esclerótica após aplicação do EDTA em diferentes protocolos de aplicação (manual e sônico) seguido da aplicação de dois adesivos universais usados no modo autocondicionante (Single Bond Universal e Prime&Bond Elect).
- Avaliar a resistência de união por microcisalhamento e padrão de condicionamento através do MEV em esmalte após aplicação do EDTA em diferentes protocolos de aplicação (manual e sônico) seguido da aplicação de dois adesivos universais usados no modo autocondicionante (Single Bond Universal e Prime&Bond Elect).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Resistência de união à dentina esclerótica

Quarenta incisivos bovinos extraídos com dentina exposta esclerótica, que clinicamente se caracteriza por um extenso desgaste do esmalte acompanhado de uma superfície dentinária acastanhada, lisa e brilhante, conhecida como aparência vítrea (Camargo et al.⁵⁵ 2008), foram utilizados nesta parte do estudo (Figura 1). Eles foram extraídos de mandíbulas de animais de 3 anos de idade e abatidos em escala comercial para o consumo de carne. Depois disso, eles ficaram armazenados em água destilada a 4°C, não mais de uma semana antes de serem utilizados neste experimento. O esmalte periférico de todos os dentes foi removido com pontas diamantadas, além disso, as raízes foram seccionadas e a polpa coronária de todos eles foi removida.



Figura 1 – Aparência inicial da dentina esclerótica em coroas bovinas, já com as raízes seccionadas.

Os dentes foram em seguida embebidos em resina quimicamente ativada (JET® Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, SP, Brasil), com as superfícies de dentina expostas paralelamente ao plano horizontal. Em seguida, os dentes foram então divididos aleatoriamente em oito grupos experimentais (n=5) de acordo com a combinação dos fatores “sistema adesivo” (Single Bond Universal e Prime&Bond Elect), e “tratamento de superfície” (aplicação manual durante 30 s, aplicação manual durante 2 min, aplicação sônica durante 30 s e grupo controle) (Figura 11), utilizando uma tabela de números aleatórios, sendo que uma pessoa não envolvida no protocolo de pesquisa realizou o procedimento de randomização.

No grupo controle, os adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes (Tabela 1), sem aplicação prévia de EDTA, mas sim aplicação manual de água destilada durante 2 min. No grupo de EDTA 30 s, uma solução de EDTA 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) foi aplicada manualmente e ativamente com um *microbrush* durante os 30 s, sendo que a solução era constantemente reaplicada para manter a superfície úmida durante todo o tempo de aplicação e para todos os protocolos testados. No grupo EDTA 2 min, a mesma solução foi aplicada manualmente e ativamente nas superfícies de dentina esclerótica por 2 min. No grupo EDTA 30 s sônico, a mesma solução foi aplicada, porém com o *microbrush* acoplado em um dispositivo protótipo Smart, a ser lançado no mercado odontológico pela FGM (Joinville, SC, Brasil).

O protótipo produz uma vibração oscilante de 10.200 rpm ou 170 Hz, como se mediu pelo método de Blackman-Harris (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014) (Figura 2). O dispositivo Smart (FGM) tem cinco frequências de oscilação diferentes (144,5, 150, 170, 223,5, e 267,5 Hz). O estudo utilizou a frequência central do dispositivo.



Figura 2 - Dispositivo sônico com *microbrush* acoplado, utilizados para aplicação de EDTA por 30 s.

Após a aplicação do EDTA nos grupos experimentais, as superfícies de dentina esclerótica foram lavadas com água corrente durante o mesmo tempo de aplicação e foram ligeiramente secas com leve jato de ar durante 5 s.

A seguir, os sistemas adesivos Single Bond Universal ([SBU] 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e Prime&Bond Elect ([PBE] Dentsply, Milford, DE, EUA) foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes (Tabela 1). Após o procedimento adesivo (Figura 3), todos os dentes receberam restauração com resina composta micro-híbrida cor A3 (Opallis, FGM, Joinville, SC, Brasil) em três

incrementos de 1 mm de espessura cada. Cada incremento foi fotoativado por 40 s usando um aparelho fotoativador com intensidade de 800 mW/cm^2 (Radiical, SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália). Os espécimes foram armazenados em água a 37°C durante 24 h.

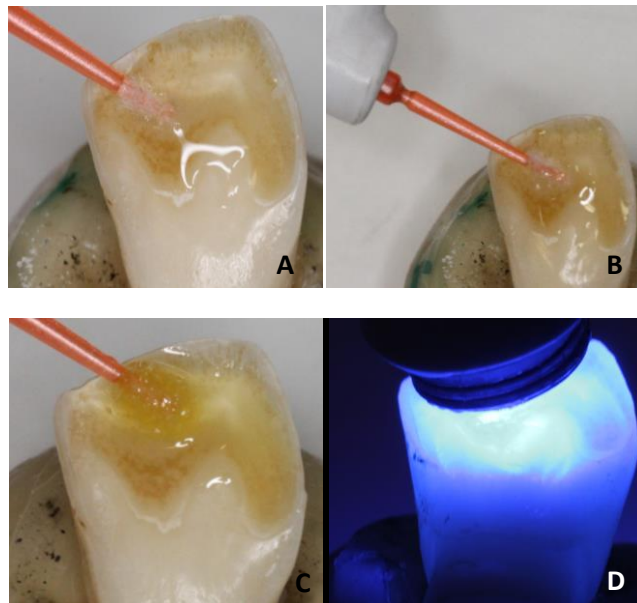


Figura 3 – Procedimento adesivo nas superfícies de dentina esclerótica. Em **A**, aplicação prévia de EDTA no modo manual (30 s ou 2 min). Em **B**, aplicação sônica do EDTA com o Smart (30 s). Em **C**, aplicação dos adesivos universais (SBU e PBE), conforme orientação dos fabricantes. Em **D**, fotoativação final após restauração com resina composta.

Para realizar o teste de microtração (RU), as amostras foram cortadas perpendicularmente com um disco de diamante (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) nos eixos "x" e "y" para obter espécimes de resina-dentina com área de secção transversal de $0,8 \text{ mm}^2$ (Figura 4). A área foi medida com um paquímetro digital (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Tóquio, Japão) e variação em torno de $0,01 \text{ mm}$. Cada dente gerou, em média, 12 a 20 espécimes em forma de palito.



Figura 4 – Obtenção dos espécimes em resina-dentina. Em **A**, máquina de corte para obtenção de espécimes de resina-dentina em forma de palito utilizando disco de diamante. Em **B** e **C** e aspecto dos espécimes obtidos.

Após o corte, os espécimes foram unidos em garras tipo Geraldeli (Perdigao et al.⁶⁶ 2002) com adesivo de cianoacrilato e levadas ao teste de microtração em máquina de ensaios universais (Kratos Dinamômetros, Cotia, São Paulo, Brasil) a 0,5 mm/min até a fratura.

O modo de falha dos espécimes foi classificado como adesivo/misto (A/M), quando a falha ocorreu na interface entre resina e dentina, com ou sem falha coesiva dos substratos vizinhos e coesiva se a falha ocorreu no substrato (resina ou dentina). A classificação foi feita sob lupa estereoscópica com 40 vezes de aumento. O número de espécimes que sofreram fraturas prematuras durante o seccionamento também foi registrado e os dados encontram-se na Tabela 2.

4.2 Resistência de união ao esmalte

Esta parte do estudo foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa com o parecer nº 842.942 (Anexo 1). Vinte terceiros molares hígidos extraídos, desinfetados em solução de cloramina 0,5% foram utilizados nessa parte do estudo. Os dentes foram armazenados em água destilada, e utilizados em até 6 meses após a extração.

As raízes de todos os dentes foram removidas com disco diamantado em máquina de corte através de corte na junção amelo-cementária. As coroas foram seccionadas em fatias de esmalte nas faces vestibular, palatina e nas duas

proximais, para obtenção de quatro espécimes a cada dente (Loguercio et al.⁴⁸ 2015) (Figura 5), sendo conseguidas oitenta faces de esmalte, que foram polidas sob refrigeração com lixas de SiC #180 por 60 s, seguido de polimento também sob refrigeração (SiC #600) por 60 s.

Logo após, as faces de esmalte foram aleatoriamente randomizadas entre os diferentes grupos (Figura 11), de forma que os fragmentos do mesmo dente fossem distribuídos em diferentes grupos. Em seguida, 4 fragmentos foram montados em anéis de cloreto de polivinilo (PVC) com resina acrílica (Autoclear, Dent Bras, Pirassununga, SP, Brasil), de forma que as superfícies de esmalte ficassem expostas no topo do cilindro (Figura 5).

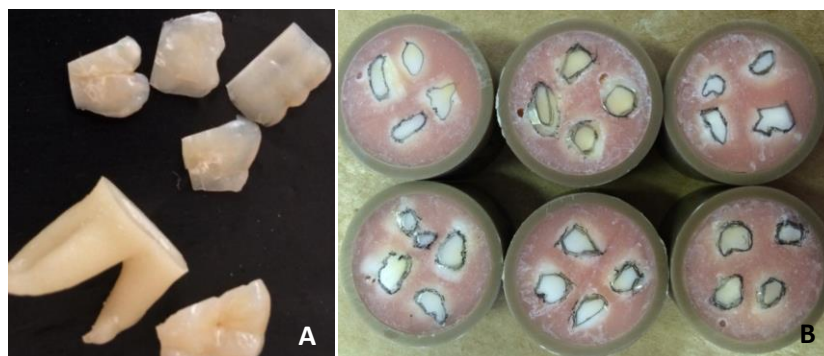


Figura 5 – Seccionamento e distribuição dos fragmentos de esmalte. Em **A**, aspecto de um terceiro molar humano após preparo e corte prévio para obtenção das fatias de esmalte e em **B**, delimitação das faces após inclusão com resina acrílica nos cilindros de PVC.

