

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**Vitória Celeste Fernandes Teixeira**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS  
APÓS A APLICAÇÃO DE AGENTES DESSENSIBILIZANTES EM  
DENTINA HUMANA**

Juiz de Fora

2011

**VITÓRIA CELESTE FERNANDES TEIXEIRA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS  
APÓS A APLICAÇÃO DE AGENTES DESSENSIBILIZANTES EM  
DENTINA HUMANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação - Mestrado em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Odontologia. Área de concentração: Clínica Odontológica.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Andrea Salvio**

Juiz de Fora

2011

TEIXEIRA, V.C.F. Avaliação da resistência da união de sistemas adesivos após a aplicação de agentes dessensibilizantes em dentina humana, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2011. 48f. Apresentação de Dissertação (Curso de Pós-Graduação *strictu sensu*– Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora (MG).

**VITÓRIA CELESTE FERNANDES TEIXEIRA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS  
APÓS A APLICAÇÃO DE AGENTES DESSENSIBILIZANTES EM  
DENTINA HUMANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - graduação em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Luciana Andrea Salvio

Doutora do Departamento de Odontologia Restauradora – UFJF

---

Prof. Murilo Baena Lopes

Doutor em Materiais Dentários

---

Prof<sup>a</sup>. Fabíola Pessoa Pereira Leite

Doutora do Departamento de Odontologia Restauradora – UFJF

*Dedico este trabalho à vida! Ao amor!*

*À você, pessoa muito especial, que muito me incentivou nessa caminhada, obrigada pelo carinho de seu convívio! Com certeza um dia nos encontraremos novamente! Você será sempre exemplo para minha vida! Saudades eternas...*

*À você...dedico!*

## AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por me iluminar e me dar forças durante a caminhada e por sempre dar um “jeitinho” de colocar pessoas maravilhosas nos caminhos por onde passo.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, na pessoa do magnífico reitor doutor Henrique Duque de Miranda Chaves Filho.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, na pessoa do diretor professor doutor Antônio Márcio Resende do Carmo.

Ao Instituto Militar de Engenharia – IME, em especial ao Marcelo Prado e ao Joel dos Santos, por permitirem a execução de uma das etapas do trabalho nessa instituição.

Aos meus grandes amores: meu PAI e minha MÃE. Obrigada por todo incentivo, por todo amor, paciência e dedicação! Realmente, não sei o que seria de mim sem o amor de vocês!!! Muito obrigada sempre!!!

Ao Luciano (meu gatinho!), obrigada por fazer parte da minha vida e ser tão meu companheiro e grande incentivador...Te amo!!!

Aos meus irmãos Vilti, Vilmara e Vitor obrigada pelo carinho, pela companhia. Vocês são muito importantes pra mim! Valeu por tudo...

Obrigada vó pela simples presença, que é capaz de alegrar e me servir como exemplo de força a ser seguido.

À minha orientadora, Luciana Salvio, carinhosamente por mim chamada de Lu, que muito mais que uma orientadora, foi (e é!) minha amiga e um exemplo a ser

seguido. Obrigada por tanta coisa legal que vivi com você nesses anos: pelas pesquisas, pelas broncas, pelas festas, pelas risadas, pelos conhecimentos...enfim, por tudo!!! Com certeza o mérito desse trabalho é todo seu! Muito obrigada por tudo mesmo...de coração!!!

Aos professores Fabíola Pessoa Pereira Leite e Murilo Baena Lopes que gentilmente aceitaram participar de minha banca examinadora e que com certeza muito contribuirão para o engrandecimento desse trabalho.

À amiga Mariella, obrigada pelo carinho, pela companhia, pela troca de experiência!!! É muito bom contar com sua amizade!!!

À Karina, obrigada pela disponibilidade em ajudar não só neste trabalho, mas nas pesquisas realizadas durante o curso. Obrigada pelo carinho e amizade!

Às professoras Sônia e Lúcia Andrea, obrigada pelo carinho com que me acolheram desde a graduação, pela confiança e incentivo recebidos durante nosso convívio.

À amiga Janice, obrigada pela ajuda durante esses anos de mestrado e, principalmente, pelo carinho de sua amizade!

À amiga Thaís...Quantas exodontias, hein??? Obrigada pela contribuição durante a execução desse trabalho! Valeu pelo carinho!

Aos professores do mestrado, obrigada pelos ensinamentos transmitidos e experiências trocadas.

Aos colegas de PPG e da graduação, em especial, ao Leandro (Magrinho), a Carol, a Natália, a Francielle, a Maria Augusta. Obrigada pela amizade, convívio e pelas conversas...

Aos funcionários que, nos bastidores, foram de extrema importância para a execução da etapa laboratorial desse trabalho. Em especial, à Bárbara, William e Anderson obrigada pela presteza e carinho.

Aos alunos da graduação, obrigada pelo aprendizado. Foi o contato com vocês e com os exemplos recebidos de meus mestres, que realmente provei da maravilha de lecionar e de, principalmente, aprender!

**A todos vocês, muito obrigada!!!**

**Grande abraço!!!**

TEIXEIRA, V.C.F. **Avaliação da resistência da união de sistemas adesivos após a aplicação de agentes dessensibilizantes em dentina humana.** Juiz de Fora (MG), 2011. 48f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação *strictu sensu*– Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência da união à microtração dos sistemas adesivos convencional (Single Bond II, SB) e autocondicionante (Clearfil SE Bond, SE) em dentina humana condicionada após a aplicação de agentes dessensibilizantes. Foram utilizados discos obtidos de terceiros molares humanos hígidos, os quais tiveram o esmalte oclusal removido para exposição de superfícies planas de dentina média. Seis grupos foram formados, de acordo com os materiais utilizados: G1 (controle) – hibridização com SB; G2 - dessensibilizante à base de oxalato (BisBlock, BB) e SB; G3 - dessensibilizante à base de fluoreto (Aqua Prep F, AF) e SB; G4 (controle) – hibridização com SE; G5 – BB e SE; G6 – AF e SE. Sobre estas superfícies foram confeccionados blocos de resina composta Filtek Z350 de 5 mm de altura para obtenção de palitos de 10x1x1mm. Os corpos de prova foram armazenados em água deionizada a 37° por 24h e submetidos ao ensaio mecânico de microtração com velocidade de 1mm/min até a fratura. Os resultados foram analisados através de ANOVA two-way e Teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Os valores médios dos grupos em MPa foram: G2 46,48 (8,04), G3 44,87 (11,26), G5 39,02 (13,45), G4 36,95 (7,14), G1 36,66 (10,84) e G6 32,71 (13,83) os quais não exibiram diferença estatisticamente significativa entre si ( $p = 0,012$ ). Conclui-se que o uso combinado de dessensibilizantes aos sistemas adesivos convencional e autocondicionante sobre a dentina humana condicionada não alterou a resistência da união.

**Palavras-chave:** sistemas adesivos; camada híbrida; dessensibilizantes dentinários; resistência da união.

TEIXEIRA, V.C.F. **Bond strength evaluation of the adhesive systems after desensitizer agents in human dentin.** Juiz de Fora (MG), 2011. 48f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação *strictu sensu*– Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

### ABSTRACT

The aim of study was evaluate the microtensile bond strength of the total etch (Single Bond II, SB) and self-etch adhesive systems (Clearfil SE Bond, SE) in human dentin after desensitizer agents. Disks were obtained from human third molars, which had their occlusal enamel removed to expose flat dentin surface. Six groups were formed according to the materials used: G1 (control)- hybridization with SB, G2- oxalate desensitizer (BisBlock, BB) and SB, G3- fluoride desensitizer (Aqua Prep F, AF) and SB, G4 (control)- hybridization with SE, G5- BB and SE, G6- AF and SE. On these surfaces were made blocks of composite Filtek Z350 of 5 mm to obtain “sticks” 10x1x1 mm. The specimens were stored in deionized water at 37°/ 24 h and subjected to microtensile testing 1 mm/min until fracture. The images were observed in MEV. The results were analyzed ANOVA two-way and Tukey test ( $p < 0,05$ ). The mean values of the groups in MPa were: G2- 46.48(8.04), G3- 44.87(11.26), G5- 39.02 (13.45), G4-36.95(7.14), G1- 36.66(10.84) and G6- 32.71(13.83) which showed no statistically significant difference between groups ( $p = 0.012$ ). It can be concluded that the combined use the desensitizers and adhesive systems in human dentin etched there is no influence on bond strength.

**Key words:** adhesive systems; hybrid layer; desensitizers; bond strength.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Substratos:esmalte e dentina .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Sistemas Adesivos: Composição Química .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Sistemas Adesivos: Métodos de Interação.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Degradação da Camada Híbrida .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5 Dessensibilizantes Dentinários.....</b>	<b>24</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>30</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO A- PARECER DE APROVAÇÃO DO CEP.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O advento dos sistemas adesivos permitiu um grande avanço na Odontologia Restauradora, uma vez que foi possível realizar a união micromecânica entre diferentes substratos, por meio do uso de agentes de união (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). As técnicas de utilização dos sistemas adesivos proporcionaram um menor desgaste na estrutura dentária, visto que antes era necessário desgaste para obtenção de formas de retenção para os materiais restauradores (VAN MEERBEEK et al., 2003). Várias são as funções desempenhadas por esses sistemas, como a união efetiva entre diferentes substratos (dente/material restaurador) e dessensibilizante dentinário nos casos de hipersensibilidade dentinária (YU et al., 2010).

