

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

ANDRÉS FELIPE MILLÁN CARDENAS

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO, NANOINFILTRAÇÃO E
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ZONA HÍBRIDA FORMADA POR
DIFERENTES SISTEMAS ADESIVOS EM DENTINA EROSIONADA
PREVIAMENTE TRATADA COM PASTAS DESSENSIBILIZANTES**

PONTA GROSSA

2014

ANDRÉS FELIPE MILLÁN CARDENAS

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO, NANOINFILTRAÇÃO E
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ZONA HÍBRIDA FORMADA POR
DIFERENTES SISTEMAS ADESIVOS EM DENTINA EROSIONADA
PREVIAMENTE TRATADA COM PASTAS DESSENSIBILIZANTES**

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

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes

Co-Orientadora: Prof. Dra. Osnara Maria
Mongruel Gomes

PONTA GROSSA

2014

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

C266 Cardenas, Andrés Felipe Millán
Avaliação da resistência de união,
nanoinfiltração e características
morfológicas da zona híbrida formada por
diferentes sistemas adesivos em dentina
erosionada previamente tratada com pastas
dessensibilizantes/ Andrés Felipe Millán
Cardenas. Ponta Grossa, 2014.
95f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia -
Área de Concentração: Dentística
Restauradora), Universidade Estadual de
Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Dr. João Carlos
Gomes.
Co-Orientadora: Profª Drª Osnara Maria
Mongruel Gomes.

1.Erosão. 2.Remineralização Dentária.
3.Resistência de união. I.Gomes, João
Carlos. II. Gomes, Osnara Maria Mongruel.
III. Universidade Estadual de Ponta
Grossa. Mestrado em Odontologia. IV. T.

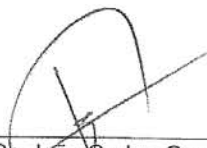
CDD: 617.6

ANDRÉS FELIPE MILLÁN CARDENAS

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO, NANOINFILTRAÇÃO
E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ZONA HÍBRIDA FORMADA POR
DIFERENTES SISTEMAS ADESIVOS EM DENTINA EROSIONADA
PREVIAMENTE TRATADA COM PASTAS DESSENSIBILIZANTES.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para 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, 25 de fevereiro de 2014.



Prof. Dr. João Carlos Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Matheus Coêlho Bandéa
Universidade CEUMA



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

Dedico este trabalho...

Aos meus amados pais HÚMBERTO e GILMA, que me criaram em um ambiente de muito amor, dedicação e trabalho. Por fazer parte desse sonho, sem o amor e a força de vocês, este sonho não seria possível.

Obrigado por todas as noites pensando em como eu estaria nesta experiência fora de casa, por todas as orações, por todas as palavras animadoras em muitos momentos de saudades. Obrigado por ter me motivado a procurar sempre a mais do que se tem, sem vocês não chegaria até onde estou. Amo vocês!

A meu irmão JAIME DANIEL e minha irmã LINA MARIA, pela torcida, pelas boas e compridas conversas que me passam força e alegria. Vocês sempre têm sido e será fruto de muito amor e dedicação. Sempre com um sorriso, uma palavra de consolo, um bom conselho e sobre tudo uma amizade infinita.

A meu amor FABIANA, você chegou no momento menos esperado e virou amiga, parceira e sobre tudo um motor em minha vida que ilumina todos os meus dias longe de casa. Obrigado pela força, cumplicidade, amor, dedicação, boas idéias e contribuições. Sem você meus dias seriam muito mais difíceis. Amo você!

Agradecimentos

A Deus,

por guiar meus passos, amparar a mim e aos meus nos momentos mais difíceis. Por me dar forças, me fazer seguir sempre em frente superando todos os obstáculos e por mais essa conquista.

À minha família,

*por acreditar em mim e ajudar neste sonho longe de casa.
Por ser tudo de mais valioso que possuo.*

Ao meu orientador Prof. Dr. João Carlos Gomes,

por me acolher de braços abertos, por confiar em minha pessoa e ser essa figura tão paterna e preocupada, agradeço por toda a oportunidade oferecida, por todo tempo dedicado, paciência e compreensão. Obrigado por ter me dado a oportunidade de tornar esse sonho realidade. Sua experiência como professor permitiu que eu ampliasse meus conhecimentos, ao mesmo tempo em que me guiava e me mostrava o caminho certo. Eternamente grato.

À Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes,

pela orientação e ensinamentos compartilhados durante a execução de todos os meus trabalhos. Obrigada professora pela confiança depositada em mim e sobre tudo agradeço pelo carinho de mãe.

Ao Prof. Dr. Fabio André dos Santos,

pela colaboração e orientação na realização da estatística deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio,

pelas orientações e pela amizade, sempre demonstrando vontade de me ajudar. Em especial pelo seu comprometimento para o crescimento do nosso curso.

*A todos os professores do Programa de Pós-Graduação stricto-sensu da
Universidade Estadual de Ponta Grossa,*

em especial à professora Ana Cláudia Chibinsck e ao professor Abraham Lincon Calixto por contribuírem com minha qualificação e aos demais por compartilharem suas experiências e seus conhecimentos.

À meus amigos, Camilo Andrés, Andrés Fernando, Carlos Andrés, Luis Alfonso e Andrés Felipe. Obrigado “panas” por todos os bons momentos vividos.

*Ao Professor Doutor Milton Michél,
pela ajuda prestada e sabedoria para o desenvolvimento da minha pesquisa.*

*À funcionária Morgana das Graças,
pela sua figura materna, paciência e pelo ombro amigo.*

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo durante meu curso de mestrado.

A meus colegas de turma, Anna Luiza, Adelaida, Cassiano, Fabiana Coppla, Johana, Juliana de Geus, Juliana Schaia, Leticia Wambier, Leticia Campos, Paola, Sibelli e Thaynara. Obrigado por ter sido uma grande companhia neste processo.

Às empresas 3M ESPE e IVOCLAR VIVADENT, por fornecerem os materiais para o desenvolvimento de minha pesquisa.

*A todos que indiretamente contribuíram para realização desse trabalho e
aos meus amigos externos à instituição.*

DADOS CURRICULARES
Andrés Felipe Millán Cardenas

NASCIMENTO 01.04.1985	NEIVA – HUILA – COLÔMBIA
FILIAÇÃO	Humberto Millán Morales Gilma Cardenas Bonilla
2002 – 2007	Curso de Graduação Colégio Odontológico Colombiano (UNICOC). Bogotá – Colômbia.
2010 – 2011	Curso de Especialização Operatória Dental e Estética y Biomateriales. Universidad Nacional de Colômbia (UNAL). Bogotá – Colômbia.
2012 - 2014	Curso de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, nível de Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora.

RESUMO

CARDENAS, A. F. M. Avaliação da resistência de união, nanoinfiltração e características morfológicas da zona híbrida formada por diferentes sistemas adesivos em dentina erosionada previamente tratada com pastas dessensibilizantes [Dissertação de Mestrado em Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2014.

Este estudo avaliou “*in vitro*” o efeito da aplicação prévia de uma pasta fluoretada com biovidro (Novamin®) e uma pasta com fosfopéptideo de caseína-fosfato de cálcio amorfo (CPP-ACP) em dentina erosionada na resistência de união, nanoinfiltração e morfologia da camada híbrida, utilizando três diferentes sistemas adesivos. Sessenta molares humanos extraídos foram utilizados, cujas superfícies oclusais dos dentes foram expostas até a exposição da dentina média. Após padronização da *smear layer* e indução da erosão, os dentes foram divididos de forma aleatória em 3 grupos de 20 dentes de acordo com o sistema adesivo utilizado: Grupo G1 - Adper Single Bond™ 2 /3M-ESPE™, sistema adesivo simplificado de 2 passos; Grupo G2 - AdheSE Ivoclar/Vivadent, sistema adesivo autocondicionante de 2 passos e Grupo G3 - Single Bond Universal™ / 3M-ESPE™, sistema adesivo autocondicionante de 1 passo. Antes da aplicação do sistema adesivo, cada grupo foi dividido em 4 subgrupos com 5 dentes, de acordo com o tratamento ao qual a dentina foi submetida: S1 - dentina hígida (controle), S2 - dentina erosionada, S3 - dentina erosionada + pasta com flúor e biovidro e S4 – dentina erosionada + pasta com CPP-ACP. Após a aplicação e a fotoativação dos sistemas adesivos de acordo com as especificações do fabricante, os dentes foram restaurados com resina composta e seccionados para obtenção de espécimes em forma de “palitos” (0,8 mm²). O teste de resistência de união (RU) foi realizado após 24h de armazenamento em água a 37 °C a uma velocidade de 1 mm / mim. Antes do teste de microtração, foram separados aleatoriamente 4 “palitos” de cada condição experimental para análise da camada híbrida, formação de *tags* e nanoinfiltração (NI) em MEV. Os dados de RU e NI foram analisados por ANOVA de 2 fatores complementado pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). O sistema adesivo Adper Single Bond 2 após pré-tratamento à base de flúor e biovidro ($53,39 \pm 7,88$ MPa) e CPP-ACP ($47,72 \pm 10,68$ MPa) apresentaram os maiores valores de RU. A menor média de RU foi observada para o sistema adesivo autocondicionante AdheSE após erosão ($14,04 \pm 7,28$ MPa). A maior média de NI (%) foi observada para o sistema adesivo AdheSE após erosionado ($69,40 \pm 8,73$) e o sistema adesivo Single Bond 2 apresentou a menor média de NI (%) para o tratamento com flúor e biovidro e CPP-ACP respectivamente ($11,16 \pm 1,34$) e ($15,63 \pm 1,47$). Nas observações das fotomicrografias dos subgrupos S3 e S4 para os adesivos Single Bond 2 e Single Bond Universal, observou-se a presença de *tags* mais homogêneos. Para esse estudo foi possível concluir que a aplicação de pastas dessensibilizante, seja de uso caseiro ou profissional, não interferiu nos valores de RU em dentina erosionada, mantendo ou melhorando a RU para esse substrato. As melhores condições de nanoinfiltração foram obtidas para o sistema Single Bond 2 e o Single Bond Universal.

Palavras-chave: Erosão; Remineralização Dentária; Resistência de União

ABSTRACT

CARDENAS, A. F. M. Evaluation of microtensile bond strength, nanoleakage and morphological characteristics of the hybrid layer formed by different adhesive systems in dentin eroded treated previously with desensitized toothpaste [Dissertation in Restorative Dentistry - Faculty of Dentistry]. Ponta Grossa: State University of Ponta Grossa, 2014.

This "in vitro" study evaluated the effect of the treatment of eroded dentin with bioglass (Novamin®) and casein phosphopeptides and amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) in bond strength, nanoleakage and micromorphology of the hybrid layer, using three different adhesive systems. The sample consisted of 60 extracted human molars. The occlusal surfaces of the teeth were exposed at medial dentin, the smear layer was standardized and the induction of the dentin erosion was accomplished before restoration. The molars were randomly divided into 3 groups (n=20) according to the adhesive system used: G1 - Single Bond 2™ / 3M - ESPE™ system, simplified 2 steps adhesive; G2 - AdheSE Ivoclar/Vivadent, 2 steps self-etch adhesive system and G3 - Universal Single Bond™ / 3M-ESPE™, 1-step adhesive system. Previously to application of the adhesive system, each group was divided into 4 subgroups (n=5), according to the treatment which the dentin was submitted: S1 – Sound dentin (control), S2 - eroded dentin, S3 - eroded dentine + toothpaste with fluorine and bioglass and S4 - eroded dentine + toothpaste with CPP-ACP. After the application of the adhesive systems according to manufacturer's specifications, the teeth were restored with composite resin and sectioned to obtain "sticks-like" (specimens 0.8 mm²). The microtensile bond strength test (TBS) was performed after 24h of storage in water at 37 °C at a rate of 1 mm/min. Before the microtensile test, 4 "sticks-like" for each experimental conditions were randomly assigned for the analysis of the hybrid layer, resin tags and nanoleakage (NI) by SEM. The TBS and NI data were analyzed by 2 way-ANOVA complementary Tukey's test ($\alpha=0.05$). The Adper Single Bond 2 system after pretreatment with fluorine-based and bioglass and CPP-ACP showed the highest TBS means (53.39 ± 7.88 MPa and 47.72 ± 10.68 MPa, respectively). The lowest TBS mean was observed for the self-etch adhesive system (AdheSE) after erosion (14.04 ± 7.28 MPa). The higher NI mean (%) was observed for AdheSE + eroded dentin (69.40 ± 8.73) and Single Bond 2 had the lowest NI mean (%) for treatment with fluoride and bioglass and CPP-ACP (11.16 ± 1.34 and 15.63 ± 1.47 , respectively). The morphological analysis of the micrographs from the subgroups S3 and S4 for adhesives Single Bond 2 and Single Bond Universal showed the presence of more homogeneous resin tags compared to the other tested conditions. The best nanoleakage condition were obtained for Single Bond 2 and Single Bond Universal system. It was concluded that the home or professional application of desensitizing pastes does not interfere with the TBS in eroded dentin, maintaining or improving the TBS for this substrate.

Keywords: *Tooth Erosion; Remineralization Tooth, Microtensile Bond Strength.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Desgaste do esmalte coronário.....	51
Figura 2-	Eliminação do esmalte lateral.....	51
Figura 3-	Padronização da <i>smear layer</i> para os dentes.....	52
Figura 4-	Desenho experimental do estudo.....	53
Figura 5-	Preparo dos dentes com sistema adesivo de condicionamento ácido Adper Single Bond™ 2 / 3M ESPE.....	56
Figura 6-	Preparo dos dentes com sistema adesivo autocondicionante de dois passos AdheSE® / Ivoclar/Vivadent.....	57
Figura 7-	Preparo dos dentes com sistema adesivo autocondicionante de um passo Single Bond Universal™/ 3M ESPE.....	58
Figura 8-	Adaptação dos dentes para máquina de corte.....	59
Figura 9-	Obtenção dos espécimes em formato de “palito”.....	59
Figura 10-	Preparação dos espécimes para máquina de ensaios universal.....	61
Figura 11-	Preparo dos espécimes para análise da espessura da camada híbrida.....	62
Figura 12-	Nanoinfiltração e preparo para análise por MEV.....	64
Gráfico 1-	Média e desvio padrão dos valores de resistência de união para os diferentes sistemas adesivos em diferentes condições de tratamento do substrato dentinário.....	67
Quadro 1-	Material utilizado, composição e lote do sistema de tratamento da superfície.....	54
Quadro 2-	Composição, técnica de aplicação e lote dos sistemas adesivos..	55
Quadro 3-	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema adesivo Adper Single Bond 2 para cada tratamento (<i>tags</i>).....	68
Quadro 4-	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema adesivo AdheSE® para cada tratamento (<i>tags</i>).....	69

Quadro 5-	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema adesivo Single Bond Universal para cada tratamento (<i>tags</i>).....	70
Quadro 6-	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema adesivo Adper Single Bond 2 para cada tratamento referente à Nanoinfiltração.....	73
Quadro 7-	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema adesivo AdheSE® para cada tratamento referente à Nanoinfiltração.....	74
Quadro 8-	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema adesivo Single Bond Universal para cada tratamento referente à Nanoinfiltração.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Número e porcentagem de espécimes (%) de acordo com o modo de fratura e perda prematura dos espécimes para cada condição experimental.....	65
Tabela 2-	Médias e desvios padrões (MPa) da resistência de união para cada condição experimental.....	66
Tabela 3-	Médias e respectivos desvios padrões (%) dos valores de nanoinfiltração obtidas em cada condição experimental.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
A	Falha Adesiva
AA	Ácido ascórbico
AADR	American Association for Dental Research.
AgNO ₃	Nitrato de prata
ANOVA	Análise de Variância
Bis-GMA	Bisfenol A glicidil metacrilato (Bisphenol A diglycidylether methacrylate)
CaCl ₂	Cloreto de cálcio
CaO	Óxido de cálcio
CD	Falha Coesiva da dentina
cp	Corpos de prova
CPP	Fosfopéptideos de caseína
CPP-ACP	Fosfopéptido de caseína-Fosfato de Cálcio amorfo (Casein phosphopeptide – amorphous calcium phosphate)
CR	Falha coesiva da resina
DBAs	Sistemas Adesivos Dentinários
DC	Grau de conversão
EDTA	Ácido etileno diamino tetra acético (ethylenediaminetetraacetic ácido)
F ⁻	Íon Flúor
FE-SEM	Microscópio Eletrônico de varredura por emissão de campo (Field Emission Scanning Electron Microscopy)
FTIR	Espectroscopia por infravermelho
g	Gramas
h	Hora
H ⁺	Íon hidrogênio
HCl	Ácido clorídrico
HEMA	2-Hidroxietilmetacrilato
HL	Camada Híbrida
IADR	International Association for Dental Research
KCl	Cloreto de Potássio
KH ₂ PO ₄	Fosfato de potássio monobásico
M	Falha Mista

MDP	10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
min	Minutos
mL	Mililitros
Mm	Milímetro
Mm/min	Milímetro por minuto
mm ²	Milímetros quadrados
mm ³	Milímetros cúbicos
MP	Mi Paste
MPa	Megapascal
n	Número
N	Newton
Na ₂ HPO ₄	Fosfato dissódico
NaCl	Cloreto de Sódio
NaF	Fluoreto de Sódio
Na ₂ O	Óxido de Sódio
NaSCn	Tioceanato de Sódio
NH ₄ Cl	Cloreto de Amônia
NL	Nanoinfiltração
P ₂ O ₅	Pentóxido de difóforo
pH	Potencial de hidrogênio iônico
PMMA	Polimetacrilato de metilo
ppm	Partes por milhão
PVC	Policloreto de vinila
Rpm	Rotações por minuto
s	Segundos
SiO ₂	Óxido de Silício
SNH	Nanodureza Superficial
TEM	Microscopia eletrônica de transmissão (Transmission Electron Microscopy)
TMC	Ciclagem termo-mecânica
vs	Versus
w/v	Peso por volume

μL	Microlitro
μm	Micrometro
μTBS	Resistência de união

LISTA DE SIMBOLOS

%	Porcentagem
±	Mais ou menos
®	Registrado
°C	Graus Celsius
/X	Aumento de lente ótica
™	Marca registrada
α	Alfa (nível de significância)
ρ	Significância
<	Menor que
>	Maior que
#	Número

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Erosão dental.....	21
2.2 Alteração mineral do substrato dentinário.....	27
2.3 Sistemas adesivos.....	38
3. PROPOSIÇÃO.....	49
3.1 Proposição geral.....	49
3.2 Proposição específica.....	49
4. MATERIAL E MÉTODO.....	50
4.1 Seleção dos dentes.....	50
4.2 Preparo das superfícies de dentina.....	50
4.3 Grupos experimentais.....	52
4.4 Ciclagem de pH.....	53
4.5 Alteração mineral.....	54
4.6 Procedimento Adesivo.....	55
4.7 Confeção da restauração.....	56
4.8 Obtenção dos corpos-de-prova (cps) para o teste de resistência de união.....	58
4.9 Teste de resistência de união (RU)	59
4.10 Análise da espessura da camada híbrida e formação de <i>tags</i>	61
4.11 Análise da Nanoinfiltração (NI).....	62
4.12 Análise Estatística.....	64
5. RESULTADOS.....	65
5.1 Resistência de União (RU).....	65
5.2 Análise da espessura da camada híbrida e formação de <i>tags</i>	67
5.3 Nanoinfiltração (NI).....	71
6. DISCUSSÃO.....	76
7. CONCLUSÃO.....	83
8. REFERÊNCIAS.....	84
Anexo A - Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Parecer Consubstanciado do CEP.....	93

1. INTRODUÇÃO

A erosão dental é uma condição que afeta a adultos e jovens. O uso de bebidas ácidas, refrigerantes, vinhos e chás contribuem para aumentar a perda da estrutura dental a curto e a longo prazo (Lussi et al.¹ 2012). O aumento do consumo deste tipo de bebida, devido a industrialização dos países, levou a uma maior prevalência de erosão dental na população mundial.

Por caracterizar um processo cumulativo, ao longo dos anos o desgaste patológico por erosão dentária pode acarretar perdas severas de esmalte e dentina que exigem reabilitações extensas e de custo elevado (Jaeggi, Lussi² 2006), além de provocar um aumento na hipersensibilidade dentinária. Desta forma, a aplicação ou uso de fluoretos, modificação das técnicas de escovação e até uso de materiais adesivos são medidas que os cirurgões dentistas lançam mão para evitar a hipersensibilidade (Chaudhry, Harris, Challacombe³ 1997).

A hipersensibilidade dentinária é definida como uma dor curta e acentuada em resposta a estímulos térmicos, químicos ou tácteis, presente principalmente em defeitos dentários causados por erosão (Orchardson e Collins⁴ 1987). Os tratamentos para esta condição podem ser “auto-administrados” pelo paciente em casa ou podem ser realizado pelo cirurgião dentista no consultório odontológico (Swift⁵ 2004). O uso de fluoretos como tratamento para hipersensibilidade dentinária provocada por erosão dental já foi comprovado, mesmo em condições erosivas severas (Ganss et al.⁶ 2001, Rehder Neto⁷ 2009). Todavia, nas ultimas décadas, novos compostos estão sendo testados com o objetivo de promover uma melhor remineralização do tecido dentário. Um desses compostos é o fosfopeptídeo de caseína-fosfato de cálcio amorfo (CPP-ACP), que é utilizado para prevenir a desmineralização e reduzir a erosão da superfície do esmalte (Reynolds⁸ 2008).

Os fosfopeptídeos de caseína derivados de proteínas do leite se ligam com o fosfato de cálcio amorfo, formando pequenos *clusters* de fosfopeptídeo de caseína – fosfato de cálcio amorfo (CPP-ACP) com propriedades de ligação e de solubilização para minerais (Reynolds⁸ 2008).

O CPP-ACP incorporado em um dentífrico, comercialmente disponível, tem sido utilizado para reduzir a desmineralização e aumentar a remineralização da dentina. Mostrando-se também eficaz no tratamento de hipersensibilidade dentinária (Oshiro et al.⁹ 2007, Rahiotis, Vougiouklakis¹⁰ 2007, Yamaguchi et al.¹¹ 2007).

Outro composto utilizado para esses fins é à base de biovidro e cálcio-fosfosilicato de sódio (24,5% CaO, 24,5% Na₂O, 6,0% P₂O₅, 45% SiO₂), originalmente desenvolvido para regeneração óssea e foi recentemente adaptado para uso em produtos de higiene oral (NovaMin[®], NovaMin Technology Inc., Alachua, FL, EUA). NovaMin[®] reage rapidamente com a saliva para liberar sódio, cálcio e fosfato, aumentando o pH da saliva e criando condições ideais para a remineralização dos dentes. Novamin[®] foi utilizado para ocluir túbulos dentinários e remineralizar a dentina, portanto, pode ser utilizado no tratamento da hipersensibilidade dentinária (Ananthakrishna Suryaprakash, Koshy Sunil e Kumar Naveen¹² 2012).

A reação do Novamin[®] começa quando as partículas estão sujeitas a um ambiente aquoso. Os íons de sódio (Na⁺) das partículas começam imediatamente a trocar cátions com o hidrogénio (H⁺) (Pawlowska J.¹³ 1956). Esta rápida liberação de íons permite que íons de cálcio (Ca⁺) e fosfato (PO₄³⁻) da estrutura da partícula possam ser liberados do material. Esta primeira série de reações ocorre dentro de segundos de exposição, e a liberação de íons de cálcio e fosfato continua enquanto as partículas estão expostas ao ambiente aquoso (Kerns et al.¹⁴ 1991).

Um aumento transitório de pH ocorre durante a exposição inicial do material devido à liberação de sódio, ajudando a precipitar (Ca⁺) e (PO₄³⁻) a partir da partícula de Novamin[®], juntamente com o cálcio e o fósforo encontradas na saliva, para formar uma camada de fosfato de cálcio (Ca-P). A medida que as reações das partículas ocorrem e à deposição de cálcio e fósforo continuam, esta camada cristaliza-se em hidroxicarbonato de apatita, que é química e estruturalmente equivalente a apatita biológica (Pawlowska J.¹³ 1956).

Estudos sobre novos agentes dessensibilizantes centram-se na eficácia da diminuição da dor e na obliteração dos túbulos dentinários (Ramalingam, Messer, Reynolds¹⁵ 2005; Shetty e Yeltiwar¹⁶ 2010; Rajesh et al.¹⁷ 2012). É comum que agentes dessensibilizantes de utilização tópica não tenham adesão à superfície da dentina e seus efeitos podem às vezes ser temporários (Pei et al.¹⁸ 2013). Quando as aplicações dos agentes dessensibilizantes não produzem o efeito desejado, os materiais adesivos poderiam oferecer um melhor e mais durador efeito (Orchardson e Gillam¹⁹ 2006). No entanto, existe uma preocupação sobre as possíveis alterações nas propriedades do “*smear layer*” e o adequado desempenho dos sistemas adesivos, após aplicações de dessensibilizantes.

Associado a esta questão, as características inerentes da dentina erosionada tornam o procedimento adesivo bastante desafiador, o que justifica o fato desta superfície ser frequentemente usada para avaliar a eficácia clínica dos sistemas adesivos (Van Meerbeek et al.²⁰ 1996).