Para o teste de resistência de união ao esmalte por microcissalhamento (μ SBS), a delimitação da área de adesão foi realizada de acordo com Shimaoka (Shimaoka et al.⁶⁷ 2011). Uma fita adesiva dupla face resistente ao ácido (Adelbras Ind e Com. Adesivos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) foi perfurada com um perfurador de Ainsworth, de lençol de borracha (Coltene, Alstatten, Suíça), usado em isolamento absoluto.

Quatro a seis perfurações por face com um diâmetro interno de 0,8 mm foram feitas na fita adesiva fixada em cada fragmento de esmalte, sendo que a variação no número de perfurações foi devido às diferentes dimensões dos espécimes. Antes da aplicação do adesivo, todas as amostras foram randomizadas

em diferentes grupos, como descrito para a dentina esclerótica. Os sistemas adesivos universais foram aplicados por um único operador calibrado, assim como realizado para adesão na dentina esclerótica (Figura 6).



Figura 6 – Preparo dos tygons e delimitação da área adesiva. Em **A**, material utilizado no preparo prévio do procedimento restaurador (fita dupla face, perfurador de Ainsworth, matriz, tygon e lâmina para o corte. Em **B**, corte dos tubos tygon. Em **C**, colagem da fita com as perfurações correspondentes em cada face de esmalte previamente delimitado e a fita previamente perfurada.

Após a aplicação do sistema adesivo (Figura 7), de quatro a seis tubos de polietileno transparente de tygon (Tygon Medical Tubing Formulações 54-HL, Saint-Gobain Performance Plastics, Akron, OH, EUA), com o mesmo diâmetro interior das perfurações e uma altura de 0,5 mm foram posicionados sobre a fita dupla face, garantindo sua luz coincidente com as áreas circulares expostas pelas perfurações.



Figura 7 – Procedimento adesivo nas superfícies de esmalte. Em **A**, aplicação manual do EDTA (30 s ou 2 min). Em **B**, aplicação sônica do EDTA com o Smart (30 s). Em **C**, aplicação ativa dos sistemas adesivos universais (SBU e PBE), conforme orientação dos fabricantes.

Logo após posicionamento dos tubos *tygon*, a resina composta (Opallis, FGM, Joinville, SC, Brasil) foi cuidadosamente inserida dentro de cada tubo, que foi

preenchido e pressionado suavemente em posição. A resina foi fotoativada por 40 s usando um aparelho fotoativador LED com intensidade de 800 mW/cm² (Radiical, SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália). Estes procedimentos foram realizados sob microscópio óptico (Figura 8).

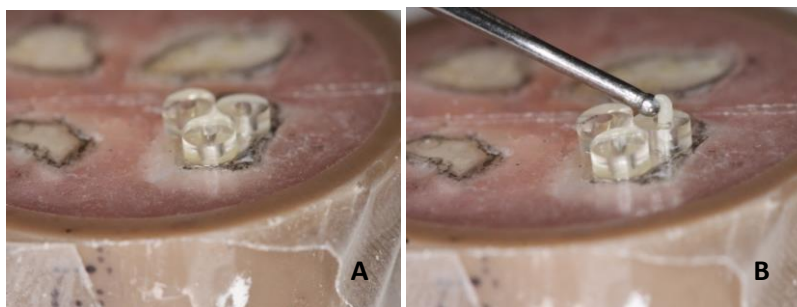


Figura 8 – Procedimento restaurador. Em **A**, posicionamento dos tubos Tygon coincidentes com as perfurações em esmalte após procedimento adesivo. Em **B**, inserção da resina composta cuidadosamente até preenchimento completo dos tubos Tygon.

Após armazenamento das amostras em água destilada durante 24 h a 37°C, os tubos tygon foram cuidadosamente removidos com uma lâmina de bisturi, expondo os cilindros de resina composta (Figura 9). Cada espécime foi examinado sob microscópio estereoscópico com ampliação de 10x e eram descartados se houvesse evidência de bolhas, porosidades ou lacunas na interface.



Figura 9 – Imagem ilustrativa e aproximada dos espécimes em resina composta após remoção dos tubos tygon.

Os espécimes foram levados a um dispositivo específico para teste de microcisalhamento (Odeme Biotechnology, Joaçaba, SC, Brasil) e acoplado na máquina de ensaios universais (Kratos IKCL 3-USB, Kratos Equipamentos

Industriais Ltda, Cotia, SP, Brasil) (Figura 10). Cada amostra foi posicionada na máquina de ensaio e foi envolvida com por um fio ortodôntico fino (0,2 mm de diâmetro) em torno da base de cada cilindro de resina.

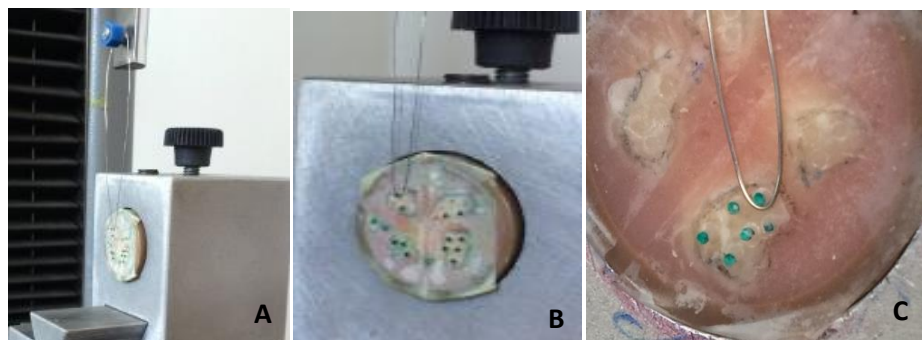


Figura 10 – Teste de microcisalhamento. Em **A** e **B**, orientação correta das forças entre célula de carga, arame e interface resina-esmalte. Em **C**, vista aproximada do fio ortodôntico envolvendo o espécime para o teste de microcisalhamento.

O alinhamento foi mantido (interface resina-esmalte, o fio ortodôntico e o centro da célula de carga) para assegurar a orientação correta das forças de cisalhamento (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014). A velocidade foi ajustada a 1 mm/min até rompimento da interface. Os valores μ SBS (MPa) foram calculados dividindo a carga no momento da falha pela área da superfície (mm^2). A análise do modo de falha foi realizada sob um estereomicroscópio com a ampliação 100x (Olympus SZ40, Tóquio, Japão) e classificados como coesiva em esmalte ou em resina composta, adesivo ou misto, que incluía falha adesiva e falha coesiva de um dos substratos. O padrão de falha encontra-se na Tabela 4.

4.3 Padrão de Condicionamento da dentina esclerótica examinado através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Vinte e quatro dentes bovinos foram usados para esta parte do experimento. Os dentes foram distribuídos de forma randomizada usando uma tabela de números aleatórios para os mesmos oito grupos testados no protocolo de microtração. Os dentes foram inicialmente seccionados usando um disco de diamante em máquina de corte em fatias com espessura média de 3 mm no sentido mesio-distal, sendo

exposta toda a superfície de dentina esclerótica de cada dente, o restante da coroa foi descartado. Também foram seccionados perpendicularmente ao seu eixo longitudinal a fim de obter duas metades de dentina. Uma metade não recebeu nenhum tratamento na superfície e foi utilizada para avaliar o grau de obliteração da dentina (grupo de comparação), enquanto que a outra metade foi tratada de acordo com um dos oito grupos ($n = 3$) descritos anteriormente no teste de RU.

Inicialmente, os espécimes foram imersos em água destilada e levados a um banho ultrassônico por 5 min com objetivo de remover qualquer detrito presente na superfície (Kenshima et al.⁴³ 2006). Imediatamente após limpeza, foi realizada a aplicação do EDTA e dos adesivos de acordo com os grupos experimentais descritos anteriormente (Tabela 1). A única exceção ao protocolo é que os adesivos não foram fotoativados.

Em seguida, os espécimes foram imersos em banho de acetona durante 24 h para remover totalmente os monômeros resinosos das superfícies. Ao término deste procedimento, os espécimes foram lavados em água corrente, seguido de outro banho ultrassônico durante 5 min, em seguida foram armazenados por 24 h em desumidificador contendo sílica coloidal (Perdigao et al.³¹ 2008). Finalmente, foram revestidas com ouro (Sputtering SCD050, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e examinadas no MEV (SSX-550, Shimadzu, Tóquio, Japão) a 12 kV operado em modo de elétrons secundários. Três leituras foram realizadas em cada amostra, sendo que dois examinadores visualizaram conjuntamente todas as imagens obtidas de cada grupo e selecionaram uma figura (análise qualitativa) que fosse representativa.