Devido às diferenças na composição estrutural entre dentina e esmalte, os sistemas adesivos foram aprimorados ao longo dos anos com o objetivo de favorecerem a união aos substratos. No esmalte, o procedimento de união acontece a partir da remoção dos cristais de hidroxiapatita e infiltração do adesivo (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Porém em dentina, há certa dificuldade para se desenvolver a união, devido à complexa composição químico-estrutural, caracterizada pela grande conteúdo de água e a presença de cristais de hidroxiapatita dispersos em rede orgânica de fibrilas colágenas (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). O alto teor orgânico da dentina torna o condicionamento muito sensível, porque é necessário manter os espaços da rede colágena, sem que aconteça o colapamento das fibrilas após a remoção do conteúdo mineral (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Buonocore (1955) observando a necessidade de criação de materiais restauradores capazes de se unirem à estrutura dental, utilizou o ácido fosfórico a 85% como agente condicionador da superfície do esmalte e verificou relativo aumento na união entre esmalte condicionado e material restaurador. Em 1982, Nakabayashi et al., utilizaram ácidos fracos, como a solução de cloreto férrico a 3% em ácido cítrico a 10%, para produzir a desmineralização da superfície da dentina. Esse condicionamento propiciou condições para a difusão de monômeros hidrófilos e hidrófobos nos espaços deixados pela hidroxiapatita. Após a polimerização dos

monômeros infiltrados, a região de interdifusão composta pelas fibrilas colágenas envolta pela rede de polímeros produz o selamento da dentina e criação de uma zona ácido-resistente responsável pela união entre o compósito odontológico restaurador e a dentina, denominada camada híbrida (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Atualmente, existem duas formas para o procedimento técnico de união dos sistemas adesivos com o tecido dentário para obtenção da camada híbrida (VAN MEERBEEK et al., 2003; DE MUNCK et al., 2005). Na primeira delas, denominada de técnica úmida, o condicionamento é feito com ácido fosfórico na concentração de 30 a 40% aplicado diretamente sobre as superfícies do esmalte e da dentina. Após a lavagem do ácido e manutenção da dentina condicionada úmida, o *primer*, que é um agente com características hidrofílicas e hidrofóbicas, é aplicado (VANLANDUYT et al., 2007) . Este é responsável pela modificação da superfície das fibrilas colágenas e manutenção dos espaços na região desmineralizada do substrato dentinário (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Logo após, em outro frasco, a solução de monômeros hidrófobos (adesivo) é aplicada sobre a superfície dentária promovendo a difusão de radicais livres para produzir a co-polimerização e união com o substrato. Uma versão simplificada dos sistemas que utilizam a técnica úmida para hibridização reuniu concentrações quimicamente balanceadas do *primer* e do adesivo em um único frasco. Nesta versão, inicialmente, a solução é fluida e se comporta como *primer*. Após a volatilização do solvente, a solução torna-se mais viscosa e comporta-se como adesivo para se unir ao compósito restaurador (VAN MEERBEK et al., 2003).

A segunda forma, denominada de técnica autocondicionante, utiliza monômeros hidrófilos ácidos para a desmineralização do esmalte e dentina simultaneamente à infiltração. Os monômeros hidrófilos ácidos, representados pelo 10-metacriloxietil dihidrogênio fosfato (10-MDP), são constituídos por moléculas bifuncionais. Em um dos lados a molécula apresenta grupamentos fosfóricos, responsáveis pela desmineralização do substrato; e do outro lado, grupamentos orgânicos (HEMA - hidroxietilmetacrilato) que preparam a superfície desmineralizada para a união com o adesivo (WATANABE et al., 1990). Em dentina, o monômero é aplicado sobre a superfície seca, atravessa a lama dentinária, desmineraliza entre 1 a 3µm do tecido adjacente e ao mesmo tempo se infiltra nos espaços entre as fibrilas colágenas. Neste procedimento, a lavagem da superfície dentinária não é

necessária, proporcionando a simplificação da técnica (WATANABE et al., 1990; 1992; 1994).

Com isso, a técnica úmida é considerada mais crítica em função da dificuldade em manter a umidade na superfície dentinária desmineralizada e, ao mesmo tempo, os espaços entre as fibrilas colágenas. O excesso de água ou a desidratação da dentina pode comprometer negativamente a resistência da união entre o tecido dental e o compósito odontológico restaurador (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Apesar desse conceito de desmineralização e difusão simultânea do adesivo, na técnica autocondicionante, ainda é possível observar áreas na base da camada híbrida na qual as fibrilas colágenas não foram totalmente envolvidas pelo adesivo (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000; DE GOES & MONTES 2004). Além disso, é provável que o conteúdo de água presente na composição, fique retido no interior da interface de união adesivo-dentina e seja responsável por uma incompleta polimerização da camada híbrida, com conseqüente redução nos valores de resistência de união (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Mesmo com o bom desempenho dos adesivos autocondicionantes, outros materiais vêm sendo pesquisados a fim de otimizarem os procedimentos de união à dentina e favorecerem a longevidade das restaurações. Os dessensibilizantes são materiais capazes de causar a obliteração dos orifícios tubulares e minimizar a movimentação dos fluidos dentinários promovidos por estímulos ambientais (SILVA et al, 2007; SADEK et al., 2005; PAES LEME et al., 2004). O uso de dessensibilizantes associados aos sistemas adesivos pode minimizar a degradação da camada híbrida pela redução da permeabilidade dentinária. O mecanismo de ação desses materiais varia quanto à sua composição química. Os agentes à base de oxalatos agem no interior dos túbulos, por meio da reação química entre o oxalato e o cálcio da estrutura dentária, criando sais solúveis de oxalato de cálcio (AKCA et al., 2007; YIU et al., 2005; PAES LEME et al., 2004). Essa obliteração poderia prevenir a permeabilidade dentinária e favorecer a união de materiais hidrófobos (SADEK et al., 2007; SILVA et al., 2007; TAY et al., 2003, SEARA et al., 2002). Os agentes que contém componentes como o cloreto de estrôncio e o flúor possuem ação efetiva em dentina profunda e na superfície dentinária, respectivamente (PAES LEME et al. 2004).

A compatibilidade entre os sistemas adesivos e os dessensibilizantes é alvo de estudos, visto que essa associação pode oferecer resultados significativos, quanto à união dentinária. Yiu et al. (2005) avaliaram a incompatibilidade de agentes dessensibilizantes à base de oxalato com os sistemas adesivos convencionais. Os dessensibilizantes tiveram melhor compatibilidade com adesivos que apresentavam pH próximo a neutro e baixa concentração de fluoretos. Isso porque os fatores pH e concentração de fluoretos interferiram na reação oxalato/cálcio, o que prejudicou a formação dos cristais de oxalato de cálcio pela formação de glóbulos esféricos dos cristais na área mais superficial da dentina. A interação entre sistema adesivo/dessensibilizante pode influenciar a resistência da união do agente de união (HUH et al., 2009; YIU et al., 2005; TAY et al., 2003). Em 2007, Akca et al. avaliaram a resistência da união dos sistemas adesivos autocondicionantes aplicados em dentina tratada com diferentes agentes dessensibilizantes (à base de flúor, nitrato de potássio, laser de baixa intensidade) e verificaram que a utilização destes prejudicou o desempenho dos sistemas adesivos.

A utilização de dessensibilizantes sobre a dentina condicionada previamente a aplicação do agente de união resultou em um aumento da resistência da união dos sistemas adesivos convencionais (SADEK et al., 2007). Para Sadek et al. (2007) essa associação promoveu a redução da permeabilidade do substrato e, por consequência, otimizou a ação do adesivo.

Frente aos fatos apresentados, é possível observar que os dessensibilizantes são capazes de reduzir a permeabilidade intradentinária, por oclusão tubular. Espera-se que a atuação desses materiais quando associados aos sistemas adesivos seja capaz de minimizar a degradação da camada híbrida, decorrente da ação dos fluidos dentinários, e otimizar os procedimentos de união. A hipótese nula a ser testada é de que não haverá alteração na resistência da união após a aplicação dos agentes dessensibilizantes.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 SUBSTRATOS: ESMALTE E DENTINA

As características químico-estruturais de esmalte e dentina foram fatores que influenciaram o desenvolvimento dos sistemas adesivos ao longo dos anos. O esmalte é um tecido formado por 96% de conteúdo mineral, cerca de 3% de matéria orgânica (enamelinina) e 1% de água. Durante o período de amelogênese, são formadas redes de longos filamentos cilíndricos preenchidos em seu interior por cristais de hidroxiapatita, que recebem o nome de prismas. Os prismas se estendem desde a camada de esmalte aprismático, depositada no início da amelogênese, até a superfície externa do esmalte. As zonas mais periféricas dos prismas são chamadas de regiões interprismáticas. Os cristais de hidroxiapatita mudam sua orientação ao longo do eixo do prisma, mantendo orientação longitudinal apenas no centro do eixo do prisma. A disposição dos prismas em conjunto forma uma imagem semelhante ao orifício de uma fechadura (SHIMADZU; MACHO, 2008). O condicionamento ácido remove em maior parte os cristais presentes na porção mais central do longo eixo dos prismas. O esmalte apresenta como principais características a translucidez, a radiopacidade, a dureza e a baixa permeabilidade (SHIMADZU; MACHO, 2008).

A dentina é um tecido que comparativamente ao esmalte apresenta maior conteúdo orgânico em sua composição. O conteúdo mineral atinge uma concentração em torno de 70%. Enquanto que a presença de água e matéria orgânica perfaz um total de 30% quando somadas. Possui uma estrutura tubular, que lhe oferece certa resiliência, sendo formada por dentina peritubular, dentina intertubular, dentina interglobular e túbulos dentinários, que contém em seu interior um fluido tissular (MARANGOS et al., 2009).

A dentina intertubular está localizada entre as colunas de dentina peritubular e constitui a maior parte do volume de dentina. É rica em colágeno e quando condicionada expõe seu conteúdo orgânico, criando os espaços necessários à infiltração dos monômeros. A dentina peritubular forma as paredes dos túbulos

dentinários, sendo mais mineralizada que a intertubular (MARANGOS et al., 2009). Existem áreas formadas por dentina hipomineralizada, que ficam localizadas na porção mais externa de dentina coronária, chamadas de dentina interglobular. A estrutura tubular da dentina consiste na presença de túneis que são resultantes da formação de dentina ao redor dos prolongamentos odontoblásticos. Esses túbulos são preenchidos por um fluido tissular chamado fluido dentinário. A densidade, tamanho e orientação dos túbulos variam de acordo com a localização da dentina. À medida que a profundidade da dentina aumenta, o padrão morfológico varia, aumentando a quantidade de dentina peri em comparação a intertubular, aumento do diâmetro e número de túbulos, e por conseguinte, aumento da permeabilidade e umidade (MARANGOS et al., 2009).

A permeabilidade é uma característica inerente à dentina, devido à sua natureza tubular. A presença e movimentação de fluidos no interior dos túbulos dentinários confere a permeabilidade intratubular (MARANGOS et al., 2009; (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Em dentina condicionada, ocorre uma melhor difusão de monômeros entre as fibrilas colágenas que compõem a dentina intertubular, sendo essa permeabilidade chamada de permeabilidade intertubular (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Durante o preparo cavitário de esmalte e dentina ocorre a formação de uma camada de esfregaço. Em dentina, a presença dessa camada, também chamada de *smear layer* ou lama dentinária, pode reduzir a permeabilidade dentinária inter e intratubular (PASHLEY, 1984).

