

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ODONTOLÓGICAS**

**INFLUÊNCIA DA *SMEAR LAYER* NA
PROFUNDIDADE DE DESMINERALIZAÇÃO E NA
ESPESSURA DE CAMADA HÍBRIDA FORMADA POR
SISTEMAS ADESIVOS ATUAIS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Jovito Adiel Skupien

Santa Maria, RS, Brasil, 2010.

**INFLUÊNCIA DA *SMEAR LAYER* NA PROFUNDIDADE DE
DESMINERALIZAÇÃO E NA ESPESSURA DE CAMADA
HÍBRIDA FORMADA POR SISTEMAS ADESIVOS ATUAIS**

por

Jovito Adiel Skupien

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Dentística Restauradora, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Adj. Dr. Alexandre Henrique Susin

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**INFLUÊNCIA DA *SMEAR LAYER* NA PROFUNDIDADE DE
DESMINERALIZAÇÃO E NA ESPESSURA DE CAMADA HÍBRIDA
FORMADA POR SISTEMAS ADESIVOS ATUAIS**

elaborada por
Jovito Adiel Skupien

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências Odontológicas

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Adj. Dr. Alexandre Henrique Susin
(UFSM) (Presidente/Orientador)

Prof^ª. Dra. Alessandra Nara de Souza Rastelli
(UNIARA – FOAr-UNESP)

Prof^ª. Assoc. Dra. Roselaine Terezinha Pozzobon
(UFSM)

Prof. Adj. Dr. Bruno Lopes da Silveira
(UFSM) (Suplente)

Prof^ª. Adj. Dra. Leticia Brandão Durand
(UFSM) (Suplente)

Santa Maria, 24 de fevereiro de 2010.

Dedicatória

*Aos meus pais, Jorge e Neusa...
Mais do que um elo familiar, uma verdadeira amizade,
um exemplo de vida. Talvez nunca
consiga retribuir o tanto que fizeram e fazem por mim.
Por hora, esta pequena demonstração de carinho e afeto.
Amo vocês!!!*

*Ao meu irmão, Jonas...
Meu melhor amigo, confidente, conselheiro....
Sua sinceridade e dedicação servem de exemplo
para que cada dia eu me torne alguém
próximo do que você é...*

*Ao meu amigo Alexandre Henrique Susin,
Uma simples dedicatória não demonstra o quanto sou
grato por tudo que me ensinastes. Que nossas longas
e apreciáveis conversas não terminem, e que nossa amizade
permaneça ao longo de muito tempo.
Meu muito obrigado!!!*

Agradecimentos Especiais

*À Deus e a Nossa Senhora de Schoenstatt,
por proporcionar momentos de
reflexão e sabedoria quando mais precisava.*

*Aos Professores da Disciplina de Dentística,
pela agradável convivência e aprendizado constante
que me proporcionaram.
Meu sincero agradecimento a todos, serei
eternamente grato!*

*À Sarah Reis Puthin, pelo incentivo
e demonstração de afeto desde os primeiros
passos da pós-graduação.
Com certeza foi e continua
sendo muito especial para mim!*

Agradecimentos

Ao Curso de Odontologia da UFSC, pela qualidade de ensino proporcionado durante minha graduação e que durante os dois anos de pós-graduação permitiu uma vivência essencial com os alunos, aumentando o apreço pela docência.

Ao Programa de Pós-Graduação e demais professores, pelo incentivo ao início da carreira acadêmica e pela transmissão de conhecimento ao longo desses dois anos.

Aos colegas, pelos momentos de amizade, confraternização e crescimento intelectual que me proporcionaram, meu imenso carinho a todos.

Aos meus grandes amigos César Dalmolin Bergoli e Ricardo Abreu da Rosa, fundamentais no decorrer destes dois anos. Sabedoria, aprendizado e uma amizade guardada no lado esquerdo do peito.

Aos alunos de graduação, pela confiança depositada. Com certeza sem vocês meu aprendizado não seria possível.

À minha colega Anelise Fernandez Montagner, pelo companheirismo e disponibilidade que foram imprescindíveis para a realização do trabalho.

Ao meu grande amigo Rafael Pilar, pela realização dos desenhos necessários para a qualificação do projeto.

À Dra. Marcela Markezan, pela realização da análise estatística e paciência para transmitir seu grande conhecimento na área.

À Dra. Alessandra Nara de Souza Rastelli, pela abertura das portas da USP e por proporcionar a realização de um trabalho em conjunto. Uma amizade que iniciou recentemente e que com certeza irá permanecer durante muito tempo.

Ao Dr. Aleir Fontana de Paris, pela presteza na realização das microscopias em conjunto, além da transmissão de seus vastos conhecimentos na área.

À Jéssica Dalcin da Silva, pela sua competência frente à secretaria da pós-graduação, tornando mais fácil todos os trâmites necessários durante o curso.

Ao banco de dentes permanentes da UFSM pela doação dos dentes necessários para a realização da pesquisa.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

*Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é
alguém que acredite que ele possa ser realizado.*

Roberto Shinyashiki

Porém, meus sonhos não param por aqui.....

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas
Universidade Federal de Santa Maria

INFLUÊNCIA DA *SMEAR LAYER* NA PROFUNDIDADE DE DESMINERALIZAÇÃO E NA ESPESSURA DE CAMADA HÍBRIDA FORMADA POR SISTEMAS ADESIVOS ATUAIS.

Autor: Jovito Adiel Skupien

Orientador: Alexandre Henrique Susin

Data e Local da Defesa: 24 de Fevereiro de 2010, Santa Maria.

O objetivo do estudo foi avaliar a espessura de camada híbrida e a profundidade de desmineralização produzida por sistemas adesivos aplicados sobre superfícies dentinárias submetidas a diferentes tratamentos. Discos de dentina retirados de 20 dentes terceiros molares humanos livres de cárie foram seccionados, onde a metade foi submetida ao tratamento com lixa 60# e a outra metade com lixa 600#. As amostras foram preparadas para receberem tratamento com os sistemas *self-etching* Adhe SE (AD), Clearfil SE Bond (CL), G Bond (GB) e o sistema *total-etching* Adper Single Bond (SB). Após aplicação, as amostras foram fraturadas e preparadas para a visualização em MEV, onde foi possível analisar a *smear layer* formada por cada lixa, a ação do condicionador e a espessura de camada híbrida formada pelos sistemas adesivos utilizados. Os dados foram analisados através do teste ANOVA, com comparações múltiplas *post hoc* realizadas utilizando teste de Tukey. Correlação entre profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida foi testada através do coeficiente de relação de Pearson. Sistema adesivo e *smear layer* influenciaram na espessura de camada híbrida, onde, os maiores valores encontradas foram para SB e os menores para GB. O ácido fosfórico foi capaz de desmineralizar a dentina mais profundamente, enquanto que GB não promoveu nenhuma desmineralização. Os condicionadores foram mais eficazes sobre *smear layer* delgada. Ficou demonstrada uma correlação direta entre profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida. A *smear layer* é capaz de influenciar a profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida para os sistemas adesivos testados, porém, para o sistema adesivo *total-etching* a camada híbrida independe desta.

Palavras-Chave: Dentina; Adesivos Dentinários; Desmineralização; Camada de Esfregaço; Camada Híbrida.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Post Graduate Program in Dental Science
Federal University of Santa Maria

INFLUENCE OF SMEAR LAYER IN THE DEPTH OF DEMINERALIZATION AND THE THICKNESS OF HYBRID LAYER PRODUCED BY CURRENT ADHESIVE SYSTEMS

Author: Jovito Adiel Skupien

Supervisor: Alexandre Henrique Susin

Date and Local of Defense: February 24, 2010, Santa Maria.

The aim of this study was to evaluate the thickness of hybrid layer and the depth of demineralization produced by adhesive systems applied in dentinal surfaces submitted to different treatments. Dentin slices extracted from 20 caries free human third molars were divided in two groups. One was polished with 60-grit SiC paper while the other was polished with 600-grit SiC. The samples were prepared to receive the treatment with self-etching adhesive systems: Adhe SE (AD), Clearfil SE Bond (CL), G Bond (GB) and total-etching adhesive system Adper Single Bond (SB). After treatment, the samples were fractured and prepared for SEM, to analyze the smear layer produced with each paper, the effect of conditioners and the thickness of hybrid layer produced by adhesives used. The data were analyzed through ANOVA, with multiple comparisons *post hoc* using Tukey's test. Correlation between depth of demineralization and thickness of hybrid layer was tested through Spearman's correlation coefficient. Adhesive system and smear layer influenced the thickness of hybrid layer, where, the highest values were obtained for SB while the lowest, for GB. The phosphoric acid was able to demineralize dentin deeper, whereas GB did not promote any demineralization. The conditioners were more efficient on thin smear layer. It was demonstrated a direct correlation between depth of demineralization and thickness of hybrid layer. The smear layer was able to influence the depth of demineralization and thickness of hybrid layer, however, for the total-etching adhesive system, the thickness of hybrid layer was independent of that.

Keywords: Dentin; Dentin Bonding Agents; Demineralization; Smear Layer; Hybrid Layer.

SUMÁRIO

1. Introdução	12
2. Revisão de Literatura	17
3. Proposição	37
4. Materiais e Métodos.....	38
4.1. Preparo das Amostras.....	38
4.2. Divisão das Amostras.....	40
4.3. Tratamento das Amostras.....	42
4.4. Fratura das Amostras.....	45
4.5. Fixação, Secagem e Metalização.....	45
4.6. Critérios de Avaliação.....	47
4.7. Análise Estatística.....	47
5. Resultados	48
6. Discussão	54
7. Conclusão	60
8. Referências Bibliográficas	61
9. Apêndice	69

1. INTRODUÇÃO

A busca por maior resolutividade estética e de procedimentos rápidos e duradouros torna a odontologia adesiva uma área de extrema importância dentro dos materiais restauradores. Tendo em vista o uso rotineiro de sistemas adesivos, a busca por melhores características destes materiais dentários é um tema sempre atual e de ampla repercussão (DE MUNCK, 2005).

Em virtude de vários sistemas adesivos estarem presentes no mercado atualmente e suas diversas características, algumas classificações foram empregadas, como: quanto ao número de frascos; quanto ao número de passos; quanto a presença de carga; presença de flúor; valor de pH; modo de ativação; entre outros. No entanto, existe uma grande classificação que se refere ao emprego ou não do ácido fosfórico previamente a aplicação do adesivo, chamados de sistemas de condicionamento ácido total (ou sistemas *total-etching*) e sistemas autocondicionantes (ou sistemas *self-etching*) (NAKABAYASHI, 1998; VAN MEERBEEK, 2003).

O mecanismo de interação dos sistemas *total-etching* com os tecidos duros do dente tem sido amplamente difundido, porém, quanto aos sistemas *self-etching*, muitas pesquisas clínicas e laboratoriais vem sendo desenvolvidas visando melhor compreender sua ação e seu desempenho clínico (SANO, 1995; TAY, 2002c; DE MUNCK, 2005b). Desde seu surgimento, por meio de modificações para tornar o primer ácido (WATANABE, 1994a; CHIGIRA, 1994), muitas dúvidas vem surgindo em relação a sua efetividade e a algumas características singulares que estes sistemas apresentam, como o hidrofiliismo e a permeabilidade. Com a aplicação do primer ácido, supõe-se que a desmineralização ocorra conforme o monômero resinoso infiltra-se na dentina adjacente (TAY, 2002a). Para tal, é necessário que o primer dissolva ou se infiltre através da *smear layer*, incorporando-a, e que, além disso, seja capaz de promover uma desmineralização na dentina, fazendo com que a *smear layer*, teoricamente, venha a fazer parte da camada híbrida (TAY, 2001; VAN MEERBEEK, 2003).

A *smear layer* é um composto formado, a partir da instrumentação da cavidade, por partículas de matriz colágena mineralizada, restos dentinários, saliva, sangue e

microorganismos (BOYDE, 1963; BRÄNNSTRÖM, 1984). Tem a capacidade de se aderir levemente às paredes cavitárias com resistência de até 5 MPa (TAO, 1988). A *smear layer* pode reduzir a permeabilidade dentinária em até 86%, mas não é capaz de por si só formar uma barreira impenetrável à produtos derivados de materiais aplicados sobre ela, porém diminui tal difusão em 25-30% (DIPPEL, 1984).

A morfologia da *smear layer* é determinada pelo tipo de instrumento utilizado e substrato no qual é formada (GWINNETT, 1984; SUZUKI, 1988). Possui uma espessura média de 1 a 3µm que permanece aderida à superfície do dente com resistência adesiva suficiente (5MPa) para impedir que seja removida pela limpeza cavitária convencional com soluções neutras, como água ou soro fisiológico (PASHLEY, 1988). Entretanto, essa força não é o suficiente para uma boa adesão entre resina/dentina, restando duas opções para o seu aumento: a remoção da camada de *smear layer* ou a aplicação de agentes capazes de se infiltrar através dela, dissolvendo-a e/ou incorporando-a à interface adesiva.

Watanabe (1990) foi o primeiro a utilizar lixas abrasivas para preparar a superfície, e diferentes espessuras de *smear layer* são resultado da preparação da dentina com lixas de diferentes granulações (WATANABE, 1994b; KOIBUCHI, 2001) diminuindo com lixas que possuem partículas de menor tamanho (KOIBUCHI, 2001). Quando a dentina é preparada com pontas diamantadas, uma espessa *smear layer* é formada, já com a utilização de brocas de aço, a *smear layer* é mais delgada (OGATA, 1999; SPENCER, 2001).

A qualidade de adesão pode ser afetada pelas diferenças na espessura de *smear layer*, e alguns sistemas *self-etching* podem não alcançar a dentina, limitando a capacidade de adesão (PASHLEY, 1997). Sendo assim, alguns *primers* podem não serem capazes de penetrar através de uma *smear layer* espessa (WATANABE, 1990), pois a acidez destes pode ser tamponada pelos componentes minerais da *smear layer* reduzindo a penetração do adesivo e a desmineralização dentinária (ITOU, 1994), comprometendo a resistência de união.

A adesão dentinária sobre a *smear layer* não era bem sucedida antigamente porque os primeiros monômeros não penetravam através da *smear layer* (TAO, 1988). Os *primers* continham ácidos adicionais, como o ácido maleico e o nítrico, para aumentar a acidez dos monômeros resinosos hidrofílicos (CAUSTON, 1989; ERICKSON, 1992). Estes ácidos foram substituídos nos sistemas autocondicionantes por meio do aumento na concentração de monômeros resinosos acídicos, como o *phenil-P* e o MDP (TOIDA, 1995).