4.4 Padrão de Condicionamento do esmalte examinado através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Um total de trinta e dois espécimes de esmalte, originados de oito dentes, foram preparados como descrito anteriormente, sem polimento da superfície, para avaliação do padrão de condicionamento do esmalte.

Inicialmente, os espécimes foram imersos em água destilada e levados a um banho ultrassônico por 5 min com objetivo de remover qualquer detrito presente na

superfície (Kenshima et al.⁴³ 2006). Imediatamente depois foi realizada a aplicação dos adesivos seguida de EDTA descrita para cada grupo (Tabela 1), exceto que os adesivos não foram fotoativados. Em seguida, os espécimes foram imersos em banho de acetona durante 24 h para remover totalmente os monômeros resinosos das superfícies (Perdigao et al.³¹ 2008).

Ao término deste procedimento, os espécimes foram lavados em água corrente, seguido de segundo banho ultrassônico durante 5 min, em seguida foram armazenados por 24 h em desumidificador contendo sílica coloidal (Perdigao et al.³¹ 2008). Finalmente, foram revestidas com ouro (Sputtering SCD050, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e examinadas no MEV (SSX-550, Shimadzu, Tóquio, Japão) (Figura 13) a 12 kV operado em modo de elétrons secundários. O padrão de condicionamento do esmalte foi avaliado de forma qualitativa, da mesma forma descrita para a dentina esclerótica.

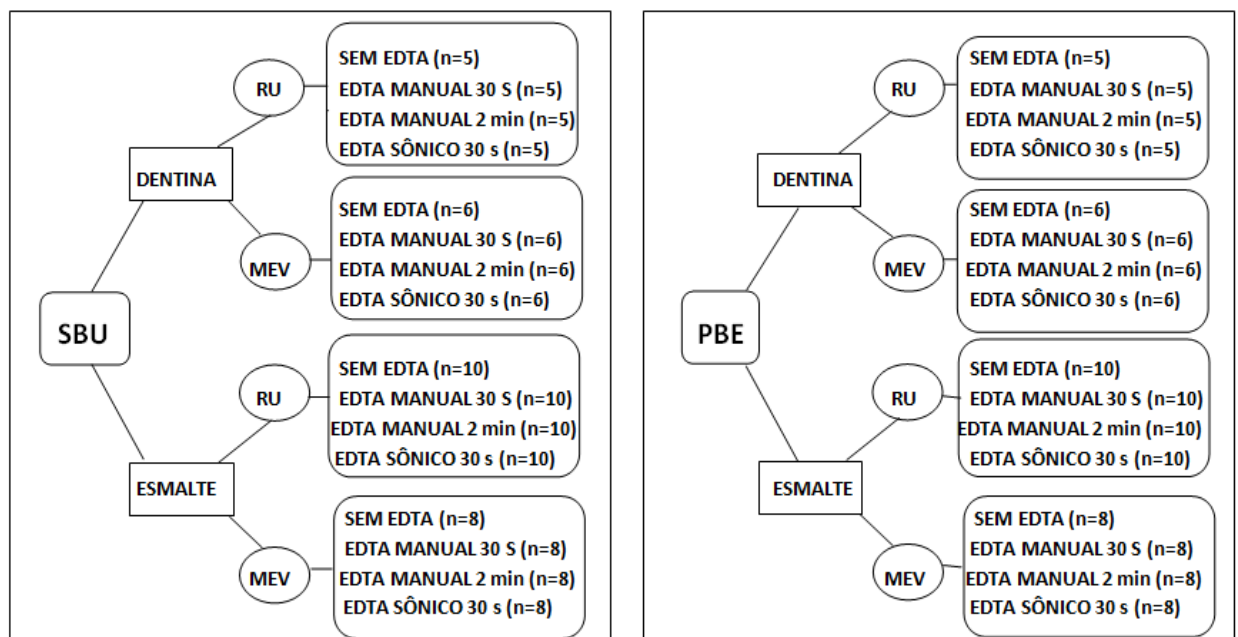


Figura 11 – Diagrama explicativo da divisão dos grupos experimentais utilizados no estudo para ambos os adesivos testados (SBU e PBE).

4.5 Análise estatística

Foi realizada uma média dos valores de RU (μ TBS e μ SBS) obtidos dos palitos de resina-dentina ou resina-esmalte advindas das mesmas superfícies dentais (Eckert et al.⁶⁸ 2007, Loguercio et al.⁶⁹ 2005). Os dados foram então submetidos ao teste de análise de variância de dois fatores (sistemas adesivos vs. tratamento de superfície) e teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Os padrões de condicionamento produzido nos substratos de esmalte e dentina esclerosada foram avaliados qualitativamente.

Tabela 1 – Composição, lote e forma de aplicação no modo autocondicionante dos sistemas adesivos universais utilizados no estudo.

Sistema adesivo (lote)	Composição ^a	Modo de aplicação (estratégia autocondicionante)
Prime&Bond Elect (130811) 	1. Condicionante: Ácido fosfórico gel a 34%; 2. Adesivo: Resina mono-, di- e trimetacrilato; PENTA Diquetona; óxido fosfino orgânico; estabilizadores; hidrofluorido cetilamino; acetona; água.	1. Aplique generosamente uma quantidade de adesivo até molhar completamente a superfície dentária; 2. Agite durante 20 s; 3. Aplique um jato de ar leve durante 5 s. A superfície deve apresentar-se uniformemente brilhante; reaplique da mesma maneira; 4. Polimerize por 10 s a uma intensidade média de 1200 mW/cm ² .
SingleBond Universal (523652) 	1. Condicionante: Ácido fosfórico a 34%; água; sílica sintética amorfa; polietileno glicol; óxido de alumínio. 2. Adesivo: MDP monômero fosfato; resina dimetacrilato; HEMA ^b ; metacrilato-modificadocopolímero ácido polialquenóico; etanol; água; iniciadores; silano.	1. Aplicar o adesivo com um microbrush por toda a superfície e esfregá-lo durante 20 s. Se necessário, pode reaplicar o produto; 2. Aplicar leve jato de ar sobre o adesivo durante cerca de 5 s até que já não o solvente seja evaporado completamente; 3. Polimerize por 10 s a uma intensidade média de 1200 mW/cm ² .
^a De acordo com as instruções do fabricante; como relatado por material de emissão de dados de segurança dos fabricantes ou perfil técnico. ^b HEMA = Metacrilato de 2-hidroxietilo; MDP = metacriloiloxidecil hidrogênio fosfato; Bis-GMA = metacrilato de bisfenolglicidil.		

5 RESULTADOS

5.1 Resistência de união à dentina esclerótica

Aproximadamente 12 a 20 espécimes de resina-dentina foram obtidos a partir de cada dente. Os modos de falha de todos os grupos experimentais estão apresentados na Tabela 2. A maioria das amostras (81%) apresentou falhas adesivas/mistas. Falhas coesivas de dentina e/ou em resina foram raramente observadas. Observou-se um pequeno número de falhas prematuras (1,6%). Nenhuma diferença significativa foi observada entre os grupos (dados não mostrados, teste do qui-quadrado, $p > 0,05$).

Apenas o fator sistema adesivo ($p = 0,01$) e o modo de aplicação ($p < 0,001$) foram estatisticamente significativos (Tabela 3). Para ambos os adesivos, os valores médios de RU mais baixos foram observados quando os adesivos foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante (controle). Em comparação com este grupo (sem aplicação de EDTA), observou-se um aumento significativo na resistência de união após a aplicação manual de EDTA por 30 s ou 2 min. No entanto, para ambos os adesivos, os maiores valores de resistência de união foram observados quando o EDTA foi aplicado durante 30 s com o dispositivo sônico Smart (Tabela 3) ($p < 0,05$).

Tabela 2 – Número de espécimes e porcentagem (%) dos tipos de falhas encontradas nos grupos experimentais em dentina esclerótica.

Sistema Adesivo	Tipo de Falha	Tratamento de Superfície			
		Sem EDTA (controle)	EDTA 30 s Manual	EDTA 2 min Manual	EDTA 30 s Sônico
SBU	A	58 (93,6)	41 (82,3)	50 (80,4)	42 (76,3)
	D	0 (0)	3 (5,9)	2 (3,2)	2 (3,6)
	R	2 (3,2)	3 (5,9)	6 (9,5)	8 (14,5)
	M	2 (3,2)	3 (5,9)	5 (6,9)	2 (3,6)
	PF	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2)
PBE	A	42 (85,7)	43 (76,9)	42 (77,9)	49 (80,3)
	D	3 (6,1)	2 (3,5)	6 (11,1)	2 (3,3)
	R	0 (0)	4 (7,1)	5 (9,3)	4 (6,6)
	M	4 (8,2)	4 (7,1)	0 (0)	5 (8,2)
	PF	0 (0)	3 (5,4)	2 (1,7)	1 (1,6)

Abreviações: A: falha adesiva; D: falha coesiva em dentina; R: falha coesiva em resina; M: falha mista; PF: falha prematura.