A *smear layer* que é um produto criado durante o preparo cavitário, é composto por debris de fibrilas colágenas mineralizadas. Essa camada é fracamente aderida à dentina e suas características como espessura e qualidade estão relacionados aos diferentes instrumentos usados no preparo dentinário. Com espessura variando em torno de 1  $\mu\text{m}$ , funciona como uma barreira temporária e deve ser removida ou modificada para melhorar a infiltração/difusão dos monômeros (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

## 2.2 SISTEMAS ADESIVOS: COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os sistemas adesivos unem a estrutura dental ao material restaurador por meio de uma interface. Esse mecanismo de união é denominado de adesão, no qual o adesivo odontológico funciona como uma substância capaz de produzir a adesão aos tecidos dentais – esmalte e dentina – os quais funcionam como o material (aderente) sobre o qual o adesivo é aplicado (DAVINSON, 1996).

Para que ocorra uma satisfatória interação entre sistema adesivo e o substrato dental, alguns fatores devem ser considerados, tais como a viscosidade, a energia de superfície e tensão superficial, a capacidade de molhamento, a permeabilidade do substrato e a difusividade dos monômeros. Esses fatores quando inter-relacionados são responsáveis pelo molhamento da superfície dental através do escoamento do material adesivo e permitem a penetração, em nível microscópico, do agente de união promovendo uma união micromecânica com o esmalte e/ou dentina (RUYTER, 1992).

A viscosidade é a propriedade física que mede a consistência de um fluido e sua capacidade de resistir ao escoamento, sendo importante para a infiltração e espalhamento dos adesivos sobre o substrato dental. A energia de superfície é a condição na qual os átomos da superfície de um sólido encontram-se livres para se unirem a outros átomos que se aproximarem. Já a tensão superficial é um estado de energia que permite que os átomos de um líquido se mantenham unidos, com distâncias interatômicas iguais (ANUSAVICE, 2005). Um líquido colocado sobre uma superfície com elevada energia superficial consegue escoar facilmente e “molhar” a área aplicada, sendo essa capacidade conhecida como molhamento. O molhamento de um líquido pode ser determinado pelo ângulo formado entre a superfície e o adesivo. Substâncias com boa capacidade de molhamento espalham pela área e formam ângulo de contato de 0°. Por isso, quanto menor o ângulo de contato entre o adesivo e a superfície, melhor a capacidade do adesivo se espalhar e infiltrar no substrato dental (ANUSAVICE, 2005; RUYTER, 1992).

Basicamente os sistemas adesivos são compostos por materiais com características ácidas para condicionar o substrato dental, através da remoção do conteúdo mineral, e criar condições para a difusão do agente de união. Além de

agentes promotores da união, que apresentam em sua composição: monômeros, agentes iniciadores, inibidores e estabilizadores, solventes e, por vezes, partículas inorgânicas (VAN LANDUYT et al., 2007).

Os monômeros podem ser classificados em funcionais, os quais formam cadeias de polímeros lineares relacionados à resistência mecânica do adesivo; e monômeros “*cross-linkers*”, que formam cadeias cruzadas de polímeros, para reforçar o adesivo (VAN LANDUYT et al., 2007).

Quimicamente, os monômeros podem ser divididos em três partes distintas: um grupo polimerizável, um espaçador e um grupo funcional. O grupo polimerizável pode-se constituir de acrilatos ou mais comumente metacrilatos, que são ligados ao grupo funcional através de um espaçador, cuja polaridade interfere na solubilidade do monômero. Os espaçadores podem ser cadeias alquil, ésteres, amidas ou grupos aromáticos e o tamanho da cadeia determinará a viscosidade do monômero. O grupamento funcional pode se constituir de radicais fosfatos, ácido carboxílico e grupamentos alcoólicos. Sua presença relaciona-se ao comportamento hidrofílico dos monômeros (VAN LANDUYT et al., 2007). Dentre os principais monômeros destacam-se o hidroxietilmetacrilato (HEMA), formado por uma cadeia de monômeros pequena, com característica hidrofílica, que pode ser solúvel em solventes como água, álcool ou acetona. O monômero 10-metacriloxietil dihidrogênio fosfato (10-MDP) possui uma longa cadeia carbônica, que o torna hidrofóbico. A presença do grupamento funcional fosfato confere as características acídicas desse monômero. Devido ao seu comportamento hidrófobo, o 10-MDP é solúvel em solventes orgânicos como o álcool e a acetona (VAN LANDUYT et al., 2007).

Os solventes são inseridos para melhorar a capacidade de molhamento do material adesivo, porque reduzem a viscosidade e melhoram a interação com o substrato dental, principalmente em dentina, devido a sua característica hidrofílica. Nos adesivos, os solventes mais comumente utilizados são a água, o álcool e a acetona. Durante sua volatilização, removem a água residual e favorecem o procedimento de união. A volatilização está relacionada com a pressão de vapor de cada um, sendo em ordem decrescente de valor, a acetona, o álcool e a água (SILVA e SOUZA JUNIOR et al., 2010; VAN LANDUYT et al., 2007).

Outros componentes dos sistemas adesivos são os foto-iniciadores, formados por moléculas com baixa energia de dissociação que produzem radicais livres, sendo os principais foto-iniciadores a canforoquinona e o 1- fenil-1,2

propanodiona (PPD). Os inibidores são substâncias adicionadas de acordo com a instabilidade dos monômeros sendo, geralmente, os antioxidantes os mais usados (VAN LANDUYT et al., 2007).

### 2.3 SISTEMAS ADESIVOS: MÉTODOS DE INTERAÇÃO

Em 1955, Buonocore pesquisou métodos para conseguir a união entre as resinas acrílicas e o tecido dental, testando o ácido fosfórico em concentração de 85% sobre a superfície de esmalte para promover a criação de porosidades. O sucesso desse método foi alcançado quando se observou que a superfície desmineralizada tornava-se mais favorável à adesão ao material restaurador. Com base no sucesso obtido em esmalte, Buonocore (1956) realizou o mesmo procedimento em dentina, porém, não alcançou o resultado esperado. Provavelmente, o desconhecimento sobre as características da dentina e os materiais disponíveis na época contribuíram para esse fracasso. Mais tarde, em 1982, Nakabayashi promoveu a desmineralização da dentina utilizando uma solução de cloreto férrico a 3% em ácido cítrico a 10% e atribui a prevenção do colapso das fibras colágenas à presença do cloreto férrico.

Atualmente, o ácido fosfórico é utilizado nas técnicas para condicionamento de esmalte e dentina em concentração entre 30 e 40%. O condicionamento ácido em esmalte remove os cristais de hidroxiapatita, aumentando as porosidades, e conseqüentemente, eleva a energia de superfície. Essas características conseguidas com o condicionamento são fundamentais para o molhamento do adesivo e infiltração dos monômeros (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Em dentina, o ácido fosfórico remove a *smear layer* e desmineraliza a dentina intacta. Sua ação é capaz de desnaturar os peptídeos expostos durante a remoção completa da lama dentinária e esse grau de desnaturação depende da concentração e do tempo de exposição ao ácido (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Geralmente, são utilizadas concentrações de ácido fosfórico a 35% por um tempo de 15 segundos. O condicionamento ácido aumenta a porosidade intertubular

e expõe as redes de fibrilas colágenas e água. Como conseqüência da exposição de conteúdo orgânico e água, há uma redução da energia de superfície da dentina, que é elevada após a aplicação do *primer* (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

O *primer* é um agente aplicado após o condicionamento do substrato com a função de envolver e modificar as fibrilas colágenas sem aporte mineral. Por apresentar o monômero HEMA como constituinte, o qual possui propriedades hidrofílicas, esse agente compete com a água residual e se necessário promove a reexpansão da rede colágena (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Após a aplicação do *primer*, é utilizado o adesivo. Este é constituído por monômeros hidrófilos (HEMA) e hidrófobos como o bisfenol A diglicidil metacrilato (BisGMA) para promover a união entre os substratos dentina/esmalte e as resinas compostas (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

A utilização dos sistemas adesivos em dentina e esmalte, atualmente, é classificada de acordo com a forma de interação desses materiais com o substrato dental e pelo número de passos clínicos (VAN MEERBEEK et al., 2003). A técnica em que se utiliza o ácido fosfórico como agente condicionador é chamada de técnica convencional ou úmida, e pode apresentar três ou dois passos clínicos. Na técnica convencional de três passos clínicos, o ácido fosfórico quando aplicado em dentina promove a remoção total da *smear layer*, remove cristais de hidroxiapatita e expõe as fibrilas colágenas. É uma técnica sensível, porque após a etapa de lavagem para a remoção do ácido, a rede colágena condicionada perde seu suporte mineral e mantém seu espaço preservado à custa da água utilizada durante a lavagem. São por esses espaços, de cerca de 15 a 20 nm de extensão, que os monômeros hidrófilos vão se difundir e competir com a água pelas fibras colágenas (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Nesse momento, deve-se ter bastante cautela para a remoção do excesso de umidade, uma vez que se houver perda do espaço interfibrilar pela saída excessiva da água, as fibrilas colágenas entram em contato direto entre si e formam ligações intermoleculares, chamadas pontes de hidrogênio, o que resulta em colapamento, rigidez e encurtamento das mesmas e, conseqüentemente, diminuição da infiltração de monômeros na rede colágena (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Sobre a dentina condicionada é aplicado um agente com características hidrofílicas e hidrofóbicas, denominado *primer*, que envolve e modifica todo o conteúdo orgânico (fibras colágenas) exposto e cria condições adequadas para que

o agente de união (adesivo) possa ser utilizado. Por fim, seguido da utilização do *primer*, é aplicado o adesivo que fará a união entre o substrato dental e o compósito restaurador. Na técnica de dois passos clínicos, *primer* e adesivo são combinados em frasco único, separados apenas do agente condicionador (SILVA e SOUZA JUNIOR et al., 2010).