Pouco se sabe se a utilização de agentes dessensibilizantes de uso caseiro ou profissional poderia comprometer a eficácia dos agentes adesivos mais recentemente desenvolvidos, como os sistemas adesivos universais ou sistemas “multi-modo”. Estes são adesivos de um passo, que podem ser utilizados com condicionamento ácido prévio ou como autocondicionantes (Hanabusa et al.²¹ 2012; Perdigao, Sezinando, Monteiro²² 2012). Não há relatos na literatura a respeito do uso destes sistemas adesivos em dentina erosionada tratada com dessensibilizantes. Por outro lado, adesivos autocondicionantes e adesivos de dois passos já foram testados em cavidades com tratamento prévio de CPP-ACP (Borges et al.²³ 2013), o que não influenciou os valores da adesão dos sistemas de resina composta.

Agentes dessensibilizantes como CPP-ACP e Novamin[®] são frequentemente utilizados como tratamento para a hipersensibilidade dentinária assim, quando estes tipos de tratamentos tópicos falham, existe necessidade da realização de procedimento restaurador. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar “*in vitro*” o efeito do tratamento com Fosfopéptídeo de caseína – fosfato de cálcio amorfo (CPP-ACP) e cálcio-fosfosilicato de sódio (Novamin[®])

em dentina erosionada na resistência de união, nanoinfiltração e morfologia da camada híbrida de três sistemas adesivos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Erosão dental

A erosão dental tem sido definida como um processo químico que envolve a dissolução do esmalte e da dentina por ácidos não derivados de bactérias quando a fase aquosa que os envolve se encontra inferior a dos minerais dos dentes (Larsen²⁴ 1990). Os ácidos responsáveis normalmente derivam de fontes intrínsecas (como distúrbios alimentar ou refluxo gástrico) ou extrínsecas.

Uns dos fatores etiológicos intrínsecos são os ácidos do estômago, que chegam à boca como consequência de vômitos crônicos ou refluxo. Em geral, o conteúdo ácido gástrico que fica na boca, tem contato acentuado com os dentes, atuando regularmente durante algum tempo, porém a frequência e a duração do ataque ácido estão intimamente associados com a erosão e, portanto, são fatores muito importantes para a adoção de medidas profiláticas (Lussi e Schaffner²⁵ 2000; Lussi et al.²⁶ 2011).

Um fator extrínseco importante na erosão é o alto consumo de bebidas e alimentos ácidos (Packer²⁷ 2009). Logo, a mais importante fonte extrínseca de exposição ácida é a dieta, o que pode incluir vários componentes e produtos com composição complexa e potencial para danos erosivos. Além da dieta, o tipo de ocupação e esporte praticado pelo paciente também podem levar ao desgaste erosivo, como esportistas submetidos a uma exposição contínua à bebida com pH baixo (Centerwall et al.²⁸ 1986).

Nos últimos anos, a quantidade total e frequência de consumo de produtos contendo ácido têm aumentado devido a mudanças no estilo de vida (Packer²⁷ 2009), tanto assim que 29% dos adultos europeus entre 18 e 35 anos apresentam aumento de sinais de desgaste erosivo por consumo de bebidas ou consumo de frutas cítricas (Bartlett et al.²⁹ 2013).

Estudos epidemiológicos revelam uma alta prevalência de erosão dentária entre crianças e adolescentes ao redor do mundo, situada entre 30 e 50% (Kreulen et al.³⁰ 2010). No Brasil, a erosão dentária acomete 51,6% dos

pré-escolares de 3 e 4 anos de idade; 19,9% dos escolares de 6 a 12 anos de idade e 34,1% dos adolescentes de 12 a 14 anos de idade (Vargas-Ferreira, Praetzel, Ardenghi³¹ 2011). Rios et al.³² em 2007 encontraram que 34,8% dos incisivos, 64,7% dos caninos e 40,7% dos molares de crianças brasileiras de 6 anos de idade apresentavam erosão.

A etiologia e a patogenicidade da erosão dental são multifatoriais, pois fatores biológicos, químicos e comportamentais estão envolvidos. Os fatores químicos referem-se ao pH, capacidade tampão, tipo de ácido, presença de cálcio, flúor e fósforo envolvidos na reação química de erosão. A saúde geral do indivíduo, a saliva, formação de película adquirida e biofilme, além da estrutura dental são os fatores biológicos que podem neutralizar os ataques erosivos, reduzindo a desmineralização dos dentes, melhorando à remineralização e minimizando o desgaste da superfície por meio de procedimentos de escovação subsequentes (Attin et al.³³ 2001). Os fatores comportamentais envolvidos são hábitos alimentares e de higiene bucal, distúrbios psíquicos, como bulimia, consumo de drogas ilícitas, medicamentos e local de trabalho (Lussi e Jaeggi²⁴ 2006; Lussi e Jaeggi³⁵ 2008; Magalhães et al.³⁶ 2009; Serra, Messias, Turssi³⁷ 2009). No entanto, a interação de todos esses fatores pode levar a uma progressão ou uma ação protetora da superfície dental.

Quando uma solução ácida entra em contato com o esmalte, a lesão é desenvolvida principalmente nas áreas de bainha do prisma, seguido da dissolução de núcleos do prisma, e finalmente, as áreas interprismáticas também são afetadas. A parte mineral é condicionada, deixando uma camada superficial suave parcialmente desmineralizada, que é propensa a depósitos minerais após aplicação tópica de flúor (Ganss et al.⁶ 2001).

Quando acomete a dentina e essa fica exposta a ácidos de relevante poder e concentração, o componente mineral dissolve-se prontamente e a porção orgânica é retida. Uma zona fina de rede de colágeno fibroso e denso torna-se presente (Breschi et al.³⁸ 2002). Esta zona aumenta com o aumento do tempo de erosão. Dependendo do agente de desmineralização e do tempo de exposição, uma zona totalmente desmineralizada se desenvolve, sob a qual

a dentina parcialmente desmineralizada é encontrada e finalmente é atingida (Kinney et al.³⁹ 1995).

Inicialmente, tanto a dentina peritubular como a intertubular recuam em taxas similares, logo após, a dentina peritubular é dissolvida enquanto que a região intertubular ainda aparece mais estável em virtude da exposição das fibras colágenas (Kinney et al.³⁹ 1995).

Com exposição ácida contínua, a taxa de desmineralização diminui. Quando a matriz desmineralizada tem atingido uma determinada espessura, a perda de minerais diminui marcadamente (Hara et al.⁴⁰ 2005; Ganss et al.⁴¹ 2009a). Isto pode ser em parte devido às propriedades do colágeno, que conduz a uma diminuição de pH inferior frente a desmineralização. Além disso, nessa fase, os minerais dissolvidos serão impedidos de remoção imediata do líquido circundante, aumentando assim o estado de saturação (Hara et al.⁴⁰ 2005; Ganss et al.⁴² 2007; Ganss et al.⁴¹ 2009a; Ganss et al.⁴³ 2009b; Shellis et al.⁴⁴ 2010; Lussi et al.²⁶ 2011).

Alguns autores (Klont, Ten Cate.⁴⁵ 1991; Kleter et al.⁴⁶ 1994; Ganss et al.⁶ 2001; Ganss et al.⁴⁷ 2004; Hara et al.⁴⁰ 2005; Ganss et al.⁴¹ 2009a; Shellis et al.⁴⁴ 2010; Lussi et al.²⁶ 2011) sugerem que a desmineralização erosiva da dentina vai reduzindo na medida em que a quantidade de colágeno desmineralizado aumenta. Pressupõe-se que esta matriz orgânica exposta age como uma membrana protetora com capacidade tampão, suficiente para reduzir a desmineralização e retardar a perda de minerais e a difusão de íons H⁺ para regiões mais profundas da dentina.

Estas características histológicas indicam que o conteúdo orgânico da dentina pode exercer um papel importante na progressão da erosão, uma vez que após a ação do ácido, ocorre uma perda de volume na dentina mais lenta, quando comparada com a porção inorgânica da estrutura dental.

O tratamento dessas lesões vai desde o controle do fator etiológico até posterior restauração da cavidade para proteger o complexo dentino-pulpar, recuperar a anatomia cervical, melhorar a estética e reduzir a hipersensibilidade dentinária (Bader et al.⁴⁸ 1993).

Hipersensibilidade dentinária é uma condição de dor oral comumente caracterizada como uma dor intensa, resultante da estimulação transitória da dentina exposta, normalmente em resposta a estímulos osmóticos, térmicos, tácteis ou químicos (Addy, Dowell⁴⁹ 1983). Até o momento, a análise da maioria dos dados suporta a teoria de que esses estímulos induzem o fluxo de fluido dentro de túbulos dentinários, o que desencadeia barorreceptores perto da polpa, levando a dor (Pashley⁵⁰ 1994).

Quando a estrutura dentária está significativamente comprometida e com progressão da lesão em um ritmo acelerado, aconselha-se realizar a restauração da lesão para evitar perdas teciduais ainda maiores ao dente (Bader et al.⁴⁸ 1993).

Assim, restaurar esse tipo de superfície dental erosionada é um desafio, pois as características tão complexas deste substrato tornam o procedimento adesivo bastante desafiador. O que justifica o fato destas lesões serem frequentemente usadas para avaliar clinicamente a eficácia dos sistemas adesivos (Van Meerbeek et al.²⁰ 1996), e técnicas para maximizar a adesão nestas lesões que devem propiciar e apresentar resistência de união ao dente suficiente para suportar as forças incidentes no meio bucal.

Brunton et al.⁵¹ em 2000, avaliaram a resistência de união de dois sistemas adesivos dentinários (DBAs) e um dessensibilizante dentinário, simulando erosão dental. Trinta pré molares humanos livres de defeitos foram utilizados, cortados ao longo do eixo, obtendo 60 espécimes, divididos aleatoriamente em 3 grupos de 20 cada e fixados a uma placa de vidro. Uma pedra abrasiva foi utilizada para remover o cimento e expor a dentina cervical. Com a ajuda de uma fita de acetato de 5 mm foi isolado duas secções no mesmo dente. Duas secções A e B receberam o tratamento superficial: A (controle) e B (dessensibilizante ou sistema adesivo). Sistemas de tratamento de superfície: Gluma[®] Desensitizer (Heraeus Kulzer), One Coat Bond[®] (Coltène/Whaledent) e Optibond[®] FL (Kerr) foram aplicados de acordo as indicações dos fabricantes. Os 20 espécimes de cada grupo foram divididos em 2 grupos de 10 cada e 10 expostos à água (controle) e 10 a um desafio erosivo com Coca Cola durante 14 dias. Traçados sequenciais com ajuda do

perfilometro foram tomados nas amostras, analisando a redução na espessura ou perda do dessensibilizante ou sistema adesivo. Uma perda de tecido dentário média de 77 μm ($\pm 14,6 \mu\text{m}$) sobre os locais não tratados e 20 μm ($\pm 14,7 \mu\text{m}$) após 14 dias de exposição à Coca Cola foi observado. A aplicação dos sistemas adesivos, ao contrário do dessensibilizante sobre superfícies de dentina exposta produziu uma proteção substancial contra a erosão por Coca Cola ao longo do período de estudo. Os valores médios e desvio padrão (μm) da espessura da dentina com aplicação do dessensibilizante e os dois sistemas adesivos foram em μm : Gluma[®]: 18 ($\pm 1,6$); OneCoat Bond[®]: 27 (± 1); Optibond FL[®]: 39 ($\pm 1,9$). Porém, com exceção do Gluma Dessensibilizante, que foi completamente perdido, OneCoat Bond e Optibond FL demonstraram níveis de resistência a dissolução ácida. A aplicação de sistemas adesivos pode ser um tratamento efetivo como tratamento da hipersensibilidade.

Peumans et al.⁵² em 2005, revisaram a literatura atual sobre a eficácia clínica de adesivos quando usados para restaurar lesões cervicais não cariosas classe V. O objetivo foi analisar a retenção de restauração em função do tempo registrado, a fim de descobrir se adesivos com um processo simplificado de aplicação são clinicamente tão eficazes quanto os adesivos convencionais de três passos. Para isto, ensaios clínicos publicados entre janeiro de 1998 e maio de 2004 foram revisados. Taxas de retenção de restaurações por adesivo relatados em *peer-reviewed*, bem como artigos e resumos de IADR-AADR e resumos de ConsEuro foram incluídos no estudo e descritos em gráficos em função do tempo para cada uma das cinco classes de adesivos (adesivos de três e dois passos com condicionamento ácido, adesivos de dois e um passo autocondicionantes e ionômeros de vidro). As normas para adesão de materiais adesivos à dentina e esmalte apresentada pela American Dental Association foram utilizados como referência. Para cada um, a taxa de falha anual (%) foi calculada. Concluíram que o ionômero de vidro é a forma mais eficaz e duradoura de adesão em restaurações de classe V. Adesivo de três passos com condicionamento ácido e adesivos autocondicionantes de dois passos mostraram um desempenho clínico confiável. A eficácia clínica de adesivos de dois passos com condicionamento ácido foi menos favorável, enquanto no desempenho clínico, os adesivos autocondicionantes mostraram

um resultado ineficaz.

Cruz et al.⁵³ em 2012, avaliaram a resistência de união de um sistema adesivo e materiais restauradores em dentina erosionada e não erosionada. Trinta e seis incisivos bovinos foram utilizados, os quais foram embebidos em resina acrílica e desgastados para obter superfícies planas da dentina vestibular. Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: sem erosão (imersão em saliva artificial) e erosionado submetido à modelo de ciclagem de pH (3 x em coca cola por dia, durante 7 dias). As amostras foram divididas de acordo com o material restaurador: cimento de ionômero de vidro (KetacTM Molar Mix Easy), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (VitremmerTM) ou sistema adesivo com resina composta (Adper Single Bond 2 + Filtek Z-250). Tubos de polietileno com um diâmetro interno de 0,76 mm foram colocados sobre a dentina e preenchidos com o material. O teste de união ao microcissalhamento foi realizado após 24 h de armazenamento em água a 37°C. O modo de falha foi avaliado utilizando um microscópio estereoscópico (400X). Dados de resistência de união foram analisados com teste ANOVA de dois critérios e pós-teste Tukey ($\alpha=0,05$). O sistema adesivo apresentou os valores mais elevados de resistência de união, independentemente do substrato ($p<0,0001$). Para todos os grupos, a falha mista prevaleceu. Concluiu-se que, os materiais adesivos podem ser utilizados na dentina erosionada sem comprometer a qualidade de união. Quanto à utilização de sistemas adesivos, é preferível usar um sistema adesivo com ácido, pois demonstraram melhores valores de resistência de união comparados com os cimentos de ionômero de vidro testados.

Zimmerli et al.⁵⁴ em 2012 avaliaram a influência de diferentes técnicas de preparo de superfície na adesão a dentina erosionada ao longo tempo, para isto, espécimens de dentina foram erosionados por ciclagem de pH ou foram deixados sem tratamento como controle. Cinco técnicas de "preparo" diferentes foram aplicadas: (1) limpeza com pedra pomes, (2) abrasão com jato de ar, (3) polimento com pasta de silício, (4) *proxo-shape* e (5) ponta diamantada. Sistema adesivo de três passos OptiBond FL (O-FL; Kerr) e adesivo de dois passos Clearfil SE Bond (C-SE; Kuraray) foram utilizados para avaliar a resistência de união por meio do teste de microtração após armazenagem de

água, durante 24 h e 1 ano. A análise da fratura foi realizada através de estereomicroscopia e MEV. Interfaces foram caracterizadas por TEM. As diferenças foram analisadas estatisticamente com um modelo linear de efeitos mistos ($\alpha=0,05$) dando como resultado que a erosão reduziu a resistência de união em todos os grupos, mas foi menos proeminente quando a dentina erosionada foi preparada com ponta diamantada. O armazenamento reduziu a resistência de união em quase todos os grupos significativamente, mas o envelhecimento foi mais importante para as superfícies erosionadas do que para as superfícies não erosionadas. Considerando que após 1 ano, amostras do grupo controle de 1 ano revelaram valores superiores de resistência de união com o adesivo de três passos, já o adesivo autocondicionante revelou uma leve melhora de força de adesão depois de um ano na dentina erosionada. A interface de erosão pareceu muito propensa à degradação, como foi demonstrado pelo aumento da quantidade de falha adesiva e pela infiltração de prata detectada por TEM. Porém, conclui-se que, clinicamente o esforço para a realização de uma técnica minimamente invasiva, uma preparação superficial (rugosidade mínima) com uma ponta diamantada é recomendável para melhorar a adesão ao longo do prazo na dentina erosionada.

2.2 Alteração mineral do substrato dentinário

Diferentes métodos e agentes tem sido usados para prevenir e controlar a erosão dental e a hipersensibilidade. Entre estes, o flúor tem sido amplamente estudado como método na prevenção da erosão e cárie dentária. No entanto, as concentrações de fluoreto utilizado na maioria dos dentífricos (cerca de 1.000 ppm de fluoreto) pode não ser suficiente para reagir de forma significativa com o esmalte (White⁵⁵ 1995). Além disso, Lussi⁵⁶ em 2009 observou que tem ocorrido um aumento da erosão dental, mesmo com a maioria dos cremes dentais sendo fluoretados.

Os fosfopéptideos de caseína (CPP) são peptídeos fosforilados produzidos a partir da digestão de caseína, uma proteína do leite, que têm

propriedades de ligação e de solubilização para uma vasta gama de minerais, tais como cálcio, magnésio e ferro. Além disso, os CPPs podem ligar-se e solubilizar outros oligoelementos, tais como bário, zinco, selênio, níquel, cobalto e crômio (FitzGerald⁵⁷ 1998).

O CPP tem uma notável capacidade para estabilizar o fosfato de cálcio em solução e aumentar substancialmente o nível de fosfato de cálcio na placa dental. Através dos seus múltiplos resíduos fosfoeril, o CPP se adere para formar aglomerados de fosfato de cálcio amorfo (ACP) em solução metaestável, impedindo seu crescimento, dimensão crítica necessária para a nucleação e precipitação na superfície dental (Reynolds⁵⁸ 1998).

O mecanismo anti-cariogênico proposto para o CPP-ACP consiste no fato de que o CPP localiza o ACP na placa dental, isola o cálcio livre e as atividades de íon fosfato, ajudando assim a manter um estado de supersaturação em relação à desmineralização do esmalte no dente. Ao contrário do fluoreto, o CPP-ACP pode ser adicionado a alimentos contendo açúcar e, por conseguinte, ter um potencial comercial como um aditivo para alimentos, bem como em pastas dentais e enxaguatórios bucais para o controle da cárie dentária (Reynolds⁵⁸ 1998).

Rahiotis e Vougiouklakis¹⁰ em 2007 determinaram *in vitro* o efeito de uma pasta dental comercial baseada em CPP-ACP sobre a desmineralização da dentina humana e sobre o potencial de remineralização de lesões artificiais de cáries formadas em superfícies de dentina. Para isto, quarenta espécimes de dentina foram seccionadas horizontalmente em direção vestibulo-lingual abaixo da junção amelo-dentinária usando uma máquina de corte, outra secção paralela foi realizada a 2 mm de distância da primeira, produzindo, assim, amostras de dentina retangular (5 x 2 x 2 mm). Os espécimes foram divididos em quatro grupos A, B, C e D (n=10). Mi Paste[®] - (GC America, INC) foi aplicada por 5 min sobre a superfície dos espécimes do grupo A, enquanto que no grupo B, nenhum espécime foi submetido à aplicação (controle). Depois, os espécimes dos grupos A, B, C e D foram imersos em solução desmineralizante durante 7 dias. Imediatamente depois da desmineralização, os espécimes do grupo C, foram submetidos à aplicação de Mi Paste[®]. Os espécimes do grupo

D, não foram submetidos à aplicação (controle). Finalmente, os espécimes dos grupos C e D foram imersos em saliva artificial por 7 dias e levados para análise superficial através de microscopia infravermelha de refletância interna de Fourier (FTIR micro-MIR). Os resultados foram apresentados em % de extensão de desmineralização (% DM) para os espécimes dos grupos A e B. Para os grupos C e D, os resultados foram apresentados em % de extensão de remineralização (% RM). A % DM do grupo A foi significativamente menor do que o grupo controle, diminuindo a desmineralização da dentina em 30,2% comparado com o grupo controle e em quanto a %RM, o grupo C apresentou uma maior % de remineralização quando comparado com o grupo D (controle). Concluindo-se que a presença de CPP-ACP em superfície de dentina promoveu uma maior remineralização e uma menor desmineralização quando comparadas com superfícies sem aplicação.

Piekarz et al.⁵⁹ em 2008, avaliaram *in vitro* a eficácia de Mi Paste[®] - (GC America, INC) na redução da erosão causada por vinho no esmalte coronário e na dentina cimento/radicular. Para isto, uma janela de 3 x 3 mm na superfície coronária e radicular das faces palatina e vestibular de pré-molares humanos foi feita. As amostras da superfície vestibular foram tratadas como experimentais e as da superfície palatina foram tomadas como grupo controle. Ambas as amostras, experimentais e de controle, foram mergulhadas em vinho e saliva artificial alternadamente durante um minuto cada uma, usando uma máquina de imersão e este ciclo foi repetido 1500 vezes. O MP foi aplicado a cada 20 ciclos, durante quatro minutos e em seguida, lavado exaustivamente por dois minutos antes do seguinte ciclo, excluindo as amostras do grupo controle. Profundidades de erosão foram medidas em seções transversais das amostras, usando um estereomicroscópio Leica MZ16 FA (Heerbrugg) para o esmalte (25X) e usando um microscópio de transmissão de luz polarizada Olympus BX51 (Olympus Corporation, Tokyo, Japan) para a dentina (8X). As médias da profundidade da erosão (μm) foram significativamente mais baixas nas amostras experimentais do que nas amostras de controle e esmalte (34,4 μm e 49,2 μm respectivamente) ($p < 0,05$) e dentina cimento/radicular (143,2 μm e 203,7 μm respectivamente) ($p < 0,01$). Concluiu-se que MP foi eficaz na redução da erosão provocada por vinho em esmalte e dentina

cimento/radicular. Estes resultados têm implicações positivas no controle e prevenção de risco ocupacional causado pela erosão conseqüente do consumo de vinho em degustadores profissionais.

Reynolds et al.⁶⁰ em 2008 determinaram a capacidade de CPP-ACP para aumentar a incorporação de fluoreto na placa dental e assim promover a remineralização do esmalte *in situ*. Estudos randomizado, duplo-cego, *cross-over* envolveram bochechos: (a) 2% w/v CPP-ACP e 450 ppm F e NaF diluído em água deionizada; (b) 450 ppm F e NaF diluídos em água deionizada (c) placebo diluído em água deionizada e dentifrícios: (a) placebo, (b) 1.100 ppm F e NaF, (c) 2.800 ppm F e NaF, (d) 2% de CPP-ACP, (e) 2% CPP-ACP + 1.100 ppm F e NaF (plus) foram indicados para os pacientes. Os bochechos foram realizados durante 60 s, por três vezes/dia durante 5 dias, e a placa supragengival foi recolhida e analisada por meio do teste não paramétrico de *Friedman's* e *Wilcoxon Signed-ranks*. As superfícies de esmalte com dentifrícios foram lavadas em água durante 60 s, quatro vezes/dia durante 14 dias num modelo *in situ*. A adição de 2% de CPP-ACP a 450 ppm de F⁻ no enxaguatório aumentou significativamente a incorporação de fluoreto na placa. O dentifrício contendo 2% de CPP-ACP produziu um nível de remineralização semelhante ao conseguido com um dentifrício contendo 2.800 ppm de F. O dentifrício contendo 2% de CPP-ACP mais 1.100 ppm de F foi superior a todas as outras formulações. Concluiu-se que a 2% CPP-ACP + 1.100 ppm F produz uma remineralização mais homogênea nas lesões, além de conseguir uma redução de risco de cárie comparado com produtos que somente contem flúor.

Ranjitkar et al.⁶¹ em 2009, compararam as taxas de desgaste de dentina com aplicação contínua de Mi Paste[®], em condições que simulam um alto grau de desgaste, com aqueles obtidos sem aplicação de MP em um ambiente erosivo (pH 3,0) simulando uma dieta ácida e em um período com ambiente relativamente neutro (pH 6,1), e depois investigaram se a aplicação intermitente de MP sob estas condições produz uma redução do desgaste da dentina. Espécimes de esmalte e dentina de 36 terceiros molares foram usados sob uma carga de 100 N para 75.000 ciclos em máquinas de desgaste dentário eletromecânicos. Na experiência 1, o MP foi aplicado continuamente na interface de desgaste e a taxa de desgaste significativo da dentina foi

comparado com as amostras submetidas a aplicação contínua de ácido clorídrico (HCl, pH 3,0) e água deionizada (DW, pH 6,1) como lubrificante. O experimento 2 foi concebido para investigar o efeito da aplicação intermitente de MP no desgaste da dentina em um ambiente neutro/ não neutro, porém, as amostras foram submetidas a aplicação de MP cada 1.600 ciclos, com um pH 3,0 e 6,1, na experiência 3, comparou-se o efeito da aplicação contínua vs intermitente de MP em similares valores de pH (neutro/não neutro) sobre a dentina. A aplicação do MP foi feita na superfície dentinária com um *microbrush* por 5 min. As amostras foram analisadas com a ajuda de um perfilometro 3D e analisadas com a ajuda de MATLAB versão 6,5 (*software* utilizado para qualificar as imagens). Além disso, moldagens dos espécimes foram feitas com silicone leve de polivynilsiloxano e processadas para análise com microscopia eletrônica de varredura com uma magnificação de 200X e analisadas separadamente com modelos lineares mistos, os quais foram criados para cada experimento. Pós-teste de Tukey foi utilizado. Obtiveram-se como resultados que o desgaste da dentina foi significativamente reduzido com a aplicação contínua de MP. Quando os dados foram analisados para investigar o efeito da aplicação contínua e intermitente de MP em ambiente neutro/não neutro, a aplicação contínua MP apresentou menores taxas de desgaste ($0,02 \pm 0,06 \text{ mm}^3$) por ciclo 1.000. Qualitativamente, as amostras preparadas com aplicação contínua MP exibiram um desgaste menor, enquanto um microdesgaste pronunciado foi observado quando o HCl e água deionizada foram utilizados como lubrificantes. Porém, uma remineralização e lubrificação parecem contribuir para a redução do desgaste da dentina associados à aplicação de MP.