Tabela 3 – Médias e desvios padrões dos valores de resistência de união (MPa) à dentina esclerótica de acordo com os diferentes grupos experimentais (*)

Sistema adesivo	Tratamento de superfície				Média geral para o fator sistema adesivo
	Sem EDTA (controle)	EDTA 30 s Manual	EDTA 2 min Manual	EDTA 30 s Sônico	
SBU	32,8 ± 2,8	40,3 ± 4,2	49,3 ± 4,7	54,4 ± 1,8	44,2 ± 9,0 A
PBE	28,4 ± 0,9	40,6 ± 1,7	40,9 ± 9,4	49,9 ± 3,7	40,0 ± 9,2 B
Média geral para o fator tratamento de superfície	30,6 ± 3,0 c	40,5 ± 3,2 b	45,1 ± 8,6 b	52,2 ± 3,7 a	--

(*) Letras maiúsculas indicam comparação entre o fator adesivo e letras minúsculas indicam comparação entre os tratamentos de superfície. Diferentes letras indicam grupos estatisticamente diferentes (Testes Anova e Tukey, $p < 0,05$).

5.2 Resistência de união ao esmalte

A Tabela 4 mostra a porcentagem do padrão de fratura encontrado em cada grupo experimental. A maioria das amostras (91%) apresentou falhas adesiva/mista. Nenhuma falha coesiva em esmalte ou em resina foi observada para ambos os adesivos. Observou-se um pequeno número de falhas prematuras (8,33%). Nenhuma diferença significativa foi observada entre os grupos (dados não mostrados, teste do qui-quadrado, $p > 0,05$).

A Tabela 5 mostra os valores médios e desvios padrões de microcisalhamento de acordo com os grupos experimentais. A interação entre sistema adesivo vs. tratamento de superfície ($p = 0,754$), bem como somente o tratamento de superfície ($p = 0,11$) não foram estatisticamente significativos. Somente o fator sistema adesivo foi significativo ($p < 0,0001$), com o SBU mostrando os mais altos valores de RU quando comparado com o PBE.

Tabela 4 – Número de espécimes e porcentagem (%) dos tipos de falhas dos grupos experimentais em esmalte.

Sistema a Adesivo	Tipo de Falha	Tratamento de Superfície			
		Sem EDTA (controle)	EDTA 30 s Manual	EDTA 2 min Manual	EDTA 30 s Sônico
SBU	A	60 (78,5)	59 (94,2)	67 (87,6)	72 (98,3)
	E	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	R	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	M	16 (19,0)	7 (3,0)	9 (12,4)	0 (0)
	PF	4 (2,5)	5 (2,8)	0 (0)	3 (1,7)
PBE	A	49 (65)	62 (90,1)	45 (75,0)	58 (71,5)
	E	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	R	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	M	4 (65)	3 (1,9)	3 (5,0)	16 (25,5)
	PF	26 (28,5)	9 (8,0)	12 (20,0)	5 (3,0)

Abreviações: A: falha adesiva; D: falha coesiva em esmalte; R: falha coesiva em resina; M: falha mista; PF: falha prematura.

Tabela 5 – Médias e desvios padrões dos valores de resistência de união (MPa) ao esmalte de acordo com os diferentes grupos experimentais (*).

Sistema Adesivo	Tratamento de Superfície				Média Geral para o fator Sistema Adesivo*
	Sem EDTA (controle)	EDTA 30 s Manual	EDTA 2 min Manual	EDTA 30 s Sônico	
SBU	15,4 ± 1,2	15,2 ± 1,5	16,3 ± 1,6	14,4 ± 1,3	15,3 ± 1,4 A
PBE	9,3 ± 1,3	9,4 ± 0,8	10,2 ± 0,9	9,5 ± 0,8	9,6 ± 1,0 B
Média Geral para o fator Tratamento de Superfície*	12,4 ± 1,2 a	12,3 ± 1,3 a	13,3 ± 1,3 a	12,0 ± 1,1 a	--

(*) Letras maiúsculas indicam comparação das médias dos valores do fator adesivo e letras minúsculas indicam comparação entre o fator tratamento de superfície. Letras maiúsculas diferentes indicam grupos estatisticamente diferentes (Teste ANOVA e Tukey, $p < 0,05$); Letras minúsculas iguais indicam grupos estatisticamente semelhantes (Teste ANOVA e Tukey, $p > 0,05$)

5.3 Padrão de condicionamento em dentina esclerótica

O padrão de condicionamento produzido pelos diferentes protocolos testados em dentina esclerótica pode ser visto nas Figuras 12 e 13. A presença de um substrato de dentina hipermineralizada, com túbulos dentinários obliterados na dentina esclerótica pode ser confirmada nas Figuras 12A e 13A.

Sem nenhum pré-tratamento, a aplicação exclusiva dos adesivos universais no substrato dentinário no modo autocondicionante, resultou em uma melhora no condicionamento se comparado à dentina esclerótica isenta de tratamento, porém, ainda apresenta túbulos dentinários obliterados por depósitos mineralizados (Figuras 12B e 13B). Isto é mais evidente para o adesivo PBE (Figura 13) que para o SBU (Figura 12).

O uso de EDTA durante 30 s sob aplicação manual (Figuras 12C e 13C) melhora o padrão de condicionamento, mas depósitos mineralizados ainda podem ser observados, semelhantemente ao grupo controle. Por outro lado, o pré-tratamento de EDTA durante 2 min, seguido da aplicação do adesivo produz um substrato dentinário com túbulos muito mais abertos e apenas alguns deles obliterados ainda por depósitos mineralizados (Figuras 12D e 13D).

A aplicação de EDTA durante 30 s com o dispositivo sônico Smart (Figuras 12E e 13E) mostrou um substrato dentinário que se assemelha a do EDTA a 2 min. Embora depósitos mineralizados ainda podem ser vistos no grupo EDTA 30 s sônico nos túbulos dentinários.

5.4 Padrão de condicionamento em esmalte

O padrão de condicionamento produzido pelos diferentes protocolos testados em esmalte pode ser observado nas Figuras 14 e 15. A aplicação de SBU produziu uma suave desmineralização seletiva no esmalte (padrão I) com algumas áreas de esmalte não-condicionadas (Figura 14A). Contudo, isto não foi observado no grupo de PBE (Figura 15A).

A utilização de EDTA em todos os grupos produziu uma desmineralização mais profunda dos núcleos de prismas do esmalte (Figuras 14B a 14D e 15B a 15D), mesmo para o grupo PBE (Figura 15), com menos áreas de condicionamento do esmalte. As diferenças entre os diferentes protocolos de EDTA não são muito evidentes para ambos os adesivos.

O padrão de condicionamento produzido pelo SBU foi ligeiramente mais profundo do que a padrão de condicionamento produzido pelo PBE tanto para esmalte como em dentina (Figura 12 a 15).

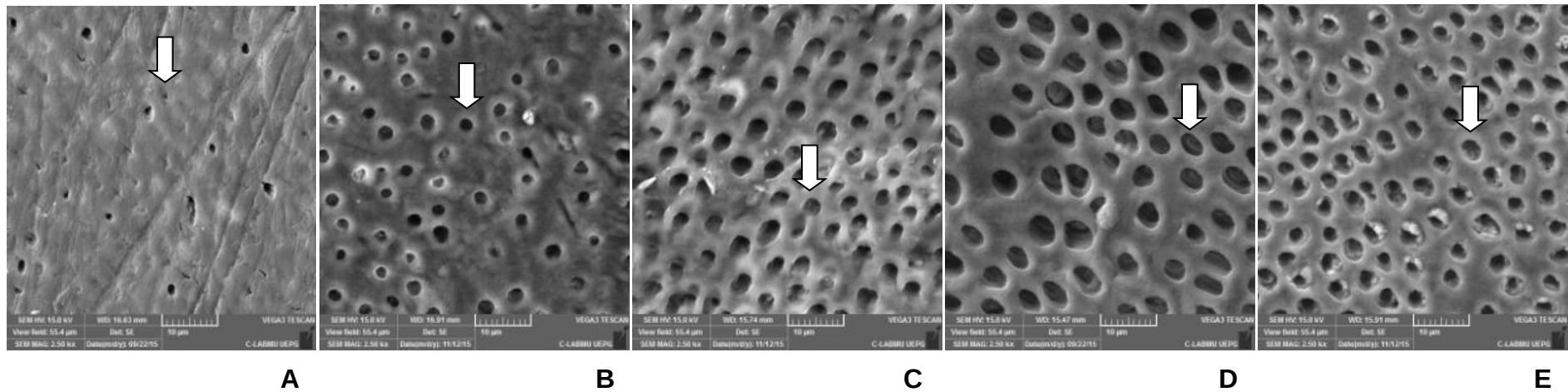


Figura 12– Padrão de condicionamento da dentina esclerosada após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com SBU. Em **A** pode-se observar a superfície de dentina esclerosada, sem qualquer tipo de tratamento na dentina. Há um elevado número de túbulos dentinários obliterados (seta branca) no substrato dentinário. Em **B**, a superfície de dentina esclerótica foi tratada apenas com o adesivo universal no modo autocondicionante. Embora os túbulos dentinários estejam mais evidentes, eles ainda encontram-se obliterados por depósitos mineralizados (seta branca). Em **C** a dentina esclerosada foi tratada com EDTA 30 s em aplicação manual antes do adesivo. Túbulos dentinários estão abertos, mas ainda existem depósitos mineralizados (seta branca) dentro de todos os túbulos dentinários. Em **D**, a dentina esclerótica foi tratada com EDTA a 2 min antes da aplicação do adesivo. Os túbulos dentinários são muito mais abertos e apenas alguns deles são obliterados pelos depósitos mineralizados (seta branca). Em **E** a dentina foi tratada com EDTA a 30 s com aplicação sônica. Nesta superfície observa-se que, semelhante ao grupo EDTA manual por 2 min, mostra também túbulos dentinários abertos e menor mineralização dentro dos túbulos (seta branca).