Outro método de interação sistema adesivo/substrato dental é a técnica autocondicionante que pode ser realizada em dois passos clínicos ou em passo único. Nesta técnica, o agente condicionante é o grupamento fosfato presente no monômero 10-MDP, que difere da técnica convencional, porque o monômero ácido dos sistemas autocondicionantes deve ser aplicado sobre a dentina seca, para que possa atravessar a lama dentinária e desmineralizar entre 1 a 3 $\mu$ m do tecido adjacente ao mesmo tempo em que se infiltra nos espaços entre as fibrilas colágenas (WATANABE et al., 1990; 1992; 1994). Já sua ação sobre a *smear layer* é alvo de estudos, uma vez que a densidade e espessura podem afetar a penetração dos monômeros autocondicionantes (OGATA et al., 2001; DIAS, PEREIRA e SWIFT JR, 2004, KOASE et al., 2004, SEMERARO et al., 2006). Na técnica autocondicionante a *smear layer* é modificada, sendo parcialmente removida (VAN MEERBEEK et al., 2003) Dependendo de como essa lama dentinária for preparada e qual a sua espessura haverá uma resistência relativa à infiltração dos monômeros, porque a presença dessa camada funcionará como barreira com capacidade de tamponar a acidez do monômero, limitando ainda mais a ação desse material (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000; PASHLEY, 1984). Dependendo do pH dos sistemas adesivos autocondicionantes, eles podem ser classificados em forte, intermediário e suave e apresentarem o padrão de condicionamento modificado de acordo com sua acidez. Sobre a superfície condicionada, é feita a aplicação dos monômeros hidrófobos, seguida de polimerização para formação da camada híbrida (VAN MEERBEEK et al., 2003). A técnica autocondicionante de passo único simplifica o número de etapas clínicas porque estão presentes em um mesmo frasco as soluções balanceadas de monômeros ácidos (*primer* ácido) e monômeros hidrófobos (adesivo) (WATANABE et al., 1990; 1992; 1994).

Apesar de apresentar diferentes padrões de condicionamento entre as técnicas convencional e autocondicionante, quanto à profundidade de desmineralização, Nakabayashi e Pashley (2000) afirmaram que não existe correlação entre condicionamento em maior profundidade e a força de união.

Em 1992, Van Meerbeek et al. avaliaram a morfologia da camada híbrida, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), formada a partir da utilização dos sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes. Observaram que a profundidade de desmineralização dependia do tipo de agente condicionador e do tempo de sua aplicação. Nos sistemas adesivos convencionais havia a remoção completa da *smear layer*, com abertura da luz dos túbulos dentinários. A camada híbrida formada apresentava-se com maior profundidade, associada à criação de prolongamentos de resina no interior dos túbulos, formando *tags* de resina. Já nos sistemas adesivos autocondicionantes, os túbulos dentinários tinham seus orifícios obliterados com partículas globulares, denominadas *smear plugs*. A camada híbrida formada tinha uma espessura pequena devido ao poder de penetração dos monômeros ácidos, com formação de *tags* resinosos em menor número e comprimento.

Independente de método de interação sistema adesivo/ substrato dental, técnica convencional ou autocondicionante, o processo de condicionamento da dentina, seguido da infiltração de monômeros e, posterior, polimerização, permite a formação de uma zona com características diferenciadas, apresentando-se um híbrido de dente e resina, denominada de camada híbrida (VAN MEERBEEK et al., 1992). As propriedades físico-químicas das superfícies hibridizadas são diferentes quando comparadas a do tecido dental e apresentam-se resistentes ao ataque ácido (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

## **2.4 DEGRADAÇÃO DA CAMADA HÍBRIDA**

Apesar da criação da camada híbrida com padrões morfológicos diferenciados pela utilização de técnicas de união distintas, a sensibilidade de execução dos procedimentos de união tanto para a técnica úmida quanto para a autocondicionante pode culminar em áreas na base da camada híbrida com fibrilas colágenas não envolvidas pelos monômeros (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Nos sistemas adesivos convencionais, o excesso de umidade da dentina pode dificultar o procedimento de união (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). O *primer* desses sistemas contém HEMA, que por possuir grande capacidade hidrofílica, pode favorecer a absorção de água e inibir sua polimerização, o que compromete a resistência da união (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Outra situação que também compromete a hibridização é a secagem do substrato dentina com jato de ar, que causa o colapamento das fibrilas colágenas e impede a chegada dos monômeros até a porção desmineralizada mais profunda. Clinicamente, quando essas áreas ficam colabadas e sem a presença do adesivo há a manifestação de sensibilidade pós-operatória (NAKABAYASHI e PASHLEY 2000). As áreas que não foram idealmente hibridizadas não são capazes de selar totalmente a base da camada híbrida e se tornam mais vulneráveis tanto à ação de enzimas que degradam o colágeno exposto, conhecidas por metaloproteinases, quanto da degradação hidrolítica pelos fluidos intratubulares (PERDIGÃO, 2010; CARRILHO et al., 2007). Essas áreas não hibridizadas tendem a reduzir o valor de resistência da união e a longevidade clínica das restaurações adesivas.

Nos sistemas autocondicionantes também é possível observar áreas da base não envolvidas pelo agente de união. A possível explicação para essa situação encontra-se na característica do material (DE GOES e MONTES, 2004). Por se tratar de uma técnica, na qual o material é aplicado em dentina seca, é necessária a presença de água em sua composição para que haja a dissociação do grupamento fosfato em íons para formar ligações iônicas com o cálcio da dentina e promover o condicionamento da superfície (WATANABE et al., 1990). Apesar da presença de solventes, pode ocorrer o aprisionamento de água na zona condicionada e dificultar a difusão do adesivo e, conseqüentemente, a hibridização (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000).

Segundo Nakabayashi; Pashley (2000), a região hibridizada resiste melhor à hidrólise do que as fibrilas de colágeno expostas. Áreas de condicionamento excessivo ou de infiltração deficiente de monômeros podem resultar na formação de regiões defeituosas na base da camada híbrida, que em procedimentos de união recentemente realizados produzem valores de resistência da união que podem sugerir alta qualidade na camada híbrida. As áreas de colágeno não-infiltrado, quando submetidas à tensão são capazes de transferir a carga para a região hibridizada, até o momento em que essas fibrilas se rompem. Com o passar

do tempo, essas fibras colágenas não-infiltradas tendem a fracassar (romper) com mais facilidade, daí a importância de se prevenir a degradação da camada híbrida para promover uma maior longevidade das restaurações.

Sabendo que é possível existir falhas nas técnicas de união, com áreas susceptíveis à degradação, alguns materiais vêm sendo utilizados como alternativas a serem associadas aos sistemas adesivos, com o objetivo principal de otimizar os procedimentos de união e favorecer a longevidade das restaurações (PERDIGÃO, 2010; SILVA et al., 2010). Atualmente, materiais como a clorexidina têm sido sugeridos para inibir a ação de enzimas proteolíticas (metaloproteinases), que são responsáveis pela degradação do colágeno. As fibras não-infiltradas tendem a ser mais vulneráveis a ação das metaloproteinases (CARRILHO et al., 2010; 2007).

Outro material que também pode ser associado durante a execução dos procedimentos de união é o dessensibilizante dentinário. Os dessensibilizantes são capazes de causar a obliteração dos orifícios tubulares e minimizar a movimentação dos fluidos dentinários promovidos por estímulos ambientais, que com o tempo tende a causar a hidrólise na base camada híbrida (SILVA et al, 2007; SADEK et al., 2005; PAES LEME et al., 2004).

## **2.5 DESSENSIBILIZANTES DENTINÁRIOS**

A permeabilidade é uma característica peculiar à dentina e um fator importante durante o procedimento de hibridização. Essa permeabilidade é decorrente da presença de fluido intratubular e tende a aumentar após o condicionamento da superfície (NAKABAYASHI e PASHLEY, 2000). Perdigão (2010) ao realizar uma revisão da literatura sobre as variáveis que podem interferir nos procedimentos de união apontou o aumento da permeabilidade dentinária pós-condicionamento, principalmente em áreas de dentina mais profunda, como um fator que tende a deteriorar a interface de união ao longo do tempo. Por esse motivo cita a utilização de dessensibilizantes como uma possível alternativa para minimizar esse fato (SILVA et al, 2007; SADEK et al., 2005; PAES LEME et al., 2004). Os

dessensibilizantes dentinários são classificados quanto ao seu mecanismo de ação e composição química. Segundo Yiu et al. (2005) os dessensibilizantes à base de oxalato promovem a oclusão tubular pela formação de cristais solúveis de oxalato de cálcio, a partir da reação química entre o oxalato e o cálcio da estrutura dental. Outros agentes podem conter glutaraldeído e HEMA e causar a precipitação de proteínas no interior dos túbulos dentinários. Componentes como o cloreto de estrôncio e fluoretos têm ação efetiva em dentina profunda e na superfície dentinária, respectivamente, por reação química com o cálcio (PAES LEME et al., 2004). A utilização de materiais à base de nitrato de potássio também age sobre os túbulos dentinários e causa a redução da permeabilidade dentinária. Os dessensibilizantes são materiais utilizados no tratamento da hipersensibilidade dentinária, pois através de seu mecanismo de ação, bloqueiam a passagem de estímulos, o que minimiza a sensibilidade (PINTO et al., 2010). Quando aplicados após condicionamento ácido também podem reduzir a sensibilidade pós-operatória.

O uso de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único como agentes redutores de hipersensibilidade dentinária foi pesquisado por YU et al. (2010). Ao compararem a ação dos autocondicionantes com dessensibilizantes em experimentos *in vivo* e *in vitro*, verificaram que o desempenho foi semelhante entre os materiais tanto imediatamente após a aplicação quanto um mês após o uso.

ARRAIS, CHAN e GIANNINI (2004) observaram por meio de microscopia eletrônica de varredura o padrão de oclusão tubular de agentes dessensibilizantes à base de oxalato, HEMA e glutaraldeído e à base de fluoreto. As fotomicrografias mostraram diferentes padrões de oclusão tubular: nas superfícies tratadas com oxalato houve a formação de cristais no interior dos túbulos dentinários. Já nas superfícies tratadas com glutaraldeído e HEMA houve a formação de uma fina camada sobre a dentina, ocluindo a entrada dos túbulos. As imagens da dentina tratada com fluoreto mostraram precipitados depositados sobre a superfície e no interior dos túbulos, diminuindo sua abertura. A partir do resultado das imagens, concluíram que todos os dessensibilizantes pesquisados foram capazes de obliterar os túbulos dentinários, porém a durabilidade dessa oclusão ainda deve ser estudada.

Diversos estudos, *in vitro*, compararam a redução da permeabilidade dentinária a partir do uso de agentes dessensibilizantes. A morfologia da superfície tratada é o ponto de partida para se observar desempenho desses materiais. PAES

LEME et al. (2004), aplicaram dessensibilizantes de diferentes composições e mecanismo de ação. Foram avaliados oxalatos, vernizes fluoretados, produtos à base de cloreto de estrôncio e fluoretos acidulados. Todos os produtos foram capazes de ocluir os túbulos dentinários em diferentes padrões. Porém, o fluoreto acidulado, por promover reação química com o cálcio da dentina formando cristais de fluoreto de cálcio, e o cloreto de estrôncio, presente em dentifrício, associado à ação mecânica de escovação, apresentaram melhores resultados com redução de permeabilidade mais efetiva que os demais materiais.