Adebayo et al.⁶² em 2010, avaliaram a qualidade das interfaces resina-dentina produzidas por dois *primers* adesivos autocondicionantes após aplicação de CPP-ACP, em comparação com a dentina não tratada. Para isto, 34 molares permanentes foram seccionados para obtenção de blocos de dentina. Os espécimes foram divididos em grupos com “*smear layer*” (1A, 1B) e grupos sem “*smear layer*” depois de tratamento com 15% de EDTA (2A, 2B). As amostras foram classificadas em “não tratadas” (1A, 2A) ou “tratadas” (1B, 2B) com pasta de CPP-ACP (Mi Paste®) por 60 min x 7 dias. Cada grupo foi

dividido em três subgrupos de acordo com o condicionamento (sem condicionamento; 30 - 40% de ácido fosfórico (H_3PO_4), 20% de ácido poliacrílico), em seguida, foi utilizado um sistema adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray Medical) e um sistema adesivo “*all-in-one*” (G-Bond, GC Corp) com uma resina composta híbrida. Depois de armazenamento em água de 24 h, os espécimes aderidos foram seccionados, polidos em papel de carbetto de silício de até 4000 e pasta diamantada 0,25 μm . Foram preparados para análise por FE-SEM usando a técnica de ácido - base, desidratação gradual com álcool e revestimento como ouro para serem examinadas. Além disso, quatro espécimes dos grupos 1B e 2B foram colados e com o auxílio de uma ponta de diamante, interfaces perpendiculares ao corte foram criadas. Em seguida, com a ajuda de um alicate, os espécimes foram fraturados e as interfaces dentinárias fraturadas também foram preparadas e examinadas. O sistema adesivo de dois passos produziu uma aparência semelhante na interface de resina-dentina independentemente da presença da camada de “*smear layer*”, tratamento ou aplicação de condicionamento ácido. Após condicionamento com ácido poliacrílico, o sistema adesivo “*all-in-one*” exibiu mais áreas com falhas. As falhas estavam dentro da camada híbrida e em maior quantidade após o tratamento CPP-ACP. Concluiu-se que a qualidade da interface resina-dentina produzidas após tratamento CPP-ACP pode depender do sistema adesivo utilizado.

Wang et al.⁶³ em 2011, avaliaram *in vitro* o efeito protetor de quatro novos agentes comerciais contra a erosão. Para isto, noventa molares humanos foram distribuídos em grupos de 9, e depois da incubação na saliva humana coletada de pacientes durante 2 h, formando uma película sob o dente, A nanodureza superficial das amostras foi avaliadas. Dois procedimentos experimentais foram realizados (1); a pasta contendo um dos agentes foi aplicada durante 3 min, e, em seguida as amostras foram submetidas a desmineralização com suco de laranja (pH 3,6 por 3 min), (2), a ciclagem foi realizada antes da aplicação da pasta. Após o primeiro ciclo, as amostras foram imersas em saliva humana durante 4 h. Depois um novo ciclo era realizado. A SNH foi realizada depois de terminar o segundo ciclo. Durante a noite, as amostras foram armazenadas em 25 mL de saliva artificial por 15 h.

Este processo foi realizado durante 4 dias. Os agentes testados foram: (1) DenShield®: ingrediente ativo: 7,5% W/W NovaMin® (fosfato de cálcio e sódio); (2) Nanosensitive hca®: ingrediente ativo: 7,5% W/W NovaMin®; (3) Mi Paste-GC®, ingrediente ativo: 10% Recaldent™ (CPP-ACP); (4) MI Paste Plus-GC, ingrediente ativo: 10% Recaldent™ mais 900 ppm de flúor. Observou-se que a SNH apresentou uma diminuição significativa no final para todos os grupos ($p > 0,05$). Além disso, quando comparados com o grupo controle, os valores de SNH dos grupos com aplicação das pastas, não foi afetada significativamente em qualquer procedimento independente da concentração de flúor. Concluiu-se que a erosão do dente não pode ser impedida ou reparada por estes novos agentes, independentemente do conteúdo de flúor.

Borges et al.²³ em 2013 avaliaram a resistência de união a dentina de sistemas adesivos baseados em dimetacrilato (Clearfil SE Bond / Filtek Z-250 e Adper SE Plus / Filtek Z-250) e baseados em silorano (Filtek P-90 sistema adesivo / resina composta Filtek P-90) quando um tratamento com CPP-ACP foi realizado antes do procedimento restaurador. Para isto, em sessenta incisivos bovinos foram feitas cavidades forma padrão. Os espécimes preparados foram divididos em 6 grupos ($n=10$) de acordo com os fatores estudados (dentina-tratamento x sistema restaurador). Trinta espécies receberam 0,1 mL de Mi Paste® aplicados com um *microbrush* dentro da cavidade e esfregados por 3 min. Os excessos foram retirados com papel absorvente e junto com o restante das amostras, receberam os sistemas adesivos e restauradores seguindo as recomendações dos fabricantes. O teste de resistência de união *push-out* foi realizado em uma máquina de ensaios universal (0,5 mm/min) até a falha e com a ajuda de microscopia eletrônica de varredura, os tipos de falha foram analisados. ANOVA dois fatores e post teste de Tukey ($p < 0,05$) foram utilizados para a análise dos dados. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre pré-tratamento da dentina, sistemas adesivos e na interação de pré-tratamento dentinário x sistema restaurador. A comparação entre os grupos, para Clearfil SE Bond / Filtek Z-250 e Filtek P-90 sistema adesivo / Filtek P-90 sistemas restauradores de resina composta, o pré-tratamento da dentina não influenciou os valores de resistência de união. Para Adper SE Plus / Filtek Z-250, as amostras de dentina

tratadas com Mi Paste[®] apresentaram uma resistência de união estatisticamente maior do que as amostras não tratadas. Para as amostras pré-tratadas com Mi Paste[®], Filtek P-90 sistema adesivo / resina composta Filtek P-90 apresentou uma maior resistência de união, enquanto Clearfil SE Bond / Filtek Z-250 teve a menor resistência de união. Pode-se concluir que dentina com pré-tratamento com uma pasta contendo CPP-ACP não afetou a resistência de união para Clearfil SE Bond / Filtek Z-250 e Filtek P-90 sistema adesivo / Filtek P-90 e melhorou a resistência de união para Adper SE Plus / Filtek Z-250.

Borges et al.⁶⁴ em 2013, avaliaram o efeito da aplicação prévia de uma pasta à base de CPP-ACP (Mi Paste[®]- GC America INC) e sistemas adesivos sobre a durabilidade de união de um selante de fissuras. Noventa e oito blocos de esmalte foram obtidos a partir de superfícies proximais de terceiros molares erupcionados. As amostras foram divididas em 14 grupos (n=7) de acordo com o tratamento com CCP-ACP (com ou sem) e o sistema adesivo utilizado (nenhum sistema adesivo; sistema adesivo convencional de três passos; sistema adesivo convencional de um frasco único, sistema adesivo “*all in one*”; sistema adesivo autocondicionante de dois frascos; condicionamento com ácido fosfórico adicional e sistema adesivo “*all in one*”; condicionamento ácido fosfórico adicional e sistema adesivo autocondicionante de dois frascos). O selante de fissura (Fluroshield) foi aplicado em dois incrementos e fotoativado por 20 s. Depois da aplicação do selante, resina foi aplicada para confeccionar espécimes em forma de palito de 0,7 mm² aproximadamente, os quais foram preparados para teste de microtração, que foi executado 24h depois ou seis meses de armazenamento em água. Espécimes fraturados foram analisados por microscopia eletrônica de varredura. Os dados foram analisados por ANOVA dois critérios com medidas repetidas/teste de Tukey (p<0,05). Os resultados mostraram que os grupos dos sistemas adesivos que receberam aplicação de MP apresentaram médias superiores do que aqueles grupos em que MP não foi aplicado após 24 h. Quanto ao tipo de sistema adesivo com ou sem aplicação prévia de MP, o Clearfil SE Bond apresentou melhores valores de resistência de união. Após 6 meses de armazenamento em água, os grupos tratados com MP antes da aplicação do adesivo não mostrou uma redução

estatisticamente significativa nos valores de resistência de união, por outro lado, alguns grupos que não receberam MP antes da aplicação do adesivo (G10, G11 e G13) apresentaram valores estatisticamente reduzidos de resistência de união. Além disso, os dados obtidos na avaliação do padrão de fratura foram analisados por distribuição de frequências e foi observado que a maior frequência de falhas coesivas foi observada para os grupos com MP. Concluiu-se que a aplicação de CPP-ACP sobre o esmalte melhorou a durabilidade da adesão mesmo utilizando sistemas adesivos simplificados testados.

Atualmente, existem muitos agentes usados para o tratamento da hipersensibilidade. Cirurgiões dentistas têm uma grande variedade de recursos, desde tratamentos no consultório, até aplicação de produtos por parte do paciente de uso caseiro. Vários produtos químicos e compostos, tais como nitrato de prata, fluoreto de sódio, fluoreto de estanho e cloreto de estrôncio têm sido usados para a oclusão dos túbulos dentinários (Kanapa⁶⁵ 1990; Addy⁶⁶ 2002).

Recentemente, Du Min et al.⁶⁷ 2008 em uma avaliação clínica, foi comprovado que o dentifrício com biovidro chamado NovaMin[®] foi mais eficaz na redução da hipersensibilidade em comparação com um dentifrício comercial e em relação ao controle com placebo. O ingrediente activo de NovaMin[®] é um vidro bioativo que foi originalmente desenvolvido como um material de regeneração óssea (Yli-Urpo, Narhi, Narhi⁶⁸ 2005).

O Biovidro é um fosfosilicato de cálcio e sódio composto de 24,5% CaO, 24,5% Na₂O, 6,0% P₂O₅ e 45% SiO₂. NovaMin[®] reage rapidamente com a saliva liberando sódio, o que aumenta o pH da saliva, bem como liberação de cálcio e fosfato, criando as condições ideais para a remineralização dos dentes, promovendo a oclusão dos túbulos dentinários, remineralização da dentina e, portanto, pode ser utilizado no tratamento da hipersensibilidade dentinária (Ananthakrishna Suryaprakash, Koshy Sunil e Kumar Naveen¹² 2012).

A reação do Novamin[®] começa quando as partículas estão sujeitas a um ambiente aquoso. Os íons de sódio (Na⁺) das partículas começam

imediatamente a trocar cátions com o hidrogénio (H^+) (Pawlowska¹³ 1956). Esta rápida liberação de íons permite que íons de cálcio (Ca^+) e fosfato (PO_4^{3-}) da estrutura da partícula possam ser liberados do material. Esta primeira série de reações ocorre dentro de segundos de exposição, e a liberação de íons de cálcio e fosfato continua enquanto as partículas estão expostas ao ambiente aquoso (Kerns et al.¹⁴ 1991).

Um aumento transitório de pH ocorre durante a exposição inicial do material devido à liberação de sódio, ajudando a precipitar (Ca^+) e (PO_4^{3-}) a partir da partícula de Novamin®, juntamente com o cálcio e o fósforo encontradas na saliva, para formar uma camada de fosfato de cálcio (Ca-P). A medida que as reações das partículas ocorrem e à deposição de cálcio e fósforo continuam, esta camada cristaliza-se em hidroxicarbonato de apatita, que é química e estruturalmente equivalente a apatita biológica (Pawlowska¹³ 1956).

Wang Z et al.⁶⁹ em 2010 avaliaram a eficácia *in vitro* de um novo biovidro contido em dois cremes dentais dessensibilizantes comerciais na oclusão dos túbulos dentinários após o desafio com ácido cítrico e imersão em saliva artificial (AS). Foram utilizados 100 discos de dentina de terceiros molares humanos. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos (n=20), Grupo 1: EDTA como tratamento dentinal previo; Grupo 2: escovação com água destilada; Grupo 3: escovação com NovaMin®; Grupo 4: escovação com Sensodyne freshmint; Grupo 5: escovação com Colgate sensitive. Em cada grupo, as amostras foram, em seguida, divididas aleatoriamente em dois subgrupos (n=10) para testar dois pós-tratamentos: desafio com ácido cítrico 6% e armazenamento em água deionizada e desafio com ácido cítrico 6% e armazenamento em saliva artificial. A permeabilidade da dentina de cada amostra foi medida antes e depois de cada tratamento utilizando um dispositivo hidráulico de trabalho com 20 cm de pressão de H_2O . Os dados foram analisados por ANOVA de duas vias de medidas repetidas, para determinar se havia diferenças significativas dentro ou entre os grupos. Morfologia da dentina e depósitos superficiais foram observadas por SEM. Obtendo como resultado, que todos os três dentífricos de dessensibilização reduziram significativamente a permeabilidade da dentina e criou precipitados

sobre as superfícies dentinárias tratadas. Além disso, as reduções na permeabilidade da dentina apresentaram recuperação parcial após uma imersão em ácido cítrico e saliva artificial. Sensodyne® mostrou significativa resistência ao ataque ácido e NovaMin® exibiu uma menor permeabilidade após imersão em saliva artificial por 24 h. A aplicação dos três dentifrícios resultou na oclusão dos túbulos dentinários eficaz. No entanto, o novo creme dental contendo biovidro NovaMin® apresentou excelentes efeitos na oclusão dos tubulos dentinarios após a escovação e imersão em saliva artificial, enquanto Sensodyne® demonstrou maior redução da permeabilidade quando as amostras foram submetidas a um desafio com ácido cítrico.

Wang et al.⁷⁰ em 2011, avaliaram a eficácia de um creme dental contendo biovidro na permeabilidade e remineralização dentinária. Trinta discos de dentina foram divididos em três grupos de 10 espécimes cada. Grupo 1 (controle): EDTA como tratamento previo em todos os grupos; Grupo 2: EDTA + escovação por 2 min com agua destilada, 2 vezes por dia durante 7 dias; Grupo 3: EDTA + escovação por 2 min com 1,0 g de pasta com biovidro (NovaMin®), 2 vezes por dia durante 7 dias. A permeabilidade dentinária foi avaliada depois da aplicação de condicionamento com EDTA imediata, após 3 dias e após 7 dias de tratamento. Depois, todas as amostras foram imersas em ácido cítrico 6% (pH 1,5) por 1 min, seguido de uma lavagem com água destilada por 2 min. A morfologia da dentina foi analisada através de MEV. ATR/FTIR foi realizada para acompanhar a variação mineral na dentina desmineralizada. As informações qualitativas de variação elementar antes e após os tratamentos de dentina completamente desmineralizada foi detectado pela análise de energia dispersiva de raio-X (EDX). ANOVA de duas vias e pós-teste de Tukey foi utilizado. Obtendo como resultados que a pasta de dentes contendo biovidro reduziu significativamente a permeabilidade da dentina após o tratamento de 7 dias de 85,1%, até um valor residual de apenas 14,9% e mostrou em SEM uma excelente resistência ao desafio ácido em comparação com os outros grupos. ATR/FTIR e EDX revelou aumento do conteúdo mineral após o tratamento com NovaMin®. Concluiu-se que à pasta com uma inovadora fórmula com biovidro oclui os túbulos dentinários e resiste melhor o desafio ácido, podendo ser útil para o tratamento da

hipersensibilidade dentinária e remineralização dentinaria.

Neuhaus et al.⁷¹ 2013, em seu estudo randomizado, controlado, duplo-cego, avaliaram a eficácia de uma pasta de profilaxia contendo 15% de cálcio fosfosilicato de sódio (CSPS; NovaMin[®]), com e sem flúor na redução da hipersensibilidade dentinária imediatamente e 28 dias após raspagem dental e alisamento radicular. No total, 151 pacientes entre 18 e 70 anos foram incluídos neste estudo. Todos os sujeitos receberam um procedimento de raspagem e alisamento radicular, seguido por um passo final de profilaxia usando uma de três diferentes pastas de profilaxia: Teste-A (15% NovaMin[®] e 2,7% NaF), Teste-B (15% NovaMin[®]) e um control (pasta sem NovaMin[®] e sem fluor). A hipersensibilidade dentinária foi avaliada pela escala de estímulo tátil (Yeaple Probe) e pela escala de jato de ar (escala Schiff) no início, imediatamente e após 28 dias após de um procedimento de profilaxia. Após análise estatística, cento e quarenta e nove indivíduos completaram o estudo obtendo como resultado que os indivíduos que tenham recebido profilaxia com as pastas de teste mostraram um efeito estatisticamente inferior (ANOVA, $p < 0,05$) de hipersensibilidade dentinária em comparação com a do grupo controle, imediatamente e após o procedimento profilaxia. Obtendo como conclusão que a aplicação única dos dois cremes dentais, fluoretado e não fluoretado, contendo 15% (CSPS: NovaMin[®]) proporcionou uma significativa redução imediata de hipersensibilidade dentinária até pelo menos 28 dias.

2.3 Sistemas Adesivos

Desde o início da odontologia adesiva em 1955, estabelecida por Buonocore⁷², onde avaliou as alterações das superfícies de esmalte com o auxílio de uma diluição de ácido oxálico – fosfomolibdato 50% e um ácido fosfórico 85%, os quais foram aplicados no esmalte por 30 segundos, concluiu-se que houve um aumento da adesão nas superfícies de esmalte tratadas, favorecendo a adesão entre as superfícies da resina e esmalte.

Tradicionalmente, o mecanismo fundamental de adesão na dentina hígida está baseado na retenção micromecânica, envolvendo um processo de

dissolução superficial de minerais do tecido dental e infiltração dos monômeros resinosos dentro dos túbulos dentinários que, após a polimerização, se fixam micromecanicamente nas porosidades criadas na trama de colágeno formando os *tags* e a camada híbrida (Swift, Perdigão, Heymann⁷³ 1995; Van Meerbeek et al.⁷⁴ 2003; Perdigão⁷⁵ 2010).

Buscando avaliar a importância da penetração de monômeros no substrato dentinario, Nakabayashi, Kojima e Masuhara⁷⁶ em 1982 concluíram que a penetração dos monómeros dentro do tecido, seguidos pela fotoativação, representa um mecanismo pelo qual tanto a concentração do estresse, quanto o modo de fratura podem ser evitados.

Existe uma variedade de sistemas adesivos disponíveis no mercado. Atualmente, de forma simplificada, pode-se dizer que a interação do adesivo com o substrato dental está baseada em duas diferentes estratégias, comumente descritas na literatura como sistemas de condicionamento ácido prévio e sistemas autocondicionantes (Cardoso et al.⁷⁷ 2011).

O sistema de condicionamento ácido prévio (também conhecido como *total-etching* ou *etch-and-rinse*) é o mais utilizado e consiste na aplicação simultânea do ácido fosfórico a 37% tanto no esmalte quanto na dentina. O condicionamento da dentina remove a *smear layer* e os *smear plugs*, aumenta a permeabilidade dentinária, desmineraliza a superfície da dentina, abre os túbulos dentinários, aumenta a microporosidade intertubular e expõe as fibras de colágeno, tornando-a extremamente receptiva para a retenção micromecânica. Após remoção superficial da matriz inorgânica da dentina inter e peritubular aplica-se o *primer* hidrofílico que aumentará o molhamento e facilitará a infiltração do adesivo hidrofóbico (Swift, Perdigão, Heymann⁷³ 1995; De Munck et al.⁷⁸ 2002; Van Meerbeek et al.⁷⁴ 2003; Pashley et al.⁷⁹ 2011).

O mecanismo de adesão dos adesivos autocondicionantes (ou *self-etching*) consiste na aplicação inicial de um *primer* com monômeros acídicos, os quais têm a capacidade de desmineralizar tanto o esmalte quanto a dentina, ao mesmo tempo, permitindo a infiltração do *primer*. Esta abordagem dissolve a *smear layer* incorporando-a na interface adesiva e desmineraliza a camada

subsequente da dentina. Tem como vantagem a eliminação dos passos de lavagem do ácido e secagem da superfície, reduzindo a sensibilidade técnica e prevenindo colapso das fibras colágenas e falhas na sequência clínica de aplicação (Swift, Perdigão, Heymann⁷³ 1995; De Munck et al.⁷⁸ 2002; Cardoso et al.⁷⁷ 2011).

Knobloch et al.⁸⁰ em 2007, Avaliaram a resistência de união na microtração (μ TBS) de 3 adesivos autocondicionantes de um frasco, 2 autocondicionantes de dois frascos e um adesivo de condicionamento total, além de avaliar o efeito de uma camada intermediária de resina na μ TBS de dois adesivos autocondicionantes. Para isto, 3 sistemas adesivos autocondicionantes de um frasco (G-Bond[®], iBond[®] e Clearfil S3[®]), 2 autocondicionantes de dois frascos (Clearfil SE[®] e Optibond Solo Plus Self-Etch[®]) e 1 sistema adesivo de condicionamento com ácido fosfórico a 37% (Primer & Bond NT[®]) foram avaliados. A resistência a Microtração (MPa) foi determinada utilizando cilindros de resina composta (Herculite XRV[®]) aderidos à superfície da dentina de terceiros molares humanos (n=24) com seis agentes de adesão. Cada dente restaurado foi seccionado longitudinalmente para produzir espécimes em forma de “palito” de 1,4 mm² (n=20). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37 °C $\pm$ 2 °C durante 72 horas, tempo durante o qual eles foram submetidos a ciclos térmicos (1500 ciclos, em banhos de água 5 °C e 55 °C, durante um tempo de permanência de 30 s). O teste foi realizado em uma máquina de ensaios universal a uma velocidade de 1,0 mm/min. Os testes estatísticos de ANOVA um critério, Ryan-Einot-Gabriel-Welsh de alcance múltiplo e teste Qui-quadrado de Wald, ($\alpha=0,05$) foram realizados em todos os dados. Um microscópio de baixa potência (20X) foi utilizado para observar a falha da adesão de cada amostra. ANOVA um critério ($p<0,001$) e teste de Ryan-Einot-Gabriel-Welsh de alcance múltiplo ($p<0,05$) mostrou diferenças significativas entre os valores das médias de μ TBS para vários agentes de adesão testados. Teste de chi-quadrado de Wald mostrou diferenças significativas entre os adesivos ($p<0,001$). Prime & Bond NT[®] (adesivo de condicionamento total) demonstrou diferença estatisticamente significativa nos valores das médias quando comparado com os sistemas

autocondicionantes de um frasco ($p < 0,05$). Não se encontraram diferenças estatisticamente significativas entre Prime & Bond NT[®] (condicionamento total) com Optibond Solo Plus SE[®] e Clearfil SE[®] (autocondicionantes de dois frascos). Não foi observado diferenças estatisticamente significativas nos valores das médias de μ TBS de sistemas adesivos autocondicionantes de 1 ou 2 frascos, exceto para o G-Bond[®] quando comparados com o sistema de condicionamento total. Porém, entre os agentes de adesão testados, valores significativamente mais elevados de μ TBS foram obtidos com o adesivo de condicionamento total e com autocondicionante de 2 frascos. Os resultados deste estudo sugerem que a resistência de união entre sistemas adesivos autocondicionantes de 1 e 2 frascos são semelhantes.

Reis et al.⁸¹ em 2007, realizaram um estudo para comparar os efeitos da umidade dentinária e aplicação vigorosa de um sistema adesivo à base de álcool/água (Adper Single Bond 2) e um a base de acetona (OneStep[®]) na micro-resistência de união com a dentina, em testes realizados imediatamente e após um ano da restauração. Uma superfície dentinária superficial plana foi exposta em 60 molares humanos por abrasão. Duas gotas dos adesivos foram aplicadas sem agitação, com leve agitação ou vigorosa agitação em superfície dentinária seca ou idealmente úmida. Após a fotopolimerização dos adesivos por 10 s, os espécimes foram restaurados incrementalmente com resina composta e armazenado em água a 37 °C por 24 h. Eles foram seccionados longitudinalmente nas direções “x” e “y” para obtenção de “palitos” de 0,8 mm², que foram testados a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Os “palitos” de cada dente foram divididos, armazenados em água destilada a 37 °C e testados imediatamente e após 12 meses de armazenamento. A média dos valores de resistência de união dos “palitos” do mesmo hemi-dente foi calculada para a análise estatística proposta. Os espécimes descolados prematuramente “perdidos” foram incluídos na média do hemi-dente. O valor de cada adesivo foi analisado por ANOVA de três fatores e pós-teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). No grupo seco, altos valores de resistência de união foram obtidos com aplicação vigorosa do adesivo. Quando a dentina foi mantida úmida, a aplicação com suave e com vigorosa agitação promoveu altos valores de resistência de união.