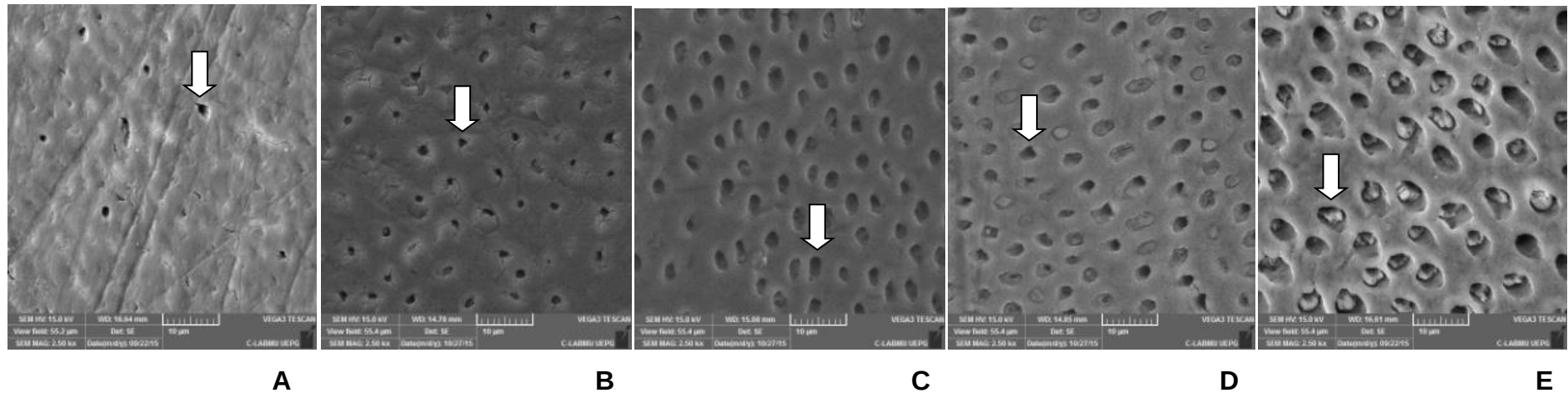


Figura13 – Padrão de condicionamento da dentina esclerosada após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com PBE. Em **A** pode-se observar a superfície de dentina esclerosada, sem qualquer tipo de tratamento de superfície. Há um elevado número de túbulos dentinários obliterados (seta branca) no substrato dentinário. Em **B**, a superfície de dentina esclerótica só foi tratada com o adesivo universal no modo autocondicionante. Embora os túbulos dentinários sejam mais evidentes eles ainda são obliterados pelos depósitos mineralizados (seta branca). Em **C** a dentina esclerótica foi tratada com EDTA a 30 s com aplicação manual seguida do adesivo. Túbulos dentinários são abertos, depósitos mineralizados escleróticos podem ser vistos em praticamente todos os túbulos dentinários (seta branca). Em **D**, a dentina esclerótica foi tratada com EDTA a 2 min antes da aplicação do adesivo. Os túbulos dentinários são muito mais abertos (seta branca). Em **E** a dentina foi tratada com EDTA a 30 s com aplicação sônica. Túbulos dentinários são evidentes, porém ainda algum depósito mineralizado pode ser visto nos túbulos dentinários (seta branca).

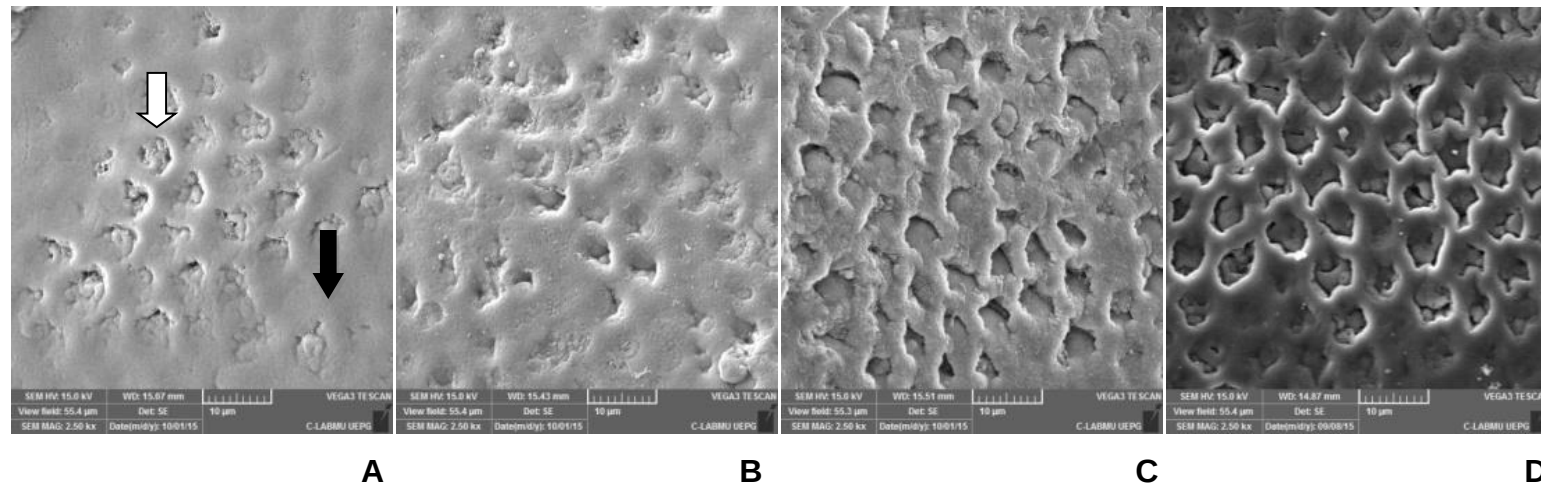


Figura 14 – Padrão de condicionamento do esmalte após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com SBU. Em **A**, o adesivo foi aplicado sem qualquer pré-tratamento. Pode-se observar um condicionamento seletivo de núcleos de prismas (seta branca, tipo 1 padrão), com algumas áreas sem desmineralização seletiva (seta preta). Em **B**, o EDTA foi aplicado manualmente durante 30 s. O padrão de condicionamento melhor do que na imagem A, com uma desmineralização superficial dos núcleos dos prismas e apenas algumas ilhas sem condicionamento do esmalte. Em **C**, EDTA foi aplicado previamente ao adesivo manualmente durante 2 min. Foi observado o mesmo tipo de padrão de condicionamento, mas a desmineralização dos núcleos dos prismas é mais profunda e não há área de esmalte sem apresentar esse padrão. Em **D** o EDTA foi aplicado durante 30 s com dispositivo sônico. Alguns núcleos de prismas foram desmineralizados mais profundamente e de forma semelhante à Figura **C**.

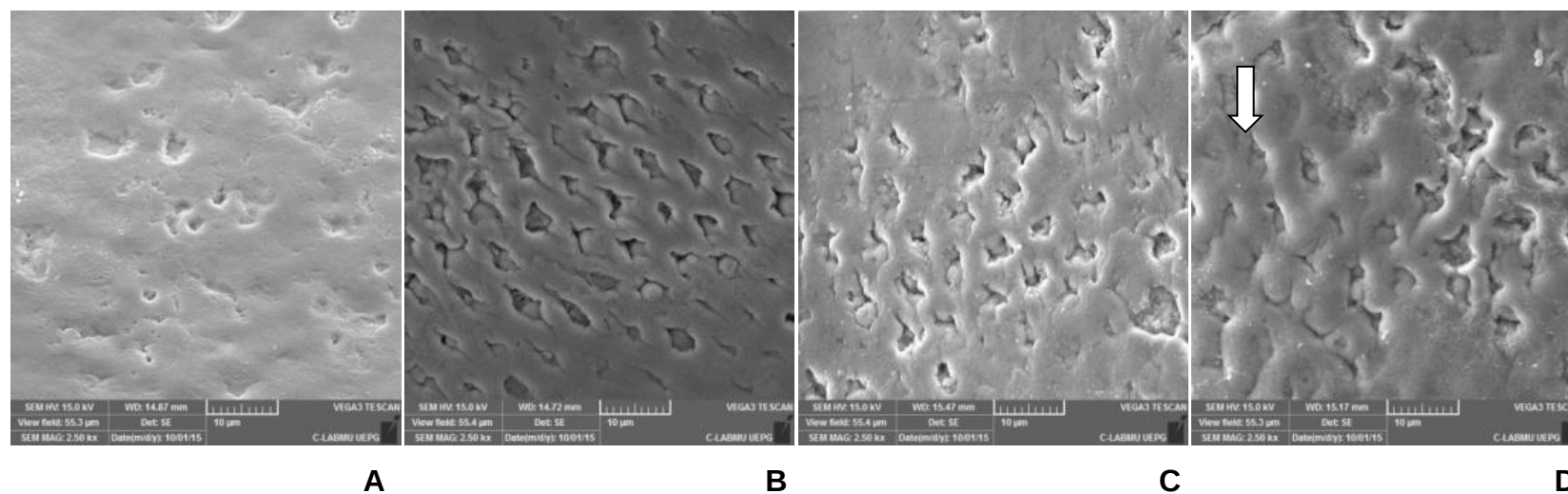


Figura 15 - Padrão de condicionamento do esmalte após os diferentes protocolos de pré-condicionamento e com PBE. Em **A**, o adesivo foi aplicado sem qualquer pré-tratamento. Pode-se observar uma superfície muito lisa, sem qualquer padrão favorável de condicionamento. Em **B**, o EDTA foi aplicado manualmente durante 30 s. Em **C**, EDTA durante 2 min foi aplicado antes da aplicação do adesivo. Em **D**, EDTA foi aplicada durante 30 s com um dispositivo sônico. Pode-se observar em todas as faixas onde EDTA foi aplicado, a desmineralização muito rasa dos núcleos dos prismas (seta branca) e algumas ilhas do esmalte não condicionadas.