Em 2010, Pinto et al., compararam a efetividade dos dessensibilizantes na redução da permeabilidade dentinária. Observaram por meio de estudos *in vitro* e *in vivo* que os dessensibilizantes foram capazes de ocluir parcialmente os túbulos dentinários, o que permitiu uma diminuição da passagem de fluidos.

A redução da permeabilidade dentinária promovida pelos dessensibilizantes associados aos sistemas adesivos, morfologicamente, pode ser vista através de imagens obtidas pelo MEV, de acordo com os padrões de obliteração/ selamento dos túbulos. Apesar de reduzir a permeabilidade, nenhum material consegue prevenir completamente a passagem de fluidos. Porém, quanto melhor o padrão de obliteração tubular, menor se torna a permeabilidade da dentina (SILVA et al., 2007; FU et al., 2007)

A associação entre sistemas adesivos e dessensibilizantes pode, do ponto de vista morfológico, resultar em redução da passagem de fluidos e facilitar a união aos materiais hidrófobos (SADEK et al., 2007). No entanto, estudos sobre a resistência mecânica dos materiais demonstram que essa associação pode influenciar os valores da resistência da união (TAY et al, 2003; YIU et al., 2005; HUH et al., 2009; SILVA et al., 2010)

Em 2007, Sadek et al. avaliaram a compatibilidade dos dessensibilizantes à base de oxalatos com sistemas adesivos convencionais de dois e três passos clínicos. O tratamento com dessensibilizantes sobre a superfície dentinária condicionada reduziu a permeabilidade e melhorou a resistência da união, elevando os seus valores, o que foi justificado pelos autores como um processo de otimização da união à resina hidrófoba, principalmente em áreas de dentina mais profunda. Dündar et al. (2009) avaliaram a interação entre sistemas convencionais de dois e três passos e dessensibilizantes à base de fluoreto/HEMA e triclosan/PENTA, durante procedimentos de cimentação resinosa, e observaram que os agentes

dessensibilizantes não interferiram de forma negativa sobre a resistência da união. Dentre os dois produtos analisados, obtiveram melhor desempenho o dessensibilizante à base de fluoreto e HEMA, provavelmente pela capacidade do flúor reagir com o cálcio da dentina e o monômero HEMA se infiltrar na rede de fibrilas condicionada.

A compatibilidade entre sistemas adesivos e dessensibilizantes é algo a ser considerado, uma vez que características dos adesivos tais como pH – que afeta a solubilidade do oxalato de cálcio- e concentração de fluoretos em sua composição pode interferir durante a reação química do agente dessensibilizante e o conteúdo mineral da dentina. Yiu et al. (2005) observaram que sistemas adesivos convencionais de dois e três passos clínicos que apresentavam altas concentrações de fluoretos e pH baixo prejudicavam a hibridização devido a formação de glóbulos esféricos fracamente aderidos ao longo da interface de união. Esses glóbulos poderiam dificultar a infiltração de monômeros na dentina condicionada.

Baseggio et al. (2009) avaliaram a resistência da união de um sistema convencional de dois passos em associação a um dessensibilizante e compararam esse resultado ao procedimento de desproteinização e oclusão tubular previamente a aplicação do adesivo. A utilização de oxalato reduziu a microinfiltração e não alterou a resistência da união do sistema adesivo. Porém, a utilização de hipoclorito de sódio, como agente causador da desproteinização, reduziu a resistência da união do material, mesmo quando associado ao oxalato. Vachiramon et al. (2008) avaliaram os valores de resistência da união de sistemas adesivos convencionais de dois passos associados a oxalato, mantidos sobre simulação de pressão pulpar fisiológica durante três meses de armazenamento e observaram que essa associação interferiu, reduzindo a resistência da união do sistema adesivo avaliado e promoveu aumento na nanoinfiltração. A explicação dada para esses resultados aponta a presença dos cristais de oxalato de cálcio como possível interferência na formação da camada híbrida.

A associação entre dessensibilizantes e os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único demonstrada no estudo de Akca et al. (2007) revelou que os produtos utilizados à base de fluoreto, laser e nitrato de potássio interferiam de forma negativa sobre a resistência da união. Porém, quando o próprio sistema adesivo autocondicionante era usado como dessensibilizante, resultados satisfatórios eram obtidos em termos de resistência mecânica.

A composição dos dessensibilizantes é um fator importante a ser considerado durante a escolha do material. Pois, Tay et al. (2003) ao utilizarem dessensibilizantes que continha monômeros polimetil-metacrilatos associados a sua composição, observaram uma redução na resistência da união aos sistemas adesivos convencionais de dois passos. Em 2008, Huh et al. avaliaram o efeito da utilização de dessensibilizantes associados a sistemas adesivos autocondicionantes e constataram que dentre os materiais selecionados, o único que não apresentava monômeros em sua composição, não interferiu nos valores de resistência da união, apresentando valores próximos ao grupo controle.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O presente estudo tem como objetivo avaliar a resistência da união de sistemas adesivos, convencional e autocondicionante, após a aplicação de agentes dessensibilizantes, à base de oxalato e fluoreto, em dentina humana.

## 4 METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, foram selecionados 40 terceiros molares humanos hígidos, doados pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Seres Humanos / Universidade Federal de Juiz de Fora – CEP/UFJF sob o número de protocolo 0009.0.180.000-09 (Anexo A).

Após a extração, os dentes foram limpos, armazenados em soro fisiológico e congelados até o momento do uso. O esmalte oclusal foi removido utilizando disco de diamante (Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL) sob refrigeração à água para expor superfície dentinária média. Em seguida, um segundo corte para remoção da região radicular dos dentes foi realizado. Tais cortes permitiram a obtenção de discos com 5 mm de altura. O espaço deixado pela câmara pulpar foi submetido ao desgaste com broca esférica carbide de tamanho compatível com a abertura da cavidade e, em seguida, restaurado com o sistema adesivo Single Bond II (3M/ESPE, St Paul, MN, USA) e resina composta Filtek Z350 (Cor A3; 3M/ESPE, St Paul, MN, USA) seguindo as indicações dos fabricantes (Tabela 1).

Para padronização da *smear layer*, as superfícies dentinárias foram desgastadas com lixas de carbetto de silício de granulação 400 e 600, manualmente, sob refrigeração à água, durante um minuto, em movimentos circulares e em sentido único.

Para cada grupo pesquisado foram utilizados cinco discos de dentina para a confecção dos blocos e posterior obtenção dos corpos-de-prova (n= 20). Foram formados seis grupos, dois controles e quatro experimentais, num total de 120 corpos-de-prova. De acordo com a utilização dos materiais pesquisados foram formados os grupos G1 e G2 (controle)- com aplicação dos sistemas adesivos SB e SE após o preparo da superfície dentinária e restauração direta com resina composta Filtek Z350; G3 e G4- com aplicação do agente dessensibilizante BisBlock após condicionamento ácido, seguido da utilização dos sistemas adesivos e restauração direta com resina composta; G5 e G6- com aplicação do agente dessensibilizante Aqua-Prep F após condicionamento ácido, seguido da utilização dos sistemas adesivos e restauração direta com resina composta.

Para a realização dos procedimentos técnicos de união, o sistema adesivo Adper Single Bond II (3M/ESPE, St Paul, MN, USA) -SB- foi utilizado representando a técnica úmida de hibridização (figura 1). Inicialmente foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. Findo esse tempo, foi feita a lavagem com água por 20 segundos para eliminação do ácido e remoção de excesso de umidade com papel absorvente. A aplicação do adesivo foi feita por fricção, durante 10 s, seguido da aplicação de leve jato de ar para a volatilização do solvente e fotopolimerização por 20 s (Demetron LC, Kerr, EUA). O sistema de “dois passos” Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, Japão) -SE- foi selecionado para representar a técnica autocondicionante (figura 2). Sobre a dentina completamente seca, foi aplicado o primer ácido por 20 s, seguido de leve jato de ar para volatilização do solvente, aplicação do adesivo e fotopolimerização por 10 s (Demetron LC, Kerr, EUA). Tais materiais foram aplicados sobre a superfície de dentina seguindo as instruções dos fabricantes, com ou sem a aplicação dos agentes dessensibilizantes à base de oxalato (BisBlock, Bisco, Schaumburg, USA), e fluoreto (Aqua-Prep F, Bisco, Schaumburg, USA), tabela 1. Nos grupos experimentais, os dessensibilizantes foram utilizados após o condicionamento da superfície dentinária (Figuras 3 e 4), conforme sequência demonstrada na tabela 1.



Figura 1 - Adper Single Bond  
(3 M ESPE)



Figura 2 - Clearfil SE Bond  
(Kuraray)



Figura 3 - BisBlock  
(Bisco)

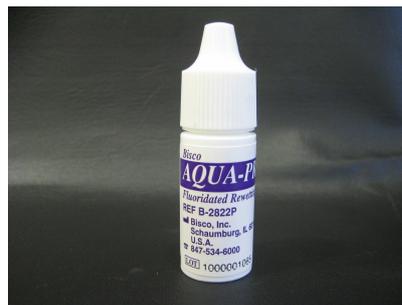


Figura 4 - Aqua Prep F  
(Bisco)

Tabela 1 – Métodos de interação dos sistemas adesivos com a dentina, nomes comerciais (Lote), composições, técnicas de aplicação e fabricantes dos sistemas adesivos utilizados neste estudo.