Atualmente, embora alguns sistemas autocondicionantes apresentem pH próximo ao do ácido fosfórico (pH<1, considerados agressivos), a grande maioria apresenta como característica um pH moderado ou suave (acima de 1,0 e próximo de 2,0, respectivamente),

mantendo contudo, a capacidade de hibridizar a dentina (TAY, 2001). Os monômeros são responsáveis por proporcionar a acidez necessária ao primer, devido a presença de grupos funcionais ácidos, e podem ser classificados de acordo com sua agressividade: ácido sulfônico > fosfônico > fosfórico > ácido carboxílico > álcool (NISHIYAMA, 2004a; MOSZNER, 2005). Geralmente os monômeros funcionais possuem propriedades hidrofílicas, e podem ser considerados os componentes mais importantes dos adesivos (VAN LANDUYT, 2007b). Uma prova disso é que alguns sistemas adesivos suaves contendo moléculas como 10-MDP (*10-methacryloyloxydecyl dihydrogenphosphate*) e 4-MET (*4-methacryloyloxyethyl trimellitic acid*) demonstraram um mecanismo de união adicional, através de uma adesão iônica entre estes monômeros acídicos e o cálcio da hidroxiapatita (YOSHIDA 2004).

Entretanto, a retenção micro-mecânica ainda é o principal mecanismo de união em odontologia adesiva. A infiltração dos monômeros resinosos nos espaços previamente ocupados por minerais entre a trama de fibras colágena, proporcionada pelo condicionamento ácido da dentina, seguido da polimerização destes, forma uma nova estrutura, denominada camada híbrida (NAKABAYASHI, 1998). A qualidade e a durabilidade desta camada estão diretamente ligadas a uma adequada infiltração resinosa, a um completo recobrimento do colágeno exposto e a uma adequada polimerização. Esses fatores referem-se ao fato de que o colágeno é extremamente suscetível à hidrólise, e uma falha em qualquer um dos passos pode interferir negativamente na capacidade adesiva.

Vários estudos demonstraram que a interface adesiva torna-se enfraquecida ao longo do tempo (BURROW, 1996; HASHIMOTO, 2000; DE MUNCK, 2003). Essa instabilidade pode ser atribuída a porosidades da camada híbrida (WANG, 2003), que se comporta como uma estrutura permeável (TAY, 2002b) proporcionando a hidrólise das fibras colágenas. Ainda existe a possibilidade da nanoinfiltração (SANO, 1995), que são nanoespaços encontrados dentro da camada híbrida. Originalmente acreditava-se que estes espaços eram derivados de uma incompleta encapsulação das fibras colágena, no entanto, recentemente foi acrescentado a esse conceito, a formação desses espaços devido a infiltração de água, e posterior degradação, também chamado de *water-tree* (TAY, 2002c; TAY, 2003b). Estas são formadas através da hidrólise das fibras colágenas ou degradação dos monômeros, ocasionado pela água retida (incompleta evaporação do solvente) (TAY, 2002c) ou pela absorção de água devido as características hidrofílicas dos monômeros e a permeabilidade da camada híbrida (TAY, 2003b). Devido a fatores como estes, a camada híbrida vem sendo descrita como sendo o ponto fraco da adesão (SANO, 1999) e pode ser considerado o “calcanhar de Aquiles” da interface dentina/adesivo (SPENCER, 2001).

Quando utilizamos sistemas adesivos autocondicionantes, a camada híbrida resultante consiste em uma porção superior e outra inferior (WATANABE, 1994b; NIKAIDO, 1995; HAYAKAWA, 1998). A porção superior é resultado da infiltração de resina na *smear layer*, também chamada de *smear layer* hibridizada, já a porção inferior é devido a criação da verdadeira camada híbrida, formada através da desmineralização da dentina (TAY, 2000a). Entretanto, a estabilidade da interface e a resistência de união estão mais relacionadas a criação de uma compacta e homogênea camada híbrida do que pela sua espessura propriamente dita (PERDIGÃO, 2000; BRESCHI, 2008).

Sendo o condicionamento um passo necessário para conseguir a formação da camada híbrida, é importante que a desmineralização seja suficiente para permitir a penetração do adesivo, mas que não seja demasiada ao ponto de deixar zonas não infiltradas e com colágeno exposto (MARSHALL Jr, 1997b). Sistemas autocondicionantes com pH baixo, podem promover alterações micromorfológicas mais severas (TAY, 2001; SKUPIEN, 2010), entretanto, apenas este fator não é decisivo para uma maior profundidade de desmineralização (OLIVEIRA, 2002, GRÉGOIRE, 2005). Embora o valor máximo de pH que uma solução de primer deve apresentar para desmineralizar efetivamente a dentina intacta e formar uma camada híbrida verdadeira seja de 2,8 (TAY, 2000a), este ainda pode proporcionar diferentes níveis de desmineralização devido a influências da concentração do monômero ácido resinoso, do tempo de aplicação, do pKa, da capacidade de molhamento, da concentração de água e da sua viscosidade (NIKAIDO, 1995; NAKABAYASHI, 1996; FERRARI, 1997; OLIVEIRA, 2002; KENSHIMA, 2005).

A água é um componente indispensável dos sistemas autocondicionantes, pois ioniza os monômeros ácidos presentes e resulta em características hidrofílicas (TAY, 2003b; HIRAISHI, 2005), necessárias para que aconteça a infiltração em dentina umedecida. Embora esses sistemas promovam uma desmineralização simultaneamente com a infiltração durante a aplicação do primer ácido (NAKABAYASHI, 1998; VAN MEERBEEK, 2003), estudos micromorfológicos demonstraram que existem discrepâncias entre desmineralização e zonas de penetração do adesivo (TAY, 2002a; WANG, 2004; CARVALHO 2005). Esta região denominada déficit hibridizatório (ou *hiatus*), deixa colágeno exposto e vulnerável a hidrólise (HASHIMOTO, 2000).

Com isso, é extremamente importante verificar a capacidade desmineralizadora que os condicionadores apresentam, àqueles extremamente agressivos podem proporcionar uma grande área desmineralizada que poderá não ser totalmente infiltrada, e meios de controlar este processo devem ser estudados. A maior espessura de *smear layer* pode dificultar tal

processo, devido à capacidade tampão que ela proporciona, sendo assim, acontece sua incorporação ao complexo hibridizado após a polimerização, fazendo com que, teoricamente, a espessura de camada híbrida seja a área desmineralizada somada com a *smear layer* presente no substrato.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com a teoria da hibridização dos tecidos duros dentais sendo descrita por Nakabayashi em 1982, diversos estudos envolvendo esta nova estrutura denominada camada híbrida foram desenvolvidos. Até o início da década de 90, essa era apenas formada com a utilização de sistemas adesivos com condicionamento ácido total, isto é, sistemas nos quais era necessário o uso de um agente ácido como passo separado previamente ao uso do primer/bond, os quais são responsáveis pela remoção da camada de *smear layer*.

Porém, quando Watanabe (1994a) descreveu a incorporação de um agente acídico na composição dos sistemas adesivos, esses se tornaram capazes de promover uma desmineralização em conjunto com a infiltração de monômeros resinosos, proporcionando uma modificação da *smear layer*, fazendo com que essa fizesse parte do complexo hibridizado. A partir disso, surgiu o interesse em estudos relacionados com o uso desses novos sistemas, denominados sistemas autocondicionantes.

Walshaw & McComb, (1994), realizaram um estudo com o propósito de avaliar por meio de microscopia eletrônica de varredura a natureza e a integridade da união entre três sistemas adesivos comerciais e a dentina, sob diferentes condições clínicas e diferentes métodos de condicionamento ácido, com e sem a remoção da *smear layer*. Foram realizadas cavidades classe V nas faces vestibulares e linguais de 16 dentes pré-molares hígidos indicados para extração. Os sistemas adesivos utilizados foram All-Bond 2 (Bisco) - com condicionamento ácido e sem condicionamento ácido, Scotchbond Multi Uso (3M), Scotch Bond 2 (3M) e um grupo controle, utilizando o sistema Enamel Bond (Kulzer), com condicionamento ácido da dentina. Na visualização em microscopia eletrônica de varredura, a interface dentina/adesivo mostrou características peculiares em cada um dos adesivos utilizados, sendo a maior diferença apresentada no mecanismo e qualidade da união. All-Bond 2 utilizado com condicionamento ácido em dentina, apresentou cerca de 75 % das amostras isentas de fenda e a presença de uma camada híbrida de espessura entre 5 e 8 micrometros. O uso do All-Bond 2 sem o condicionamento ácido em dentina promoveu uma união inconsistente, sendo que apenas 40% das amostras apresentaram uma união confiável entre dentina e adesivo. Raramente foi encontrada camada híbrida e *tags* resinosos. A presença de fendas medindo entre 6 e 20 micrometros foram freqüentemente observadas nas interfaces das

paredes pulpares e laterais. No grupo em que o Scotchbond 2 foi utilizado, sem condicionamento ácido da dentina, foi frequente a presença de fenda entre restauração e dente e uma camada aderida de aproximadamente 1 a 2 micrometros de *smear layer* impregnado pelo primer e adesivo. Por outro lado, no grupo em que foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multi Uso, com a prévia aplicação do primer, foi predominante as amostras que apresentaram isenção de fendas e com camada híbrida de espessura de aproximadamente 5 micrometros.

Luz & Garone Neto, (1995), realizaram revisão de literatura acerca da *smear layer*. Os autores esclareceram a formação e composição desta camada, que eles denominaram de esfregaço, e afirmaram que os tampões deste esfregaço, que se formam após a instrumentação da cavidade na entrada dos túbulos dentinários, reduzem a permeabilidade dentinária e todos os fenômenos a ela relacionados como, umidade superficial, sensibilidade pelo deslocamento do fluido dentinário e passagem de substâncias para o interior do complexo dentino-pulpar. Em dentina profunda, a relação dessa camada de esfregaço e a permeabilidade é mais significativa do que em dentina superficial. Os autores defendem que a remoção total da *smear layer* só é aceitável quando for seguida de técnicas restauradoras adesivas que vedem a abertura dos túbulos dentinários.

Shimada et al.(1995) restauraram dentes de macacos utilizando diferentes técnicas de condicionamento ácido seguido da aplicação de sistema adesivo. Após a extração dental, a interface entre resina e dentina foi analisada em microscopia eletrônica de varredura. Todas as técnicas apresentaram camada híbrida, e sua espessura relacionava-se ao tipo de condicionador utilizado e com a profundidade da cavidade. Esse fenômeno ocorreu em virtude da maior presença do fluido dentinário na região, já que esse teria a capacidade de minimizar o efeito do condicionador e até proporcionar o tamponamento pela presença de minerais e proteínas. A capacidade de desmineralização foi maior com o uso do ácido fosfórico 37% e menor com EDTA 3-2. Todos os condicionadores removeram *smear plugs*, permitindo a penetração de resina nos túbulos dentinários, com exceção do primer acídico que não removeu a *smear plug* e sofreu a infiltração pela resina.

Perdigão et al. (1996) avaliaram o efeito de 6 ácidos fosfóricos (AF) em dentina, variando a concentração e o tipo de espessante - AF 10%, AF 10% com sílica, AF 10% com polímero, AF 37%, AF 35% com sílica e AF 32% com polímero. Foi verificado o modo de abertura do túbulo dentinário, sendo presente ou não o aspecto *cuff* peritubular, a presença ou não de uma camada de *smear layer* e sua espessura classificada em espessa ou delgada e por fim foi verificada a formação de *hiatus* (nanoespaço entre área desmineralizada e hibridizada).

De acordo com os resultados, ficou claro que o tipo de espessante pode ser decisivo para o padrão micromorfológico e para a profundidade de desmineralização, uma vez que concentrações similares de ácido fosfórico com componentes distintos promoveram resultados diferentes.

Uno & Finger (1996) realizaram um estudo para verificar a relação entre o condicionamento da dentina com diferentes ácidos e tempos de condicionamento versus profundidade de desmineralização da dentina intertubular e a capacidade de penetração do adesivo na rede de fibras colágenas desmineralizada. A profundidade de desmineralização da dentina foi determinada por dois métodos, o direto e o indireto. No método direto, a quantidade de dentina perdida após o condicionamento ácido foi mensurada com microscópio de luz incidente, enquanto que no método indireto, a espessura da camada híbrida formada foi usada como método de verificação da profundidade de desmineralização. Os resultados demonstraram que a profundidade de desmineralização estava diretamente relacionada a concentração do ácido e ao tempo de condicionamento. Os valores encontrados no método direto e indireto mostram uma uniformidade em relação ao tempo e a concentração do ácido, demonstrando coeficientes de correlação elevados e significativos. Os autores defendem que os métodos utilizados no estudo apresentam vantagens e limitações, sendo que o primeiro é simples e rápido, e não necessita de instrumentos sofisticados, mas limita-se a determinar a profundidade de descalcificação à dentina intertubular, enquanto que o segundo apresenta a vantagem de oferecer a oportunidade de averiguar a agressividade do agente condicionador e a função do primer de molhamento da estrutura desmineralizada e formador de camada híbrida.

Pashley & Carvalho (1997) realizaram uma revisão de literatura para proporcionar um melhor entendimento da estrutura dentinária e descrever a importância da penetração do adesivo na área desmineralizada e nos túbulos dentinários. Várias características desejáveis da restauração como sua qualidade, resistência e longevidade podem sofrer a influência do tipo de condicionamento alcançado, pois esse é capaz de modificar a composição química e as propriedades físicas da dentina.

Marshall Jr. et al. (1997a) investigaram se as taxas de desmineralização são proporcionais a concentração do ácido, se características do condicionamento são dependentes da desmineralização dentinária e se alterações micromorfológicas alcançadas com o ácido fosfórico são comparáveis ao condicionamento com ácido cítrico com pH similar. Discos de dentina polidos sofreram a ação de ácido fosfórico (pH=0,95, 2,0 e 4,0) e ácido cítrico (pH=1,0, 2,15 e 3,4), e foram preparadas para microscopia de força atômica. A dentina

intertubular iniciou rapidamente sua recessão e alcançou um platô em um pequeno intervalo de tempo com soluções condicionadores de pH entre 2,0 e 4,0. Com concentrações maiores, um platô não foi encontrado. As taxas de condicionamento aumentam com a diminuição do pH para ambos os tipos de ácidos utilizados, mas foram maiores com ácido cítrico. No entanto, as características micromorfológicas do condicionamento não foram dependentes apenas do pH.