Reduções nos valores de resistência de união após um ano de armazenamento em água não foram observados para o adesivo Adper Single Bond e foram menos pronunciados para o adesivo OneStep quando o mesmo foi aplicado com vigorosa agitação na superfície dentinária.

Martins et al.⁸² em 2012, avaliaram o efeito da ciclagem termo-mecânica (TMC) na microinfiltração (μ L) e na largura da fenda (AG) de restaurações classe V de pré-molares utilizando sistemas adesivos autocondicionantes. Resistência de união da dentina (μ TBS) usando diferentes sistemas adesivos foram avaliados depois de 24 h e 6 meses de armazenamento. Para a análise da (μ L) e (AG), 30 pré-molares humanos foram utilizados sobre os quais foi feito uma cavidade classe V com medidas estandarizadas na face vestibular e lingual na junção cimento-esmalte. Três grupos (n=20) foram restaurados utilizando um sistema de condicionamento total (ASB2, Adper Single Bond 2), um sistema autocondicionante de 2 frascos (ASE, AdheSE[®]) e um sistema autocondicionante de um passo só (APL-P, Adper Prompt L-Pop[®]) e uma resina compostos (Filtek Supreme XT[®]). Todos os espécimes (n=10) foram submetidos a 500 ciclos de termociclagem em água destilada entre 5 °C e 55°C por 15 s. Depois, com a ajuda de um microscópio óptico a 40X, a nanoinfiltração de AgNO₃ foi analisada na interface dentina/cimento para os dentes sem (controle) e com termociclagem. Depois da avaliação marginal, os espécimes foram embutidos em resina epóxi e seccionados, obtendo assim fatias que foram analisadas por meio de microscopia eletrônica de varredura. Todas as imagens foram obtidas com um aumento de 1000X e três mensurações em pontos diferentes foram feitas para avaliar a largura da fenda. Para avaliar a resistência de união, 18 terceiros molares humanos foram selecionados e cortados na superfície oclusal, e depois da padronização do *smear layer* com discos de papel de carbetto de silício, foram divididos em 3 grupos (n=6) e foi aplicado o sistema adesivo de acordo com as indicações do fabricante e restaurados com resina composta (Filtek Supreme XT[®]). Após 24 h ou 6 meses, as coroas foram cortadas ao longo do eixo “x” e “y”, obtendo espécimes em formato de “palito” com uma área de secção transversal de 0,8 ($\pm 0,2$ mm²) e estourados com uma velocidade de 1 mm/min Os “palitos” foram divididos aleatoriamente e estourados 24 h após (grupo controle) e 6 meses

depois. ANOVA de dois fatores e pós-teste de Bonferroni foram utilizados para analisar as μ TBS e larguras da fenda ($\alpha=0,05$). Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn foram utilizados para comparar a nanoinfiltração entre os grupos ($\alpha=0,05$). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a termociclagem e o grupo controle ($p>0,05$). Quando a nanoinfiltração foi avaliada, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais ($p>0,05$). Os valores de μ TBS foram assim: ASB2>ASE>APL-P ($p<0,05$) e só ASB2 apresentou valores estatisticamente menores de μ TBS depois de 6 meses de armazenamento ($p<0,05$). Concluiu-se que apesar de apresentar valores altos na adesão, ASB2 apresentou uma redução depois do armazenamento em água. Adesivos autocondicionantes não foram afetados pelo armazenamento em água e apresentaram similares μ TBS antes e depois do armazenamento em água e nenhum dos sistemas adesivos testados foi afetado pelo tratamento de termociclagem, obtendo valores similares de nanoinfiltração e largura da fenda antes e depois da termociclagem.

Hanabusa et al.²¹ em 2012 avaliaram um novo sistema adesivo de um passo (1-SEA) “multi-modo” que pode ser aplicado de várias formas: com condicionamento ácido total ou seletivo ou como sistema autocondicionante tendo como hipóteses nulas que (1) a aplicação prévia de ácido fosfórico não afeta a força de adesão em esmalte e dentina quando o adesivo “multi-modo” é utilizado e (2) a força de adesão na dentina não é afetada quando o adesivo é aplicado em uma superfície úmida ou numa superfície seca. Para verificar as hipóteses, teste de μ TBS e análise ultraestrutural da interface adesiva foram realizados usando TEM em vinte e cinco terceiros molares, aleatoriamente divididos de acordo com o substrato (1) esmalte, (2) dentina. Receberam um sistema adesivo autocondicionante (G-Bond PLUS), aplicado de 5 formas diferentes: (1a) esmalte com alteração prévia por meio de uma fresa e protocolo de condicionamento ácido; (1b) dentina com alteração prévia com uma fresa e protocolo autoadesivo; (2a) autocondicionante em dentina desidratada; (2b) autocondicionante em dentina úmida; (2c) condicionamento com ácido em dentina. Através de ANOVA um critério ($\alpha=0,05$) e um teste de múltipla comparação de Scheffe, observaram que existe uma relevante diferença estatística na μ TBS com aplicação prévia de ácido fosfórico em

esmalte. Quando 1-SEA foi aplicado em dentina, não houve diferença quando foi utilizado como sistema autocondicionante ou com condicionamento ácido. Quando o sistema adesivo com condicionamento ácido foi utilizado, a dentina úmida apresentou melhores resultados. No entanto, TEM mostrou uma baixa qualidade na hibridização entre a malha de colágeno e o material restaurador quando o condicionamento ácido foi utilizado. O condicionamento com ácido fosfórico melhorou a adesão em esmalte de um sistema adesivo de um passo só, porém deve-se ter cuidado quando é utilizado na dentina. Embora a resistência de união não fosse reduzida, a interface adesiva pode ser ultra-estruturalmente mais vulnerável à biodegradação.

Perdigão, Sezinando, Monteiro²² em 2012, compararam a resistência de união na microtração (μ TBS) e a interface ultra-morfológica de sistemas adesivos autocondicionantes usando diferentes modos de aplicação: autocondicionante e condicionamento ácido. Trinta e seis molares humanos tiveram sua dentina oclusal exposta e superfície polida até padronizar a *smear layer*. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 6 grupos: Grupo CSE – (Clearfil SE Bond, adesivo autocondicionante de dois passos, Grupo controle); Grupo SBU-SE – (Scotchbond Universal (SBU), adesivo de um passo aplicado como autocondicionante); Grupo SBU-ERm – (SBU), aplicado na dentina como sistema adesivo de dois passos com aplicação por 15 s de ácido fosfórico 34 % e aplicado sobre tecido visivelmente úmido ou brilhante; Grupo SBU-ERd – (SBU) aplicado na dentina como sistema adesivo de dois passos com aplicação por 15 s a 34 % e aplicado sobre tecido desidratado por 5 s; Grupo OSLm – Optibond SOLO Plus[®] (OSL) sistema adesivo autocondicionante de dois passos, aplicado na dentina úmida prévia aplicação com ácido fosfórico 37,5 % e aplicado sobre tecido úmido ou brilhante; Grupo OSLd – (OSL) sistema adesivo autocondicionante de dois passos, aplicado na dentina previamente à aplicação de ácido fosfórico 37,5 % e aplicado sobre tecido desidratado. Os sistemas adesivos foram fotoativados por 10 s, e restauração em resina composta foi feita confeccionada. Os dentes foram cortados em “palitos” de $0,8 \pm 0,2 \text{ mm}^2$, os quais foram levados para ensaio de microtração, onde foi realizado a mensuração da resistência de união em MPa. Para a análise ultramorfológica da camada híbrida, 12 molares foram cortados até

expor a dentina média. Foi aplicado o respectivo adesivo e restaurados com um incremento de 1 mm de resina. Com um disco diamantado, um disco de 2 mm de espessura foi cortado paralelo à superfície oclusal. Logo, os discos foram seccionados na metade e analisados por FE-SEM. Análise estatística usando ANOVA um critério foi realizada, complementado com o pós-teste de tukey com nível de significância de 5%. Quando μ TBS (MPa) foi analisada, OSL resultou estatisticamente significativo (63,0) quando comparado com outros adesivos. O CSE (47,2) e OSLd (50,2) apresentaram os valores mais baixos de μ TBS. Os grupos OSLd, SBU-ERm, SBU-ERm e SBU-SE não apresentaram diferenças estatisticamente significativas de μ TBS entre eles. Quando a avaliação ultra-morfológica foi feita, o CSE e SBU-SE formaram uma interface dentina-resina contínua com 0,2 - 0,4 mm de espessura da camada híbrida. Quando a dentina foi condicionada e mantida úmida, SBU resultou em uma camada híbrida de 2,0 – 2,6 mm de espessura. Esta espessura diminuiu a 1,4 – 2,4 mm quando a dentina estava desidratada e com aplicação do SBU. Quando a dentina foi desidratada, o OSLd apresentou muita inconsistência na formação da camada híbrida. Por isso, o SBU não apresentou falha na adesão independentemente da forma de aplicação e do grau de umidade do substrato e o SBU apresentou melhores resultados na adesão quando aplicado de forma autocondicionante comparado com o CSE. A dentina seca não impediu a formação da camada híbrida quando o SBU foi utilizado, ao contrário do OSLd.

Langer, Illie⁸³ em 2013, avaliaram a capacidade de infiltração na dentina de diferentes sistemas adesivos comparando quatro classes de sistemas adesivos. Setenta molares livres de cárie foram cortados e obtidos 140 superfícies de dentina planas, nas quais foram aplicados os sistemas adesivos. Vinte sistemas adesivos foram selecionados para esse estudo. Cada sistema adesivo foi misturado com um corante à base de isotiocianato de rodamina B e aplicado sobre a dentina oclusal seguindo as recomendações do fabricante e fotopolimerizados 20 s. A restauração foi confeccionada com a resina composta e fotoativada com luz por 20 s. Duas fatias foram seccionadas em sentido mesio-distal de cada amostra e foram analisadas em MEV. As medições foram feitas a 0,5, 1,5, e 2,5 mm a partir da junção esmalte-dentina. Quantitativamente, a infiltração foi estimada com dois parâmetros: (1)

proporção de infiltração, calculada pela proporção de *tags* cheios (coloridos) e relatando a quantidade total de túbulos dentinários (brancos); (2) comprimento do *tags* de resina, medido como a distância entre o final do túbulo colorido e a superfície adesiva. Qualitativamente, a infiltração foi estimada com três critérios: (1) homogeneidade dos *tags*, descrevendo a diferença do comprimento usando os seguintes pontos: 0= todos os *tags* tem o mesmo comprimento, 1= mais de 50% tem o mesmo comprimento, 2= menos do 50% tem o mesmo comprimento, 3= todos *tags* tem comprimentos diferentes; (2) regularidade, descrita para uniformidade e distribuição dos *tags*, para isto foram tomados os seguintes pontos: 0= todos os *tags* estão distribuídos ao longo da área na imagem, 1= mais do 50% da área da imagem tem *tags*, 2= menos do 50% da área tem *tags*, 3= sem *tags* (3) continuidade, descrevendo se os *tags* são interrompidos ou não, seguindo os pontos: 0= 100% dos *tags* são ininterrompidos, 1= mas do 50% dos *tags* estavam sem interrupções, 2=menos do 50% dos *tags* estavam sem interrupções, 3= todos os *tags* com interrupções. ANOVA um critério com significância de 5% com pós-teste de Tukey foi utilizado para análise. A influência do tipo de parâmetro adesivo, posição da dentina e solvente do sistema adesivo foram avaliados em um modelo linear e uma análise de correlação de Pearson foi utilizada para avaliar a relação entre os comprimentos dos *tags* com a taxa de infiltração. A classe de adesivo, a composição e a posição dentina foram fatores significativos que afetam os parâmetros investigados. Quantitativamente, a proporção de infiltração medido para AdheSE[®] (91,8%), Solobond Plus (91,7%), XP Bond (90,6%), Prime & Bond NT (90,5%), e Solobond M (90,2%) foi significativamente maior do que os outros adesivos . Em contraste, os *tags* de Bond Force (7,3 mm), AdheSE[®] (9,0 mm), sistema à base de Silorano (9,1 mm), e AQ Bond (9,2 mm) foram significativamente menores em comparação com os outros sistemas adesivos. O uso de adesivos *self-etch* em comparação aos adesivos autocondicionantes promoveu uma formação mais homogênea e apresentaram uma distribuição mais regular, mas em sua maioria *tags* fraturados. Este estudo mostrou que não apenas o tipo de adesivo pode ser um fator importante para a infiltração de adesivo na dentina, mas também a composição do adesivo e a profundidade da dentina onde a medição foi feita. Porém, se confirmou que a infiltração na dentina de sistemas adesivos de dois

passos, condicionamento e enxague, apresentam melhor desempenho em termos de taxa de infiltração, quando comparado com sistemas adesivos de três passos, condicionamento e lavado, proporcionaram *tags* significativamente maiores.

Muñoz et al.⁸⁴ em 2013 avaliaram a resistência na microtração (μ TBS), nanoinfiltração (NI) e o grau de conversão dentro da camada híbrida para sistemas adesivos simplificados universais aplicados em dentina de acordo com procedimentos de condicionamento com ácido fosfórico ou autocondicionante. Para isto, 40 terceiros molares foram lixados para expor a dentina e padronizar a *smear layer*. Os mesmos foram aleatoriamente divididos em 8 grupos (n=5) de acordo com os diferentes sistemas adesivos utilizados. Um adesivo de dois passos com condicionamento ácido Adper Single Bond 2 (SB, 3M ESPE) e um adesivo autocondicionante de dois passos Clearfil SE Bond, (CSE, Kuraray) foram utilizados como grupo controle. Três sistemas adesivos universais também foram utilizados: Peak Universal Adhesive System (Peak LC Bond and Peak SE Primer, Ultradent Products Inc) aplicado como sistema adesivo autocondicionante de dois passos com condicionamento ácido prévio (PkEr) e como autocondicionante de dois passos (PkSe); Single Bond Universal (3M ESPE) aplicado como sistema adesivo autocondicionante de dois passos com acondicionamento ácido prévio (ScEr) e como autocondicionante de um passo (ScSe); All Bond Universal (Bisco Inc.) aplicado como sistema adesivo autocondicionante de dois passos com prévio condicionamento ácido (AlEr) e como autocondicionante de um passo só (AlSe). Os dentes foram restaurados com a resina composta Opallis segundo recomendações do fabricante. Depois foram cortados obtendo espécimes em formato de “palito” para avaliar a resistência à microtração (μ TBS) exceto 6 espécimes que foram selecionados para avaliar *in situ* o grau de conversão e a nanoinfiltração (NI). O pH de todos os sistemas adesivos também foi avaliado. Os dados de μ TBS, NL, DC e pH foram analisados com ANOVA um critério e pós-teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Verificou-se que, para a μ TBS, só o PkSe e PkEr foram similares quando comparados com o grupo controle ($p>0,05$). AlSe apresentou os menores valores de μ TBS ($p<0,05$). A maioria dos espécimes apresentou falha mista (83,1%). Quando a nanoinfiltração foi avaliada, PkEr e

PkSe apresentaram maior porcentagem ($p<0,05$). AlEr e AlSe foram estatisticamente similares quando comparados com o grupo controle. Para o grau de conversão, só o ScSe apresentou valores menores do que os outros sistemas adesivos ($p<0,05$). SB apresentou o pH mais alto (4,1) e Peak LC Bond apresentou o mais baixo (1,2). Concluindo, todos os sistemas adesivos universais usados como autocondicionantes ou com condicionamento ácido testados apresentaram menores valores de resistência à microtração, nanoinfiltração e grau de conversão quando comparados com ambos os grupos controles.

3. PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição Geral

O propósito deste estudo foi avaliar “*in vitro*” o efeito da aplicação prévia de duas pastas dessensibilizantes na dentina erosionada, a partir da resistência de união, nanoinfiltração e morfologia da camada híbrida com a utilização de três diferentes sistemas adesivos.

3.2 Proposição Específica

1. Avaliar a influência da aplicação de uma pasta com flúor e biovidro (Sensodyne® Repair&protect) e uma pasta com CPP-ACP (Mi Paste® Recaldent™ GC AMERICA. INC.) antes do procedimento restaurador na resistência de união, nanoinfiltração e morfologia da superfície em dentina submetida à ciclagem erosiva.

2. Avaliar a influência da aplicação de sistemas adesivos simplificado de 2 passos, autocondicionante de 2 passos e autocondicionante de 1 passo (universal), na resistência de união a dentina submetida à ciclagem erosiva com tratamento prévio à base de flúor com biovidro e CPP-ACP.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada por meio do parecer nº 111.412 pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa – COEP – UEPG, (protocolo nº 19040/2012) (Anexo 1).

4.1 Seleção dos dentes

Para realização deste estudo, foram selecionados 60 molares hígidos permanentes, obtidos por meio do Banco de Dentes Humanos (BDH) da UEPG.

Previamente ao estudo, os dentes foram limpos com aparelho ultrassom e manualmente com curetas periodontais (Hu-Friedy Mfg. Co. Chicago, IL, USA) e armazenados em água destilada à temperatura ambiente. Os dentes selecionados obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: ausência de cárie, ausência de lesões cervicais e livres de restaurações.

4.2 Preparo das superfícies de dentina

As superfícies oclusais dos dentes foram desgastadas $3\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$, até a exposição da dentina média de profundidade, utilizando uma máquina de corte de gesso (VH Softline) (Figura 1), sob refrigeração. A camada de esmalte lateral foi removida com uma ponta diamantada 850 (Jota AG[®], Ruthi, SG, Suíça) em alta rotação (Figura 2), para a adesão não sofrer qualquer tipo de interferência em virtude de remanescentes de esmalte. Em seguida, as superfícies de dentina foram lixadas com lixas de granulação 600 (3M, St. Paul, MN, EUA) por 1 min em uma politriz Aropol-e, Arotec (São Paulo, SP, Brasil), eliminando as ilhas de esmalte e padronizando a camada de *smear layer* para todos os grupos (Figura 3). Logo após, os dentes foram lavados e secos com ar comprimido, e armazenados em água destilada à temperatura ambiente, por um período máximo de 24 horas.



Figura 1. Desgaste do esmalte coronário até $3\text{ mm} \pm 1\text{ mm}^2$.



Figura 2. Eliminação do esmalte lateral dos dentes.

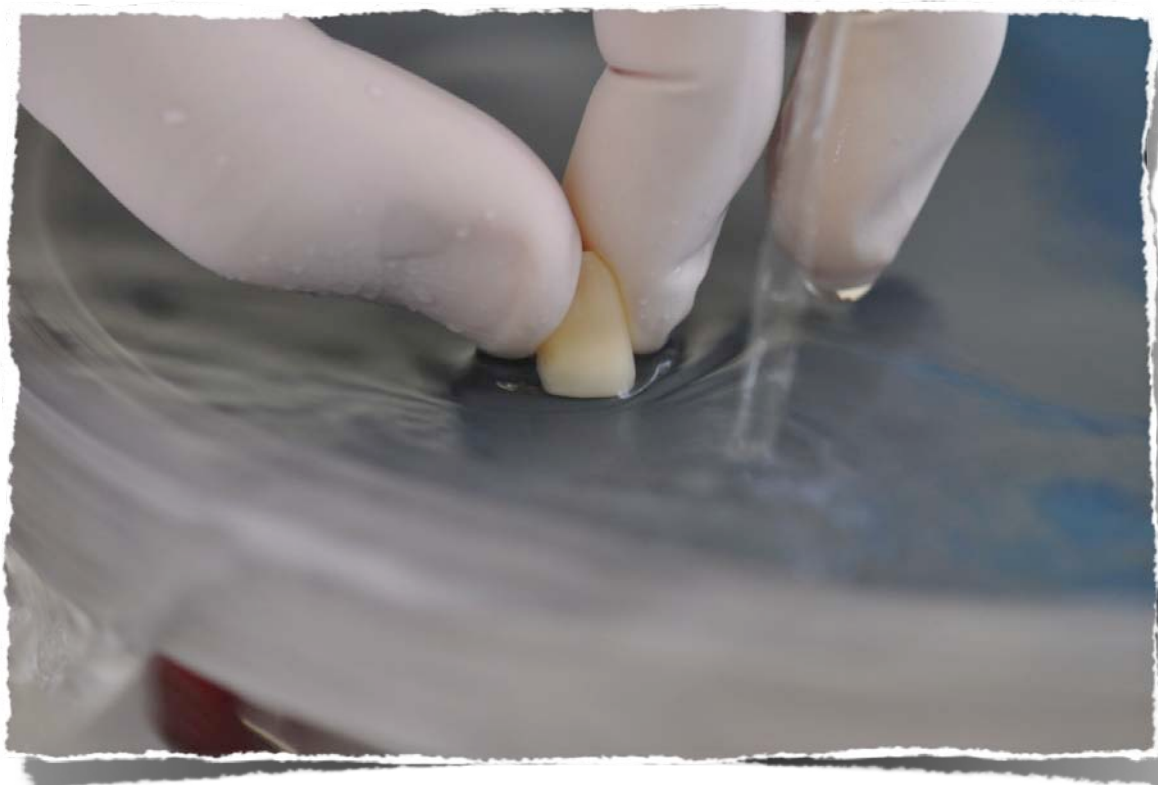


Figura 3. Padronização da *smear layer* em politriz com lixa de água # 600.

4.3 Grupos Experimentais

Os dentes foram organizados de forma aleatória em 3 grupos de 20 dentes cada, de acordo com o sistema adesivo utilizado: Grupo G1- sistema adesivo simplificado de 2 passos, Adper Single Bond™ 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA); Grupo G2- sistema adesivo autocondicionante de 2 passos, AdheSE® (Ivoclar/Vivadent, Barueri, SP, Brasil) e Grupo G3- sistema adesivo autocondicionante de 1 passo, Single Bond™ Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).

Cada grupo foi dividido de forma aleatória em 4 subgrupos com 5 dentes cada, de acordo ao tratamento o qual a dentina foi submetida: S1- controle (dentina hígida); S2- erosionado (somente submetido à ciclagem de pH); S3- erosionado + pasta com flúor e biovidro (Sensodyne® Repair & protect, GlaxoSmithKline, RJ, Brasil) e S4- erosionado + pasta com CPP-ACP (MI Paste®, Recaldent™, GC America, Alsip, IL, USA). (Figura 4).

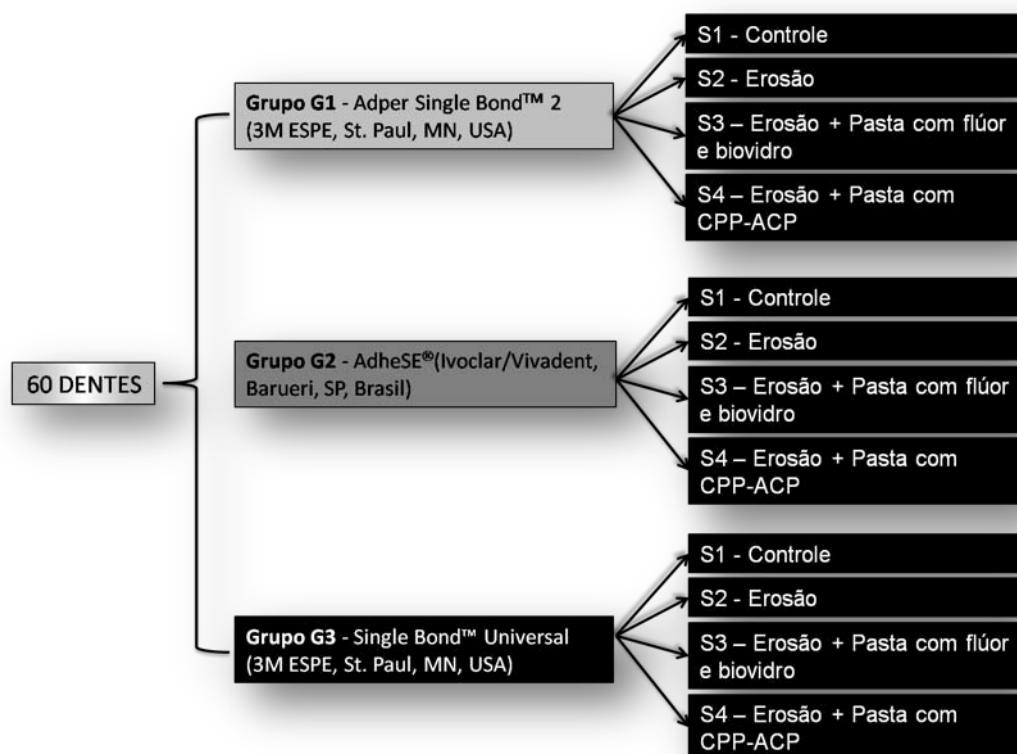


Figura 4. Desenho experimental do estudo.

4.4 Ciclagem de pH

Com o intuito de simular o fenômeno cíclico de desmineralização e remineralização que acontece na cavidade oral, foi utilizado um modelo de ciclagem erosiva “*in vitro*” para os subgrupos S2, S3 e S4. Os dentes foram submetidos a seis ciclos por dia, durante 8 dias. Cada ciclo constituiu na imersão dos dentes por 5 min em 10 mL de solução de ácido cítrico 0,5% (pH 3,5) seguida por lavagem com água deionizada e imersão em solução remineralizadora por 3 h em uma solução remineralizante (0,004 g AA; 1,16 g NaCl; 0,34 g CaCl₂; 0,32 g NH₄Cl; 2,54 g KCl; 0,38 g NaSCN; 0,64 g KH₂PO₄; 0,64 g Na₂HPO₄ dissolvidos na proporção 1: 1 em água desmineralizada; com pH de 6,4 com HCl), adaptado segundo (Zimerli et al.⁵⁴ 2012). Após cada ciclo, os dentes foram lavados com água deionizada e as soluções eram descartadas, para evitar qualquer tipo de contaminação. Os dentes foram mantidos em estufa bacteriológica a 37 °C.