6 DISCUSSÃO

A dentina esclerosada é um substrato desafiador para a adesão dentinária, por ser mais resistente à dissolução por agentes condicionantes e monômeros acídicos, devido à presença de uma camada superficial hipermineralizada e obliteração parcial ou total dos túbulos dentinários (Tay et al.⁵ 2004). Isso dificulta a formação dos *tags* de resina e reduz a espessura da camada híbrida na dentina intertubular (Eliguzeloglu et al.⁵⁶ 2008, Kwong et al.⁸ 2002, Van Meerbeek et al.⁷⁰ 1994). Estas são as possíveis razões pelas quais valores de resistência de união inferiores são observados neste substrato em comparação a dentina sadia quando se usa adesivo autocondicionante (Tsai et al.⁷¹ 2011, Xie et al.⁷² 2010).

Os resultados deste estudo mostraram que o uso de EDTA previamente aplicado neste substrato morfológicamente alterado, produziu um aumento significativo nos valores de resistência de união imediatos para ambos os adesivos universais testados. Isto está de acordo com outros estudos prévios que também encontraram maiores valores de resistência de união à dentina esclerótica com adesivos autocondicionantes tratada previamente com EDTA (Kasraei et al.¹² 2013, Luque-Martinez et al.¹¹ 2015, Osorio et al.¹³ 2005).

O diferencial do presente estudo, no entanto, é que diferentes protocolos de aplicação de EDTA foram avaliados. Observou-se que o tempo de aplicação de dois minutos, como já testado na literatura (Luque-Martinez et al.¹¹ 2015, Thompson et al.¹⁴ 2012) mostrou valores semelhantes a um menor tempo de aplicação manual de 30 s. Isto significa que o profissional pode reduzir o tempo de aplicação do EDTA, otimizando o tempo clínico, sem comprometer os valores de resistência de união para este substrato.

Os valores mais elevados de resistência de união dos grupos tratados com EDTA podem ser atribuídos à estrutura e capacidade quelante desse agente. A presença de quatro grupos de ácido carboxílico produz a seqüestração de íons metálicos dos substratos dentais e provoca a dissolução seletiva de hidroxiapatita (Osorio et al.¹³ 2005, Sauro et al.⁵⁹ 2009). Na

dentina, o EDTA remove a camada de esfregaço da superfície, que é uma barreira natural para a penetração de iniciadores ácidos (Imbery et al.¹⁷ 2012, Sauro et al.⁵⁹ 2009) e cria um substrato mais limpo e com um padrão de condicionamento mais retentivo (Figuras 11 e 12) do que a produzida somente pelo adesivo autocondicionante. Dessa maneira, permite um aumento na capacidade de hibridização e uma melhor interação entre o sistema adesivo com o substrato esclerótico.

Embora essa reação também possa ser conseguida através do condicionamento da superfície com ácido fosfórico, a diferença é que o EDTA produz uma dissolução parcial da hidroxiapatita. Consequentemente, as fibrilas colágenas não são totalmente expostas, o que não acontece com o condicionamento com ácido fosfórico. Com isso, o EDTA evita a desnaturação do colágeno, devido, em parte, à presença de cristalitos de apatita residual na matriz de colágeno (Osorio et al.¹³ 2005, Wang et al.⁷³ 2002), produzindo interfaces dentinárias menos propensas à degradação ao longo do tempo (Kasraei et al.¹² 2013, Osorio et al.¹³ 2005).

Curiosamente, o presente estudo demonstrou que a aplicação de EDTA durante 30 s utilizando dispositivo sônico mostrou valores de RU mais elevados em comparação aos os outros protocolos testados. A vibração sônica propaga as ondas de pressão devido à estimulação das moléculas de EDTA. As moléculas agitadas são capazes de atingir áreas além daquelas onde as cerdas do *microbrush* podem tocar. A vibração de alta velocidade do *microbrush* cria ondas de pressão e forças de cisalhamento na superfície (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014).

Além disso, a geração de bolhas microscópicas são vigorosamente movidas contra as superfícies em que se aplica o adesivo, aumentando a dissolução da camada de *smear layer*, devido à dinâmica de fluidos de ácido sobre a superfície esclerótica (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014). Isso justifica a melhor remoção dos depósitos mineralizados no interior dos túbulos dentinários do que a aplicação de EDTA com aplicação manual e também os mais altos valores de RU.

Embora não haja nenhum estudo que avaliou a aplicação de EDTA em dentina esclerosada com o dispositivo sônico Smart, o que nos impede fazer

comparações com a literatura, um estudo anterior relatou que a aplicação de EDTA como irrigante endodôntico, aplicado com esse aparelho, foi mais eficiente e mostrou maior remoção de *smear layer* dentro do canal radicular do que a aplicação convencional (Herrera et al.²⁵ 2013). Em dentina coronal, há relatos de que o uso deste dispositivo aumenta a RU resina-dentina de sistemas adesivos (Cuadros-Sanchez et al.⁶³ 2014, Mena-Serrano et al.²⁴ 2014) e também reduz a permeabilidade da camada adesiva (Mena-Serrano et al.²⁴ 2014).

Além do aumento nos valores de RU no presente e também em outros estudos através de condicionamento de superfície com EDTA (Kasraei et al.¹² 2013, Osorio et al.¹³ 2005, Sauro et al.⁵⁹ 2009), também já foi verificado que este, com uma concentração de 17% aplicado durante 2 min pode reduzir a atividade de metaloproteinases endógenas ligados à matriz (MMPs) na dentina humana (Thompson et al.¹⁴ 2012) devido justamente à atividade quelante do EDTA, que promove o seqüestro de íons de zinco e cálcio, que atuam como potenciais ativadores de MMPs (Carrilho et al.⁶⁰ 2009, Tezvergil-Mutluay et al.⁶¹ 2010) minimizando assim a sua ação prejudicial na camada híbrida ao longo do tempo. Dessa maneira, ainda há a necessidade de avaliar-se esse efeito ao longo do tempo, já que nosso estudo o fez apenas em tempo imediato.

O benefício do pré-condicionamento com EDTA em dentina esclerosada também foi confirmado recentemente em um ensaio clínico randomizado, onde foi observada uma maior taxa de retenção das restaurações de resina composta em lesões cervicais não-cariosas, que apresentam graus diferenciados de esclerose, utilizando adesivo autocondicionante simplificado após aplicação de EDTA a 17% durante 2 min no substrato dentinário (Luque-Martinez et al.¹¹ 2015).

Infelizmente, os bons resultados do pré-condicionamento da dentina esclerótica com EDTA não foram observadas no esmalte. Os diferentes protocolos de tratamento de superfície não afetaram os valores de RU para ambos os adesivos. Na verdade, este resultado corrobora com estudos anteriores (Ibrahim et al.¹⁶ 2010, Imbery et al.¹⁷ 2012), que observaram que o

pré-condicionamento com EDTA em esmalte não foi eficaz para melhorar os valores de RU para adesivos autocondicionantes.

Esse padrão de resultados entre os grupos testados em esmalte pode ser explicado devido ao fato desse ser um tecido com taxa de hipermineralização ainda maior que na dentina esclerótica, além do comportamento adesivo ser dado de diferente forma, uma vez que a formação de maiores *tags* de resina proporcionado pelo condicionamento não implica maiores valores de resistência de união (Brackett et al.⁷⁴ 2008). Diferentemente da dentina, o que é responsável pela retentividade no esmalte dental é a criação de microporosidades entre os cristais de apatita, nos quais infiltram-se os monômeros resinosos (Perdigão et al.⁷⁵ 2009). Aliado a isso, o fato do EDTA ser um ácido fraco pode explicar a dificuldade desde em desmineralizar a superfície do esmalte, favorecendo o procedimento adesivo.

Embora um padrão de condicionamento mais retentivo tenha sido observado em esmalte após aplicação do EDTA (Figuras 14 e 15), em nenhum dos grupos este padrão foi semelhante ao produzido por condicionamento com ácido fosfórico (Devarasa et al.⁶² 2012, Erickson et al.⁷⁶ 2009), considerado padrão-ouro em esmalte. A aplicação prévia de EDTA seguida da aplicação do adesivo autocondicionante mostrou uma desmineralização seletiva do esmalte, com dissolução parcial da região central dos prismas de esmalte. No entanto, talvez tal procedimento não produziu microporosidades dentro dos núcleos dos prismas e nas periferias como ocorre quando se utiliza ácido fosfórico.