Youssef et al. (1998) avaliaram em microscopia eletrônica de varredura a profundidade de descalcificação, a camada híbrida e a formação e comprimento de *tags* resinosos utilizando diferentes sistemas adesivos. Os autores utilizaram 20 dentes pré-molares hígidos extraídos por indicação terapêutica e 4 sistemas adesivos: Scotchbond Multi Uso (3M), Super D-Liner II (Sun Medical), Prime & Bond 2,0 (Dentsply) e Clearfil Liner Bond II (Kuraray). A aplicação dos sistemas adesivos e a restauração dos espécimes com resina composta Z 100(3M) foi realizada conforme orientações dos fabricantes. Os resultados obtidos na mensuração da camada híbrida proporcionada pelos sistemas adesivos Scotchbond Multi Uso e Prime & Bond 2.0 e Super D-Liner II foram de aproximadamente 5 micrometros, chegando, em alguns casos, a registrar espessuras de até 10 micrometros, enquanto que o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II apresentou espessuras em torno de 3 micrometros. Em relação ao comprimento e presença de *tags* resinosos, os autores relataram achados de *tags* resinosos de comprimento de 50 a 120 micrometros nos grupos que utilizaram os sistemas adesivos Scotchbond Multi Uso, Prime & Bond 2.0 e Super D-Liner II, enquanto que o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II apresentou os menores comprimentos de *tags*, entre 10 e 15 micrometros. Os sistemas adesivos que utilizam o condicionamento ácido em concentrações elevadas promovem desmineralização relativamente profundas e a camada híbrida apresenta-se mais espessa quando comparada aos sistemas adesivos que não utilizam o condicionamento ácido prévio. Os autores sugerem que o uso de soluções ácidas de baixas concentrações ou não realização de condicionamento ácido tende a ser um novo caminho a seguir.

Tay et al. (2000b) avaliaram o efeito da presença e ausência da *smear layer* na adesão do sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray). Coroas de dentina foram preparadas por meio do polimento com lixas de silicão carbide de granulações 60, 180, 600 e como controle, foi obtida uma superfície livre de *smear layer*, através da criofatura. Os corpos de prova receberam o tratamento com o sistema adesivo e posterior restauração com resina composta. Bastões de 1x1mm foram submetidos a testes de microtração. Foram encontrados altos valores de resistência de união (50 MPa) tanto para espécimes livre de *smear layer* quanto

para as que apresentavam *smear layer*. Foi possível constatar, por meio de microscopia eletrônica de transmissão, uma camada híbrida delgada (400 à 500nm) em dentina fraturada, enquanto que para as espécimes que receberam o tratamento com lixa, a camada híbrida foi mais espessa (1 à 4µm). Os autores concluíram que adesivos *self-etching* criam uma camada híbrida que incorpora *smear layer* e a formação da verdadeira camada híbrida ocorre independente da espessura de *smear layer*.

Tay et al. (2000a) determinaram a profundidade de desmineralização em dentina utilizando vários sistemas autocondicionantes com diferentes valores de pH e avaliaram se a hibridização em dentina com o sistema Clearfil SE Bond pode ser afetada pela variação da espessura de *smear layer*. Clearfil Liner Bond II (Kuraray), Liner Bond 2V (Kuraray) e Clearfil SE Bond (Kuraray) foram aplicados sobre discos de dentina para avaliar o quanto estes sistemas conseguem penetrar na dentina intacta através da *smear layer*. Como controle foi utilizado o sistema All-Bond 2 (Bisco), o qual não faz nenhum condicionamento prévio. Para a segunda parte do estudo, os discos de dentina foram preparados sob diferentes granulações de lixas de silicon carbide e como controle, discos fraturados para que estivessem livres de *smear layer*, sendo os grupos submetidos a aplicação do sistema Clearfil SE Bond. Por meio de microscopia eletrônica de transmissão, foi possível verificar que o sistema All Bond não condicionou através da *smear layer*. Os 3 sistemas *self-etching* condicionaram além da *smear layer* para formar uma camada híbrida em dentina intacta. A aplicação do sistema Clearfil SE sob diferentes rugosidades produziu variadas espessuras de *smear layer* hibridizada, entretanto, a espessura da verdadeira camada híbrida permaneceu constante (0,4 à 0,5µm). Sistemas autocondicionantes criam uma camada híbrida que incorpora *smear layer*. A suspeita de que uma *smear layer* espessa pode interferir na difusão do adesivo na dentina intacta não foi confirmada.

Koibuchi et al. (2001) realizaram estudo com o propósito de avaliar o efeito da *smear layer* na resistência de união utilizando o sistema adesivo autocondicionante Clearfil Liner Bond II (Kuraray). As amostras, primeiramente divididas em dois grupos, foram preparadas com lixas d'água de granulação 180 no grupo 1, secas com ar e em seguida realizada a aplicação do sistema adesivo, e, no grupo 2, as amostras receberam o mesmo tratamento após a aplicação da lixa d'água de granulação 600, originando uma superfície mais polida. Os resultados mostraram que o grupo 1 obteve uma média de resistência de união à tração de 10,0 MPa, enquanto que o grupo 2, apresentou média de 28,5 MPa, sendo considerada diferença estatisticamente significativa. Segundo os autores, os achados revelam que o preparo da amostra com lixa de granulação 600 para o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II produz

uma excelente resistência de união à tração e evidenciou que o sistema adesivo autocondicionante pode simplificar os procedimentos de adesão pela utilização da *smear layer*.

Tay & Pashley (2001) avaliaram a agressividades dos sistemas adesivos em dentina. Discos foram preparados por meio do polimento da superfície dentinária e alocados em 3 grupos diferentes, onde, o primeiro sofreu a ação da lixa de granulação 60, o segundo grupo da lixa de granulação 600 enquanto que o terceiro foi criofaturado para estar livre da presença de *smear layer*. Foram utilizados 3 sistemas adesivos: Clearfil Mega Bond (Kuraray), Non-Rinse Conditioner e Prime&Bond NT (Dentsply) e Prompt L-Pop (ESPE), totalizando 9 sub-grupos. Após a aplicação dos sistemas adesivos, os espécimes foram preparados e visualizados em microscopia eletrônica de transmissão. Para o grupo do sistema Mega Bond, foi encontrado uma camada híbrida entre 0,4 e 0,5 μ m de espessura e tanto a *smear layer* quanto a *smear plug* faziam parte do complexo hibridizado. Para o grupo do sistema adesivo Non-rinse Conditioner/Prime&Bond NT, a camada híbrida média ficou entre 1,2 e 2,2 μ m. Neste grupo, a *smear layer* e *smear plug* foram dissolvidas quando o condicionador foi aplicado na superfície preparada com lixa 600, porém no subgrupo de lixa 60, aquelas ficaram retidas e fizeram parte do complexo hibridizado. Para o grupo do Prompt L-Pop a média de espessura de camada híbrida foi 2,5 – 5,0 μ m, e todos seus subgrupos tiveram tanto a *smear layer* quanto a *smear plug* dissolvidas. Os autores classificaram os sistemas adesivos em suaves, moderados e agressivos, dependendo da capacidade de desmineralização da dentina e penetração na *smear layer*. Também afirmaram que os sistemas mais agressivos formam uma camada híbrida com espessura similar aos sistemas com condicionamento ácido total.

Spencer et al. (2001) determinaram a estrutura molecular da *smear layer* formada por brocas de aço carbide e pontas diamantadas, condicionada com ácido fosfórico durante 15 segundos ou 0,5M de EDTA durante 4h. Foram visualizados aspectos associados com componentes orgânicos que eram amplamente diminuídos e picos de minerais foram evidentes utilizando espectroscopia micro-Raman em intervalos de 1 μ m. O espectro demonstrou que o colágeno dentro da *smear layer* é desorganizado, mas não desnaturado. Os resultados estabeleceram uma evidência clara que o colágeno da *smear layer* não é removido pelo condicionamento ácido e que minerais residuais estão presos no colágeno desnaturado e gelatinizado.

Pashley & Tay (2001) utilizaram Clearfil Mega Bond (Kuraray), Non-Rinse Conditioner e Prime&Bond NT (Dentsply) e Prompt L-Pop (ESPE) para a verificação da

agressividade dos condicionadores em esmalte. As faces vestibulares e oclusais de pré-molares foram utilizadas para a observação em microscopia eletrônica de varredura. Estas sofreram a ação dos condicionadores dos sistemas adesivos e tiveram como controle um grupo condicionado com ácido fosfórico 32%. Para análise em microscopia eletrônica de transmissão, o sistema adesivo foi aplicado conforme o fabricante preconiza e posteriormente recebeu uma camada de adesivo sem carga (D/E Bonding Resin, Bisco). No grupo controle, foram aplicadas 5 camadas de All Bond 2 já misturado para posteriormente receber a camada de adesivo sem carga inorgânica. Também foi avaliado a resistência de união por meio do teste de microtração, para tal os espécimes receberam 2 incrementos de resina composta Z100 (3M ESPE) depois de ter sido executada a técnica adesiva. O padrão de condicionamento do esmalte aprismático (análise em microscopia eletrônica de varredura) e a morfologia da camada híbrida (análise em microscopia eletrônica de transmissão) variaram de acordo com a agressividade dos sistemas autocondicionantes. Clearfil Mega Bond apresentou o padrão de condicionamento mais suave, enquanto o Prompt L-Pop exibiu um padrão semelhante ao adquirido com o grupo controle. A força de união à microtração foi similar nos três sistemas autocondicionantes, mas menor que a obtida com o grupo de condicionamento ácido total. Os autores afirmaram que os três sistemas autocondicionantes apresentaram baixas forças de união ao esmalte e não encontraram relação entre grau de agressividade e resistência de união em esmalte.

Miyazaki et al. (2002) analisaram a interface adesiva através de espectroscopia Raman a laser. O propósito do estudo foi investigar a composição química da camada híbrida. Os sistemas adesivos Mac Bond II (Tokuyama Co.) e Single Bond (3M ESPE) foram aplicados em superfície dentinária de incisivos inferiores bovinos conforme cada fabricante preconiza. Posteriormente, os dentes foram seccionados paralelamente aos túbulos dentinários, polidos e preparados para a espectroscopia. A camada híbrida foi identificada como sendo uma zona onde acontece uma transição gradual de quantidade de material resinoso. No sistema Single Bond, ficou evidente uma pobre saturação de monômeros resinosos na porção de dentina desmineralizada. Os autores concluem que a composição da camada híbrida formada não foi homogênea, e o grau de impregnação de resina foi diferente entre os dois sistemas adesivos utilizados.

Tani & Finger (2002) investigaram o efeito da *smear layer* na resistência de união de três adesivos *all-in-one* com diferentes valores de pH. Superfícies dentinárias foram preparadas com lixas de silicon carbide de granulação 80, 180, 240, 320, 400, 600, 4000 e pontas diamantadas super grossas, grossas, médias, finas e extrafinas. A espessura de *smear*

layer foi mensurada por meio de microscopia eletrônica de varredura e após a aplicação dos adesivos AC Bond (Heraeus) - pH 2,1 -, AQ Bond (Sun Medical) - pH 2,5 - e Prompt L-Pop (3M ESPE) - pH 1,1 - a resistência de união foi avaliada através de ensaio de cisalhamento. O aumento da espessura de *smear layer* está diretamente relacionado com a maior granulação de lixa e das pontas diamantadas empregadas. Com uma *smear layer* entre 0,9mm e 2,7mm, os três sistemas adesivos foram efetivos.

Tay et al. (2002b) testaram a resistência de união de sistemas adesivos *all-in-one* após sua aplicação em dentina umedecida e desidratada. Também foi avaliado após a espera para a polimerização por um determinado período e imediatamente após a aplicação do adesivo. Como controle, foi utilizado um sistema *total-etching* de dois passos. Em dentina hidratada, o retardamento da polimerização não alterou o grupo controle, mas diminuiu a resistência de união para todos os sistemas autocondicionantes. Em dentina desidratada, este fenômeno não foi observado. Por meio de análise em microscopia eletrônica de varredura, foi possível verificar pequenos vazios ao longo da interface, glóbulos de resina e pequenos *blisters* nas amostras em dentina umedecida, com adiamento da polimerização e onde foram utilizados sistemas *all-in-one*. Ficou constatado que sistemas adesivos de passo único parecem agir como membranas semi-permeáveis, que permitem a difusão de água provinda da dentina.

Oliveira et al. (2002) investigaram as características do condicionamento de um primer acídico e de uma solução de ácido fosfórico, ambas com o mesmo pH. A avaliação aconteceu por meio de utilização de microscopia de força atômica. Discos de dentina preparados com uma zona de referência ácido-resistente receberam a aplicação de dois condicionadores com $\text{pH} \approx 1,94$. As mudanças de profundidade de condicionamento foram mensuradas depois de cada intervalo de aplicação em 15 lugares diferentes. A desmineralização total foi visualizada com microscopia eletrônica de varredura. O condicionamento em dentina peritubular e intertubular foi linear e maior com o uso do primer acídico. Os autores afirmaram que a desmineralização dentinária parece ser afetada por outros fatores adicionais ao pH.

Macari et al. (2002) avaliaram através de microscopia eletrônica de varredura a interface de três sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE), Optibond (Kerr) e Denthesive Bond II (Kulzer). Os adesivos e suas respectivas resinas compostas foram aplicados no terço cervical do canal radicular de incisivos e caninos humanos. As amostras foram cortadas longitudinalmente afim de expor a interface adesiva. Os dois primeiros sistemas apresentaram algumas características similares, como: camada híbrida homogênea e penetração de resina na dentina inter e peritubular. No terceiro sistema, os túbulos dentinários não foram abertos e a *smear layer* não foi removida. As camadas híbridas revelaram padrões

distintos, sugerindo que a hibridização é influenciada por muitos fatores e que a padronização do substrato dentinário é impossível.

Tay et al. (2002a) avaliaram através de microscopia eletrônica de transmissão a extensão da penetração de um corante na interface adesiva de 4 sistemas adesivos (Imperva Fluoro Bond - Shofu, UniFil Bond – GC Corp., ABF system - Kuraray e AQ Bond – Sun Medical) restaurados com resinas compostas preparadas com diferentes concentrações de HEMA/água (100% HEMA, 90% HEMA – 10% água e 75% HEMA – 10% água). Superfícies dentinárias aplainadas receberam o tratamento de acordo com o grupo de estudo, onde posteriormente foram seccionadas para se obter discos de 0,8mm. Os discos foram selados com esmalte de unha, deixando exposta apenas a interface adesiva, e imersos em AgNO₃ por 24h. Todos os grupos apresentaram padrões de nanoinfiltração. Em virtude dos tipos de sistemas adesivos utilizados e as diversas concentrações dos compósitos estudados, foi possível verificar que a nanoinfiltração não é necessariamente causada por disparidades entre profundidade de desmineralização e infiltração de monômeros resinosos. Pode acontecer um aumento da permeabilidade dentro da matriz resinosa polimerizada, na qual a água não foi removida adequadamente, resultando em regiões de incompleta polimerização e/ou formação de hidrogel.

Oliveira et al. (2003) verificaram a influência da *smear layer* na adesão comparando um sistema adesivo autocondicionante e um com condicionamento ácido total. Para tal, os autores abrasionaram superfícies de dentina com diferentes lixas, brocas e uma pasta para polimento. Foram utilizados dois sistemas adesivos, Single Bond (3M ESPE) e Clearfil SE Bond (Kuraray), os quais sofreram avaliações por meio do ensaio de resistência ao cisalhamento e pela porcentagem de abertura de túbulos dentinários pelos seus respectivos condicionadores. Além desses métodos, a *smear layer* foi mensurada e sua rugosidade avaliada. A resistência ao cisalhamento foi maior quando o sistema Clearfil foi empregado. Houve uma diminuição da resistência ao cisalhamento com o aumento da abrasividade no grupo autocondicionante. A rugosidade e espessura de *smear layer* variaram de acordo com o agente abrasivo. A abertura dos túbulos pelo condicionador do sistema Clearfil depende da rugosidade e da espessura de *smear layer*, sendo semelhante entre os grupos de lixas com granulação 240 e 320 e broca carbide. Os autores sugerem o uso do sistema Clearfil *in vivo* quando se utiliza brocas carbide em preparos cavitários, e para estudos *in vitro* com o sistema Clearfil recomendam a utilização de lixas de granulação 320 para simular a utilização de brocas carbide.