4.5 Alteração mineral superficial

Os subgrupos S3 e S4 após erosionados, passaram por tratamento de alteração mineral. O subgrupo S3– aplicou-se pasta com flúor e biovidro e subgrupo S4– aplicou-se pasta com CPP-ACP. Cinco gramas de cada substância foram aplicadas ativamente com um aplicador sob a superfície de dentina erosionada por 3 min durante 5 dias. (Adaptado de Borges et al.([23](#)) 2013). Após cada aplicação, a superfície foi lavada com água destilada para remover as substâncias e as amostras foram armazenadas em água deionizada em estufa a 37 °C. Encontra-se abaixo o material utilizado, composição e lote no quadro 1.

MATERIAL UTILIZADO	COMPOSIÇÃO	LOTE
Sensodyne® Repair & protect 	Monofluorofosfato sódico (NovaMim®), 1450 ppm de íon flúor, fosfosilicato de sódio 5%, Glicerina, PEG-8, Silica, Lauril Sulfato de sódio, Fragrância, Dióxido de titânio, Carbômero, Acesulfame-k.	LOT: 042G L1
MI Paste® Recaldent™ GC AMERICA INC. 	Água, Glycerol, CPP-ACP, D-Sorbitol, Propilenoglicol, Dióxido de silício, Dióxido de titânio, Xylitol, Acido fosfórico, aromatizantes, óxido de zinco.	LOT: 110603T

Quadro 1. Material utilizado, composição e lote do sistema de tratamento da superfície.

4.7 Confeção da restauração

Após a aplicação e fotoativação de cada sistema adesivo, na dentina, foram realizadas as restaurações com a resina composta Filtek Z-350™ (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) na cor A2 com espessura de $4 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$. Cada incremento de 2 mm de resina foi fotoativado por 40 s, com o aparelho fotoativador Radii Plus, (SDI Limited, Bayswater, Victoria, Australia) com uma intensidade de 800 mW/cm^2 , aferida por meio de um radiômetro digital (Curing Radiometer Model 100, Demetron Research Corporation, Danburg, CT, EUA). A sequência completa dos procedimentos adesivos nos sistemas Adper Single Bond™ 2, AdheSE® e Single Bond Universal™. (Figura 5 - A, B, C, D, E, F, G e H), (Figura 6 - A, B, C, D, E e F) e, (Figura 7 - A, B, C, D, E e F). Os dentes foram armazenados em água deionizada a 37°C por 24 h.

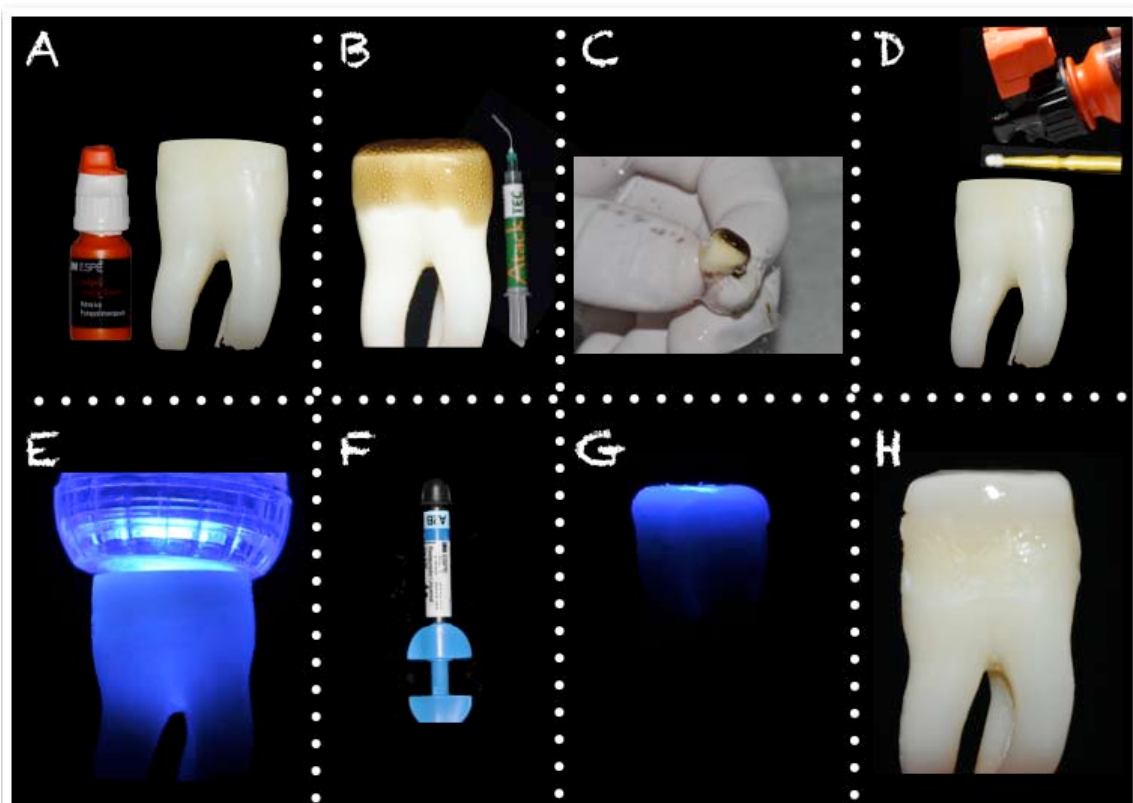


Figura 5. Preparo dos dentes com sistema adesivo de condicionamento ácido: A) Adper Single Bond™ 2 (3M ESPE). B) Aplicação de ácido fosfórico a 37% por 15 s. (C) Lavagem da superfície por 30 s. e secagem sem desidratação. D) Aplicação ativa do sistema adesivo em duas camadas. E) Fotoativação do sistema adesivo por 20 s. F) Resina composta nanoparticulada Filtek Z-350. (3M ESPE). G) Aplicação e fotoativação de incrementos de 2 mm de resina composta. F) Reconstrução da coroa com resina composta.

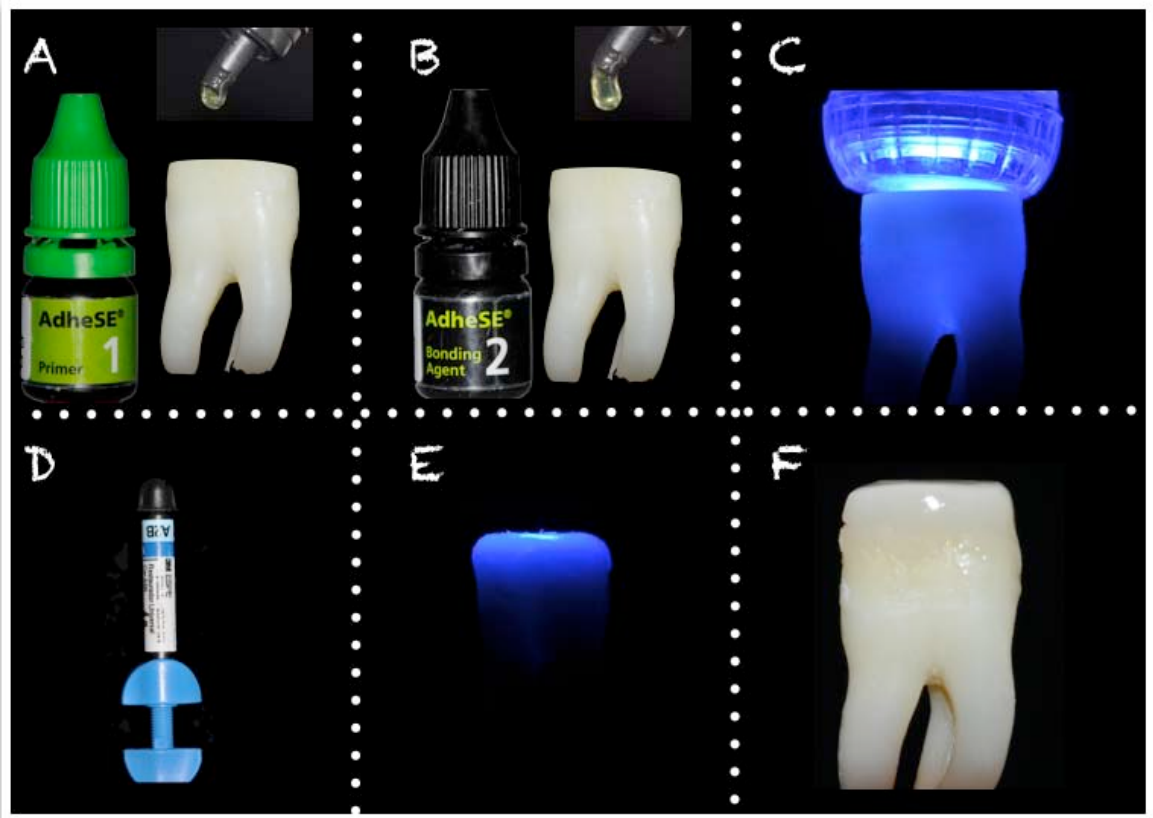


Figura 6. Preparo dos dentes com sistema adesivo autocondicionante de dois passos AdheSE® (Ivoclar/Vivadent). A) Aplicação do primer ativamente por 30 s. B) Aplicação do bond ativamente. C) Fotoativação do sistema adesivo por 20s. D) Resina nanoparticulada Filtek Z-350 (3M ESPE). E) Aplicação e fotoativação de incrementos de 2 mm de resina composta. F) Reconstrução da coroa com resina composta.

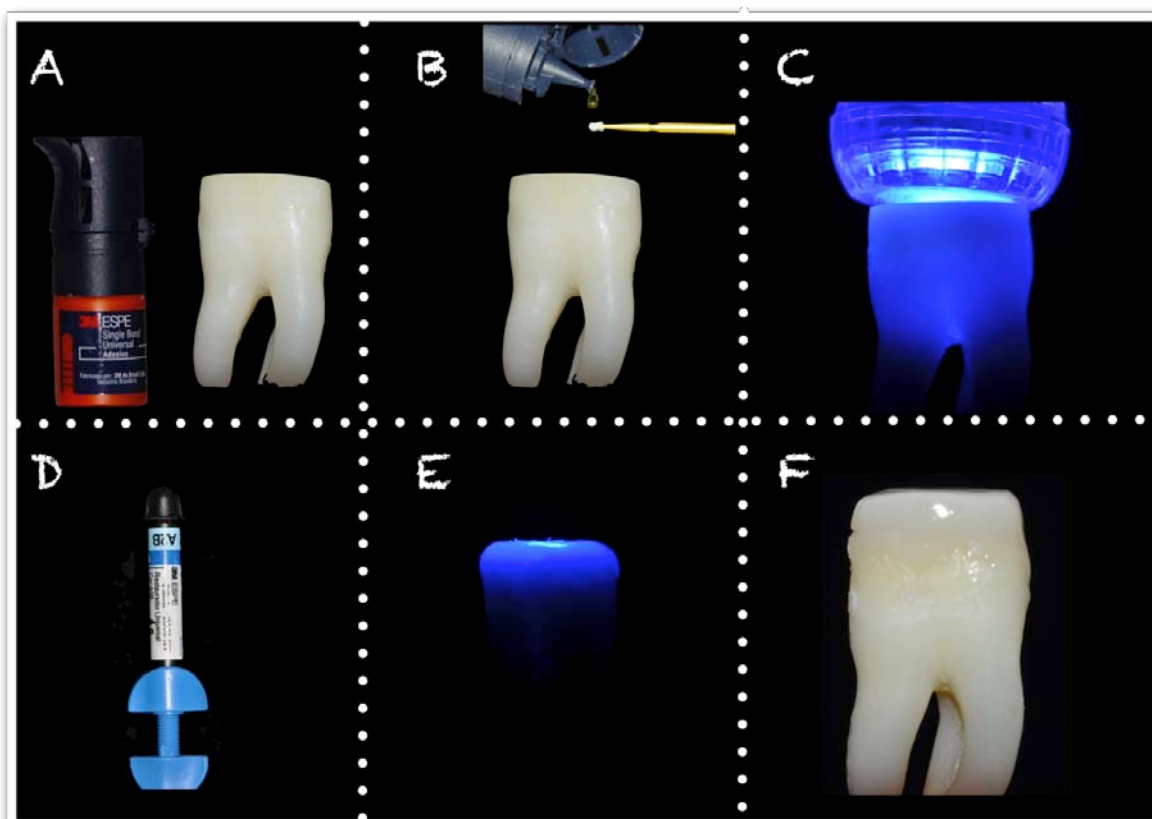


Figura 7. Preparo dos dentes com sistema adesivo de autocondicionante de um passo Single Bond Universal™, 3M ESPE. A) Sistema adesivo. B) Aplicação ativa por 30 s. C) Fotoativação do sistema adesivo por 20 s. D) resina nanoparticulada Filtek Z-350 (3M ESPE). E) Aplicação e fotoativação de incrementos de 2 mm de resina composta. F) Reconstrução da coroa com resina composta.

4.8 Obtenção dos corpos-de-prova (cps) para o teste de resistência de união

Após 24 horas de armazenamento em recipientes escuros em água desionizada a 37 °C. Para o teste de RU, NI e análise da camada híbrida, os dentes, foram adaptados no aparato da máquina de corte Isomet (1000 Isomet 1000 - Buehler®, Lake Bluff, IL, USA) (Figura 8), equipada com um disco de diamante de 0,3 mm Buehler® (Lake Bluff, IL, USA), realizando duas sequências de cortes longitudinais (eixo x) e perpendiculares (eixo y), com a máquina ajustada para realizar cortes de 1,1 mm a uma frequência de 300 rpm. Desta forma, descontando-se 0,3 mm da espessura do disco, obtiveram-se espécimes em forma de “palitos” de 0,8 mm² de secção transversal, os quais foram medidos com um paquímetro digital Absolute Digimatic (Mitutoyo, Tóquio, Japão) e de armazenamento em água deionizada a 37 °C (Figura 9).

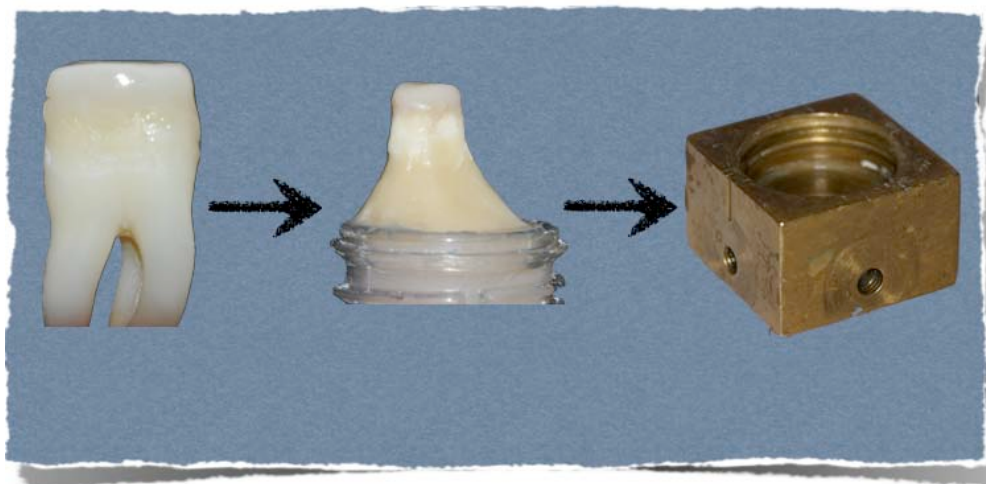


Figura 8. Adaptação do dente para máquina de corte: Fixação com cera pegajosa do dente restaurado em resina composta em rosca de garrafa pet, pronto para ser acoplado no dispositivo para máquina de corte Isomet 1000.



Figura 9. Obtenção dos espécimes em formato de “palito”: Disco de corte de diamante e máquina de corte Isomet 1000 com dispositivo e espécimes em formato de “palito”.

4.9 Teste de resistência de união (RU)

Após 48 h do corte, os cps obtidos foram selecionados aleatoriamente e visualizados no Microscópio Óptico (Nikon Eclipse E200), com um aumento de 40X, com o intuito de verificar a interface adesiva perpendicular ao longo eixo dos “palitos”. A área de secção transversal (mm^2) da interface adesiva dos cps

era mensurada com um paquímetro digital Absolute Digimatic (Mitutoyo, Tóquio, Japão) e em seguida, os dados foram inseridos no programa de automatização da máquina (KRATOS[®], Cotia, São Paulo, BR).

Posteriormente, todos os “palitos” foram fixados individualmente ao dispositivo de microtração “jig” com adesivo de cianoacrilato em gel de presa lenta (Permatex[®], Hartfords, Connecticut, USA), pelas extremidades, associado a um acelerador de cianoacrilato (JET[®]) de modo a posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da força de tração. Esta garra era acoplada em uma máquina de ensaio universal (KRATOS[®], Cotia, São Paulo, BR) e os cps tracionados até a ruptura sob velocidade de 1 mm / min com uma célula de carga de 10 N (Figura 10). No momento da fratura o movimento foi imediatamente cessado e os dados foram obtidos com ajuda do programa de automatização da KRATOS[®], que realiza o cálculo da resistência de união, sendo expressos em Newton (N) e Megapascal (MPa).

Para analisar o padrão de fratura, após a ruptura dos espécimes, as superfícies de dentina e resina correspondentes à da área de adesão eram secas com papel absorvente e uma inspeção visual foi feita com ajuda de um microscópio óptico HMV-2 (Shimadzu, Tokyo, Japan) a um aumento de 20X. Verificando-se o modo de fratura, classificando-as em: adesiva/mista (A/M), coesiva da dentina ou resina (C).



Figura 10. Preparação dos espécimes para máquina de ensaios universal. Mensuração e colagem dos “palitos” no “jig” para serem levados à máquina de ensaios universal Kratos®.

4.10 Análise da espessura da camada híbrida e formação de *tags*

Antes da realização do teste de resistência de união foram selecionados aleatoriamente 2 cps em formato de “palito” de cada grupo experimental. Esses foram mantidos em umidade relativa na água destilada a 37 °C em estufa bacteriológica armazenados em *ependorfs*, por um período máximo de uma semana, para análise ilustrativa da espessura da camada híbrida e formação de *tags*. Os “palitos” foram colados com cera de microscopia em “*stubs*” e polidos com lixas de água com granulações de 600, 1000, 1200, 1500, 2000 (3M, Sumaré, SP, Brasil) e 4000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) e com discos especiais de feltro com pasta diamantada com granulações decrescentes (1 μ m, 1/4 μ m como polimento final, tendo como finalidade principal a padronização de todas as superfícies expostas (Figura 11).

Os cps utilizados, foram imersos em HCl 6N por 30 s e NaOCl 1% por 10 min, até remoção completa da dentina, posteriormente foram lavados em água

destilada, em cuba ultra-sônica com etanol a 96% por 2 min, secos ao ar e submetidos a desidratação lenta em sílica gel em estufa seca a 37 °C por 48 horas e levados para MEV (Kenshima et al.⁸⁵ 2006).

Para a análise por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura de emissão de campo, os cps foram recobertos com uma camada fina de ouro, utilizando um metalizador (Marca Shimadzu – modelo IC-50), em seguida foram observados por meio do MEV (Marca Shimadzu – modelo SSX-50), com aumentos de 600 e 1200X, utilizando imagens obtidas por elétrons secundários e elétrons retroespalhados (Figura 11).

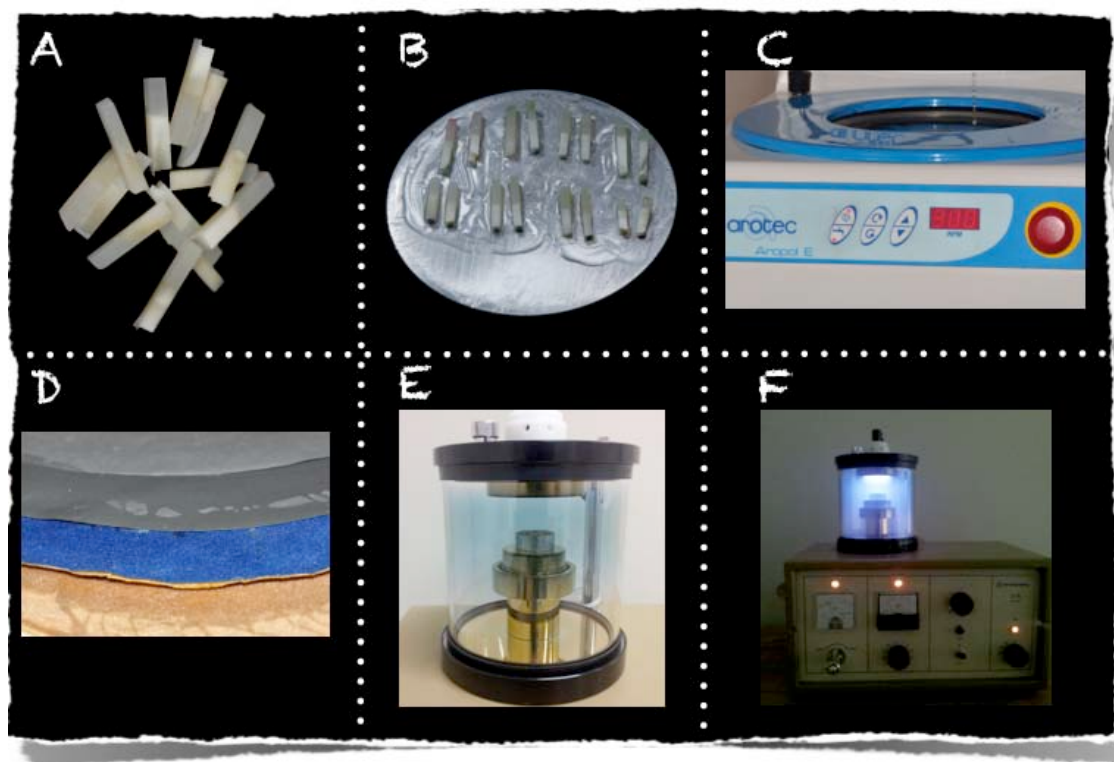


Figura 11. Preparo dos espécimes para análise da espessura da camada híbrida. A) Espécimes em formato de “palito”. B) Espécimes colados na base metálica “stub”. C) Politriz para realização do polimento. D) Lixas de água e discos de feltro. E) Espécimes dentro do metalizador. F) Processo de metalização.

4.11 Análise da nanoinfiltração (NI)

Antes da realização do teste de resistência de união foram selecionados 2 cps em formato de “palito” de cada grupo experimental, os quais foram mantidos em umidade relativa em água destilada, por um período máximo de

uma semana em recipientes escuros, com o intuito de analisar a nanoinfiltração. Os cps foram colocados imersos em solução aquosa de nitrato de prata amoniacal 50% em peso (pH=7,0), em um recipiente escuro durante 24 horas. Após esse período, foram enxaguados exaustivamente em água destilada e imersos em solução reveladora (Kodak, Rochester, Nova York, EUA) por 8 horas sob luz fluorescente para que houvesse redução dos íons de prata ao longo das microporosidades na interfase de união (Tay, Pashley, Yoshiyama⁸⁶ 2002).

Depois de revelados, os cps foram novamente lavados em água corrente e fixados com parafina em “*stubs*” de alumínio (Figura 12). O polimento foi realizado numa politriz universal (AROPOL, São Paulo, SP, Brasil) com lixas de água com granulações de 600, 1000, 1200, 1500, 2000 (3M) e 40000 (Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, EUA) e com discos especiais de feltro com pasta diamantada com granulações decrescentes (1 µm, 1/4 µm), como polimento final, sob irrigação constante com água. Nos intervalos entre as lixas e pasta de polimento, as amostras foram lavadas em cuba ultrassônica, por 15 minutos e ao término do polimento os cps foram lavados da mesma maneira durante 30 minutos.

O excesso de água foi removido com papel absorvente e as amostras desidratadas em um dessecador contendo sílica coloidal por 24h. As amostras foram metalizadas em ouro (Shimadzu IC 50, Tóqui, Japão) para permitir a avaliação das interfaces de união do dente/adesivo/dentina em MEV (SSX-50, Shimadzu, Tóqui, Japão), de modo de elétrons retroespalhados com 12Kv de Voltagem (Figura 12).

Duas fotomicrografias com aumento de 600X foram obtidas da interface de união de cada “palito” por técnico cego às condições experimentais do estudo. O percentual relativo de nitrato de prata dentro da área ocupada pela camada de adesivo e camada híbrida foi mensurado de forma automatizada pelo *software* UTHSCSA Image Tool 3.0 (Centro de ciência da Saúde, Universidade do Texas, San Antonio, Texas, EUA). Realizou-se uma média dos valores percentuais de infiltração de nitrato das amostras provenientes do mesmo dente para fins estatísticos.