Métodos de interação	Nome Comercial (Lote)	Composição	Técnica de Aplicação	Fabricantes
Técnica úmida (G1) “dois passos”	Single Bond (8RY)	<i>Condicionador:</i> ácido fosfórico a 35% <i>Adesivo:</i> água, etanol, Bis-GMA, HEMA, copolímero do ácido polialquenoico, dimetacrilato, canforoquinona – pH: 3,6	a (15s); b (15s); c; d; e; h (20s)	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Técnica Autocondicionante (G2) “dois passos”	Clearfil SE Bond (012DA)	<i>Primer:</i> 10 MDP; HEMA; dimetacrilatos hidrofílicos; canforoquinona; N,N dietanol-p-toluidina; água. <i>Adesivo:</i> 10 MDP; Bis-GMA; HEMA; dimetacrilatos hidrofóbicos; canforoquinona; N,N dietanol-p-toluidina; sílica coloidal silanizada. – pH: 2,0	f (20s); e; g; h (10s)	Kuraray, Osaka, Japão
Técnica úmida + dessensibilizante (G3)	Aqua-Prep F(1000001065)	30 a 40% HEMA, 1 a 2% fluoreto de sódio e água – pH: 5-7	a (15s); b (15s); c; i (30s), h (10s); d; e; h (20s)	Bisco, Schaumburg, USA
Técnica autocondicionante + dessensibilizante (G4)			f (20s); e; i (30s), h (10s) g; h (10s)	
Técnica úmida + dessensibilizante (G5)	BisBlock (1000004959)	<i>Oxalato de cálcio e água - Ph: 1,8</i>	a (15s); b (15s); c; i (30s); d; e; h (20s)	Bisco, Schaumburg, USA
Técnica autocondicionante + dessensibilizante (G6)			f (20s); e; g; h (10s)	

Sobre a superfície dentinária hibridizada foram confeccionados, por meio de técnica incremental, blocos de resina composta Filtek Z350 (Cor A3; 3M/ESPE), com 5 mm de altura. A cada 2 mm de incremento inserido foi feita a fotopolimerização com luz halógena (Demetron LC, Kerr, EUA) durante 40 segundos. Composição, lote, técnicas de aplicação e fabricantes estão apresentados na tabela 1. Após a obtenção dos corpos-de-prova, os grupos foram armazenados em água deionizada a 37°C durante 24 horas.

Findo o período de armazenamento, os espécimes foram fixados com cola à base de cianoacrilato (Super Bonder gel - Loctite) e cera pegajosa em dispositivo padronizado e levados à cortadeira digital (Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL) para serem seccionados em dois planos perpendiculares entre si, resultando em “palitos” com dimensões de 1x1x10 mm. Somente os “palitos” obtidos da região central de cada disco foram selecionados (Figuras 5 e 6). Em seguida, os corpos-de-prova obtidos foram novamente armazenados em água deionizada a 37°C por 24 horas antes do ensaio mecânico.

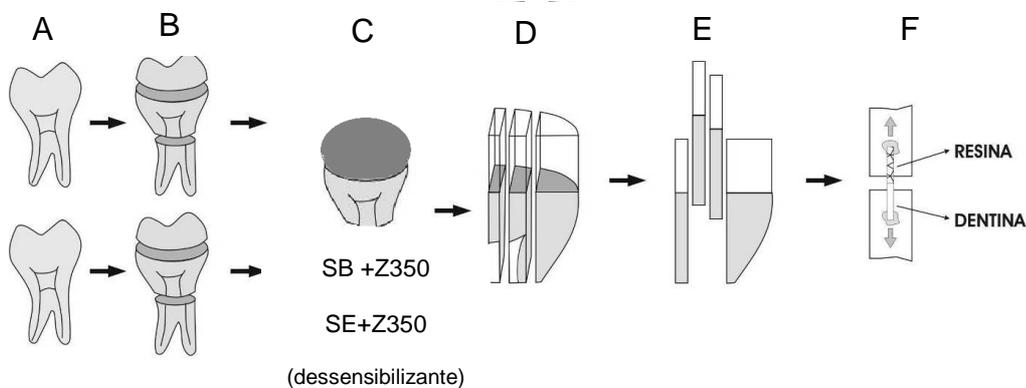


Figura 8 – Esquema da metodologia do teste microtração :Seleção um dente humano hígido (A); Remoção do esmalte coronário e da porção radicular (B); Construção de um bloco de compósito sobre a superfície hibridizada com cada sistema adesivo com ou sem agente dessensibilizante (C); Secções em séries dos conjuntos dente-restauração (D), Espécime em forma de palito (E); Posicionamento do espécime para a realização do teste de resistência à microtração (F).

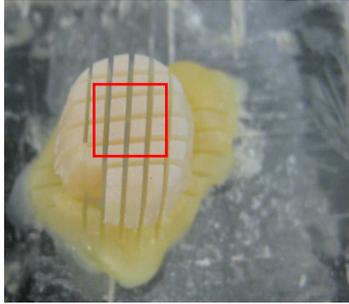


Figura 5 - Bloco de resina seccionado



Figura 6 - "Palitos"

Após o período de armazenamento, os "palitos" foram fixados com cola à base de cianoacrilato (Super Bonder gel - Loctite) em dispositivos padronizados e submetidos ao teste de microtração em máquina universal de ensaio Emic DL 2000, com célula de carga de 50 Kgf e velocidade de 1mm/min até o momento da fratura (Figuras 7 e 8). Os valores médios de cada grupo obtidos durante o ensaio mecânico foram submetidos à análise estatística ANOVA e as médias comparadas pelo Teste Tukey com significância de 5%.

As amostras foram armazenadas em meio seco e posteriormente montadas em *stubs* de alumínio (Figuras 9, 10 E 11), cobertas com ouro e analisadas em microscopia eletrônica de varredura (JEOL, modelo JSM-5800 LV, Tóquio, Japão), operando a 20 Kv, afim de verificar as áreas de fraturas e a morfologia da superfície. Os tipos de fratura foram classificados em: coesiva em dentina; coesiva em resina, adesiva, quando ocorre na interface da união e mista, quando envolvia mais de um tipo de fratura (Tabela 3). As imagens representativas das áreas de fratura são mostradas nas figuras 12 e 13.



Figura 7- "Palito" fixado em dispositivo e posicionado na máquina de ensaio.



Figura 9 – Amostras fraturadas montadas em *stubs*.



Figura 10 – *Stubs* posicionados em aparelho para cobertura em ouro.



Figura 11 – Amostras cobertas com ouro para avaliação no MEV.

## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos nesse estudo foram analisados através de ANOVA two-way e Teste Tukey com nível de 5% de significância. Os valores médios dos grupos foram em MPa: G2 46,48 (8,04), G3 44,87 (11,26), G5 39,02 (13,45), G4 36,95 (7,14), G1 36,66 (10,84) e G6 32,71 (13,83). Observou-se que os valores de resistência da união de Single Bond não foram alterados pela aplicação dos dessensibilizantes. Todavia, para Clearfil SE Bond a aplicação de Aqua Prep F reduziu significativamente os valores de resistência da união em relação ao grupo controle. A aplicação de Bisblock não alterou significativamente os valores de resistência da união. Os valores médios de resistência da união dos grupos estão representados na tabela 2.

Tabela 2 – Valores da resistência da união em MPa; () desvio-padrão

Grupos (n= 20)	Valores da resistência da união em MPa ± desvio-padrão	
	Single Bond	Clearfil SE Bond
<b>Sistema Adesivo</b>		
<b>Dessensibilizante</b>		
<b>Controle</b>	36,66 ±10,84 Aa	36,95 ± 7,14 Aa
<b>BisBlock</b>	46,48 ± 8,04 Aa	39,02 ±13,45 Aa
<b>Aqua Prep F</b>	44,87 ±11,26 Aa	32,71 ±13,83 Ab

Letras diferentes (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) significam diferença estatística ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey. DP ±

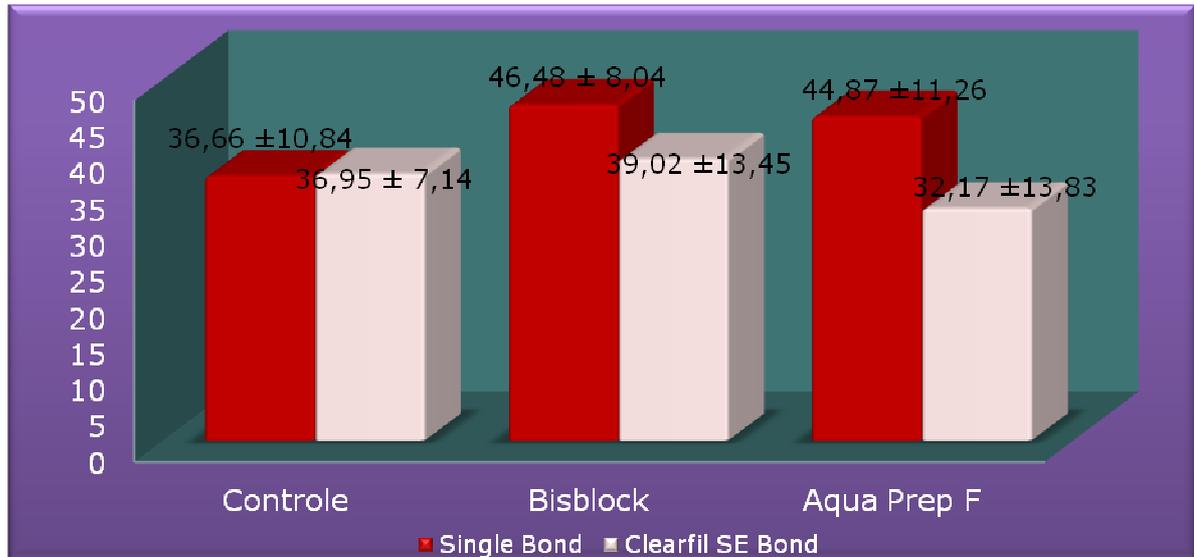


Gráfico 1- Valores da resistência da união (MPa)

De acordo com as análises morfológicas das superfícies fraturadas, foram encontradas fraturas predominantemente mistas em todos os grupos avaliados, seguidas de fraturas do tipo adesiva (ocorridas na interface de união) (Figura 12), conforme mostra a tabela 3. Foi possível observar nos grupos formados pelo sistema adesivo convencional (Single Bond), fraturas na região de base da camada híbrida, com presença de áreas de dentina condicionada e não infiltrada pelo adesivo. Já nos grupos em que se utilizou o sistema adesivo autocondicionante foi observada fratura na região de topo da camada híbrida (Figura 13).