Em uma revisão de literatura publicada em 2003a, Tay e Pashley fizeram um levantamento bibliográfico para verificar o quanto hidrofílico os sistemas adesivos estão se tornando, para assim diminuir o número de passos no uso de sistemas adesivos, o que significaria em um aumento na qualidade na adesão. Os autores concluíram que a simplificação dos passos não melhora a qualidade ou a durabilidade da união, pelo contrário, em virtude da hidrofiliidade dos sistemas, esses absorvem água através da camada híbrida, que pode contribuir para a degradação da interface adesiva. Os autores sugerem o recobrimento dessa camada hidrofílica por um adesivo hidrofóbico.

Wang & Spencer (2003) determinaram a qualidade e a estrutura molecular da interface adesiva formada com presença de umidade quando comparada com adesivo infiltrado em dentina desmineralizada produzida sob uma condição controlada. Discos de dentina de terceiros molares humanos foram utilizados. Os discos foram descalcificados em solução de EDTA 0,5M à 25°C por 7 dias, seguido de desidratação em graus ascendentes de etanol. Após a desidratação, metade dos discos foram imersos em adesivo Single Bond (3M ESPE) durante 72h em ambiente completamente isento de luz e posteriormente polimerizados para se obter uma ótima hibridização, enquanto que a outra metade foi submetida a adesão na presença de umidade, as instruções do fabricante foram reproduzidas em cada situação. Os discos foram preparados para espectroscopia micro-Raman. Os resultados sugerem que sob condições de umidade a interface adesiva não é uma área colágeno/polímero impenetrável, mas uma rede porosa. A composição dessa rede é predominantemente colágeno e HEMA, com uma menor contribuição de BisGMA, sugerindo que esta molécula infiltra-se apenas em uma fração do total da área desmineralizada.

De Munck et al. (2003) publicaram um estudo no qual 4 sistemas adesivos de condicionamento ácido total (Optibond Solo – Kerr, Scotchbond 1 – 3M ESPE, Optibond Dual Cure – Kerr e Scotchbond Multi Purpose – 3M ESPE) receberam um desafio a degradação em água durante 4 anos, sendo os dois primeiros adesivos de 2 passos e os dois últimos de 3 passos. Esses foram divididos em 3 subgrupos nos quais a força de microtração foi observada após 24hr de imersão em água, 4 anos de imersão em água (protegido pelo esmalte) e 4 anos de imersão em água e com a interface adesiva exposta. De acordo com os resultados, os autores afirmam que a interface adesiva formada por adesivos *total-etching* é propensa a degradação pela água, sistemas de dois passos são mais suscetíveis a degradação do que os de três passos e o esmalte dental protege a interface adesiva contra a degradação.

Bouillaguet (2004) realizou uma revisão com o propósito de apresentar informações sobre os riscos biológicos e as conseqüências que a utilização de sistemas adesivos podem

ocasionar. Casos de dor pós-operatória, inflamação pulpar com o passar do tempo, reações apoptóticas, efeitos imunológicos locais, reações alérgicas e até mesmo efeitos carcinogênicos foram reportados. Tais exemplos de citotoxicidade ou de incompatibilidade biológica são considerados raros, mas podem acontecer. Estes efeitos podem ser reduzidos por um correto preparo cavitário, uma adequada seleção do adesivo utilizado, um alto grau de conversão por parte do adesivo e até mesmo uma maneira de polimerização que diminua a tensão gerada. O autor ainda conclui que a quantidade de dentina remanescente pode ser essencial para se obter um sucesso clínico, mas que infelizmente apenas estudos *in vitro* não são capazes de testar a resposta pulpar ao longo dos anos.

Yoshida et al. (2004) utilizaram três monômeros funcionais ácidos e investigaram a possibilidade de interação com hidroxiapatita sintética. Para a análise, foram utilizados espectroscopia de raio-x, espectrometria de absorção atômica e microscopia eletrônica de transmissão. As moléculas utilizadas foram o 4-MET, *phenyl-P* e 10-MDP. Ficou estabelecida uma interação química entre os monômeros funcionais e o cálcio da hidroxiapatita. Embora todos os grupos apresentaram interação, a maior e mais estável foi alcançada com a utilização do 10-MDP, seguido do 4-MET e *phenyl-P*, sendo que esta se apresentou instável na presença de água.

Tay et al. (2004) testaram *in vivo* a redução na permeabilidade dentinária por meio do uso de 4 sistemas com condicionamento ácido total. Preparos para coroas protéticas foram realizados em dentes humanos vitais. Single Bond (3M ESPE), Excite DSC (Ivoclar Vivadent), Prime e Bond NT Dual-Cure (Dentsply) e One-Step (Bisco) foram aplicados após o condicionamento com ácido fosfórico. Moldagens com polivinil siloxano foram realizadas antes e após a aplicação do ácido. Depois de 7-10 dias, os provisórios foram retirados e novas moldagens foram feitas. Réplicas com resina epóxi foram preparadas e visualizadas em microscopia eletrônica de varredura. Evidências de fluido dentinário proveniente de áreas próximas à polpa foram encontrados em todas as amostras. O controle (réplica realizada antes do condicionamento ácido) apresentou um número menor de áreas de transudação do fluido. Tal fenômeno também foi observado após a retirada dos provisórios. Ficou constatado que adesivos *total-etching* de passo único tornam-se membranas permeáveis após a polimerização, dessa forma, não promovem um completo vedamento em dentina profunda, o que pode resultar em sensibilidade pós-operatória e interferir na polimerização de cimentos resinosos utilizados posteriormente.

Em 2004, Oliveira et al. conseguiram demonstrar que o agente ácido de um sistema autocondicionante permanece agindo mesmo após sua polimerização. Para tal, foi utilizado o

sistema Clearfil SE Bond (Kuraray), e como controle, um ácido fosfórico com o mesmo pH do sistema adesivo. No grupo 1, discos de dentina foram hibridizados, restaurados e postos em uma incubadora durante 5 minutos, 2 horas e 12 horas. Já no grupo 2, após a aplicação do primer, os corpos de prova foram colocados na incubadora para somente após os períodos já mencionados receberem a camada de adesivo e a respectiva restauração. O teste eletrônico de dureza foi realizado por meio de microscopia de força atômica, além da visualização em microscopia eletrônica de varredura para uma melhor observação da região hibridizada. A análise dos resultados demonstraram que existe uma zona de dentina desmineralizada abaixo da camada híbrida formada pelo Clearfil que não foi completamente infiltrada pelos monômeros resinosos, o que pode colocar em risco a adesividade.

Carvalho et al. (2005) demonstraram que podem ocorrer discrepâncias entre a profundidade de desmineralização e profundidade de infiltração resinosa em sistemas autocondicionantes. Para tal, foram analisados 9 adesivos disponibilizados comercialmente e um adesivo experimental. Discos de dentina foram retirados de terceiros molares humanos e preparados com lixa de granulação 180 que foram hibridizados pelos sistemas adesivos conforme cada fabricante preconiza. Todos os grupos receberam uma camada de resina composta (Epic-TMPT, Parkell Inc.) e foram imersos em solução de nitrato de prata durante 24 horas. Os espécimes foram preparados para a visualização em microscopia eletrônica de transmissão. Observou-se a infiltração de prata em espaços interfibrilares nos sistemas adesivos Xeno III, iBond, Brush & Bond, Clearfil SE Bond, Clearfil Protect Bond e no adesivo experimental. Os sistemas mais agressivos apresentaram uma brusca transição entre dentina desmineralizada e dentina mineralizada e não obtiveram a camada infiltrada por nitrato de prata. Ficou estabelecido que existe uma zona desmineralizada que não foi infiltrada por resina abaixo da camada híbrida formada por alguns sistemas autocondicionantes, o que indica que o conceito atual de que todos os sistemas *self-etching* têm a mesma extensão de profundidade de desmineralização e grau de infiltração não pode ser aplicado a todos os adesivos dessa categoria.

Hiraishi et al. (2005) verificaram a influência da concentração de água na composição de *primers* em sua agressividade e capacidade de união. Foram utilizados 5 *primers* experimentais nas seguintes proporções resina-água-álcool: 9-0-1, 8-1-1, 7-2-1, 5-4-1 e 3-6-1. A superfície dentinária foi aplainada perpendicularmente ao eixo principal do dente e os *primers* foram aplicados sob forma ativa durante 20 segundos, seguido de um breve jato de ar para posteriormente receber o agente adesivo Fluoro-Bond (Shofu Inc.). Com a finalização da etapa adesiva, os corpos de prova foram restaurados com resina composta Beautiful (Shofu

Inc.) e preparados para o teste de microtração e para a visualização em microscopia eletrônica de transmissão. A maior espessura de camada híbrida foi alcançada com concentração de água de 60%. Para a resistência de união, os maiores valores foram encontrados com a proporção 7-2-1. Foi demonstrado que um aumento significativo de água na composição dos *primers* não promove uma melhor qualidade na hibridização e é necessário haver um balanço entre água (necessária para a ionização dos monômeros acídicos) e resina.

Por meio da análise da força coesiva, Reis et al. (2005) avaliaram a influência da espessura de *smear layer* na adesão imediata e ao longo de 6 meses de sistemas *self-etching* em dentina. Foram utilizados corpos de prova de dentina, onde a metade foi polida com lixa de silicão carbide de granulação 600 enquanto que a outra metade foi submetida a lixa de granulação 60. Esses então foram divididos aleatoriamente em 5 grupos, de acordo com o sistema adesivo: Clearfil SE Bond (Kuraray), Optibond Solo Plus (Kerr), Tyrian (Bisco), Single Bond (3M ESPE) e Scotchbond Multi Purpose Plus (3M ESPE). Após a aplicação dos adesivos, os espécimes foram restaurados com resina composta Z 250 (3M ESPE) e mantidos em água destilada durante 24 horas. Passado esse tempo, os corpos de prova foram seccionados longitudinalmente onde uma metade foi testada imediatamente por meio do teste de microtração enquanto que a outra permaneceu em água durante seis meses para após esse período ter sua resistência de união avaliada. Os sistemas adesivos também tiveram a sua força coesiva medida. Os resultados demonstraram que a *smear layer* não foi significativa para o teste de resistência de união. A força de união diminuiu após os seis meses, com exceção do Scotchbond Multi Purpose Plus. Em relação ao teste de microtração, Tyrian apresentou a menor média de resistência de união e de força coesiva, enquanto o Scotchbond obteve os melhores resultados. Os autores concluem que a eficácia dos sistemas autocondicionantes parecem não depender da *smear layer* e devido a realização de regressão linear, foi verificado que existe uma relação entre resistência de união e força coesiva, sendo então possível prever a performance de sistemas *self-etching* por meio dessa.

Van Landuyt et al. (2005) investigaram a importância da separação de fases na efetividade de adesão de sistemas autocondicionantes de passo único. Para tal, foram estudados sistemas autocondicionantes de um passo iBond (Heraeus-Kulzer) e de dois passos Clearfil SE Bond (Kuraray) e Unifil Bond (GC Corp.), juntamente com adesivos experimentais os quais variavam o tipo de solvente utilizado e o modo de aplicação. Foi comparada a interação adesivo/dentina através da utilização de microscopia eletrônica de transmissão, a homogeneidade através de microscópio óptico e a força de resistência de união através do teste de microtração. A análise em microscopia eletrônica de transmissão revelou

que os espécimes preparados com adesivo experimental contendo etanol e acetona estavam cheios de bolhas, ao contrário do mesmo preparado com HEMA. A utilização de um forte jato de ar nos adesivos reduziu o número de bolhas, e dentre os adesivos comerciais, somente o iBond apresentou essa imperfeição. Todos os sistemas apresentaram uma camada híbrida entre 0,5 e 1,0 μ m, sem muita formação de *tags* e com alguns minerais residuais presentes. Em relação à resistência de união, todos os sistemas experimentais obtiveram valores estatisticamente semelhantes, assim como o iBond, mas obtiveram piores desempenho que os sistemas Clearfil SE Bond e Unifil Bond. Desde que sistemas de um passo, livres de HEMA, foram lançados no mercado, as combinações hidrofílicas/hidrofóbicas ficaram muito complexas, o que pode proporcionar uma baixa efetividade da adesão. Ao mesmo tempo, o uso de um forte jato de ar pode remover substancialmente a quantidade de solvente, aumentando a qualidade de adesão, mas somente com estudos *in vivo* isto poderá ser comprovado.

Grégoire & Millas (2005) investigaram diferenças micromorfológicas no complexo hibridizado formado por 10 sistemas adesivos *self-etching* por meio de microscopia eletrônica de varredura e a influência do pH do primer desses sistemas. Discos de dentina foram retirados de 100 dentes terceiros molares humanos hígidos. Os discos receberam tratamentos de acordo com o sistema adesivo utilizado, e posteriormente, foram preparados para a visualização em microscopia eletrônica de varredura. Espessura de camada híbrida, presença ou ausência de espaços na interface adesiva e abertura dos túbulos dentinários foram as principais diferenças encontradas, e essas estavam relacionadas a composição dos sistemas adesivos. O pH não foi um fator determinante na ação condicionante dos sistemas *self-etching*.

De Munck et al. (2005a) realizaram uma revisão de literatura com a intenção de discutir o processo de degradação *in vivo* da interface adesiva, procurando estudos que pudessem explicar este fenômeno e encontrar estudos laboratoriais que possam prever a durabilidade da adesão *in vivo*. Os autores concluíram que os adesivos são sensíveis ao fenômeno de fadiga mecânica, mas que o fator que mais afeta a durabilidade *in vivo* é a hidrólise dos componentes da interface (colágeno e resina), dessa forma, o método mais adequado para avaliar a degradação *in vitro* é a estocagem dos espécimes em água. Realizando uma comparação entre sistemas adesivos atuais, foi evidenciado que o padrão-ouro dos adesivos em termos de durabilidade são os sistemas com condicionamento ácido total e com dois frascos, sendo que qualquer tipo de simplificação no procedimento resulta em

perda de efetividade. Apenas o adesivo autocondicionante de dois passos se aproximou do padrão-ouro e esse possui alguns benefícios clínicos adicionais.