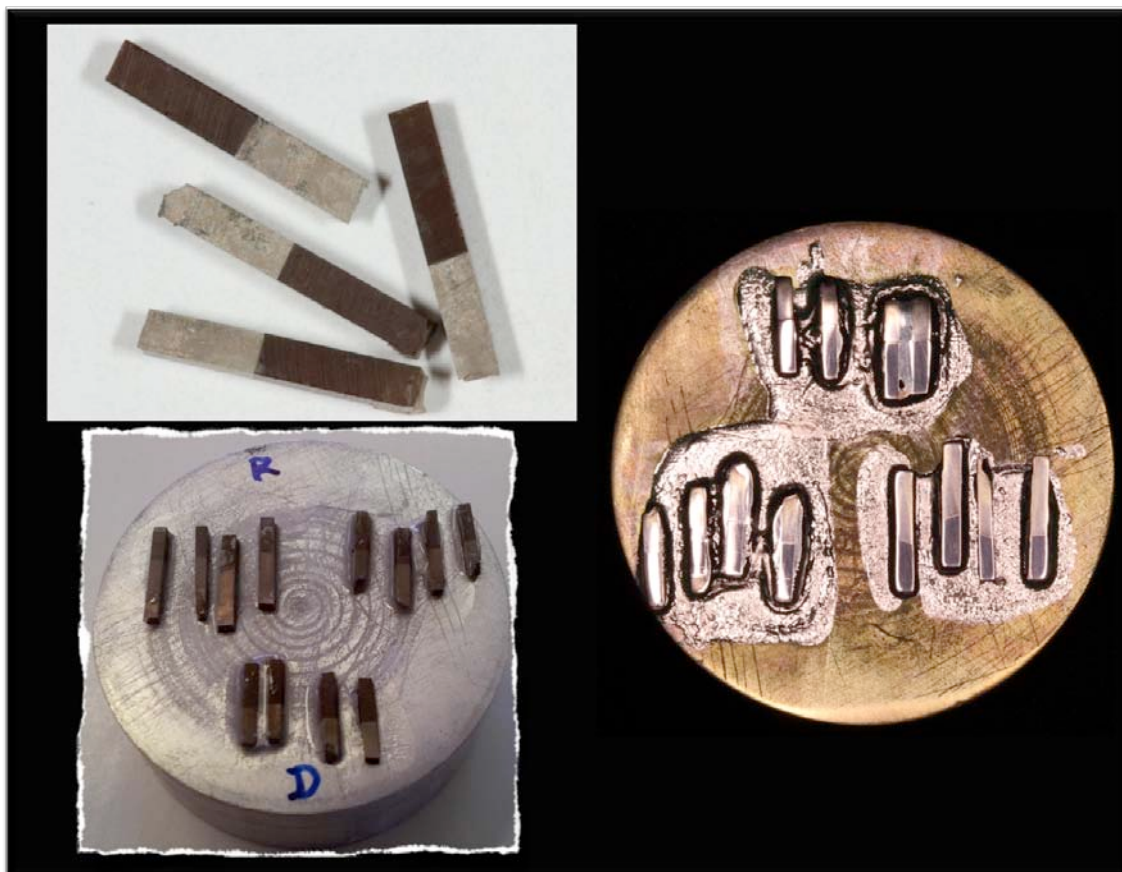


Figura 12. Nanoinfiltração e preparo para análise por MEV: Aspecto dos “palitos” após imersão em Nitrato de prata, “palitos” fixados com parafina em “stub” de alumínio e recobertos com ouro para análise da nanoinfiltração.

4.12 Análise estatística

Cada dente foi considerado uma unidade amostral, desta forma os “palitos” produzidos a partir de um único dente originaram uma média de valor de resistência de união. As médias de RU (MPa) e porcentagem NI de todos os cps do mesmo dente para cada condição experimental foram anotados e submetidos a uma análise de variância ANOVA de 2 fatores (Sistema adesivo x tratamento do substrato dentinário) e teste de Tukey para comparação das médias com nível de significância pré-estabelecido em 5%.

5. RESULTADOS

Para avaliação da resistência de união foram selecionados aproximadamente 15 espécimes por dente, totalizando 783 espécimes com formato de “palito”. Na tabela 1, podem ser observados os números e as porcentagens dos espécimes com perdas prematuras durante o seccionamento.

Tabela 1. Número e porcentagem de espécimes (%) de acordo com o modo de fratura e perda prematura dos espécimes para cada condição experimental (*).

Tratamento	G1-Single Bond 2			G2-AdheSE			G3-Single Bond Universal		
	A/M	C	PP	A/M	C	P	A/M	C	PP
S1	63(83)	12(16)	1(1)	71(75)	4(4)	20(21)	74(73)	1(1)	26(26)
S2	68(72)	7(7)	20(21)	25(23)	0(0)	85(77)	69(64)	6(5)	33(31)
S3	72(81)	3(3)	14(16)	50(33)	1(1)	101(66)	71(69)	4(4)	28(27)
S4	74(79)	1(1)	19(20)	32(22)	0(0)	113(78)	67(68)	8(8)	24(24)

(*) **A/M** – Adesiva/Mista; **C** – Coesiva em Dentina ou Resina; **PP** – Espécimes perdidos prematuramente.

5.1 Resistência de união (RU)

As médias e os respectivos desvios padrão do teste de RU de todas as condições experimentais estão na tabela 2. A análise de variância de 2 fatores detectou que houve significância estatística entre os fatores Sistema adesivo VS tratamento. Diferença significativa entre todos os tratamentos ($p=0,0002$); entre os Sistemas adesivos ($p<0,0001$) e Interação entre os fatores Tratamento e Sistema Adesivo ($p=0,0033$).

Tabela 2. Médias e desvios padrão (MPa) da resistência de união para cada condição experimental.

Sistema Adesivo	Tratamento			
	S1	S2	S3	S4
G1-Single Bond 2	53,83 $\pm$ 3,86	34,97 $\pm$ 3,69	53,39 $\pm$ 7,88	47,72 $\pm$ 10,68
G2-AdheSE	33,14 $\pm$ 3,43	14,04 $\pm$ 7,28	23,35 $\pm$ 6,90	15,94 $\pm$ 2,93
G3-Single Bond Universal	32,34 $\pm$ 1,99	34,59 $\pm$ 5,33	36,21 $\pm$ 9,16	39,02 $\pm$ 13,13

A maior média de resistência de união por grupo amostral em MPa foi de 53,83 $\pm$ 3,86 obtido pelo grupo G1S1 e o menor resultado foi do grupo G2S2 de 14,04 $\pm$ 7,28.

Como pode ser observado no gráfico 1 em relação ao fator tratamento, o subgrupo S1 apresentou valor de RU estatisticamente superior para o grupo G1 (53,83 $\pm$ 3,86) quando comparado com os grupos G2 (33,14 $\pm$ 3,43) e G3 (32,34 $\pm$ 1,99). Quando foi avaliado o subgrupo S2, o grupo G2 (14,04 $\pm$ 7,28) apresentou os menores valores de RU, sendo estatisticamente significativo em relação aos outros grupos. No subgrupo S3, para todos os grupos, os valores de RU foram estatisticamente diferentes G1 (53,39 $\pm$ 7,88), G2 (23,35 $\pm$ 6,90) e G3 (36,21 $\pm$ 9,16). Para o subgrupo S4, o grupo G2 (15,94 $\pm$ 2,93) exibiu o menor valor de RU, mostrando diferença estatística quando comparado com os outros dois grupos.

Quando a comparação foi feita dentro do mesmo grupo, no grupo G1 o subgrupo S2 (34,97 $\pm$ 3,69) apresentou o menor valor de RU, exibindo uma diferença estatisticamente significativa quando comparado com os outros grupos. Dentro do grupo G2 os menores valores de RU foram para os subgrupos S2 (14,04 $\pm$ 7,28) e S4 (15,94 $\pm$ 2,93) o que resultou estatisticamente diferente quando comparado com o S1 (33,14 $\pm$ 3,43). Para o grupo G3 os valores de RU não apresentaram diferença estatística significativa entre os diferentes tratamentos.

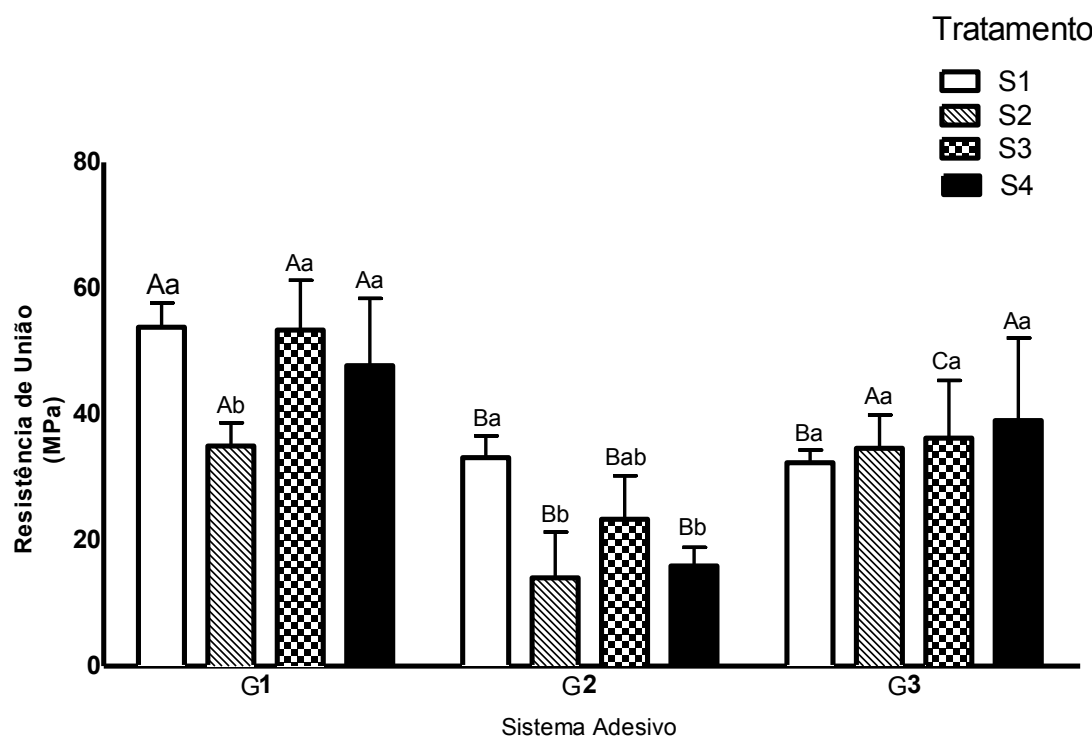
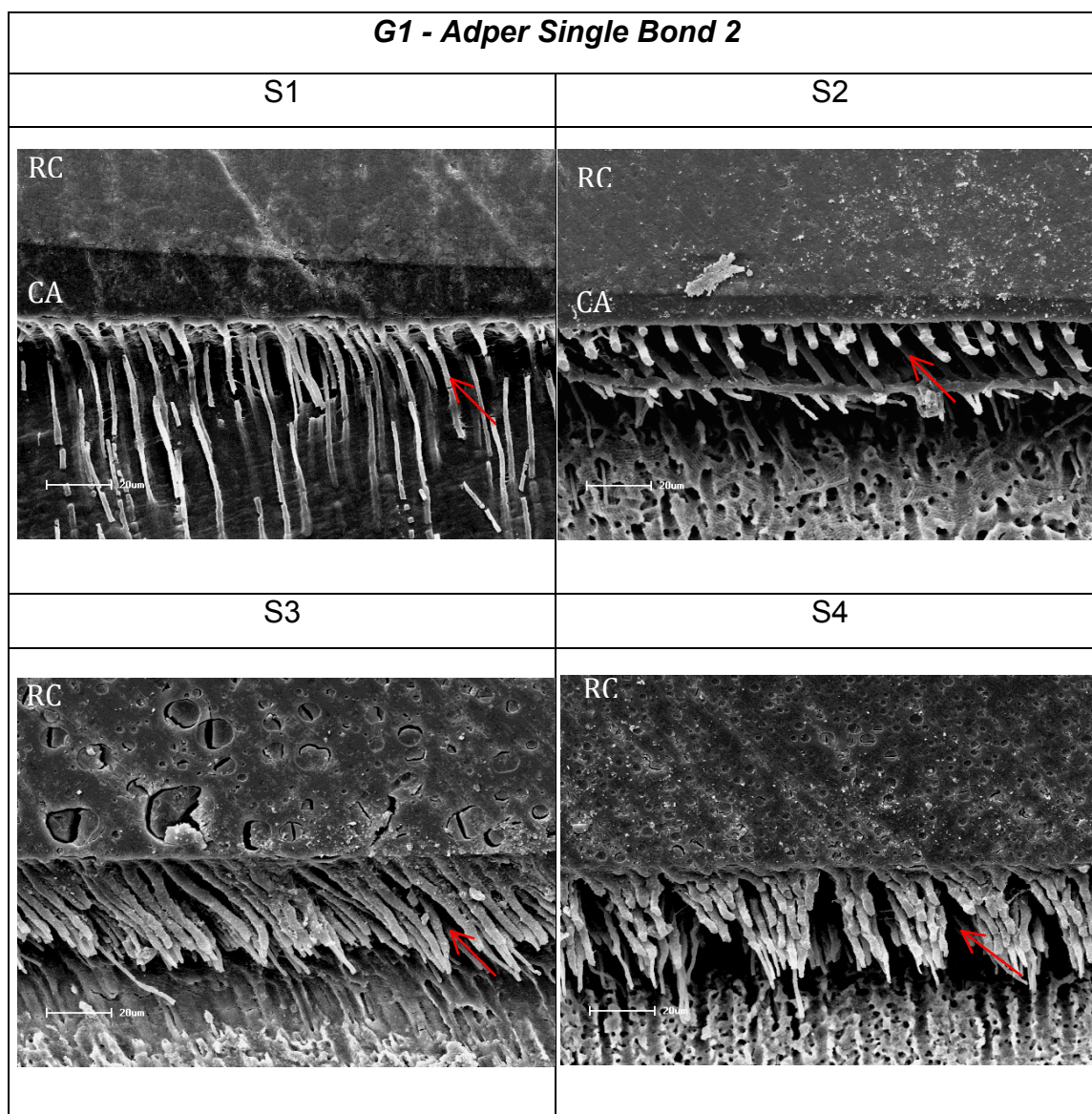


Gráfico1. Média e desvio padrão dos valores de resistência de união para os diferentes sistemas adesivos em diferentes condições de tratamento do substrato dentinário. Fator tratamento (mesmo tratamento para os diferentes grupos) representado por letras maiúsculas: Grupos com mesma letra não apresentam diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$). Comparação dentro do mesmo grupo em relação ao tratamento representando por letras minúsculas: Grupos com mesma letra não apresentam diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$). ANOVA dois critérios e pós-teste de Tukey.

5.2 Análise da espessura da camada híbrida e formação de tags

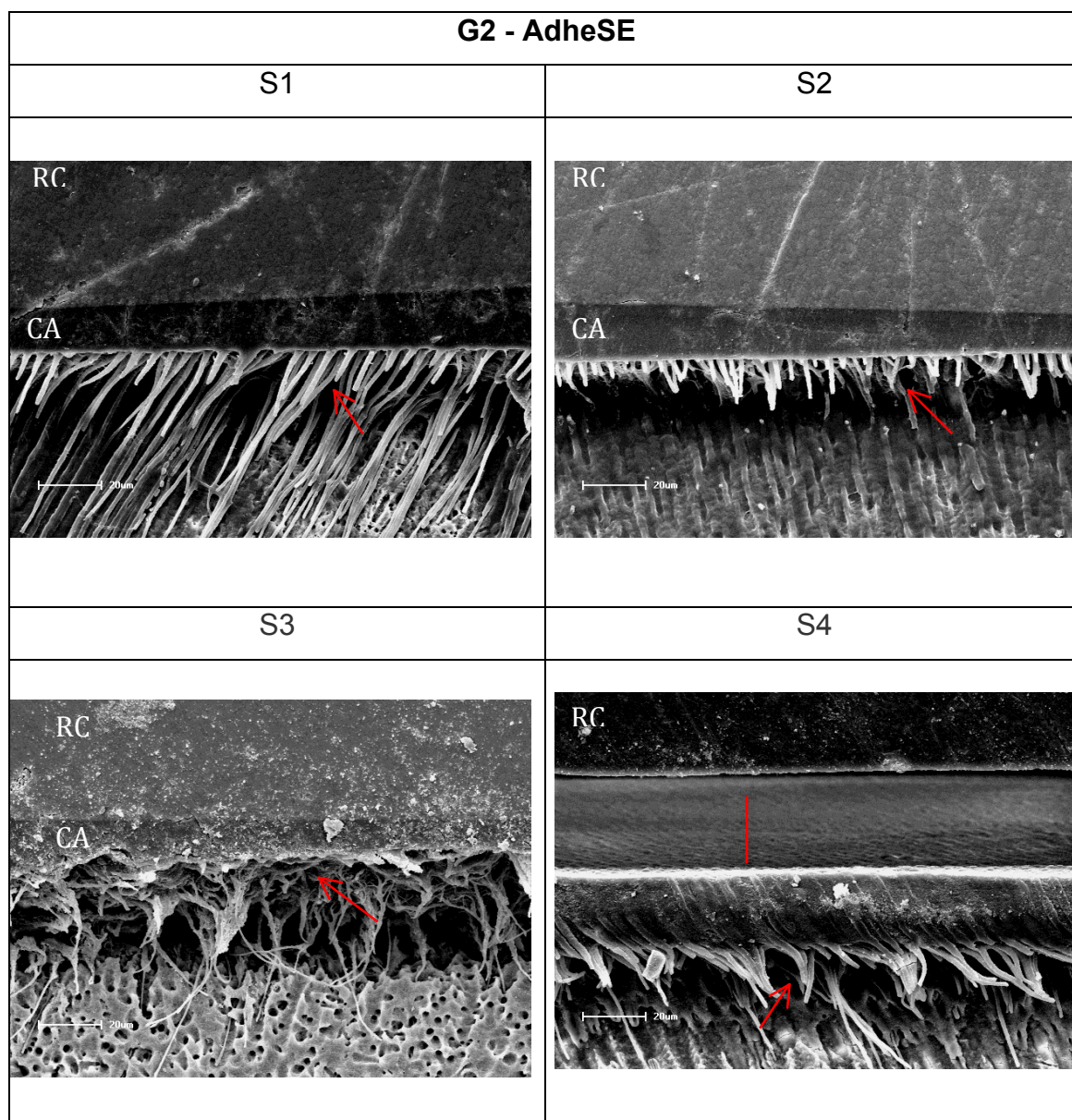
A análise da interface adesiva, da formação de *tags* resinosos com fins ilustrativos foi realizada com microscopia eletrônica de varredura.

Quando foi feito a análise para o grupo G1 (Quadro 3), nos tratamentos S1, S3 e S4 pode ser observado uma grande formação e quantidade de *tags*. Para o tratamento S2, pode ser observado uma diminuição na espessura da camada híbrida e na quantidade de *tags*



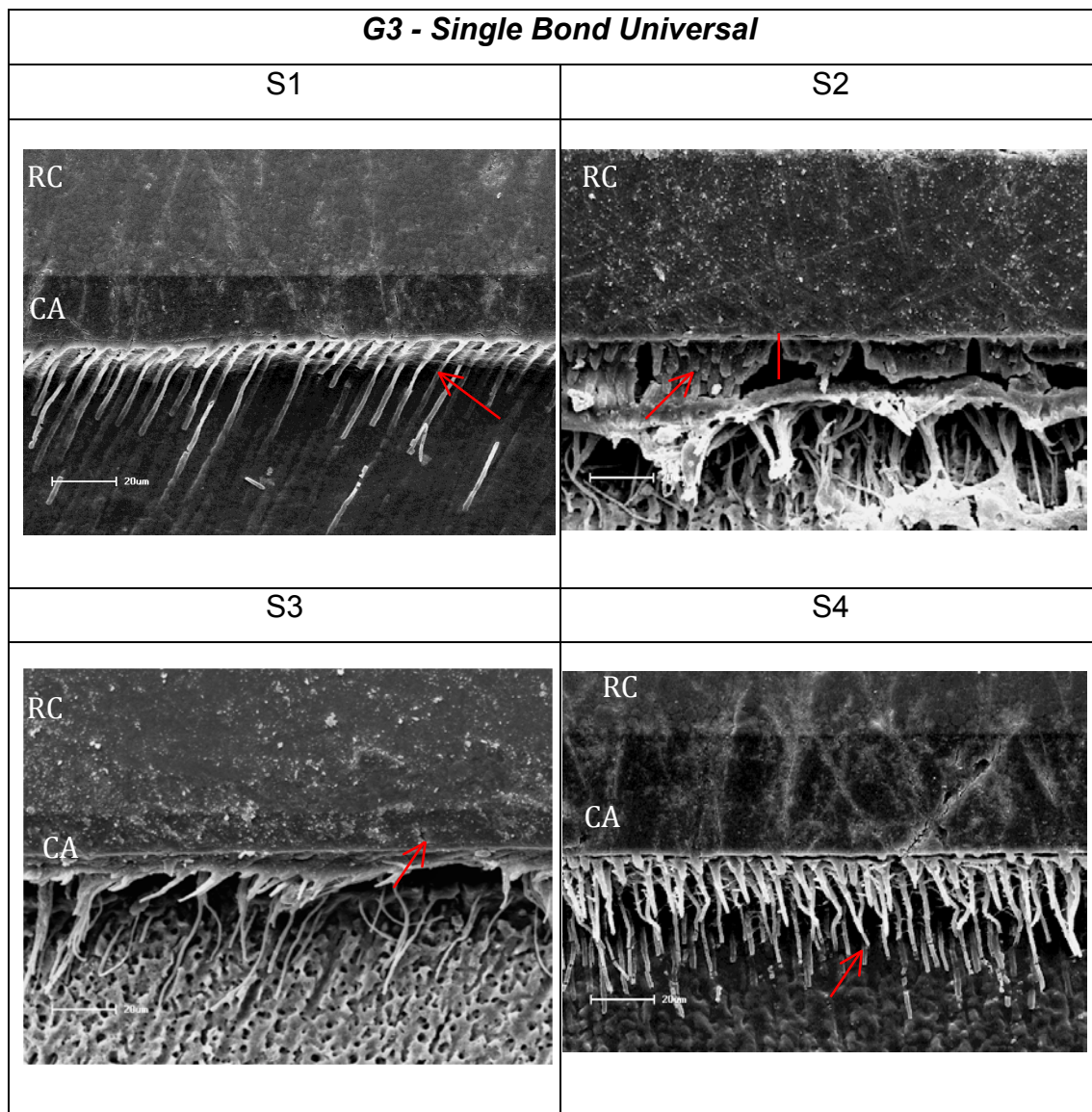
Quadro 3. Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema Adper Single Bond 2 para cada tratamento. Mostrando a camada híbrida e formação de *tags* resinosos (600X). (RC = resina composta; CA = camada híbrida e os *tags* estão sendo indicados pela seta).

No quadro 4, observa-se as fotomicrografias representativas do grupo G2. O tratamento S2 apresentou uma espessura da camada híbrida e comprimento dos *tags* reduzidos. No tratamento S3 e S4, pode ser observado a formação de fendas e *gaps* respectivamente.



Quadro 4. Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) da sistema AdheSE® para cada tratamento. Mostrando a camada híbrida e formação de *tags* resinosos (600X). (RC = resina composta; CA = camada híbrida e os *tags* estão sendo indicados pela seta e a barra vermelha mostra ruptura da camada híbrida).

No quadro 5, apresenta-se as fotomicrografias do grupo G3 para os diferentes tratamentos. No tratamento S1 e S4 observou-se uma camada híbrida e formação de *tags* mais homogênea. No tratamento S3, notou-se presença de bolhas de ar na camada híbrida. No tratamento S2, pode ser observado a formação de *gaps* entre dente-resina.



Quadro 5. Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema Single Bond Universal para cada tratamento. Mostrando a camada híbrida e formação de *tags* resinosos (600X). (RC = resina composta; CA = camada híbrida, e os *tags* estão sendo indicados pela seta).

5.2 Nanoinfiltração

Os dados das médias e desvios padrão (%) de NI para todos os grupos experimentais estão apresentados na Tabela 3. Diferença significativa entre todos os tratamentos ($p < 0,0001$); Sistemas adesivos ($p < 0,0001$) e Interação Tratamento e Adesivo ($p = 0,0001$) foi observada.

Tabela 3. Media e respectivos desvios padrão (%) dos valores de nanoinfiltração obtidas em cada condição experimental.

Sistema adesivo	Tratamento			
	S1	S2	S3	S4
G1 – Single Bond 2	5,44 ±1,29 Aa	18,35 ±1,33 Aa	11,16 ±1,34 Aa	15,63 ±1,47 Aa
G2 - AdheSE	9,83 ±0,31 ABa	69,40 ±8,73 Bb	45,13 ±1,01 Bc	44,39 ±5,42 Bc
G3 – Single Bond Universal	18,89 ±1,49 Ba	26,23 ±5,72 Aab	33,91 ±5,57 Bb	29,73 ±9,17 Cab

Fator tratamento, (mesmo tratamento para os diferentes grupos) representado por letras maiúsculas: Grupos com mesma letra não apresentam diferença estatisticamente significativa. Comparação dentro do mesmo grupo com diferentes tratamentos representando por letras minúsculas: Grupos com mesma letra não apresentam diferença estatisticamente significativa. Pós-teste de Tukey, $p > 0,05$).