Em relação aos adesivos avaliados, observou-se para esmalte e dentina esclerótica diferenças entre os materiais. A maioria dos sistemas adesivos universais disponíveis no mercado contém pelo menos um monômero ácido funcional com potencial para a ligação química. De acordo com informações do fabricante, o SBU contém dois componentes com este potencial: metacrilóxidecilo hidrogênio fosfato (MDP) (Yoshida et al.⁷⁷ 2004) e o copolímero de ácido polialquenoico modificado com metacrilato (Loguercio et al.⁴⁸ 2015). Por outro lado, o PBE contém apenas PBE penta (monofosfato dipentaeritritolpenta acrilato) como monômero funcional. Este mecanismo de dupla desmineralização pode ser responsável pelo melhor potencial de condicionamento do SBU se comparado ao PBE.

Embora monômeros com potencial de ligação ao cálcio também são encontrados na composição do PBE (Latta⁷⁸ 2007), a ligação química unicamente não é essencial para proporcionar uma interface de união resistente, o sal de cálcio produzido por esta interação química também deve ser estável num meio aquoso, tal como o produzido pelo MDP (Yoshida et al.⁷⁷ 2004, Yoshida et al.⁷⁹ 2000). Isto pode explicar o desempenho inferior do PBE em esmalte e dentina, no presente, bem como em estudos anteriores (Loguercio et al.⁴⁸ 2015, Luque-Martinez et al.⁸⁰ 2014).

Observamos através desse estudo que o EDTA é um agente eficaz no que se refere ao condicionamento da dentina esclerótica, independentemente do protocolo utilizado, e que o mesmo não ocorre no esmalte dental, o que pode requerer avaliação de protocolos variados para que se tenha a mesma eficiência em ambos os substratos, facilitando assim o cotidiano clínico e evitando o uso de substâncias diversas em um mesmo procedimento restaurador. Além disso, estudos clínicos futuros devem ser realizados para confirmar os resultados promissores do estudo *in vitro*.

7 CONCLUSÕES

Em dentina esclerótica, o condicionamento prévio com EDTA melhorou a adesão com sistemas adesivos universais aplicados no modo autocondicionante, até mesmo em tempo clinicamente relevante (30 s) e a associação com um dispositivo de aplicação sônica potencializou esse efeito, tanto nos resultados de RU quanto no padrão de condicionamento da superfície.

Embora um padrão de condicionamento mais retentivo tenha sido observado em esmalte após o pré-condicionamento com qualquer protocolo de aplicação de EDTA, isto não foi suficiente para aumentar os valores de resistência de união neste substrato.

8 REFERÊNCIAS

1. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005 Feb;84(2):118-32.
2. de Almeida Neves A, Coutinho E, Cardoso MV, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *J Adhes Dent*. 2011 Feb;13(1):7-22.
3. El-din AK, Miller BH, Griggs JA. Resin bonding to sclerotic, noncarious, cervical lesions. *Quintessence Int*. 2004 Jul-Aug;35(7):529-40.
4. Perdigao J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e24-37.
5. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. *J Dent*. 2004 Mar;32(3):173-96.
6. Luque-Martinez IV, Mena-Serrano A, Munoz MA, Hass V, Reis A, Loguercio AD. Effect of bur roughness on bond to sclerotic dentin with self-etch adhesive systems. *Oper Dent*. 2013 Jan-Feb;38(1):39-47.
7. Gwinnett AJ, Jendresen MD. Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. *J Dent Res*. 1978 Apr;57(4):543-9.
8. Kwong SM, Cheung GS, Kei LH, Itthagarun A, Smales RJ, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dent Mater*. 2002 Jul;18(5):359-69.
9. van Dijken JW. Durability of three simplified adhesive systems in Class V non-carious cervical dentin lesions. *Am J Dent*. 2004 Feb;17(1):27-32.
10. Mena-Serrano AP, Garcia EJ, Perez MM, Martins GC, Grande RH, Loguercio AD, Reis A. Effect of the application time of phosphoric acid and self-etch adhesive systems to sclerotic dentin. *J Appl Oral Sci*. 2013 Mar-Apr;21(2):196-202.
11. Luque-Martinez I, Munoz MA, Mena-Serrano A, Hass V, Reis A, Loguercio AD. Effect of EDTA conditioning on cervical restorations bonded with

a self-etch adhesive: A randomized double-blind clinical trial. *J Dent.* 2015 Sep;43(9):1175-83.

12. Kasraei S, Azarsina M, Khamverdi Z. Effect of Ethylene diamine tetra acetic acid and sodium hypochlorite solution conditioning on microtensile bond strength of one-step self-etch adhesives. *J Conserv Dent.* 2013 May;16(3):243-6.

13. Osorio R, Erhardt MC, Pimenta LA, Osorio E, Toledano M. EDTA treatment improves resin-dentin bonds' resistance to degradation. *J Dent Res.* 2005 Aug;84(8):736-40.

14. Thompson JM, Agee K, Sidow SJ, McNally K, Lindsey K, Borke J, Elsalanty M, Tay FR, Pashley DH. Inhibition of endogenous dentin matrix metalloproteinases by ethylenediaminetetraacetic acid. *J Endod.* 2012 Jan;38(1):62-5.

15. Toledano M, Yamauti M, Osorio E, Osorio R. Zinc-inhibited MMP-mediated collagen degradation after different dentine demineralization procedures. *Caries Res.* 2012;46(3):201-7.

16. 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 Oct;4(4):418-28.

17. Imbery TA, Kennedy M, Janus C, Moon PC. Evaluating EDTA as a substitute for phosphoric acid-etching of enamel and dentin. *Gen Dent.* 2012 Mar-Apr;60(2):e55-61.

18. Kanemura N, Sano H, Tagami J. Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. *J Dent.* 1999 Sep;27(7):523-30.

19. Vinagre A, Ramos J, Messias A, Marques F, Caramelo F, Mata A. Microtensile Bond Strength and Micromorphology of Bur-cut Enamel Using Five Adhesive Systems. *J Adhes Dent.* 2015 Apr;17(2):107-16.

20. Chaves P, Giannini M, Ambrosano GM. Influence of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. *J Adhes Dent.* 2002 Fall;4(3):191-6.

21. da Costa Lima GA, Aguiar CM, Camara AC, Alves LC, Dos Santos FA, do Nascimento AE. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. *J Endod*. 2015 Mar;41(3):400-4.
22. Gupta J, Nikhil V, Jha P. Corelation between machines assisted endodontic irrigant agitation and apical extrusion of debris and irrigant: a laboratory study. *ScientificWorldJournal*. 2014;2014:346184.
23. Rodig T, Dollmann S, Konietzschke F, Drebenstedt S, Hulsmann M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod*. 2010 Dec;36(12):1983-7.
24. Mena-Serrano A, Garcia EJ, Loguercio AD, Reis A. Effect of sonic application mode on the resin-dentin bond strength and nanoleakage of simplified self-etch adhesive. *Clin Oral Investig*. 2014 Apr;18(3):729-36.
25. Herrera DR, Santos ZT, Tay LY, Silva EJ, Loguercio AD, Gomes BP. Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. *Microsc Res Tech*. 2013 Apr;76(4):364-9.
26. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*. 2008 Jan;24(1):90-101.
27. Ozer F, Blatz MB. Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compend Contin Educ Dent*. 2013 Jan;34(1):12-4, 16, 18; quiz 20, 30.
28. Reis A, Dourado Loguercio A, Schroeder M, Luque-Martinez I, Masterson D, Cople Maia L. Does the adhesive strategy influence the post-operative sensitivity in adult patients with posterior resin composite restorations?: A systematic review and meta-analysis. *Dent Mater*. 2015 Sep;31(9):1052-67.
29. do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Gagler D, Reis A, Loguercio AD. Bond strength and quality of the hybrid layer of one-step self-

etch adhesives applied with agitation on dentin. *Oper Dent*. 2010 Mar-Apr;35(2):211-9.

30. Loguercio AD, Luque-Martinez I, Munoz MA, Szesz AL, Cuadros-Sanchez J, Reis A. A comprehensive laboratory screening of three-step etch-and-rinse adhesives. *Oper Dent*. 2014 Nov-Dec;39(6):652-62.

31. Perdigao J, Lopes MM, Gomes G. In vitro bonding performance of self-etch adhesives: II--ultramorphological evaluation. *Oper Dent*. 2008 Sep-Oct;33(5):534-49.

32. Liu Y, Tjaderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, Pashley DH, Tay FR. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res*. 2011 Aug;90(8):953-68.

33. Carvalho R. Sistemas adesivos: fundamentos para aplicação clínica. 2, editor. Basil2004. 89 p.

34. Marshall GW, Jr., Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent*. 1997 Nov;25(6):441-58.

35. Garberoglio R, Brannstrom M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol*. 1976;21(6):355-62.

36. Cate AT. Histologia Bucal: desenvolvimento, estrutura e função. Rio de Janeiro2001.

37. Junqueira C. Histologia Básica. Rio de Janeiro2008.

38. Spranger H. Investigation into the genesis of angular lesions at the cervical region of teeth. *Quintessence Int*. 1995 Feb;26(2):149-54.