Kenshima et al. (2005) mensuraram a capacidade tampão de sistemas adesivos autocondicionantes e avaliaram o efeito da espessura de *smear layer* na formação de fendas e na resistência de união desses adesivos. Terceiros molares humanos foram seccionados, onde uma metade foi submetida ao polimento com lixa 60, enquanto que a outra metade foi submetida à lixa 600. Após a aplicação dos sistemas adesivos, os dentes foram restaurados com resina composta Z250 (3M ESPE). Depois de 24h, bastões foram confeccionados ($0,8\text{mm}^2$) onde previamente ao teste de microtração, foi mensurada a largura das fendas por meio do uso de um estereomicroscópio com magnificação de 400x. O fator sistema adesivo influenciou a resistência adesiva. Espessura de *smear layer* e adesivos influenciaram na formação de fendas. Fendas mais largas foram encontradas em *smear layer* mais espessa e sistemas adesivos agressivos apresentaram menor espessura de fendas.

Shinohara et al (2006) compararam o padrão de condicionamento de nove sistemas adesivos autocondicionantes comparando com o condicionamento com ácido fosfórico 35% e 34% em esmalte intacto e abrasionado. Vinte e dois terceiros molares humanos foram seccionados nas direções méso-distal e vestibulo-lingual com a finalidade de conseguir quatro fragmentos por dente. Metade das amostras foram polidas com lixa de granulação 600, enquanto que a outra metade foi mantida intacta. Os fragmentos foram colocados aleatoriamente em 22 grupos, de acordo com o tipo de esmalte e sistema adesivo. Após o condicionamento, as amostras foram preparadas para visualização em microscopia eletrônica de varredura. Para ambos os tipos de esmalte, o condicionamento com ácido fosfórico 34% e 35% foi mais profundo e homogêneo do que o alcançado com os demais sistemas, exceto para o Tyrian SPE. Os condicionadores foram mais eficazes em superfícies de esmalte abrasionadas. A maioria dos sistemas adesivos autocondicionantes é menos agressivo que o ácido fosfórico e seus efeitos condicionadores são reduzidos em superfícies de esmalte intacto.

Kenshima et al. (2006) avaliaram o efeito dos condicionadores dentais com diferentes graus de acidez de sistemas autocondicionantes, aplicados sobre *smear layer* espessa e delgada, na formação de *tags* resinosos e camada híbrida. Vinte e sete molares tiveram a superfície oclusal exposta, seguido da realização de secção para a obtenção de duas metades, onde uma sofreu a ação de lixa com granulação 60, enquanto que a outra foi polida com lixa 600. Quatro sistemas adesivos foram avaliados: Clearfil SE Bond (Kuraray), Optibond Solo SE e Solo Plus (Kerr Orange), Tyrian SPE e Step Plus (Bisco) e ScotchBond Multi Purpose

Plus (3M ESPE). Para a verificação dos *tags* e da camada híbrida, após a aplicação dos adesivos, os espécimes foram restaurados com resina composta Z 250 (3M ESPE) e a dentina foi descalcificada com ácido clorídrico e hipoclorito de sódio para uma melhor visualização dos *tags*. Todos os espécimes foram observados em microscopia eletrônica de varredura. Quando o primer do adesivo Clearfil foi aplicado sobre *smear layer* espessa, esta foi parcialmente removida. A formação de *tags* ocorreu em diferentes densidades e diâmetros e a maior espessura de camada híbrida foi obtida pelos sistemas Tyrian e ScotchBond. Apenas o sistema com condicionamento ácido total ScotchBond produziu *tags* em alta densidade e com distribuição uniforme, independente da espessura de *smear layer*. A infiltração dos monômeros resinosos foi incompleta para todos os sistemas autocondicionantes, mas ficou mais evidente onde o Clearfil foi aplicado sobre *smear layer* espessa. A espessura de *smear layer* parece não influenciar na espessura de camada híbrida.

Van Landuyt et al. (2007a) pesquisaram a ocorrência e a origem dos *droplets* formados na interface adesiva de sistemas adesivos *all-in-one*. Dois sistemas contendo HEMA e um sistema livre de HEMA foram aplicados sobre superfícies de esmalte e dentina e polimerizados imediatamente e após 20 minutos. Todos os grupos exibiram *droplets* na interface adesiva, entretanto, suas origens foram diferentes. No sistema livre de HEMA, os *droplets* estavam localizados na linha adesiva e foram estáveis em número ao longo do tempo. Nos sistemas contendo HEMA, os *droplets* foram observados exclusivamente na interface adesivo/resina, e o seu número aumentou significativamente quando a polimerização foi atrasada. Os autores concluíram que a origem dos *droplets* no sistema livre de HEMA pode ser em virtude do fenômeno de separação de fases, enquanto que nos sistemas ricos em HEMA, pode ser resultado da absorção de água provinda da dentina pela osmose.

Sattabanasuk et al. (2007) utilizaram diferentes métodos de preparação da superfície dentinária e observaram seus efeitos na formação da *smear layer* e na resistência de união. No estudo, os sistemas adesivos OptiBond FL (Kerr) e Clearfil SE Bond (Kuraray) foram aplicados em superfícies de dentina preparadas com: lixas de granulação 120, 400, e 1200 e pontas diamantadas médias, finas e broca carbide. Uma parte dos espécimes foram preparados para o teste de microtração, enquanto que outra parte foi levada para a visualização em microscopia eletrônica de varredura com a finalidade de verificar a *smear layer* formada após a preparação da superfície dentinária e após a aplicação do condicionador de cada sistema. Apesar do grupo preparado com brocas carbide ter apresentado os menores valores de resistência de união para os dois sistemas adesivos utilizados, não há associação significativa entre método de preparação da superfície de dentina e resistência ao teste de microtração. As

observações em microscopia eletrônica de varredura demonstraram que as superfícies preparadas com pontas diamantadas tendem a apresentar uma *smear layer* mais compacta e que o ácido fosfórico promoveu uma completa remoção tanto de *smear layer* quanto de *smear plug* enquanto que o primer ácido do Clearfil removeu a *smear layer* mas deixou alguns remanescentes de *smear plugs* nos túbulos dentinários. Os autores concluem que o método de preparação da superfície da dentina afeta as características da *smear layer* e a topografia da superfície de dentina, promovendo efeitos na força de adesão. A densidade da *smear layer* pode comprometer a capacidade de união de sistemas adesivos mais do que sua espessura, principalmente nos sistemas autocondicionantes.

Aguilar-Mendoza et al. (2008b) avaliaram a capacidade de molhamento de sistemas adesivos aplicados sobre superfície de dentina coberta e livre de *smear layer*. Foram utilizados três sistemas adesivos autocondicionantes e um sistema com condicionamento ácido total: Clearfil SE Bond (Kuraray), Adhe SE (Vivadent), Xeno III (Dentsply) e Single Bond (3M ESPE), respectivamente. Para obtenção do grupo livre de *smear layer*, os espécimes foram submetidos ao polimento seguindo a seguinte seqüência: lixas de granulação 240, 500, 2000, 4000 e posteriormente pasta para polimento de 1,0, 0,3 e 0,05 μ m de alumina, enquanto que o outro grupo foi submetido apenas ao polimento com lixas de silicão carbide de granulação 500. A capacidade de molhamento dos sistemas adesivos foi mensurada por meio do ângulo de contato medido com o auxílio do aparelho *Axisymmetric Drop Shape Analysis-Diameter*. A resistência de união foi medida através do teste de *push-out*. Foram encontrados valores de molhamento dentinário similares entre todos os sistemas mesmo na presença de *smear layer*. Os sistemas Xeno III e Adhe SE apresentaram uma capacidade de molhamento um pouco menor em dentina livre de *smear layer*. Os autores concluíram que a capacidade de molhamento é semelhante entre adesivos autocondicionantes e com condicionamento ácido total e que a *smear layer* tem pouca influência nessa propriedade nos sistemas *self-etching*. Também ficou evidente que a resistência de união não foi sensível a presença de *smear layer* e que parece não haver uma relação entre capacidade de molhamento e resistência de união.

Santini & Miletic (2008) quantificaram a desmineralização dentinária, a penetração de monômeros e o grau de conversão de sistemas adesivos autocondicionantes (Adhe SE e Adhe SE One – Ivoclar Vivadent) e de um sistema com condicionamento ácido total (Excite – Ivoclar Vivadent) utilizando espectroscopia micro-Raman. Superfícies dentinárias foram aplainadas com o uso de lixas de granulação 600. Após a aplicação do sistema adesivo e polimerização, os dentes foram seccionados com o objetivo de produzir 4 *slices* de

aproximadamente 1mm de espessura e levados para a espectroscopia. A profundidade de desmineralização apresentou a seguinte ordem: Excite>Adhe Se>Adhe SE One. Essa mesma ordem foi encontrada para o grau de conversão dentro da linha adesiva e na camada híbrida. Os três sistemas adesivos apresentaram discrepâncias entre profundidade de desmineralização e penetração do adesivo.

Susin et al. (2008) avaliaram por meio de microscopia eletrônica de varredura o efeito de diferentes condicionadores dentais na micromorfologia dentinária. Para tal, foi utilizado ácido fosfórico, condicionadores dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray) e iBond (Heraeus Kulzer) e um grupo controle que não sofreria nenhum tipo de tratamento. Após o condicionamento das superfícies, os espécimes foram preparados para visualização em microscopia eletrônica de varredura. No grupo controle, toda superfície estava coberta de *smear layer* e os túbulos dentinários estavam completamente obliterados, enquanto que no grupo do ácido fosfórico a superfície ficou completamente limpa e os túbulos totalmente abertos. Já nos grupos dos sistemas autocondicionantes, os túbulos ficaram ocluídos ou parcialmente ocluídos. O condicionador do sistema Clearfil foi mais efetivo na remoção da *smear layer* e na formação do aspecto *cuff* peritubular. A conclusão foi de que a morfologia dentinária não é apenas determinada pela agressividade do agente ácido, já que não existiu um padrão morfológico.

Eliguzeloglu et al. (2008) compararam a interface adesiva formada por três sistemas adesivos aplicados em dentina esclerosada, utilizando duas técnicas diferentes, por meio da utilização de microscopia eletrônica de varredura. Trinta e dois pré-molares com lesão cervical não cariada foram utilizados. Os dentes foram aleatoriamente colocados em oito grupos: G1 – Dentina esclerosada + Single Bond; G2 – Remoção da dentina esclerosada com ponta diamantada + Single Bond; G3 – Dentina esclerosada + Clearfil SE Bond; G4 – Remoção da dentina esclerosada com ponta diamantada + Clearfil SE Bond; G5 – Dentina esclerosada + Xeno III; G6 – Remoção da dentina esclerosada com ponta diamantada + Xeno III; G7 – Remoção da dentina esclerosada com ponta diamantada + condicionamento com ácido fosfórico 37% + Clearfil SE Bond; G8 – Remoção da dentina esclerosada com ponta diamantada + condicionamento com ácido fosfórico 37% + Xeno III. Os dentes foram seccionados com a finalidade de expor a interface adesiva e preparados para visualização em microscopia eletrônica de varredura. A maior espessura de camada híbrida encontrada foi no sistema adesivo Single Bond e aumentou em todos os sistemas adesivos quando a dentina esclerosada foi removida com a utilização de pontas diamantadas. Para os sistemas

autocondicionantes, a aplicação do ácido fosfórico previamente a utilização do adesivo fez com que a camada híbrida aumentasse.

Bitter et al. (2009) compararam o uso de microscopia eletrônica de varredura e microscopia confocal na avaliação da espessura de camada híbrida e no número de túbulos dentinários penetrados com resina em dentina radicular. Após a cimentação de pinos de fibra de vidro nos canais de incisivos centrais superiores com cimento resinoso químico, foi realizado cortes nas raízes, afim de se obter pequenos *slices*, onde estes seriam preparados para as avaliações microscópicas. Os autores verificaram que os dois tipos de microscopias são capazes de proporcionar uma boa visualização da camada híbrida e da penetração dos túbulos pela resina. Entretanto, para informações mais detalhadas, a microscopia confocal seria mais vantajosa.

Bortolotto et al. (2009) quantificaram a espessura de *smear layer* após a aplicação de três sistemas autocondicionantes em esmalte e dentina preparados com pontas diamantadas e de tungstênio com e sem spray de água. Utilizando o sistema Adper Prompt L-Pop (3M ESPE) e mais dois sistemas experimentais, esses foram aplicados sobre as superfícies de acordo com grupo de estudo. As amostras foram preparadas para a visualização em microscopia eletrônica de varredura. Independente do tipo de procedimento de finalização, a *smear layer* formada em esmalte foi maior. A *smear layer* diminui após a aplicação dos sistemas adesivos experimentais (pH 2,5 e 1,8) e não foi visualizada após a aplicação do sistema Adper Prompt L-Pop (pH 0,8). O modo de finalização da produção de *smear layer* não foi significativo. Os autores concluem que as diferenças na espessura de *smear layer* em esmalte e dentina podem ser um fator importante a ser considerado quando a eficácia na adesão de sistemas adesivos autocondicionantes é avaliada.

Skupien et al. (2010) avaliaram o efeito de condicionadores dentais na micromorfologia dentinária e na espessura de camada híbrida obtidas utilizando quatro sistemas adesivos autocondicionantes e um sistema com condicionamento ácido total. Discos de dentina foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado (Single Bond - 3M ESPE, Adhe SE – Ivoclar Vivadent, G Bond – GC Corp., Adper Prompt L-Pop – 3M ESPE e Tyrian SPE – Bisco). As amostras foram subdivididas em dois grupos: micromorfologia (onde apenas o respectivo condicionador foi utilizado) e espessura de camada híbrida (onde o sistema foi aplicado conforme recomendação do fabricante e restaurados com resina composta, seguido da secção transversal afim de expor a interface adesiva). As amostras foram avaliadas em microscopia eletrônica de varredura. O sistema adesivo agressivo (Adper Prompt L-Pop) apresentou a maior espessura de camada

híbrida enquanto que o sistema adesivo suave (G Bond) apresentou o menor valor. Os padrões micromorfológicos encontradas foram distintos. Os autores concluíram que não há uma aparente correlação do pH dos condicionadores com a espessura de camada híbrida, porém, quanto mais ácidos estes forem, maiores são as alterações na micromorfologia dentinária que eles promovem.