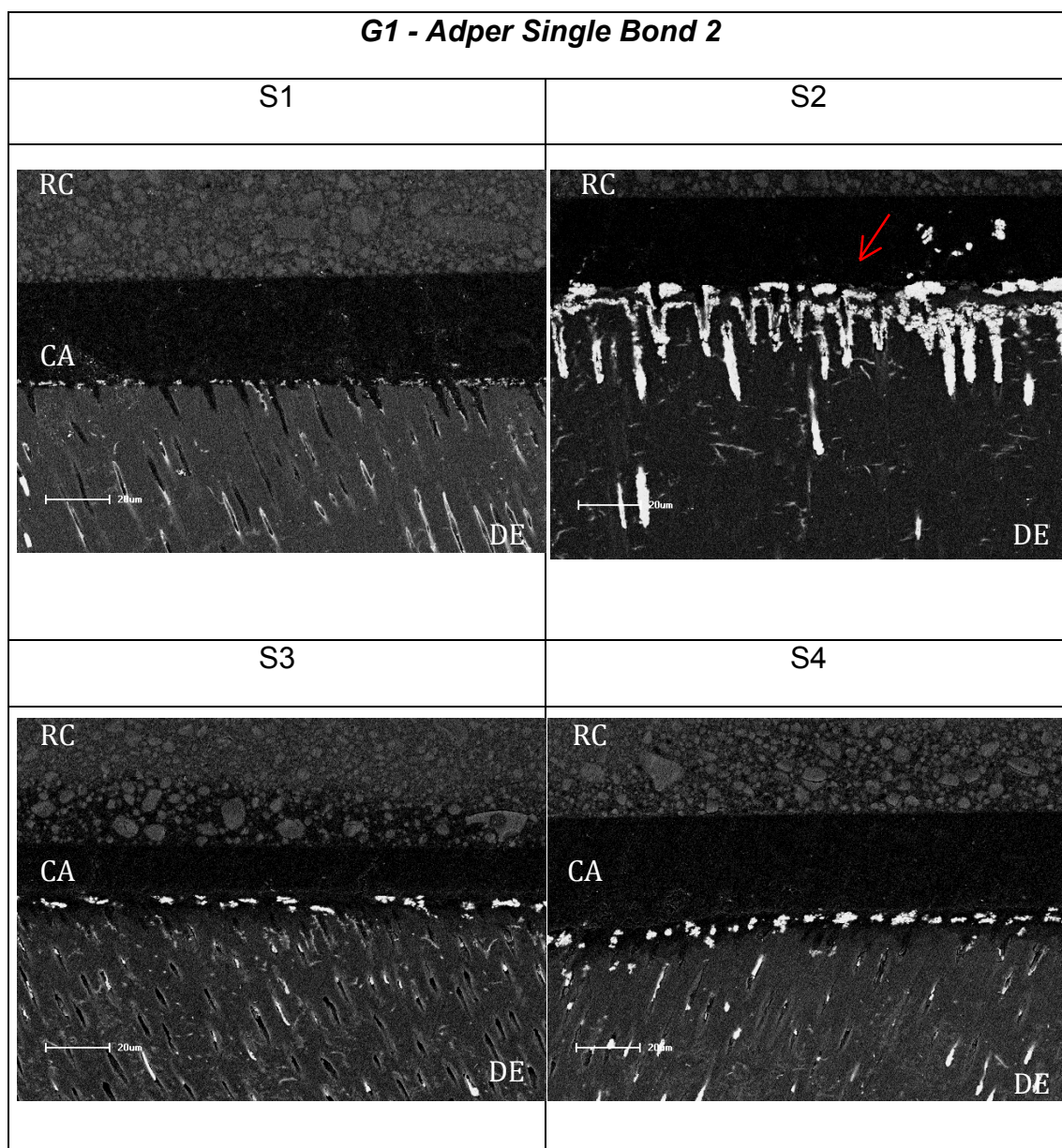
A maior média de nanoinfiltração foi observado para o grupo G2S2 o qual foi estatisticamente maior que o valor da nanoinfiltração para o grupo G1S1 ($p > 0,05$).

Em relação ao fator tratamento, para o subgrupo S1, a maior média de NI foi obtida pelo grupo G3 (18,89 ±1,49) a qual foi estatisticamente diferente quando comparado com o grupo G1 (5,44 ±1,29) e semelhante com o grupo G2 (9,83 ±0,31). Quando foi feita a análise para o subgrupo S2, o grupo G2 (69,40 ±8,73) obteve a maior média de NI, o que foi estatisticamente diferente quando comparado com G1 (18,35 ±1,33) e G3 (26,23 ±5,72). No subgrupo S3, os grupos G2 (45,13 ±1,01) e G3 (33,91 ±5,57) obtiveram as maiores médias de NI, a qual foi estatisticamente diferente quando comparado com o G1 (11,16

$\pm 1,34$). Para o subgrupo S4, todos os grupos apresentaram diferença estatística G1 (15,63 $\pm 1,47$), G2 (44,39 $\pm 5,42$) e G3 (29,73 $\pm 9,17$).

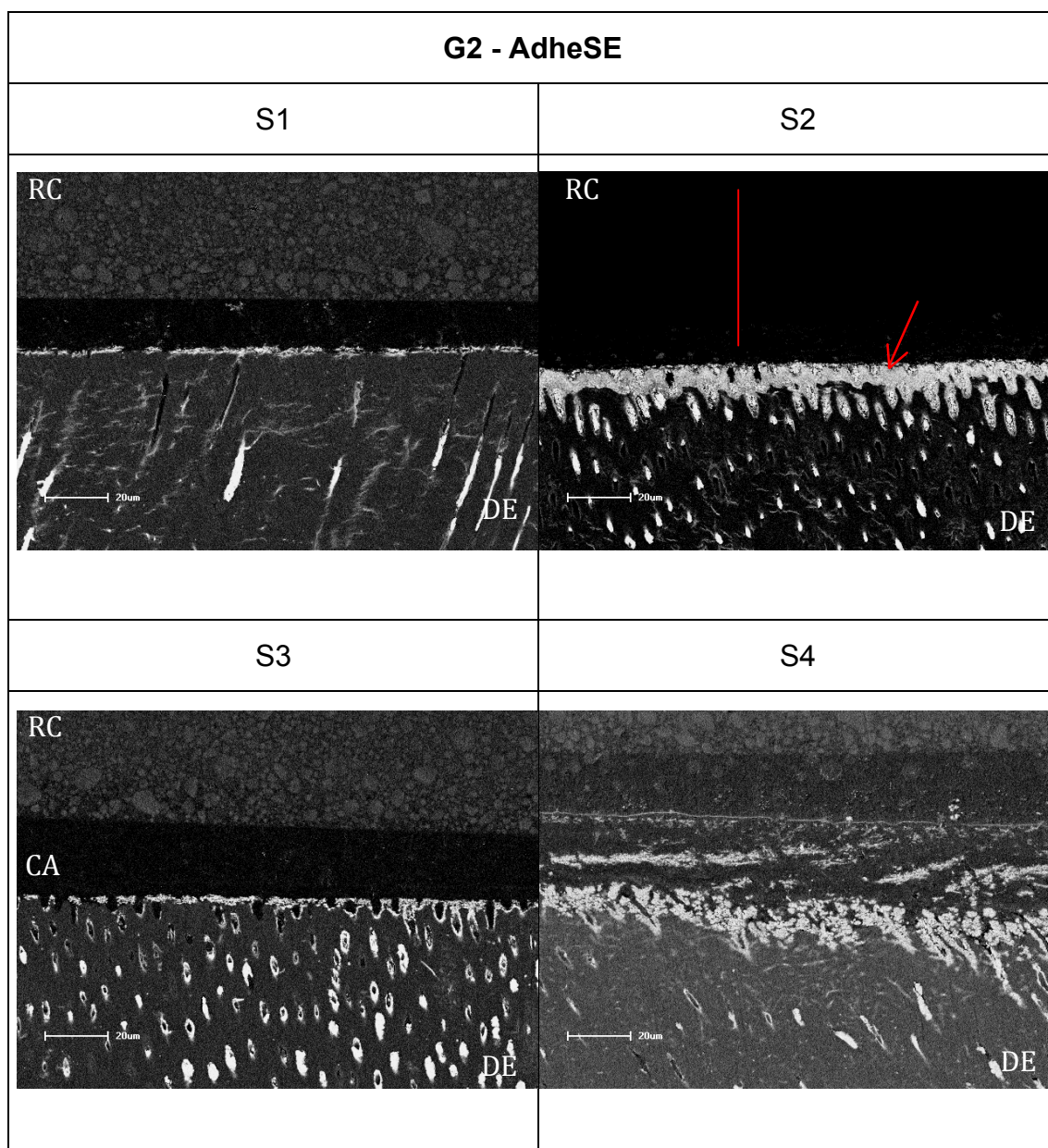
Quando a comparação foi feita dentro do mesmo grupo, no grupo G1 os valores de NI foram estatisticamente semelhantes. Para o G2 o subgrupo S1 (9,83 $\pm 0,31$) obteve a menor média de NI, o que foi estatisticamente significativo quando comparado com os subgrupos S2 (69,40 $\pm 8,73$), S3 (45,13 $\pm 1,01$) e S4 (44,39 $\pm 5,42$). No grupo G3 o subgrupo S2 (26,23 $\pm 5,72$) e S4 (29,73 $\pm 9,17$) foram estatisticamente semelhantes a os subgrupos S1 (18,89 $\pm 1,49$) e S3 (33,91 $\pm 5,57$).

O quadro 6 está composto pelas fotomicrografias representativas de cada condição experimental do grupo G1. O subgrupo S2 foi quem obteve a maior % de NI.



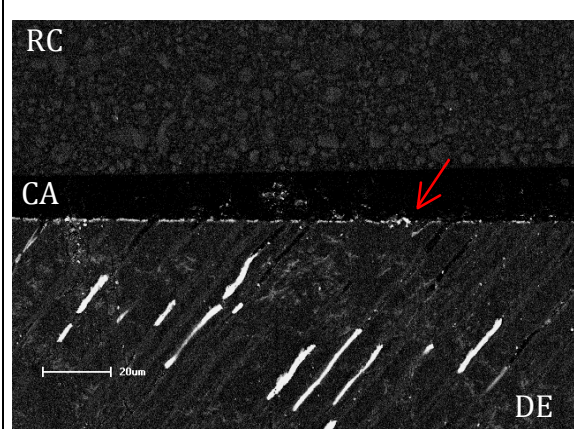
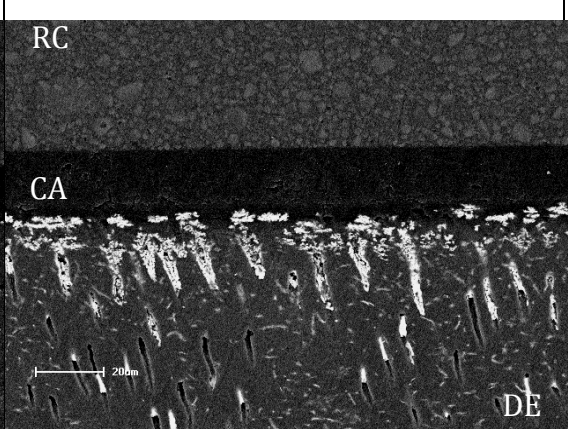
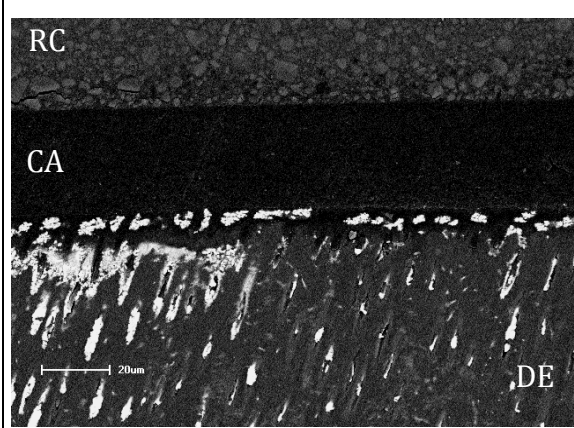
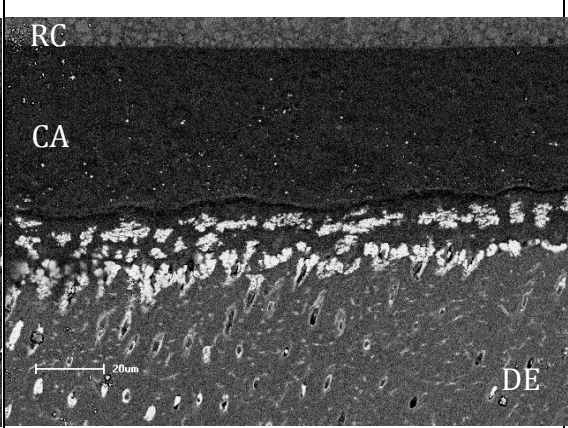
Quadro 6- Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema Adper Single Bond 2 para cada tratamento. A deposição de nitrato de prata está sendo indicada pelas setas. RC: resina composta; CA: camada adesiva; DE: dentina.

No quadro 7 estão presentes as fotomicrografias correspondentes ao grupo G2. O subgrupo S2 obteve o maior depósito de nitrato de prata e formação de gaps na união dente-resina.



Quadro 7- Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema AdheSE® para cada tratamento. A deposição de nitrato de prata está sendo indicada pelas setas. RC: resina composta; CA: camada adesiva; DE: dentina.

No quadro 8, estão presentes as fotomicrografias representativas do grupo G3. O subgrupo S1 obteve a menor captação de nitrato de prata na camada híbrida.

G3 - Single Bond Universal	
S1	S2
	
S3	S4
	

Quadro 8- Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (600X) do sistema Single Bond Universal para cada tratamento. A deposição de nitrato de prata está sendo indicada pelas setas. RC: resina composta; CA: camada adesiva; DE: dentina.

6. DISCUSSÃO

O pré-tratamento à base de flúor e biovidro ou CPP-ACP na dentina erosionada não interferiu nos valores de RU. A aplicação do pré-tratamento no geral ocasionou um aumento de RU, sendo que para o grupo G1, proporcionou um aumento estatisticamente significativo.

Um aspecto que cabe destacar é que o número total de espécimes para o grupo G2 foi menor quando comparado com G1 e G3. Uma vez que, tal sistema apresentou maior fragilidade devido à ocorrência de falhas precoces na interface de união, decorrentes dos diferentes tratamentos, no momento da obtenção dos corpos-de-prova.

O teste utilizado foi o de microtração idealizado por Sano et al.⁸⁷ em 1994 que permite analisar pequenas áreas de união, o que possibilita avaliar vários espécimes de um mesmo substrato de forma confiável para determinar o valor da resistência união de sistemas adesivos à dentina (Schreiner et al.⁸⁸ 1998; Gracia et al.⁸⁹ 2002).

Na literatura, já é reportado que a oclusão eficaz dos túbulos dentinários com pastas dessensibilizantes oferece um alívio da hipersensibilidade dentinária produzida por erosão (Kolker et al.⁹⁰ 2002; Pereira et al.⁹¹ 2005). É importante considerar que algumas pastas dessensibilizantes de uso caseiro contêm o cálcio-fosfosilicato, este é um composto altamente biocompatível que reage em ambientes aquoso para libertar o cálcio (Ca^{2+}), sódio (Na^+) e íons de fosfato (P_4O^{3-}) (Burwell et al.⁹² 2009). Ions de Ca^{2+} e P_4O^{3-} da pasta de dentes que contém novaMim®, juntamente com íons de minerais da saliva, são capazes de formar um camada de cálcio-fosfato (Ca-P) sobre as superfícies dos túbulos dentinários, (Reynolds⁸ 2008; Wefel⁹³ 2009), que pode resultar na oclusão dos túbulos dentinários presentes na dentina erosionada (Wang et al.⁶³ 2011).

Também tem sido relatado que pasta com CPP-ACP de uso profissional é utilizada para reduzir a desmineralização e melhorar remineralização da dentina, mantendo uma elevada concentração de fosfato de cálcio na superfície dos dentes (Rahiotis et al.¹⁰ 2007; Diamanti et al.⁹⁴ 2010).

No presente estudo, quando as 2 pastas dessensibilizantes foram utilizadas antes da aplicação dos sistemas adesivos sobre dentina erosionada, observou-se que os valores de resistência de união foram semelhantes ao subgrupo controle (dentina hígida) para os grupos G1 e G3, porém houve uma diminuição estatisticamente significativa em relação ao controle para o grupo G2. No entanto, depois do pré-tratamento, os valores de resistência de união variaram de forma não significativa, a depender da combinação do dessensibilizante e sistema adesivo utilizado para os grupos G1 e G3.

Em princípio, especulou-se que a deposição de novaMim[®] ou de CPP-ACP poderia impedir o condicionamento das superfícies em dentina erosionada, e assim, inibir a formação de uma camada híbrida adequada, o que poderia reduzir a resistência de união. No entanto, neste estudo, a aplicação desses dessensibilizantes não diminuiu os valores de resistência de união. Quando utilizou o sistema adesivo convencional com aplicação prévia de ácido fosfórico e o sistema adesivo autocondicionante Single Bond universal os valores da resistência de união foi semelhante ao controle. O sistema adesivo autocondicionante AdheSE apresentou o menor valor de resistência de união, porém não foi possível relacionar ao uso dessas pastas, uma vez que, para o subgrupo tratado com CPP-ACP os valores de RU foi estatisticamente semelhante ao da dentina erosionada e estatisticamente superior quando tratado com novaMim[®]. Esse sistema adesivo apresentou no geral RU inferior aos outros sistemas adesivos.

Deve-se salientar que após a aplicação das pastas dessensibilizantes, uma lavagem completa com água, foi realizada. O objetivo era remover as pastas dessensibilizantes não aderidas, deixando apenas às partículas que aderem fortemente à dentina para cumprir a função de dessensibilização. Desta forma, à aplicação de sistemas adesivos seria o seguinte passo após aplicação dos dessensibilizantes dentinários. Idealmente, esses agentes não devem ter nenhum efeito adverso sobre as forças de adesão dos sistemas adesivos dentários, o qual foi corroborado por este estudo.

Especula-se que o aumento da RU do grupo G1 poderia estar correlacionado com a capacidade que tem a camada de Ca-P fortemente

aderida de limitar o movimento da água osmoticamente induzido durante o procedimento adesivo quando é utilizado um sistema de condicionamento ácido para esses dessensibilizantes. A redução da permeabilidade se conseguiria através da oclusão tubular de uma capa subjacente o que não interferiria com a posterior infiltração dos monômeros resinosos (Tay et al.⁹⁵ 2003).

Foi constatado que quando não realizado nenhum tratamento na superfície dentinária (controle) os grupos G2 e G3 compostos por sistemas adesivos autocondicionantes apresentaram resultados estatisticamente semelhantes, em contraste com o grupo G1 composto por sistema adesivo convencional de dois passos o qual apresentou média estatisticamente superior. Corroborando o trabalho de Knobloch et al.⁸⁰ 2007 que concluíram que os valores para resistência de união de sistemas adesivos de condicionamento total de 2 passos foram significativamente maiores do que qualquer um dos adesivos autocondicionantes de 1 e 2 passos testados, sendo que entre os autocondicionantes a resistência de união foi semelhante.

O Single Bond Universal é um sistema adesivo de frasco único, conhecido também como “multímido” ou universal, que foi lançado recentemente no mercado, assim como outros sistemas universais por diferentes fabricantes, com o diferencial de poder ser utilizados como autocondicionantes ou como sistemas adesivos de condicionamento ácido prévio (Hanabusa et al.²¹ 2012; Perdigão, Sezinho, Monteiro²² 2012). Poucos estudos têm avaliado o efeito desses sistemas adesivos na resistência de união à dentina. Muños et al.⁸⁴ em 2013 demonstraram que eles dependem do substrato e que podem ser utilizados como autocondicionantes ou como sistema com condicionamento ácido, apresentando resultado de resistência de união satisfatório, mas inferiores aos sistemas adesivos convencionais, concordando com os resultados obtidos nesse estudo, onde apesar de menores valores de resistência de união em relação ao convencional o resultado também foi satisfatório.

Já é reportado na literatura que apesar dos sistemas adesivos autocondicionantes apresentarem uma reduzida sensibilidade técnica e

praticidade de uso, (Van Meerbeek et al.⁷⁴ 2003). Esses sistemas adesivos produzem uma camada híbrida de baixa qualidade, o que gera uma baixa resistência adesiva, necessitando de procedimento alternativos para melhorar o desempenho clínico. (Gokce et al.⁹⁶ 2008, Amaral et al.⁹⁷ 2009).

No presente estudo, os valores de RU à dentina erosionada sem tratamento prévio quando realizado o teste de microtração, foram inferiores aos da superfície dentinária hígida (controle), em concordância com os achados de Zimmerli et al.⁵⁴ 2012, exceto para o grupo do Single bond Universal.

Sabe-se que a erosão favorece a exposição da trama colágena da dentina em maior profundidade, o que está claramente relacionado à infiltração inadequada dos monômeros resinosos e, conseqüentemente, ao prejuízo da adesão (Zimmerli et al.⁵⁴ 2012). Isto se deve, provavelmente, ao colapso das fibrilas de colágeno ou ao elevado conteúdo de água, que prejudica ainda, a polimerização do respectivo adesivo. (Zimmerli et al.⁵⁴ 2012).

Quando a dentina foi erosionada, houve uma diminuição na resistência de união para os grupos G1 e G2, enquanto o grupo G3 apresentou resultados estatisticamente semelhantes ao controle para todos os grupos. Os melhores valores de resistência de união foram alcançados pelo Single Bond Universal e Adper Single Bond 2, pois apesar do Adper Single Bond 2 apresentar uma diminuição da resistência de união em relação ao seu grupo controle, ainda assim foi estatisticamente semelhante ao Single Bond Universal.

Quando utilizado sistema autocondicionante AdheSE na dentina erosionada, a adesão foi a mais frágil de todo o estudo, confirmado pela reduzida média de resistência de união e grande nanoinfiltração na camada híbrida. Este fato poderia ser explicado tanto pela maior exposição da trama colágena (Zimmerli et al.⁵⁴ 2012), como pela concentração de solvente na qual uma máxima conversão de monômero é alcançada, que parece estar relacionada a sua viscosidade. Já foi relatado que o grau de polimerização está negativamente correlacionada com a quantidade de solventes presente no adesivo (Bae et al.⁹⁸ 2005, Dickens e Cho⁹⁹ 2005) o que significa que quanto

maior for a quantidade de água/solvente, menor será o grau de polimerização, podendo influenciar suas propriedades mecânicas (Higashi et al.¹⁰⁰ 2009). Sabe-se que o solvente do sistema adesivo AdheSE é a água e que embora não mensurado neste estudo, era visualmente evidente que o AdheSE era mais viscoso que Adper Single Bond 2 e que o Single Bond Universal, o que provavelmente proporcionou uma menor penetração dos monômeros à trama colágena, contudo, esta hipótese deve ser objecto de estudos futuros para confirmação. Somado ao fato do pH do sistema adesivo ser de 1,7 (Van Landuyt et al.¹⁰¹ 2007), que pode gerar um condicionamento adicional (sobrecondicionamento) ao substrato dentinário já erosionado, prejudicando a adesão.

Há relatos na literatura que adesivos autocondicionantes com pH agressivos são capazes de continuar a desmineralização da dentina, mesmo após a polimerização. Além que o pH baixo desses sistemas torná-los hidroliticamente instáveis como resultado dos componentes à base de metacrilato, gerando porosidades nanométricas dentro da camada híbrida (Muñoz et al.⁸⁴ 2013).

Quando utilizado sistema autocondicionante “suave”, Single Bond Universal que apresenta pH de 4,1 (Muñoz et al.⁸⁴ 2013), a resistência de união foi similar para os diferentes tipos de substrato dentínario, independente de ser controle, erosionado ou submetida a tratamento dessensibilizante, o que pode ser justificado pela mecanismo de dupla adesão, pois além da retenção micromecânica através de hibridização, esse sistema apresenta monômeros funcionais específicos que interagem quimicamente com o Ca^{2+} da hidroxiapatita residual que permanece dentro da camada híbrida (Yoshida et al.¹⁰² 2004). O que mostrou ser vantajoso em termos de eficácia da adesão, tendo resultados estatisticamente semelhante em todos os subgrupos. O Ca^{2+} presente nas duas pastas utilizadas neste estudo, poderiam ter potencializado a interação com o monómero MDP presente neste tipo de adesivo produzindo uma adesão química adicional independente de a dentina ser hígida, erosionada ou tratada.

De maneira geral, os padrões de fraturas dos espécimes foram de tipo

adesiva/mista para todos os grupos independente do tipo de tratamento, o que pudo ser corroborado com os valores de RU mais baixos.

Na análise da espessura da camada híbrida e formação de tags, observou-se que o subgrupo S2, para todos os sistemas adesivos, apresentou *tags* resinosos curtos e *gaps* especificamente no grupo G2 e G3. Nas observações das fotomicrografias dos subgrupos S3 e S4 para os grupos G1 e G3, abservou-se a presença de *tags* mais homogêneos. Especula-se que o protocolo utilizado para observação da camada híbrida e formação de tags, assim como o padrão da dentina obtido após o corte, poderia interferir na obtenção das imagens, em virtude da fragilidade dos espécimes e sensibilidade da técnica de obtenção.