39. Karakaya S, Unlu N, Say EC, Ozer F, Soyman M, Tagami J. Bond strengths of three different dentin adhesive systems to sclerotic dentin. *Dent Mater J*. 2008 May;27(3):471-9.

40. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003 May-Jun;28(3):215-35.

41. Reis A, Zander-Grande C, Kossatz S, Stanislawczuk R, Manso A, de Carvalho RM, Loguercio AD. Effect of mode of application on the microtensile bond strength of a self-etch and etch-and-rinse adhesive system. *Oper Dent*. 2010 Jul-Aug;35(4):428-35.
42. Perdigao J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am*. 2007 Apr;51(2):333-57, viii.
43. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD, Filho LE. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *J Dent*. 2006 Nov;34(10):775-83.
44. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*. 2001 Sep;17(5):430-44.
45. de Goes MF, Shinohara MS, Freitas MS. Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology. *J Adhes Dent*. 2014 Jun;16(3):243-50.
46. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1:31-44.
47. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater*. 2006 Jun;22(6):533-44.
48. Loguercio AD, Munoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigao J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *J Dent*. 2015 Sep;43(9):1060-70.
49. Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, Reis A, Loguercio AD. Effect of double-application or the application of a hydrophobic layer for improved efficacy of one-step self-etch systems in enamel and dentin. *Oper Dent*. 2008 Sep-Oct;33(5):564-70.

50. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent*. 2012 Jun;40(6):475-84.
51. Perdigao J, Loguercio AD. Universal or Multi-mode Adhesives: Why and How? *J Adhes Dent*. 2014 Apr;16(2):193-4.
52. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent*. 2012 Jun;25(3):153-8.
53. Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015 Jul;43(7):765-76.
54. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf MJ, Naumann M, Taschner M. Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *J Adhes Dent*. 2008 Oct;10(5):339-44.
55. Camargo MA, Marques MM, de Cara AA. Morphological analysis of human and bovine dentine by scanning electron microscope investigation. *Arch Oral Biol*. 2008 Feb;53(2):105-8.
56. Eliguzeloglu E, Omurlu H, Eskitascioglu G, Belli S. Effect of surface treatments and different adhesives on the hybrid layer thickness of non-carious cervical lesions. *Oper Dent*. 2008 May-Jun;33(3):338-45.
57. Kusunoki M, Itoh K, Hisamitsu H, Wakumoto S. The efficacy of dentine adhesive to sclerotic dentine. *J Dent*. 2002 Feb-Mar;30(2-3):91-7.
58. Luque-Martinez M, Hass, Cartagena, Loguercio, Reis. Bonding to Sclerotic Dentin: Effect of Bur Roughening and EDTA. . IADR/AADR/CADR 89th General Session: 2011 Mar 16-19 San Diego, California: *J Dent Res*; . 2011.
59. Sauro S, Mannocci F, Toledano M, Osorio R, Pashley DH, Watson TF. EDTA or H3PO4/NaOCl dentine treatments may increase hybrid layers' resistance to degradation: a microtensile bond strength and confocal-micropermeability study. *J Dent*. 2009 Apr;37(4):279-88.
60. Carrilho MR, Tay FR, Donnelly AM, Agee KA, Tjaderhane L, Mazzoni A, Breschi L, Foulger S, Pashley DH. Host-derived loss of dentin matrix stiffness

associated with solubilization of collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009 Jul;90(1):373-80.

61. Tezvergil-Mutluay A, Agee KA, Hoshika T, Carrilho M, Breschi L, Tjaderhane L, Nishitani Y, Carvalho RM, Looney S, Tay FR, Pashley DH. The requirement of zinc and calcium ions for functional MMP activity in demineralized dentin matrices. *Dent Mater*. 2010 Nov;26(11):1059-67.

62. Devarasa GM, Subba Reddy VV, Chaitra NL. Self etching adhesive on intact enamel. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2012 Apr-Jun;30(2):133-8.

63. Cuadros-Sanchez J, Szesz A, Hass V, Patzlaff RT, Reis A, Loguercio AD. Effects of sonic application of adhesive systems on bonding fiber posts to root canals. *J Endod*. 2014 Aug;40(8):1201-5.

64. Sapna V. Ultrasound in periodontics. *Indian Journal of Dental Advancements*. 2010;2:274-77.

65. Miyazaki M, Platt JA, Onose H, Moore BK. Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength. *Oper Dent*. 1996 Jul-Aug;21(4):167-72.

66. Perdigao J, Geraldeli S, Carmo AR, Dutra HR. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14(1):31-8.

67. Shimaoka AM, de Andrade AP, Cardoso MV, de Carvalho RC. The importance of adhesive area delimitation in a microshear bond strength experimental design. *J Adhes Dent*. 2011 Aug;13(4):307-14.

68. Eckert GJ, Platt JA. A statistical evaluation of microtensile bond strength methodology for dental adhesives. *Dent Mater*. 2007 Mar;23(3):385-91.

69. Loguercio AD, Uceda-Gomez N, Carrilho MR, Reis A. Influence of specimen size and regional variation on long-term resin-dentin bond strength. *Dent Mater*. 2005 Mar;21(3):224-31.

70. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. *J Dent*. 1994 Jun;22(3):141-6.

71. Tsai YL, Nakajima M, Wang CY, Foxton RM, Lin CP, Tagami J. Influence of etching ability of one-step self-etch adhesives on bonding to sound and non-carious cervical sclerotic dentin. *Dent Mater J*. 2011;30(6):941-7.
72. Xie C, Han Y, Zhao XY, Wang ZY, He HM. Microtensile bond strength of one- and two-step self-etching adhesives on sclerotic dentin: the effects of thermocycling. *Oper Dent*. 2010 Sep-Oct;35(5):547-55.
73. Wang Y, Spencer P. Analysis of acid-treated dentin smear debris and smear layers using confocal Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res*. 2002 May;60(2):300-8.
74. Brackett WW, Tay FR, Looney SW, Ito S, Haisch LD, Pashley DH. Microtensile dentin and enamel bond strengths of recent self-etching resins. *Oper Dent*. 2008 Jan-Feb;33(1):89-95.
75. Perdigao J, Monteiro P, Gomes G. In vitro enamel sealing of self-etch adhesives. *Quintessence Int*. 2009 Mar;40(3):225-33.
76. Erickson RL, Barkmeier WW, Kimmes NS. Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel. *Dent Mater*. 2009 Oct;25(10):1187-94.
77. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004 Jun;83(6):454-8.
78. Latta MA. Shear bond strength and physicochemical interactions of XP Bond. *J Adhes Dent*. 2007;9 Suppl 2:245-8.
79. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000 Feb;79(2):709-14.
80. Luque-Martinez IV, Perdigao J, Munoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dent Mater*. 2014 Oct;30(10):1126-35.

ANEXO 1

PARECER DE APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de diferentes formas de condicionamento usando EDTA antes de adesivos autocondicionantes, em dentina esclerosada e esmalte.

Pesquisador: Alessandra Reis

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 35279614.1.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 842.942

Data da Relatoria: 03/10/2017

Apresentação do Projeto:

O presente estudo será conduzido para analisar a eficiência do pré-condicionamento com EDTA antes da aplicação de adesivos autocondicionantes, utilizando como substratos dentina esclerosada e esmalte bovinos, utilizando tempos de aplicação mais curtos para ambos os substratos (2 min, 1 min e 30 s), em concentrações relativamente maiores, com posterior confecção de restauração nos dentes. Os testes realizados serão de resistência de união à tração, imediatamente após a restauração e também análise após 12 meses nas amostras que ficarão armazenadas; análise de microinfiltração utilizando microscópio eletrônico de varredura (MEV); e ainda, para esmalte e dentina esclerosada, verificar se há diferença entre a aplicação comum e a ativa dos adesivos, utilizando um aparelho sônico. Os dados serão analisados por ANOVA e pós-teste de Tukey para diferenciação das médias.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a eficiência de diferentes tempos e concentrações de EDTA aplicado previamente a adesivos autocondicionantes, na resistência de união imediata e em longo prazo, bem como do padrão de condicionamento em esmalte e dentina esclerótica. Além disso, verificar se a técnica de aplicação do adesivo com fricção na superfície, bem como usando aparelho sônico, apresenta

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

Continuação do Parecer: 842.942

valores superiores de resistência de união.

Avaliar a eficiência da aplicação um agente quelante previamente ao uso de adesivo autocondicionante e técnica de aplicação utilizando ou não fricção à superfície de esmalte; na resistência de união adesiva em esmalte e dentina.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Bem definidos de acordo com a metodologia adotada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa bem delineada e que mostra a necessidade de estudos de protocolos que minimizam o tempo de aplicação de EDTA já que o principal objetivo dos sistemas adesivos dentinários é proporcionar a retenção dos materiais restauradores com a estrutura dental, bem como unir-se à dentina, podendo levar a diminuição do tempo clínico e otimizando o procedimento, tanto para o profissional quanto para o paciente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Toda documentação encaminhada é pertinente e está de acordo com as diretrizes.

Recomendações:

Não se aplica

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sou favorável a aprovação do presente projeto de pesquisa.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coop@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 842.942

PONTA GROSSA, 23 de Outubro de 2014

Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br