3. PROPOSIÇÃO

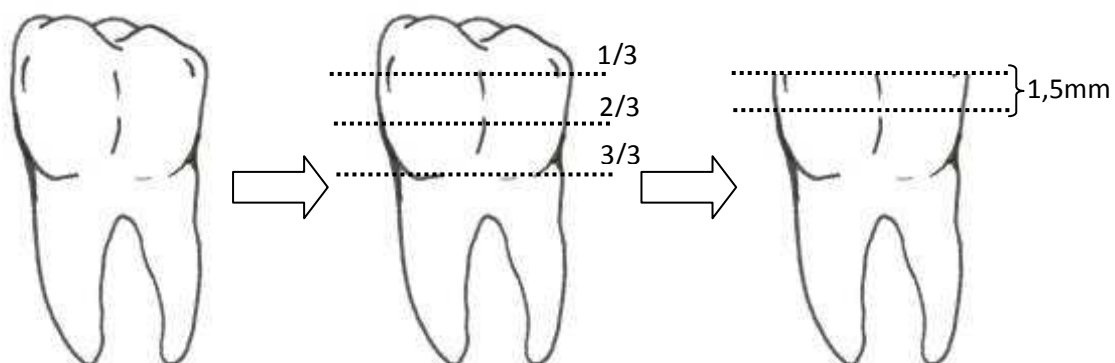
- Avaliar a espessura de *smear layer* formada por lixas de silicon carbide de diferentes granulações;
- Avaliar a profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida formada por 4 sistemas adesivos sobre diferentes espessuras de *smear layer*;
- Estabelecer uma correlação entre espessura de *smear layer*, profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, foram utilizados 20 dentes terceiros molares humanos hígidos obtidos no banco de dentes permanentes humanos da UFSM (Projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM). Os dentes foram lavados, limpos com curetas McCall e ficaram armazenados em solução aquosa de tymol 0,5%, para desinfecção, até o momento da utilização no estudo.

4.1. Preparo das amostras

Foi realizada uma secção transversal completa da coroa, na altura do terço médio. Com a dentina exposta, destacou-se, de cada uma das coroas, um disco de dentina de 1,5mm de espessura (Esquema 1). Os discos foram divididos ao meio, onde cada hemi-disco foi dividido em 3 partes iguais através da demarcação com canaletas. Na face inferior da amostra, foi realizado um sulco no sentido méso-distal com o intuito de delimitar as fendas posteriormente criadas, sendo duas em cada divisão. Os cortes e as demarcações foram realizadas na máquina de corte Isomet 1000 (Buehler Lake Bluff, IL, EUA) (Figura 1), com disco diamantado de 0,3 mm (Extec Corp., Enfield, CT, EUA) em 250 rpm. (Esquema 2)

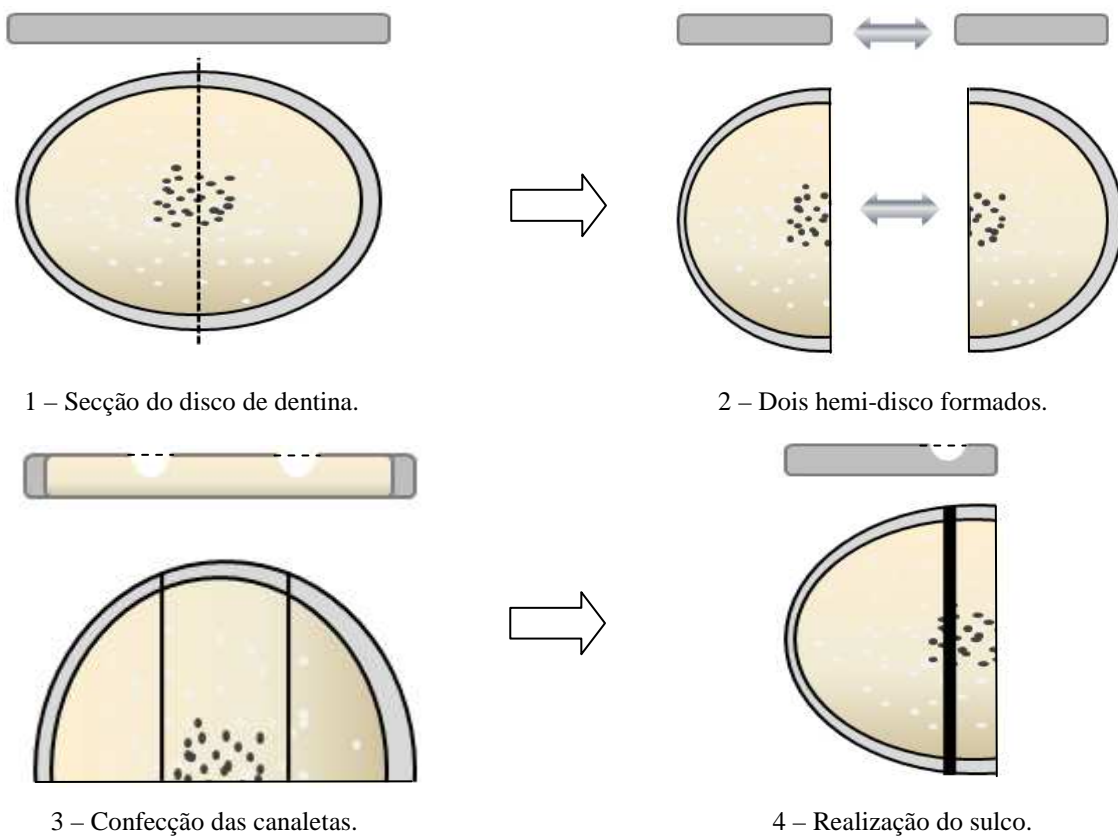


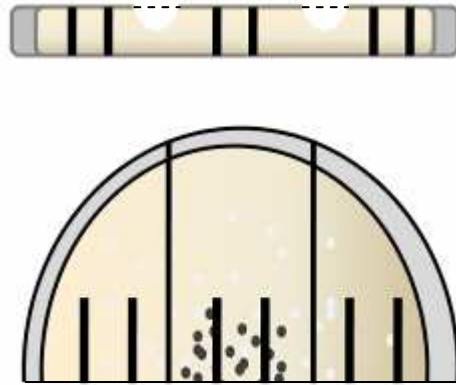
Esquema 1: Obtenção dos discos de dentina.



Figura 1 – Máquina de corte Isomet 1000

Esquema 2: Secção do corpo de prova e criação de sulcos e canaletas. As partes superiores de cada desenho representam uma visualização lateral, enquanto que as partes inferiores, uma vista oclusal.





5 – Após a criação das fendas, a amostra está finalizada.

4.2. Divisão das amostras

As amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos (60# e 600#). Um grupo recebeu padronização da *smear layer* por meio do uso de lixas de silicon carbide (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) 60# (*smear layer* espessa), enquanto que o outro sofreu a ação de lixas 600# (*smear layer* delgada) (TAY, 2001). A padronização ocorreu com auxílio de uma politriz circular mecânica Arotec (Arotec S.A. Indústria e Comércio, Ribeirão Preto, SP, Brasil) (Figura 2) em 500 rpm durante 60 segundos e sob irrigação constante. As amostras foram colocadas aleatoriamente em subgrupos, nos quais correspondem ao sistema adesivo utilizado. (Tabela 1) (Esquema 3)

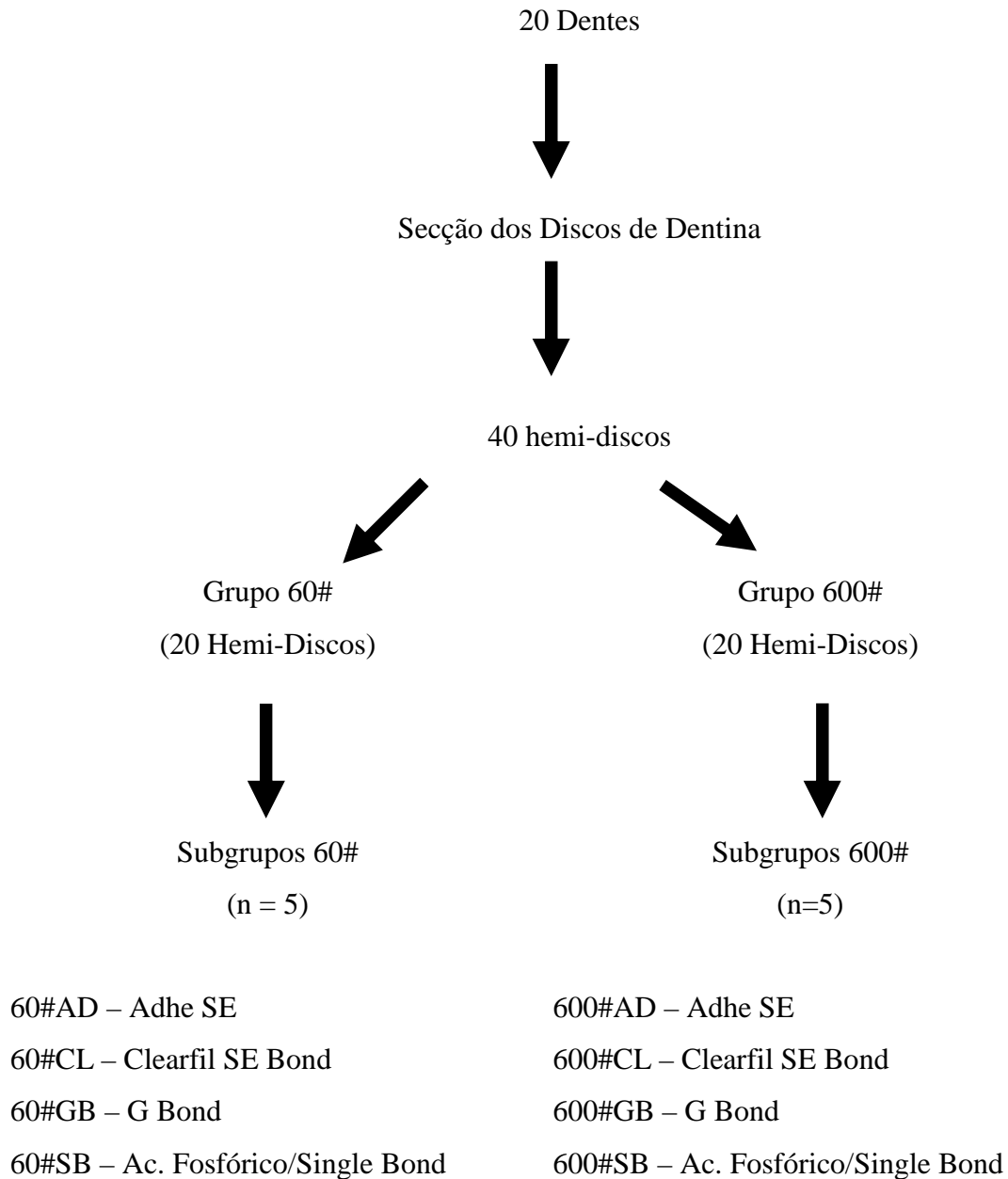


Figura 2: Padronização da *smear layer* em politriz

Tabela 1: Sistema Adesivo – Distribuição dos subgrupos, fabricantes, pH, características e composição.

Subgrupo	Fabricante	pH	Característica	Composição
Adhe SE - AD Lote: K47959	Ivoclar Vivadent – Liechtenstein	1,7	Sistema adesivo autocondicionante de dois passos	<u>Primer:</u> Di-metacrilatos, acrilato de ácido fosfônico, iniciadores, estabilizadores e água. <u>Bond:</u> HEMA, di-metacrilatos, dióxido de silício, iniciadores e estabilizadores.
Clearfil SE Bond – CL Lote: 51759	Kuraray – Japão	1,9	Sistema adesivo autocondicionante de dois passos	<u>Primer:</u> MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, dietanol-p-toluidine, canforoquinona e água. <u>Bond:</u> MDP, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilato hidrofóbico, sílica coloidal silanizada, dietanol-p-toluidine e canforoquinona.
G Bond – GB Lote: 0502151	GC Corp – Japão	2,0	Sistema adesivo autocondicionante de passo único	4 MET, UDMA, água, acetona, sílica e fotoiniciador.
Ácido fosfórico 37%/ Adper Single Bond – SB Lote: 8RT	3M ESPE – EUA	0,5	Sistema adesivo simplificado de condicionamento ácido total	<u>Ácido Fosfórico 37% Gel:</u> Emulsificante, sílica, corante e ácido fosfórico. <u>Adesivo:</u> HEMA, Bis-GMA, Di-metacrilatos, fotoiniciadores co-polímeros do ácido, poliacrílico, co-polímero do ácido itacônico, água e álcool.

HEMA, 2-hydroxyethyl methacrylate; MDP, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; Bis-GMA, bisphenol A diglycidylmethacrylate; 4 MET, Ácido 4-metacriloxietil trimetílico; UDMA, uretano dimetacrilato.



Esquema 3: Formação dos grupos e subgrupos.

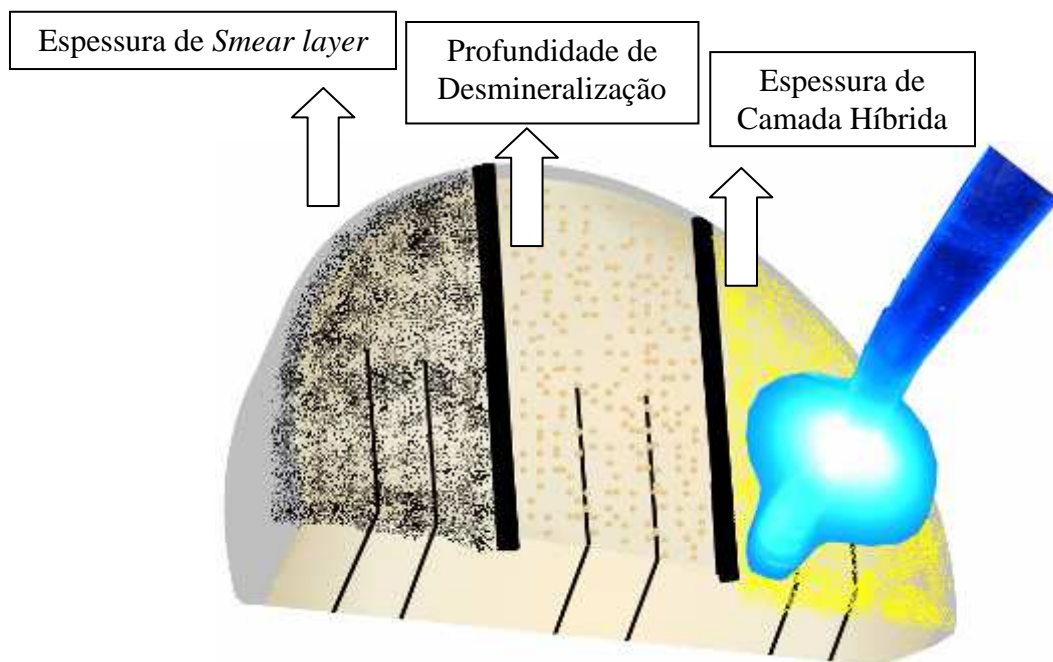
4.3. Tratamento das amostras

As amostras foram fixadas em placa de vidro com o auxílio de uma fita adesiva dupla face para facilitar a aplicação do sistema adesivo e para uma melhor visualização dos sulcos e canaletas. Como foi realizada a divisão da amostra em três partes iguais, a primeira não sofreu nenhuma ação do sistema adesivo, e foi utilizada para a mensuração da *smear layer*. A divisão

central sofreu a ação apenas do condicionador dentinário respectivo ao seu grupo, seguido da imersão em etanol para remoção de resíduos (OLIVEIRA, 2002) e posterior lavagem com spray ar/água em abundância, onde, posteriormente, foi verificada a profundidade de desmineralização. A terceira região foi submetida à aplicação do sistema adesivo conforme preconizado pelo fabricante e fotopolimerizada com LED Olsen (Olsen Ind. e Com. S/A – Palhoça – SC – Brasil) (Figura 3), com uma intensidade de 800 mW/cm^2 , para a visualização da camada híbrida (Esquema 4). A técnica de aplicação de cada sistema adesivo está descrita na tabela 2.