Todos os adesivos apresentaram certo grau de NI com diferenças notáveis entre o padrão de deposição de prata, dependendo da composição sistema adesivo e tratamento. Em apoio aos resultados especula-se a hipótese de que os sistemas adesivos de composição diferentes associado aos variados tipos de substrato dentínario apresentam distintos padrões de nanoinfiltração.

Sabe-se que o espaço deixado por água dentro da camada hibrida e camada adesiva na interface resina-dentina é possivelmente preenchido por nitrato de prata (Tay, Pashley, Yoshiyama⁸⁶ 2002). Diferenças na hidrofiliidade e conteúdo de água têm um papel importante nos padrões de nanoinfiltração apresentado por sistemas adesivos.

Todos os agentes adesivos testados neste estudo apresentam uma quantidade de água e de monômeros hidrofílicos em sua composição (Quadro 2). A presença de água nos sistemas adesivos desempenha um papel importante em ambas as técnicas totais e autocondicionantes (Pashley et al.¹⁰³ 2002). A água é um componente fundamental dos sistemas autocondicionantes, a fim de possibilitar a ionização de monómeros ácidos e a desmineralização do esmalte e/ou dentina subjacente (Tay, Pashley¹⁰⁴ 2001).

Para os sistemas adesivos AdheSE e Single Bond Universal, por ser sistemas autocondicionantes esse fenômeno não deveria ocorrer uma vez que esses adesivos condicionan simultaneamente ao infiltrar na dentina, apesar de

conter água em sua composição. No entanto, este conceito tem refutado (Pereira et al.¹⁰⁵ 2001, Okuda et al.⁹⁷ 2002, Tay et al.¹⁰⁶ 2002).

Na superfície erosionada, zonas desmineralizadas de substrato com colágenos expostos na dentina, não impregnados por monômeros resinosos, podem-se incorporar à camada híbrida e comprometer a durabilidade, em longo prazo, da interface adesiva, facilitando a nanoinfiltração (Breschi et al.¹⁰⁷ 2008), além das diferenças dos sistemas adesivos, já mencionadas.

Em relação à nanoinfiltração, intuitivamente é esperado uma relação direta entre resistência de união e nanoinfiltração. A relação entre a resistência de união e gaps/infiltração é pobremente compreendida. Alguns trabalhos já tentaram correlacionar resultados de gaps/infiltração com os valores de resistência de união (Guzman-Armstrong et al.¹⁰⁸ 2003; Loguercio et al.¹⁰⁹ 2004; Cenci et al.¹¹⁰ 2005; Ding et al.¹¹¹ 2009; Stanislawczuk et al.¹¹² 2009) e os resultados destes são controversos. Um dos fatores que pode ser responsável por essas controversias são as diversas metodologias avaliadas para cada um deles. Neste estudo, de modo intuitivo, parece existir uma relação direta entre a resistência de união com a nanoinfiltração, o qual pode ser observado na tabela 3, onde o grupo que apresentou menor resistência de união, também apresentou maior porcentagem de nanoinfiltração.

Já os resultados encontrados para a dentina erosionada com tratamento dessensibilizante são inovadores, considerando que não existe, até a presente data, nenhum relato na literatura, assim é necessário a realização de mais pesquisas “*in vitro*” e “*in vivo*” a curto e longo prazo para poder extrapolar os resultados encontrados neste trabalho.

7. Conclusão

De acordo com a metodologia proposta e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A aplicação prévia de pastas dessensibilizantes é compatível em associação com sistemas adesivos, o que sugere que pode ser usado para controlar hipersensibilidade causada pela dentina erosionada sem interferir na resistência de união.
- O sistema convencional Single Bond 2 apresentou os maiores valores de resistência de união.
- O uso do sistema autocondicionante AdheSE resultou nos menores valores de resistência de união desse estudo quando a dentina foi erosionada, independente do tratamento.
- Embora em dentina erosionada normalmente haja uma diminuição nos valores de RU, o sistema adesivo Universal se manteve contínuo, independente do tratamento.
- Houve um aumento significativo nos valores da resistência de união após o tratamento com dessensibilizante para o grupo o sistema adesivo Single Bond 2.
- Na análise da espessura da camada híbrida e formação de tags existiu a presença de fendas ou *gaps* na interface dente-resina no grupo do sistema adesivo autocondicionante de dois passos.
- As melhores condições de nanoinfiltração foram obtidas para o sistema adesivo Single Bond 2 e o sistema Single Bond Universal.

6. REFERÊNCIAS*

1. Lussi A, Megert B, Shellis RP, Wang X. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *Br J Nutr.* 2012;107(2):252-62.
2. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006;20:44-65.
3. Chaudhry SI, Harris JL, Challacombe SJ. Dental erosion in a wine merchant: an occupational hazard? *Br Dent J.* 1997;182(6):226-8.
4. Orchardson R, Collins WJ. Clinical features of hypersensitive teeth. *Br Dent J.* 1987;162(7):253-6.
5. Swift EJ, Jr. Causes, prevention, and treatment of dentin hypersensitivity. *Compend Contin Educ Dent.* 2004;25(2):95-106, 9; quiz 10.
6. Ganss C, Klimek J, Schaffer U, Spall T. Effectiveness of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentine in vitro. *Caries Res.* 2001;35(5):325-30.
7. Rehder Neto FC, Maeda FA, Turssi CP, Serra MC. Potential agents to control enamel caries-like lesions. *J Dent.* 2009;37(10):786-90.
8. Reynolds EC. Calcium phosphate-based remineralization systems: scientific evidence? *Aust Dent J.* 2008;53(3):268-73.
9. Oshiro M, Yamaguchi K, Takamizawa T, Inage H, Watanabe T, Irokawa A, et al. Effect of CPP-ACP paste on tooth mineralization: an FE-SEM study. *J Oral Sci.* 2007;49(2):115-20.
10. Rahiotis C, Vougiouklakis G. Effect of a CPP-ACP agent on the demineralization and remineralization of dentine in vitro. *J Dent.* 2007;35(8):695-8.
11. Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Inage H, Kurokawa H. Ultrasonic determination of the effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate paste on the demineralization of bovine dentin. *Caries Res.* 2007;41(3):204-7.
12. Ananthakrishna Suryaprakash RTN, Koshy Sunil, Kumar Naveen Clinical evaluation of the efficacy of bioactive glass and strontium chloride for treatment of dentinal hypersensitivity. *J Interdiscip Dent.* 2012;2(2):92-7.
13. J. P. Strontium chloride, its importance in dentistry and prophylaxis. *Czas Stomatol.* 1956;9:353-61.

* De acordo com a norma do Programa de Mestrado em Odontologia da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline.

14. Kerns DG, Scheidt MJ, Pashley DH, Horner JA, Strong SL, Van Dyke TE. Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. *J Periodontol*. 1991;62(7):421-8.
15. Ramalingam L, Messer LB, Reynolds EC. Adding casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to sports drinks to eliminate in vitro erosion. *Pediatr Dent*. 2005;27(1):61-7.
16. Shetty S KR, Yeltiwar R. Hydroxyapatite as an in-office agent for tooth hypersensitivity: a clinical and scanning electron microscopic study. *J Periodontol*. 2010;81(12):1781-9.
17. Rajesh KS, Hedge S, Arun Kumar MS, Shetty DG. Evaluation of the efficacy of a 5% calcium sodium phosphosilicate (Novamin) containing dentifrice for the relief of dentinal hypersensitivity: a clinical study. *Indian J Dent Res*. 2012;23(3):363-7.
18. Pei D, Liu S, Huang C, Du X, Yang H, Wang Y, et al. Effect of pretreatment with calcium-containing desensitizer on the dentine bonding of mild self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci*. 2013;121(3 Pt 1):204-10.
19. Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(7):990-8; quiz 1028-9.
20. Van Meerbeek B, Peumans M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Three-year clinical effectiveness of four total-etch dentinal adhesive systems in cervical lesions. *Quintessence Int*. 1996;27(11):775-84.
21. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, et al. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent*. 2012;40(6):475-84.
22. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent*. 2012;25(3):153-8.
23. Borges BC, Souza-Junior EJ, da Costa Gde F, Pinheiro IV, Sinhoreti MA, Braz R, et al. Effect of dentin pre-treatment with a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) paste on dentin bond strength in tridimensional cavities. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(1):271-7.
24. Larsen MJ. Chemical events during tooth dissolution. *J Dent Res*. 1990;69 Spec No:575-80; discussion 634-6.
25. Lussi A, Schaffner M. Progression of and risk factors for dental erosion and wedge-shaped defects over a 6-year period. *Caries Res*. 2000;34(2):182-7.
26. Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion--an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries Res*. 2011;45 Suppl 1:2-12.
27. Packer CD. Cola-induced hypokalaemia: a super-sized problem. *Int J Clin Pract*. 2009;63(6):833-5.

28. Centerwall BS, Armstrong CW, Funkhouser LS, Elzay RP. Erosion of dental enamel among competitive swimmers at a gas-chlorinated swimming pool. *Am J Epidemiol.* 1986;123(4):641-7.
29. Bartlett DW, Lussi A, West NX, Bouchard P, Sanz M, Bourgeois D. Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults. *J Dent.* 2013;41(11):1007-13.
30. Kreulen CM, Van 't Spijker A, Rodriguez JM, Bronkhorst EM, Creugers NH, Bartlett DW. Systematic review of the prevalence of tooth wear in children and adolescents. *Caries Res.* 2010;44(2):151-9.
31. Vargas-Ferreira F, Praetzel JR, Ardenghi TM. Prevalence of tooth erosion and associated factors in 11-14-year-old Brazilian schoolchildren. *J Public Health Dent.* 2011;71(1):6-12.
32. Rios D, Magalhaes AC, Honorio HM, Buzalaf MA, Lauris JR, Machado MA. The prevalence of deciduous tooth wear in six-year-old children and its relationship with potential explanatory factors. *Oral Health Prev Dent.* 2007;5(3):167-71.
33. Attin T, Knofel S, Buchalla W, Tutuncu R. In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. *Caries Res.* 2001;35(3):216-22.
34. Lussi A, Jaeggi T. Dental erosion in children. *Monogr Oral Sci.* 2006;20:140-51.
35. Lussi A, Jaeggi T. Erosion--diagnosis and risk factors. *Clin Oral Investig.* 2008;12 Suppl 1:S5-13.
36. Magalhães AC WA, Rios D, Honório HM, Buzalaf MA. Insights into preventive measures for dental erosion. *J Appl Oral Sci* 2009;17(2):75 - 86.
37. Serra MC, Messias DC, Turssi CP. Control of erosive tooth wear: possibilities and rationale. *Braz Oral Res.* 2009;23 Suppl 1:49-55.
38. Breschi L, Gobbi P, Mazzotti G, Falconi M, Ellis TH, Stangel I. High resolution SEM evaluation of dentin etched with maleic and citric acid. *Dent Mater.* 2002;18(1):26-35.
39. Kinney JH, Balooch M, Haupt DL, Jr., Marshall SJ, Marshall GW, Jr. Mineral distribution and dimensional changes in human dentin during demineralization. *J Dent Res.* 1995;74(5):1179-84.
40. Hara AT, Ando M, Cury JA, Serra MC, Gonzalez-Cabezas C, Zero DT. Influence of the organic matrix on root dentine erosion by citric acid. *Caries Res.* 2005;39(2):134-8.
41. Ganss C, Lussi A, Scharmann I, Weigelt T, Hardt M, Klimek J, et al. Comparison of calcium analysis, longitudinal microradiography and profilometry

for the quantitative assessment of erosion in dentine. *Caries Res.* 2009;43(6):422-9.

42. Ganss C, Schlueter N, Hardt M, von Hinckeldey J, Klimek J. Effects of toothbrushing on eroded dentine. *Eur J Oral Sci.* 2007;115(5):390-6.

43. Ganss C, Hardt M, Blazek D, Klimek J, Schlueter N. Effects of toothbrushing force on the mineral content and demineralized organic matrix of eroded dentine. *Eur J Oral Sci.* 2009;117(3):255-60.

44. Shellis RP, Barbour ME, Jones SB, Addy M. Effects of pH and acid concentration on erosive dissolution of enamel, dentine, and compressed hydroxyapatite. *Eur J Oral Sci.* 2010;118(5):475-82.

45. Klont B, ten Cate JM. Remineralization of bovine incisor root lesions in vitro: the role of the collagenous matrix. *Caries Res.* 1991;25(1):39-45.

46. Kleter GA, Damen JJ, Everts V, Niehof J, Ten Cate JM. The influence of the organic matrix on demineralization of bovine root dentin in vitro. *J Dent Res.* 1994;73(9):1523-9.

47. Ganss C, Klimek J, Starck C. Quantitative analysis of the impact of the organic matrix on the fluoride effect on erosion progression in human dentine using longitudinal microradiography. *Arch Oral Biol.* 2004;49(11):931-5.

48. Bader JD LL, Shugars DA, Heymann HO, McClure F. How dentists classified and treated non-carious cervical lesions. *J Am Dent Assoc.* 1993;124(5):46 - 54.

49. Addy M, Dowell P. Dentine hypersensitivity--a review. Clinical and in vitro evaluation of treatment agents. *J Clin Periodontol.* 1983;10(4):351-63.

50. Pashley DH. Dentine permeability and its role in the pathobiology of dentine sensitivity. *Arch Oral Biol.* 1994;39 Suppl:73S-80S.

51. Brunton PA, Kalsi KS, Watts DC, Wilson NH. Resistance of two dentin-bonding agents and a dentin desensitizer to acid erosion in vitro. *Dent Mater.* 2000;16(5):351-5.

52. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater.* 2005;21(9):864-81.

53. Cruz JB LT, Tedesco TK, Guglielmi Cde A, Raggio DP. Eroded dentin does not jeopardize the bond strength of adhesive restorative materials. *Braz Oral Res.* 2012;26(4):306 - 12.

54. Zimmerli B, De Munck J, Lussi A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Long-term bonding to eroded dentin requires superficial bur preparation. *Clin Oral Investig.* 2012;16(5):1451-61.

55. White DJ. The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth. *Adv Dental Res.* 1995;9(3):175-93; discussion 94-7.
56. Lussi A. Dental erosion--novel remineralizing agents in prevention or repair. *Adv Dental Res.* 2009;21(1):13 - 6.
57. FitzGerald. R. Potential uses of caseinophosphopeptides. *Int Dairy J.* 1998;8:451 - 7.
58. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Spec Care Dent.* 1998;18(1):8-16.
59. Piekarz C, Ranjitkar S, Hunt D, McIntyre J. An in vitro assessment of the role of Tooth Mousse in preventing wine erosion. *Aust Dent J.* 2008;53(1):22-5.
60. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan MV, et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res.* 2008;87(4):344-8.
61. Ranjitkar S, Narayana T, Kaidonis JA, Hughes TE, Richards LC, Townsend GC. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on erosive dentine wear. *Aust Dent J.* 2009;54(2):101-7.
62. Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ. Resin-dentine interfacial morphology following CPP-ACP treatment. *J Dent.* 2010;38(2):96-105.
63. Wang Z, Jiang T, Sauro S, Pashley DH, Toledano M, Osorio R, et al. The dentine remineralization activity of a desensitizing bioactive glass-containing toothpaste: an in vitro study. *Aust Dent J.* 2011;56(4):372-81.
64. Borges BC, Catelan A, Sasaki RT, Ambrosano GM, Reis AF, Aguiar FH. Effect of the application of a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) paste and adhesive systems on bond durability of a fissure sealant. *Odontology.* 2013;101(1):52-9.
65. Kanapka JA. Over-the-counter dentifrices in the treatment of tooth hypersensitivity. Review of clinical studies. *Dent Clin North Am.* 1990;34(3):545-60.
66. Addy M. Dentine hypersensitivity: new perspectives on an old problem. *Int Dent J.* 2002;52(5):367-75.
67. Du Min Q, Bian Z, Jiang H, Greenspan DC, Burwell AK, Zhong J, et al. Clinical evaluation of a dentifrice containing calcium sodium phosphosilicate (novamin) for the treatment of dentin hypersensitivity. *Am J Dent.* 2008;21(4):210-4.
68. Yli-Urpo H, Narhi M, Narhi T. Compound changes and tooth mineralization effects of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4), an in vivo study. *Biomaterials.* 2005;26(30):5934-41.

69. Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X, et al. Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *J Dent*. 2010;38(5):400-10.
70. Wang X, Megert B, Hellwig E, Neuhaus KW, Lussi A. Preventing erosion with novel agents. *J Dent*. 2011;39(2):163-70.
71. Neuhaus KW, Milleman JL, Milleman KR, Mongiello KA, Simonton TC, Clark CE, et al. Effectiveness of a calcium sodium phosphosilicate-containing prophylaxis paste in reducing dentine hypersensitivity immediately and 4 weeks after a single application: a double-blind randomized controlled trial. *J Clin Periodontol*. 2013;40(4):349-57.
72. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955;34(6):849-53.
73. Swift EJ, Jr., Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*. 1995;26(2):95-110.
74. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215-35.
75. Perdigao J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater*. 2010;26(2):e24-37.
76. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982;16(3):265-73.
77. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J*. 2011;56 Suppl 1:31-44.
78. De Munck J, Van Meerbeek B, Yudhira R, Lambrechts P, Vanherle G. Micro-tensile bond strength of two adhesives to Erbium:YAG-lased vs. bur-cut enamel and dentin. *Eur J Oral Sci*. 2002;110(4):322-9.
79. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjaderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):1-16.
80. Knobloch LA, Gailey D, Azer S, Johnston WM, Clelland N, Kerby RE. Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems. *J Prosthet Dent*. 2007;97(4):216-22.
81. Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Gones OM, Patzlaff R, Loguercio AD. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Oper Dent*. 2007;32(4):380-7.
82. Martins GC, Sanchez-Ayala A, D'Alpino PH, Calixto AL, Gomes JC, Gomes OM. Interfacial integrity of bonded restorations with self-etching

adhesives: Water storage and thermo-mechanical cycling. *Eur J Dent.* 2012;6(2):169-77.

83. Langer A, Ilie N. Dentin infiltration ability of different classes of adhesive systems. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):205-16.

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

85. 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;34(10):775-83.

86. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res.* 2002;81(7):472-6.

87. Sano H ST, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater.* 1994;10(4):236-40.

88. Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater.* 1998;14(3):194-201.

89. Garcia FCP DAP, Terada RSS, Carvalho RM. Testes mecânicos para a avaliação da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru.* 2002;10(3):118-27.

90. Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson DV. Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion. *J Adhes Dent.* 2002;4(3):211-21.

91. Pereira JC, Segala AD, Gillam DG. Effect of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin subjected to different surface pre-treatments--an in vitro study. *Dent Mater.* 2005;21(2):129-38.

92. Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC. Calcium sodium phosphosilicate (NovaMin): remineralization potential. *Adv Dent Res.* 2009;21(1):35-9.

93. Wefel JS. NovaMin: likely clinical success. *Adv Dent Res.* 2009;21(1):40-3.

94. Diamanti I, Koletsi-Kounari H, Mamai-Homata E, Vougiouklakis G. Effect of fluoride and of calcium sodium phosphosilicate toothpastes on pre-softened dentin demineralization and remineralization in vitro. *J Dent.* 2010;38(8):671-7.

95. Tay FR, Pashley DH, Mak YF, Carvalho RM, Lai SC, Suh BI. Integrating oxalate desensitizers with total-etch two-step adhesive. *J Dent Res.* 2003;82(9):703-7

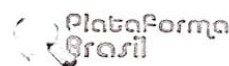
96. Gokce K, Aykor A, Ersoy M, Ozel E, Soyman M. Effect of phosphoric acid etching and self-etching primer application methods on dentinal shear bond strength. *J Adhes Dent*. 2008;10(5):345-9.
97. do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD. Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. *J Dent*. 2009;37(1):82-90.
98. Bae JH, Cho BH, Kim JS, Kim MS, Lee IB, Son HH, et al. Adhesive layer properties as a determinant of dentin bond strength. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2005;74(2):822-8.
99. Dickens SH, Cho BH. Interpretation of bond failure through conversion and residual solvent measurements and Weibull analyses of flexural and microtensile bond strengths of bonding agents. *Dent Mater*. 2005;21(4):354-64.
100. Higashi C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD, Gomes OM, Gomes JC. Impact of adhesive application and moisture on the mechanical properties of the adhesive interface determined by the nano-indentation technique. *Oper Dent*. 2009;34(1):51-7.
101. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757-85.
102. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004;83(6):454-8.
103. Pashley DH, Carvalho RM, Tay FR, Agee KA, Lee KW. Solvation of dried dentin matrix by water and other polar solvents. *Am J Dent*. 2002;15(2):97-102.
104. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*. 2001;17(4):296-308.
105. Pereira PN, Okuda M, Nakajima M, Sano H, Tagami J, Pashley DH. Relationship between bond strengths and nanoleakage: evaluation of a new assessment method. *Am J Dent*. 2001;14(2):100-4.
106. Tay FR, Chan KM, Pashley DH. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? *J Adhes Dent*. 2002;4(4):255-69.
107. 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;24(1):90-101.
108. Guzmán-Armstrong S, Qian F. Relationship between nanoleakage and microtensile bond strength at the resin-dentin interface. *Oper Dent*. 2003;28(1):60-6.

109. Loguercio AD, Reis A, Ballester RY. Polymerization shrinkage: effects of constraint and filling technique in composite restorations. *Dent Mater.* 2004;20(3):236-43.
110. Cenci M, Demarco F, de Carvalho R. Class II composite resin restorations with two polymerization techniques: relationship between microtensile bond strength and marginal leakage. *J Dent.* 2005;33(7):603-10.
111. Ding PG WD, Pioch T, Staehle HJ, Dannewitz B. Relationship between microtensile bond strength and nanoleakage at the composite-dentin interface. *Dent Mater.* 2009;25(1):135-41.
112. Stanislawczuk R, Amaral RC, Zander-Grande C, Gagler D, Reis A, Loguercio AD. Chlorhexidine-containing acid conditioner preserves the longevity of resin-dentin bonds. *Oper Dent.* 2009;34(4):481-90.

ANEXO A

Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em pesquisa
da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Parecer
Consubstanciado do CEP.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



PROJETO DE PESQUISA

Título: Avaliação da união à dentina erosionada com pre-tratamento de caseinphosphopeptide-amorphouscalciumphosphate (CPP-ACPP)

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 08287912.3.0000.0105

Pesquisador: João Carlos Gomes

Instituição: Universidade Estadual de Ponta Grossa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 111.412

Data da Relatoria: 27/09/2012

Apresentação do Projeto:

O projeto explana sobre os possíveis tratamentos da erosão dental. Está tem sido considerada como uma doença que afeta a adultos e jovens, e aumenta a incidência a cada dia visto a mudança de hábito alimentar. Assim, levar a uma perda da estrutura dental, provocando um aumento na sensibilidade dentária, fazendo com que os dentistas procurem tipo de tratamento para evitar a hipersensibilidade do paciente. O tema é pertinente e a pesquisa está adequadamente apresentada, permitindo a análise em termos éticos. O projeto de pesquisa, além do proponente, envolve pesquisadora e aluno do Programa de Pós-graduação em Odontologia da UEPG.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a resistência de união em dentina erosionada utilizando três diferentes sistemas adesivos; Avaliar a resistência de união em dentina erosionada e remineralizada com flúor e com CPP-ACP utilizando três diferentes sistemas adesivos; Avaliar a espessura da camada híbrida de cada condição experimental.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto não apresenta riscos já que não envolve diretamente a presença do paciente pois será feito através da doação de dentes humanos pelo Banco de Dentes da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O possível benefício é o desenvolvimento de um tratamento dentinário, que poderá aumentar adesão dos sistemas adesivos a dentina erosionada e assim garantir longevidade a restaurações a esse tipo de substrato dentinário.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa tem pertinência. O delineamento metodológico está bem definido. O projeto apresenta o ofício da responsável pelo Banco de Dente da UEPG, disponibilizando o número de material proposto para a execução do projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Será utilizado material do Banco de Dente da UEPG, com aprovação oficial deste.

Recomendações:

O projeto de pesquisa e a equipe pesquisadora atendem a todos os preceitos éticos, não sendo necessária nenhuma recomendação.

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro: CEP: 84.030-900

UF: PR **Município:** PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoe@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



O projeto de pesquisa e a equipe pesquisadora atendem a todos os preceitos éticos, não sendo necessária nenhuma recomendação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando a elevada qualidade científica do projeto de pesquisa apresentado,
Considerando o adequado delineamento dos objetivos e detalhamento dos métodos de investigação,
Considerando o atendimento da proposta em termos éticos relativos a preservação dos direitos e da vida humana,
Somos de parecer favorável a aprovação do projeto, sem recomendações e sem pendências.

Situação do Parecer:

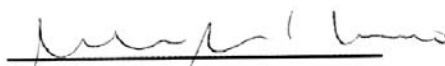
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

PONTA GROSSA, 01 de Outubro de 2012



Prof. Dr. Ulisses Coelho
Coordenador

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12
Bairro: CEP: 84.030-900
UF: PR Município: PONTA GROSSA
Telefone: (42-)3220-3108 Fax: (42-)3220-3102 E-mail: seccoep@uepg.br