Tabela 3 – Distribuição dos modos de fratura

<b>Grupos</b>	<b>Modos de Fratura</b>			
	<b>Coesiva em resina</b>	<b>Coesiva em dentina</b>	<b>Adesiva</b>	<b>Mista</b>
<b>Single Bond - controle</b>	0	0	4	16
<b>Single Bond + BisBlock</b>	0	0	3	17
<b>Single Bond + Aqua Prep F</b>	0	0	4	16
<b>Clearfil SE Bond - controle</b>	0	0	5	15
<b>Clearfil SE Bond + BisBlock</b>	0	0	4	16
<b>Clearfil SE Bond + Aqua Prep F</b>	0	0	5	15

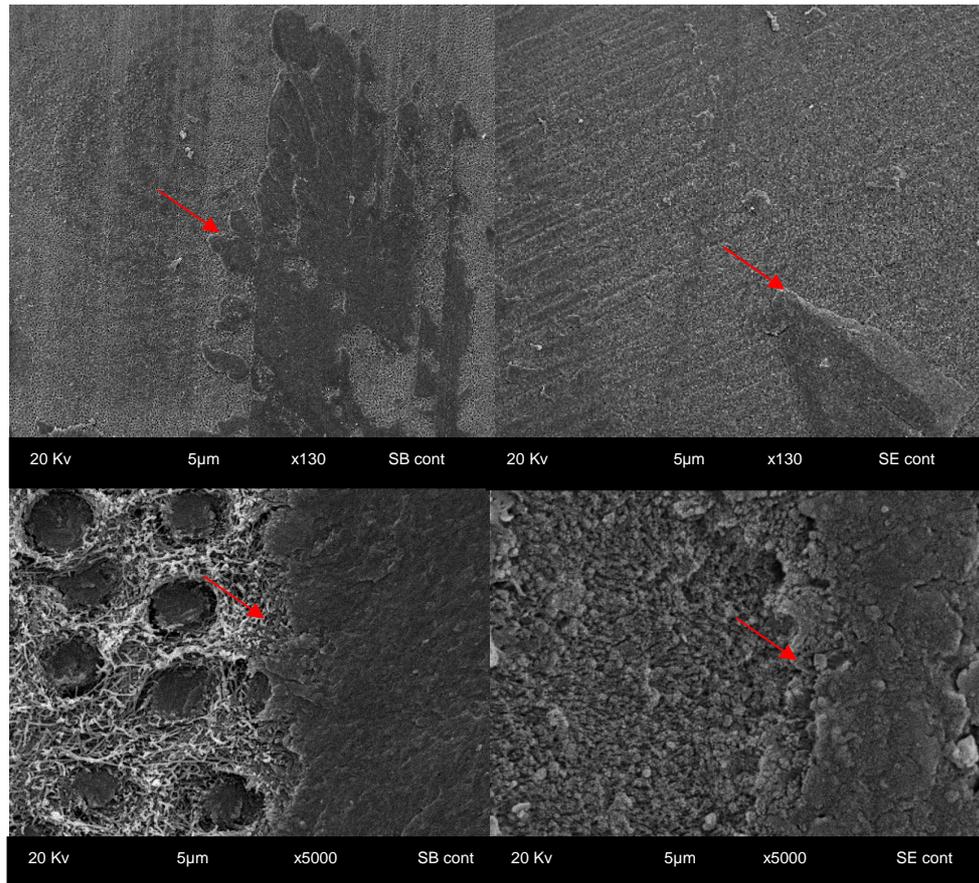


Fig 12- Imagens representativas de fratura do tipo mista em MEV com diferentes aumentos 130x E 5000x. As setas evidenciam diferentes modos de fratura num mesmo corpo-de-prova.

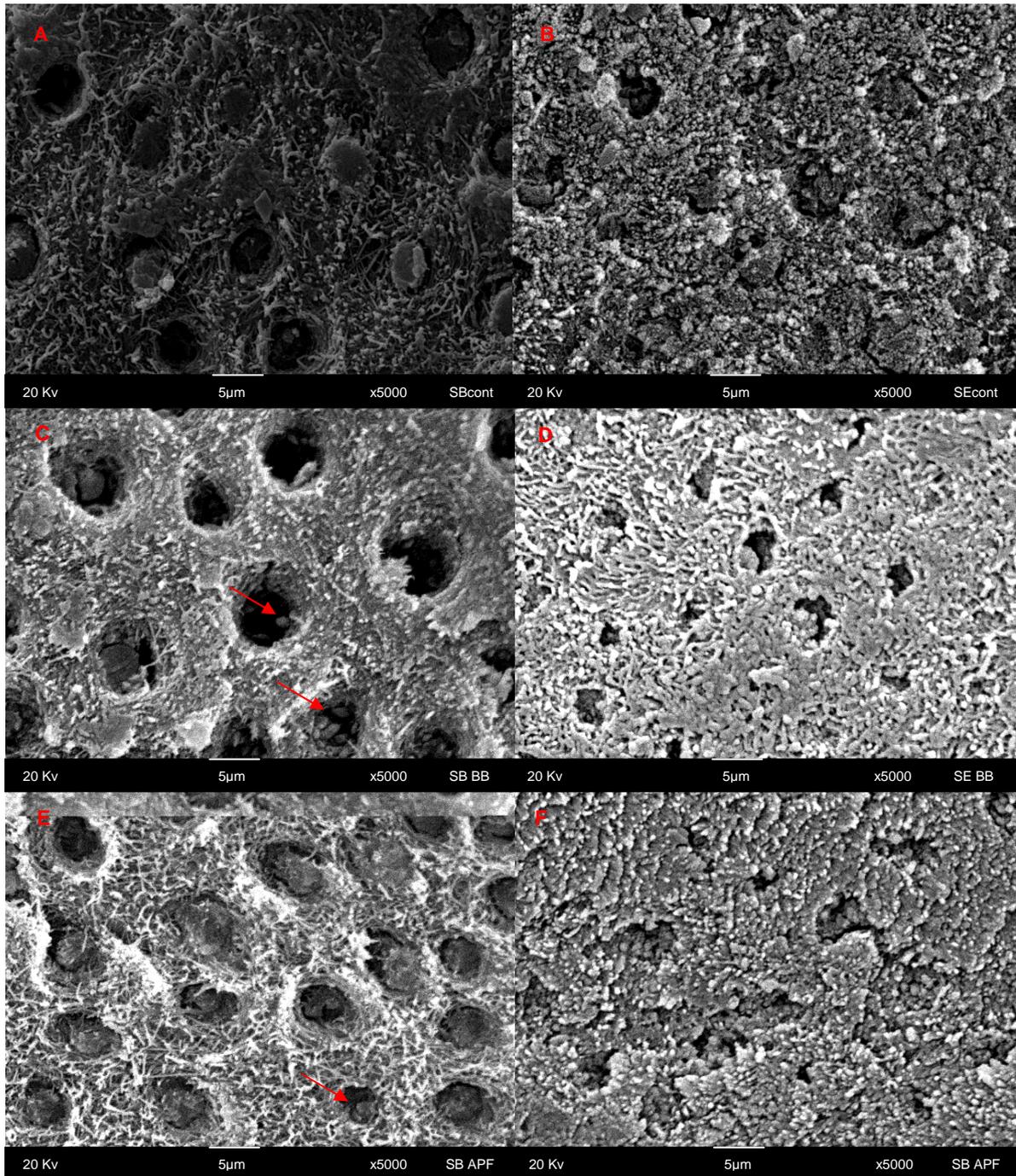


Fig 13- Imagens representativas das áreas de fratura em MEV (X5.000). A)- Observe o padrão de fratura na região de base da camada híbrida; B)- fratura na região de topo da camada híbrida; C)- formação de cristais no interior dos túbulos dentinários (seta); D)- fratura no topo da camada híbrida, E)- presença de cristais na luz dos túbulos (seta); F)- fratura na região de topo da camada híbrida.

## 6 DISCUSSÃO

No presente estudo, foi avaliada a resistência da união de sistemas adesivos convencional e autocondicionante em dentina humana condicionada e tratada com dessensibilizante. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,012$ ) na resistência da união dessa associação de materiais quando comparado aos grupos controle, sendo, portanto, a hipótese nula inicial aceita.

A associação dos dessensibilizantes não causou alteração no comportamento dos sistemas adesivos frente aos testes mecânicos, como observado no gráfico 1. Segundo Acka et al. (2007); Silva et al. (2007); Sadek et al. (2007); Yiu et al. (2005) a capacidade de selamento/obliteração dos túbulos causada pelos dessensibilizantes pode reduzir a permeabilidade dentinária e favorecer a união. Conforme sugerido por Perdigão (2010) essa associação entre os materiais pode minimizar o processo de degradação da camada híbrida e favorecer a longevidade da interface de união. Contudo, Silva et al. (2010) afirmaram que a reprodução de estudos que utilizam a combinação de dessensibilizante e sistemas adesivos é de difícil reprodução, fato que pode interferir na obtenção de resultados. Observaram que apesar dessa associação ter diminuído a resistência da união dos adesivos pesquisados, os dessensibilizantes reduziram a degradação da camada híbrida com o passar do tempo.

É importante observar que os dessensibilizantes selecionados no presente estudo apresentaram compatibilidade com os sistemas adesivos Single Bond e Clearfil SE Bond, que são amplamente utilizados nos procedimentos de união. De acordo com os resultados da tabela 2, a aplicação de dessensibilizantes à base de oxalatos em dentina condicionada com ácido fosfórico a 37% não alterou a resistência da união do sistema adesivo Single Bond (técnica convencional). Esse fato está em concordância com os estudos de Baseggio et al. (2009); Sadek et al. (2007), Tay et al. (2003) que ao utilizarem pré-tratamento com dessensibilizante sobre dentina condicionada não observaram alteração na resistência da união dos sistemas adesivos convencionais e atribuíram o bom desempenho dos

dessensibilizantes como um fator favorável à otimização do procedimento de união. A possível explicação para esse resultado baseia no comportamento ácido dos oxalatos que irão penetrar e reagir com o cálcio da estrutura dental, através de quelação, numa porção mais subsuperficial, o que não interfere no processo de hibridização.

De acordo com a análise morfológica por meio de MEV no presente estudo, foi possível observar, que a formação dos cristais de oxalato não impediu a formação dos *tags* resinosos e, conseqüentemente, o processo de hibridização com o sistema adesivo convencional (Figura 13). Vachiramon et al. (2008) observaram uma redução da resistência da união quando utilizaram o oxalato e sistema adesivo, e sugeriram que o uso associado do oxalato possa ter causado uma interferência negativa na formação da camada híbrida, fato que confronta com os resultados apresentados nesse trabalho.

Quanto à interação dos oxalatos com o sistema adesivo convencional pesquisado, sugere-se que a compatibilidade entre ambos seja a responsável pelo bom desempenho frente aos testes mecânicos, quando associados (tabela 2), conforme observado por Yiu et al. (2005) que verificaram que os oxalatos possuem alta compatibilidade com o adesivo Single Bond, porque esse adesivo apresenta pH menos ácido e reduzida concentração de fluoretos em sua composição química, quando comparado a outros adesivos convencionais, o que não causou interferência na resistência da união do adesivo. Conforme observado em 2003, por Tay et al., o uso de dessensibilizantes à base de oxalatos e sem a presença de monômeros na composição, não foi capaz de alterar a resistência do adesivo convencional pesquisado.