Figura 3 – Fotopolimerizador Olsen



Esquema 4: Forma de tratamento a qual cada divisão foi submetida.

Tabela 2: Sistema adesivo e técnica de aplicação.

Sistema Adesivo	Técnica de Aplicação
Adhe SE	<p>Aplicação do primer sob atrição durante 15 segundos;*</p> <p>Repouso de 10 segundos;*</p> <p>Secagem com forte jato de ar;*</p> <p>Aplicação do adesivo;</p> <p>Leve jato de ar;</p> <p>Fotopolimerização por 10 segundos.</p>
Clearfil SE Bond	<p>Aplicação do Primer;*</p> <p>Repouso por 20 segundos;*</p> <p>Secagem levemente com ar;*</p> <p>Aplicação do adesivo;</p> <p>Leve jato de ar;</p> <p>Fotopolimerização por 10 segundos.</p>
G Bond	<p>Aplicação do primer/adesivo durante 10 segundos;*</p> <p>Repouso de 10 segundos;*</p> <p>Aplicação de jato de ar vigoroso durante 5 segundos;*</p> <p>Fotopolimerização por 10 segundos.</p>
Ácido fosfórico 37% / Adper Single Bond	<p>Aplicação do ácido durante 15 segundos;*</p> <p>Limpeza com spray ar-água durante 30 segundos;</p> <p>Aplicação de duas camadas de primer/adesivo;</p> <p>Aplicação suave de jato de ar comprimido;</p> <p>Fotopolimerização por 10 segundos.</p>

*Recursos utilizados para a divisão central das amostras.

4.4. Fratura das amostras

Para a observação longitudinal da dentina em microscopia eletrônica de varredura - MEV -, as amostras foram fraturadas entre as fendas em cada divisão. A fratura aconteceu com o auxílio de um porta-agulha de ponta fina, tracionando lateralmente, afim de expor a interface adesiva. (Desenho 1)



Desenho 1: Método de fratura das amostras.

4.5. Fixação, secagem e metalização

As amostras fraturadas foram submetidas à fixação por imersão em solução de glutaraldeído 2,5 em 0,1 M de cacodilato de sódio tamponado durante 6 horas e, em seguida, submetidas à secagem química em graus ascendentes de etanol, 50%, 5 minutos, 75%, 5 minutos, 90%, 5 minutos e 100%, durante 3 horas. Posteriormente foram imersas em solução

de HMDS (*hexamethyldisilazane*) por 10 minutos, colocadas em um filtro de papel e secas em temperatura ambiente (PERDIGÃO, 1996; MONTES, 2005).

A seguir, foram submetidas à metalização com liga de ouro-paládio em metalizadora Desk II Denton Vacuum (Moorestown, NJ, EUA) (Figura 4) e observadas em microscópio eletrônico de varredura JEOL A110 (Jeol Inc Tec. – Tóquio, Japão) (Figura 5) em magnificações de 1500 vezes até 3000 vezes, de acordo com o interesse da área para leitura.

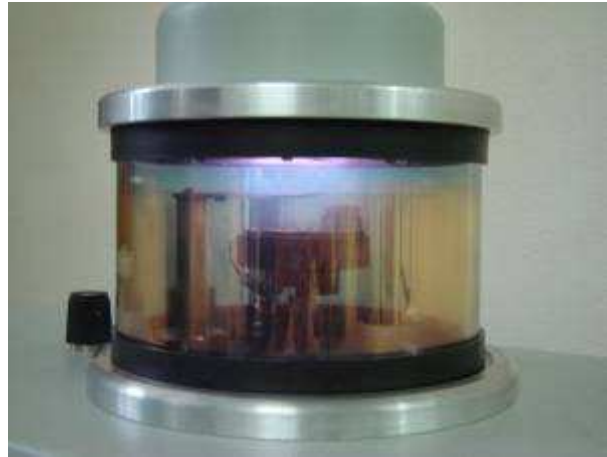


Figura 4: Metalizadora Desk II



Figura 5: Microscópio Eletrônico JEOL A110

4.6. Critérios de Avaliação

Foram mensuradas as espessuras de *smear layer* formada por cada granulação de lixa, assim como a profundidade de desmineralização e a espessura de camada híbrida proporcionadas pelos sistemas adesivos estudados. Cada micrografia foi mensurada em três regiões distintas com o auxílio do software UTHSCSA Image Tool versão 3.0. (University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas) (Figura 6), onde uma média foi realizada com valores encontrados.



Figura 6 – Tela de abertura do software Image Tool

4.7. Análise Estatística

Profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida foram analisadas por meio de análise de variância para examinar a contribuição da *smear layer* e do sistema adesivo. Interações foram incluídas na análise. Comparações múltiplas *post hoc* foram realizadas utilizando teste de Tukey ($\alpha = 0.05$). Correlação entre profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida foi analisada através do coeficiente de relação de Pearson.

5. RESULTADOS

Para determinação da espessura média de *smear layer* formada pelas lixas 60# e 600#, os valores obtidos através das mensurações em todos os grupos foram avaliados, seguido da utilização do teste t para a verificação de diferença entre estas. As médias encontradas foram estatisticamente diferentes entre si, conforme é demonstrado na tabela 3. As figuras 7 e 8 demonstram o padrão de *smear layer* formada.

Tabela 3 – Médias e desvios-padrão (DP) dos valores de espessura de *smear layer*.

<i>Smear layer</i>	60#	600#
	2,08759 (0,26233) A	1,10182 (0,21455) B

Os valores estão expressos em μm .

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

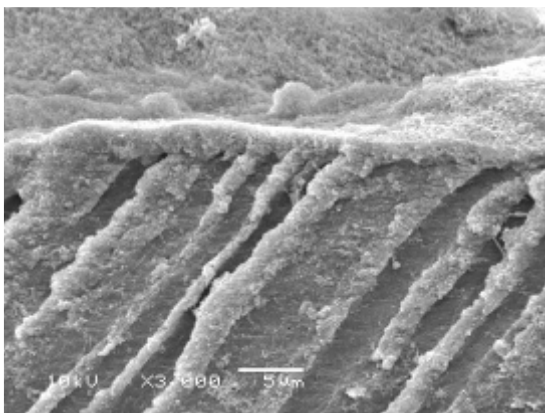


Figura 7 – *Smear layer* espessa e irregular, formada com lixa de granulação 60#.

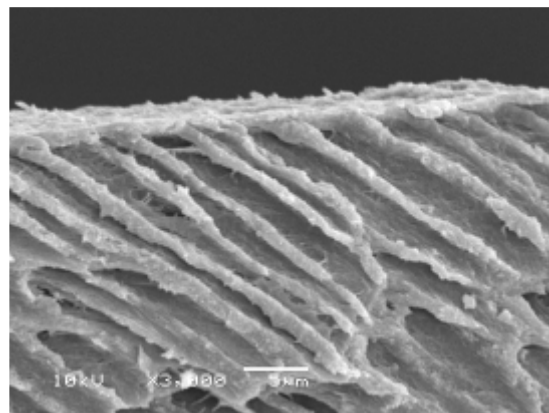


Figura 8 – *Smear layer* delgada e regular, formada com lixa de granulação 600#.

Sistema adesivo e *smear layer* influenciaram significativamente na espessura da camada híbrida. As interações entre as duas variáveis também foram capazes de afetar a formação da camada. O sistema adesivo Adper Single Bond apresentou os maiores valores de espessura de camada híbrida, enquanto o G Bond apresentou os menores valores. As médias de espessura de camada híbrida estão expressadas na tabela 4 e gráfico 1. As figuras 9, 10, 11 e 12 ilustram as camadas híbridas formadas.

Tabela 4 – Médias e desvios-padrão (DP) dos valores de espessura de camada híbrida para cada grupo experimental de acordo com a *smear layer* e sistema adesivo.

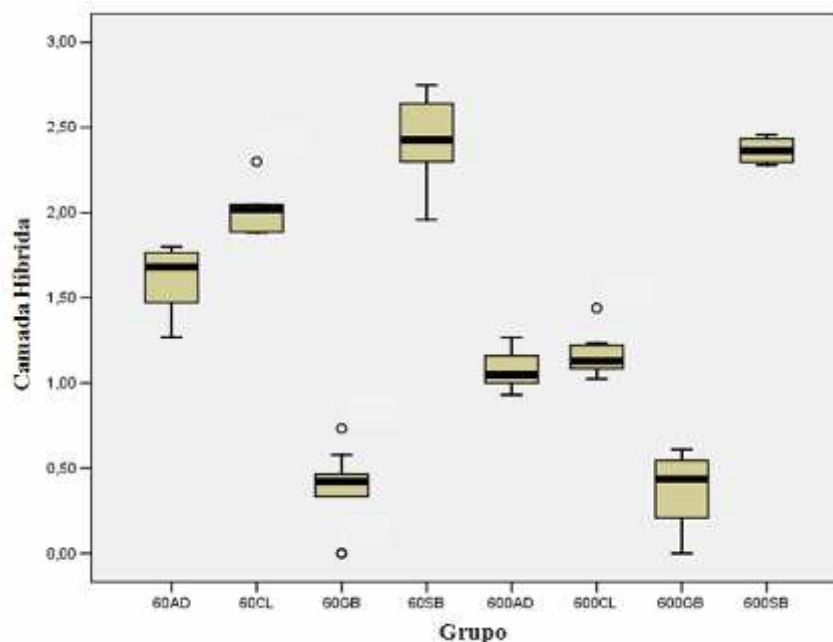
Adesivo	<i>Smear layer</i>	
	60 #	600 #
AD	1.6036 (.21720) Ac	1.0807 (.11904) Bb
CL	2.0253 (.15233) Ab	1.1724 (.13933) Bb
GB	.3724 (.24111) Ad	.3679 (.24373) Ac
SB	2.3962 (.27214) Aa	2.3658 (.08355) Aa

Os valores estão expressos em μm .

Para cada linha, os valores com letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), mantendo-se o mesmo tipo de adesivo.

Para cada coluna, os valores com letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os adesivos ($p < 0,05$).

Gráfico 1 – Representação em *box plots* dos valores de espessura de camada híbrida.



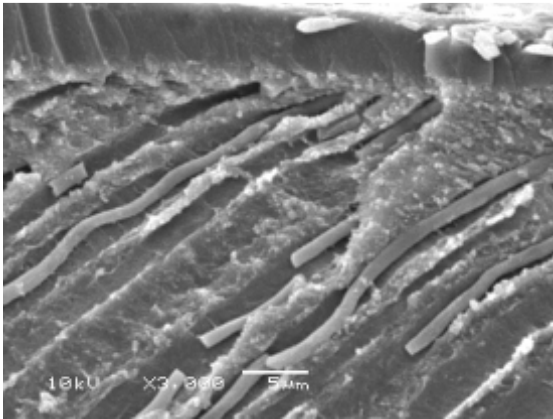


Figura 9 – Camada híbrida formada com sistema adesivo Clearfil SE Bond sobre *smear layer* 60#. Presença de numerosos e extensos tags.

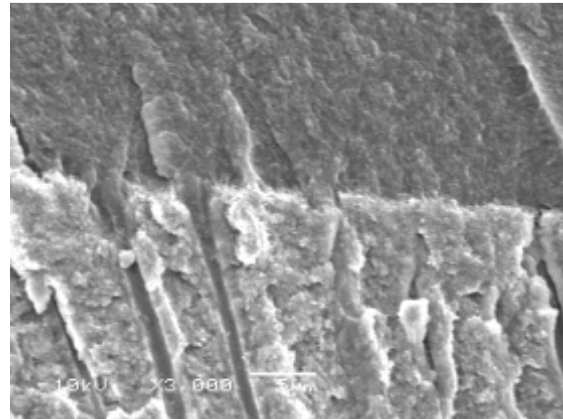


Figura 10 - Camada híbrida formada com sistema adesivo Clearfil SE Bond sobre *smear layer* 600#. Nota-se grande diferença de espessura em relação à imagem anterior.

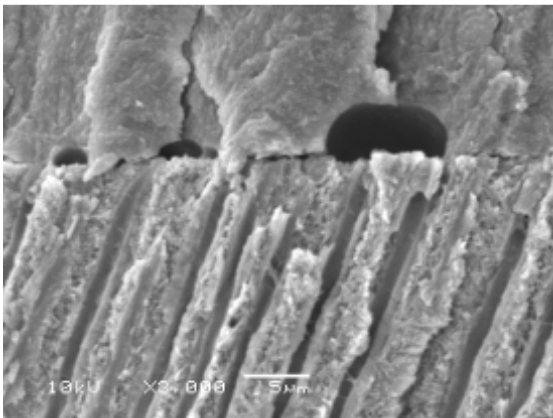


Figura 11 – Camada híbrida encontrada com o sistema adesivo G Bond sobre *smear layer* 600#. Presença de *droplets*, característico deste tipo de sistema.

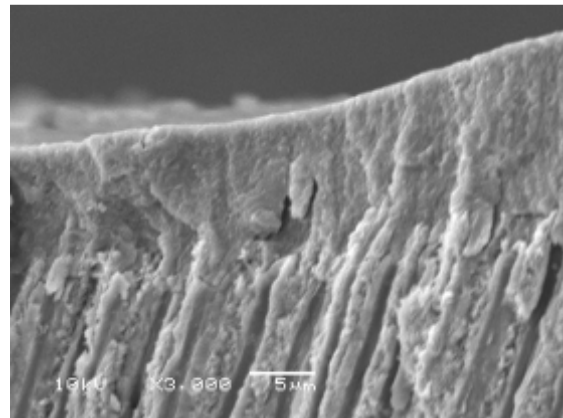


Figura 12 – Demonstração da nanointeração, onde não é possível identificar a camada híbrida. Utilização do sistema adesivo G Bond sobre *smear layer* 600#.

Para profundidade de desmineralização, sistema adesivo e espessura de *smear layer* são capazes de afeta-la significativamente, porém, a interação não foi significativa. O ácido fosfórico foi capaz de desmineralizar a dentina mais profundamente, já o condicionamento com G Bond não conseguiu promover nenhum tipo de desmineralização. Os condicionadores obtiveram maior efeito sobre *smear layer* delgada. As médias de profundidade de desmineralização estão expressadas na tabela 5 e gráfico 2. As figuras 13, 14, 15, 16 e 17 demonstram padrões de desmineralização encontrados em diversos grupos.