A utilização combinada do dessensibilizante à base de fluoreto e HEMA (Aqua Prep F) não alterou a resistência da união do Single Bond (Gráfico 1). Entretanto, esses resultados discordam de Dündar et al. (2009), que observaram aumento na resistência da união dos sistemas adesivos convencionais de dois e três passos quando associados à dessensibilizantes. Segundo Dündar et al. (2009), o desempenho do agente à base de fluoreto e HEMA foi atribuído à capacidade de infiltração do monômero HEMA em dentina condicionada e a capacidade de reação entre o fluoreto e o cálcio da estrutura dental. No entanto, diferenças entre o tipo de sistemas adesivos pesquisados são encontradas entre os estudos. Quanto à avaliação morfológica em MEV, foram observadas áreas que sugerem a presença

de cristais no interior dos túbulos dentinários, que só poderão ser confirmados por análise dos elementos químicos (EDS). Entretanto, esses achados não afetaram negativamente a hibridização da superfície dentinária; sugerindo compatibilidade entre os materiais (Figura 13).

A associação dos dessensibilizantes à base de oxalato ou fluoreto e HEMA ao sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond não alterou a resistência da união do sistema adesivo, conforme mostra a tabela 2. De acordo com os resultados, o desempenho do Clearfil SE Bond apresentou-se satisfatório, mesmo quando associado aos dessensibilizantes. Esses resultados sugerem que os oxalatos por serem suficientemente ácidos, conseguem remover a *smear layer* e penetrar no interior dos túbulos sem que haja prejuízo na formação da camada híbrida. Em 2008, Huh et al., verificaram que a associação entre autocondicionante e oxalato livre de monômeros na composição promoveram valores de resistência da união similar ao grupo controle (com somente aplicação do adesivo). Já aqueles que continham monômeros, afetavam a formação da camada híbrida, porque formavam uma massa de copolímeros que interferia na reação entre o *primer* autocondicionante e o substrato dental e conseqüentemente enfraquecia a resistência da união do adesivo. Quanto ao uso dos fluoretos, Acka et al. (2007) concluíram que o uso de dessensibilizantes contendo fluoreto reduziu os valores de resistência da união quando comparado ao grupo controle (que utilizaram apenas o adesivo autocondicionante), porque a precipitação de cristais de fluoreto de cálcio nos túbulos dentinários interferiu na infiltração do adesivo autocondicionante. A morfologia das superfícies tratadas com dessensibilizantes e o sistema adesivo autocondicionante observadas por MEV sugerem que tanto oxalatos quanto os fluoretos não interferiram na hibridização, apresentando um padrão de fratura predominantemente na região de topo da camada híbrida (Figura 13).

A utilização associada entre os sistemas adesivos convencional e autocondicionante pesquisados nesse estudo e os dessensibilizantes oxalatos e fluoretos foi capaz de produzir resultados satisfatórios que estimulam a realização de mais estudos sobre os benefícios dessa combinação. A compatibilidade entre esses materiais além de favorecer a obtenção de valores de resistência da união próximos aos encontrados nos procedimentos de união dos grupos controle, pode promover uma maior durabilidade dessa união e conseqüentemente maior longevidade das restaurações, por meio da redução da degradação da camada híbrida.

## 7 CONCLUSÃO

Considerando os fatos apresentados nesse estudo, *in vitro*, foi possível verificar que a utilização de dessensibilizantes sobre a dentina condicionada, previamente à aplicação dos sistemas adesivos convencional Single Bond não interferiu na resistência da união, ao passo que o Clearfil SE Bond apresentou menores valores quando associado ao dessensibilizante Aqua Prep F.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AKCA, T. et al. The effect of desensitizing treatments on the bond strength of resin composite to dentin mediated by a self-etching primer. **Oper Dent**, v. 32, n. 3, p. 451-456. Sept-Oct. 2007.
- 2 ANUSAVICE, K.J. **Phillips- materiais dentários**. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- 3 ARRAIS, C.A.G.; CHAN, D.C.N; GIANNINI, M. Effects of desensitizing agents on dentinal tubule occlusion. **J Appl Oral Sci**. v. 12, n. 2, p. 144-8. 2004.
- 4 BASEGGIO, W. et al. Effect of deproteinization and tubular occlusion on microtensile bond strength and marginal microleakage of resin composite restorations. **J Appl Oral Sci**, v. 17, n. 5, p. 462-6. 2009.
- 5 BUONOCORE , M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v. 34, n. 6, p. 849-853. 1955.
- 6 CARRILHO, M.R. et al. Substantivity of chlorhexidine to human dentin. **Dent Mater**, v. 26, p. 779-85. 2010.
- 7 CARRILHO, M.R. et al. Chlorhexidine preserves dentin bond *in vitro*. **J Dent Res**, v. 86, n. 1, p. 90-94. Jan. 2007.
- 8 DAVIDSON, C.L. Principles of adhesion. In: Dondi dall'Orologio G, Fuzzi M, Prati, C. **Adhesion in restorative Dentistry**. p. 1-4. 1996.
- 9 DIAS, W.R.; PEREIRA, P.N.; SWIFT, E.J. JR. Effect of bur type on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. **J Adhes Dent**. Autumn;6(3):195-203. 2004.
- 10 DE GOES, M. F.; MONTES, M. A. Evaluation of silver methenamine method for nanoleakage. **J Dent**, v. 32, n. 5, p. 391-398. 2004.
- 11 DE MUNCK, J. et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **J Dent Res**, v. 84, n. 2, p. 118-132. 2005.
- 12 DÜNDAR, M. et al. Influence of fluoride-or triclosan- based desensitizing agents on adhesion of resin cements to dentin. **Clin Oral Invest** DOI 10.1007/s/00784-009-0328-7. 2009.
- 13 FU, B. et al. Sealing ability of dentin adhesives/desensitizer. **Oper Dent.**, v.32, n.5, p. 496-503. 2007.

- 14 HUH, J.B. et al. The effect of several dentin desensitizers on shear bond strength of adhesive resin luting cement using self-etching primer. **J Dent**, v. 36, p. 1025-1032. 2008.
- 15 KOASE, K. et al. Effect of bur-cut dentin on bond strength using two all-in-one and one two-step adhesive systems. **J Adhes Dent.** , v.6, n.2, p.97-104. 2004.
- 16 MARANGOS, O. et al. Physico-mechanical properties determination using microscalehomotopic measurements: application to sound and caries affected primary tooth dentin. **Acta Biomater**, v. 5, n.4, p. 1338–1348. May. 2009.
- 17 NAKABAYASHI, N. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, v. 16, p. 265-273. 1982.
- 18 NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. **Hybridization of dental hard tissues**. Japan: Quintessence Publishing Co.;2000, 107 p.
- 19 OGATA, M. et al. Effects of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. **Oper Dent**, v. 26, n.4, p.375-82. Jul-Aug. 2001.
- 20 PASHLEY, D.H. Smear layer: physiological considerations. **Oper Dent**, suppl 3, p. 13-29. 1984.
- 21 PAES LEME, A. F. et al. Occlusion of dentin tubules by desensitizing agents. **Am J Dent**, v. 17, n. 5, p. 368-372. Oct. 2004.
- 22 PERDIGÃO, J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. **Dent Mater**, v. 26, p. e24-37. 2010.
- 23 PINTO, S.C.S. et al. In vitro and in vivo analyses of the effects of desensitizing agents on dentin permeability and dentinal tubule occlusion. **J Oral Scie**, v. 25, n.1, p. 23-32. 2010.
- 24 RUYTER, I.E. The chemistry of adhesive agents. **Oper Dent**, suppl 5, p. 32-43. 1992.
- 25 SADEK, F. T. et al. Tubular occlusion optimizes bonding of hydrophobic resins to dentin. **J Dent Res**, v. 86, n. 6, p. 524-528. 2007.
- 26 SEARA, S. F. et al. The influence of a dentin desensitizer on the microtensile bond strength of two bonding systems. **Oper. Dent.**, v. 27, n. 2, p.154-160. Mar./Apr. 2002.
- 27 SEMERARO, S. et al. Effect of different bur grinding on the bond strength of self-etching adhesives. **Oper Dent**, v.31, n. 3, p. 317-323. May-Jun. 2006.
- 28 SILVA, S. M. A. et al. Effects of a combined application of potassium oxalate gel/adhesive agent on dentin permeability in vitro. **J Adhes Dent**, v. 9, n. 6, p. 505-512. 2007.

- 29 SILVA, S.M.A. et al. Effect of oxalate desensitizer on the durability of resin-bonded interfaces. **Oper Dent**, v. 35, n.6, p. 610-617. 2010.
- 30 SILVA E SOUZA JUNIOR, M.H. et al. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. **J Appl Oral Sci**, v. 18, n. 3, p. 207-14. 2010.
- 31 SHIMADZU, D.; MACHO, G.A. Effect of enamel prism decussation and chemical composition on the biomechanical behavior of dental tissue: a theoretical approach to determine the loading conditions to which modern human teeth are adapted. **The Anatomical Record**, v. 291, p. 175-182. 2008.
- 32 TAY, F.R. et al. Integrating oxalate desensitizers with total-etch two-step adhesive. **J Dent Res**, v. 82, n. 9, p. 703-707. 2003.
- 33 VAN LANDUYT, K.L. et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomater**, v. 28, p. 3757-85. 2007.
- 34 VAN MEERBEEK, B. et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent**, v. 28, n. 3, p. 215-235. 2003
- 35 VAN MEERBEEK, B. et al. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. **J Dent Res**, v.71, p. 1530-40. 1992.
- 36 WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. Bonding to ground dentin by a phenyl-p self-etching primer. **J Dent Res**, v. 73, n. 6, p. 1212-1220. 1994.
- 37 \_\_\_\_\_; NIKAIDO, T.; NAKABAYASHI, N. Effect of adhesion promoting monomers on adhesion to ground dentin. **J Jpn Dent Mater**, v. 9, n. 6, p. 888-893. 1990.
- 38 \_\_\_\_\_. Photocure bonding agents to ground dentin. **J Jpn Dent Mater**, v. 11, p. 955-973. 1992.
- 39 YIU, C. K. Y. et al. Incompatibility of oxalate desensitizers with acidic, fluoride-containing total-etch adhesives. **J Dent Res**, v. 84, n. 8, p. 730-735. 2005.
- 40 YU, X.; et al. Comparative in vivo study on the desensitizing efficacy of dentin desensitizers and one-bottle self-etching adhesives. **Oper dent**, v. 35, n. 3, p. 279-286. 2010.