Tabela 5 – Médias e desvios-padrão (DP) dos valores de profundidade de desmineralização para cada grupo experimental de acordo com a *smear layer* e sistema adesivo.

Adesivo	<i>Smear layer</i>	
	60 #	600 #
AD	1.1745 (.09798) Ab	1.4290 (.20602) Bb
CL	1.2842 (.11273) Ab	1.5917 (.09018) Bb
GB*	0 (0)	0 (0)
SB	2.1406 (.18421) Aa	2.3738 (.24642) Ba

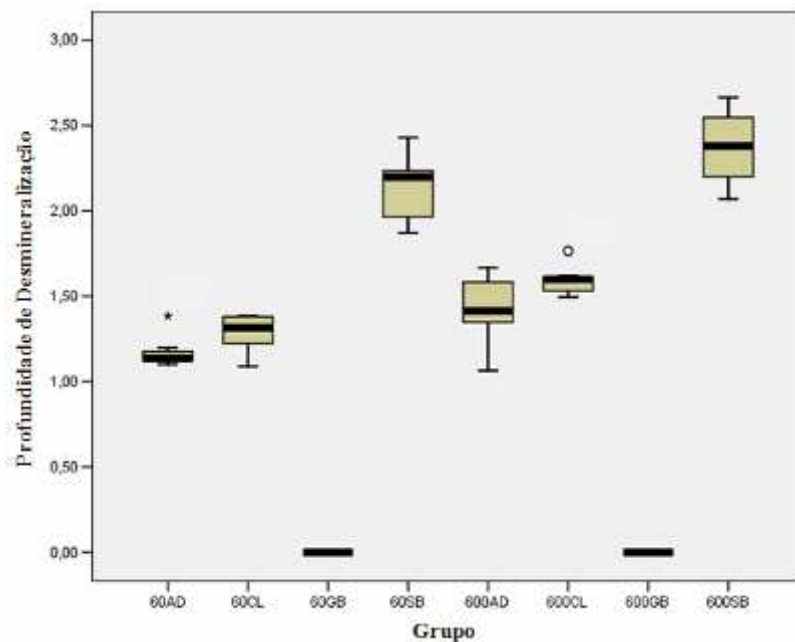
Os valores estão expressos em μm .

Para cada linha, os valores com letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), mantendo-se o mesmo tipo de adesivo.

Para cada coluna, os valores com letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os adesivos ($p < 0,05$).

*GB foi excluído da análise porque seus valores foram constantes = 0.

Gráfico 2 – Representação em *box plots* dos valores de profundidade de desmineralização.



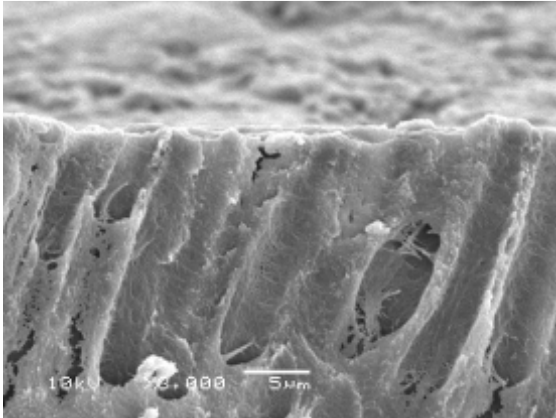


Figura 13 – Desmineralização superficial proporcionada pelo primer do sistema adesivo Adhe SE sobre *smear layer* 60#.

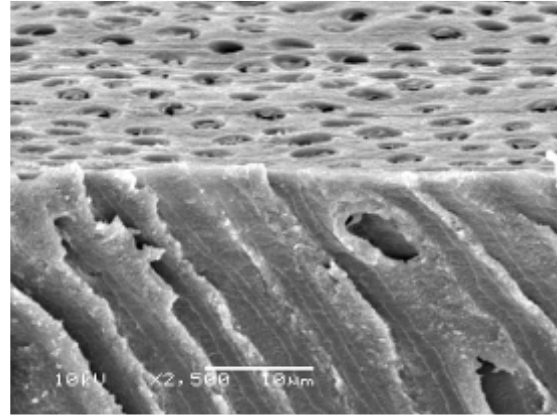


Figura 14 – Desmineralização proporcionada pelo primer do sistema adesivo Adhe SE sobre *smear layer* 600#. Devido a uma inclinação da amostra, é possível ter uma visão oclusal, onde percebe-se uma completa abertura dos túbulos dentinários.

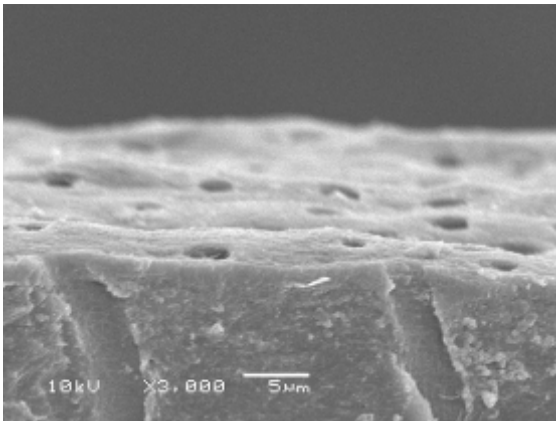


Figura 15 – Padrão encontrado com ácido fosfórico 37% sobre *smear layer* 60#. É possível verificar claramente uma linha delimitando a profundidade de desmineralização.

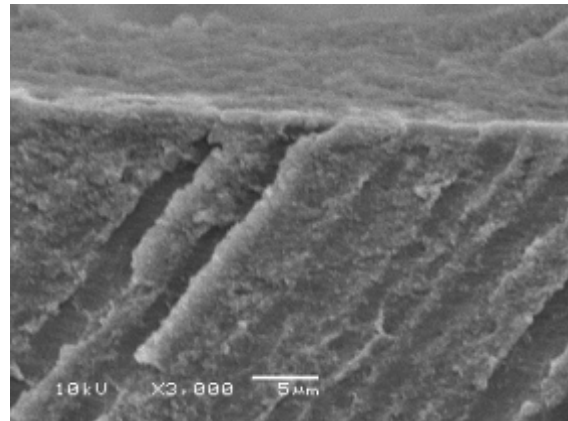


Figura 16 – Condicionamento do sistema adesivo G Bond. Completa manutenção da *smear layer* 600#.

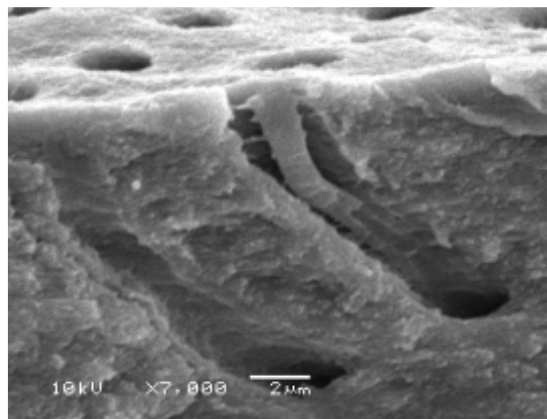
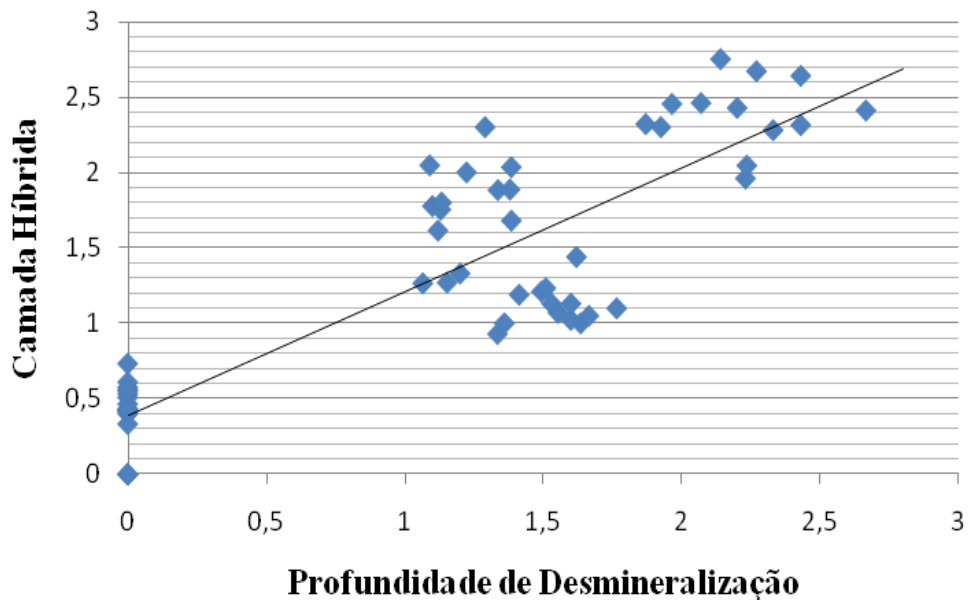


Figura 17 – Condicionamento da dentina com ácido fosfórico e visualização de um prolongamento odontoblástico.

O gráfico 3 apresenta a dispersão entre espessura de camada híbrida e profundidade de desmineralização. O coeficiente de relação de Pearson demonstra uma correlação direta, forte e significativa entre os dois desfechos, o que significa que quando a profundidade de desmineralização aumenta, a espessura de camada híbrida aumenta significativamente ($r=0,87$, $p<0.001$).

Gráfico 3 – Gráfico de dispersão entre espessura de camada híbrida e profundidade de desmineralização.



6. DISCUSSÃO

Novos sistemas adesivos são lançados freqüentemente no mercado e, mesmo antes da sua comercialização, vários ensaios de resistência de união são realizados e fornecem resultados imediatos sobre a sua performance. O presente estudo faz uma análise micromorfológica, que por sua vez, proporciona informações adicionais relacionadas com o efeito sobre o substrato bem como a efetividade na hibridização (KENSHIMA, 2006).

Lixas de silicon carbide podem ser utilizadas para produzir *smear layer* artificialmente, e assim, simular uma situação clínica como a encontrada após a realização do preparo cavitário (TAY, 2000b; CHIHIRO, 2002; OLIVEIRA, 2003; KENSHIMA, 2005). Além da espessura, a uniformidade, a rugosidade, a densidade e o íntimo contato com a dentina são características da *smear layer* relevantes no estudo dessa camada (GILBOE, 1980; PASHLEY, 1988; WAHLE, 1993; AYAD, 1996). Pashley (1992b) reportou que a composição da *smear layer* muda com a profundidade da dentina, pois reflete a estrutura dentinária da qual é formada. Clinicamente, a espessura de *smear layer* varia entre 0,9 a 2,6µm, de acordo com o instrumento utilizado para a preparação da cavidade (TANI, 2002). Neste estudo, as espessuras encontradas se enquadram nesse intervalo, entretanto, como foram formadas por lixas, apresentam-se menos densas daquelas formadas por pontas diamantadas, (TAO, 1988; OLIVEIRA, 2003), porém, a padronização de *smear layer* com instrumentos rotatórios é muito mais sensível a técnica quando comparada as lixas (OGATA, 2002; OLIVEIRA, 2003).

Estudos micromorfológicos da interface resina/dentina podem ser realizados utilizando diversas técnicas de observação, como a microscopia eletrônica de varredura, que vem sendo descrita como a ferramenta mais popular para examinar o seu aspecto (VAN MEERBEEK, 2000). Preparações adequadas do tecido dental são necessárias para evitar ao máximo a formação de defeitos em virtude das fendas proporcionadas pela desidratação e à criação de vácuo, necessário para a visualização em MEV, porém, os artefatos de técnica são muito

freqüentes e podem comprometer a fidelidade e os resultados do estudo em microscopia (CARVALHO, 1996a; CARVALHO 1996b).

Para a visualização da camada híbrida, alguns trabalhos utilizam resina composta posteriormente ao uso dos sistemas adesivos (MIYAZAKI, 2002; GRÉGOIRE, 2005; KENSHIMA, 2006; ELIGUZELOGLU, 2008), no entanto, no presente estudo essa não foi utilizada, pois mesmo com observação de todo o critério técnico para sua aplicação, ainda assim, poderia representar um fator adicional para o desencadeamento de uma seqüência de falhas comprometedoras ao estudo.

Sistemas adesivos e *smear layer* foram capazes de influenciar a espessura de camada híbrida. Sistemas *total-etching* geralmente proporcionam camadas híbridas mais espessas em relação aos sistemas *self-etching* (KENSHIMA, 2006; ELIGUZELOGLU, 2008), e no estudo em questão foram observados resultados condizentes com essa afirmação. Também foi possível verificar uma camada híbrida muito delgada no sistema adesivo G Bond, concordante com estudos de Koshiro et al, (2006) e Skupien et al. (2010), que registraram valores muito semelhantes para esse mesmo sistema adesivo, o que se deve ao fato desse adesivo interagir com o substrato de uma maneira singular, a nanointeração. Outros meios de adesão também vêm sendo estudados, entre eles, a capacidade de alguns monômeros funcionais promoverem união química com a dentina, sendo que para esse mecanismo ser desencadeado é necessário que exista hidroxiapatita residual no substrato e os minerais presentes interajam com esses, promovendo ligações iônicas. (YOSHIDA, 2004).

O sistema Clearfil SE Bond apresentou a maior espessura de camada híbrida dentre os sistemas autocondicionantes. Apesar de ser classificado como suave (TAY, 2001), apresentou uma camada híbrida que não é característica deste tipo de sistema, levando a crer que outros fatores estão relacionados à formação dessa camada, como aspectos micromorfológicos do substrato e características intrínsecas dos sistemas adesivos. (GRÉGOIRE, 2003; NISHIYAMA, 2004b; SUSIN, 2008)

Os valores para a espessura de camada híbrida do sistema *total-etching* estão de acordo com os encontrados na literatura (NAKORNCHAI, 2005; ELIGUZELOGLU, 2008) e a *smear layer* não influenciou na formação da camada, uma vez que a etapa de condicionamento ácido foi capaz de remover toda *smear layer*, independentemente de sua espessura. Entretanto, a *smear layer* demonstrou interferência decisiva na hibridização para os sistemas Adhe SE e Clearfil SE. Em ambos, com um aumento da espessura de *smear layer*, a

camada híbrida teve aumento de espessura significativo. O que se deve ao fato de que a *smear layer* é incorporada no complexo hibridizado e há uma dificuldade de verificar a diferença entre *smear layer* hibridizada e camada híbrida verdadeira, sob observação em microscopia eletrônica de varredura (GRÉGOIRE, 2005). Tay et al. (2000a) conseguiram mensurar essas duas zonas utilizando microscopia eletrônica de transmissão, porém a metodologia empregada no presente estudo, que considera para a mensuração a distância entre o topo da camada híbrida até a sua zona mais interna, não permite a mesma diferenciação microestrutural. Tay et al (2000b) coletaram da literatura 3 aspectos preocupantes em relação a manutenção de uma *smear layer* espessa: 1) a *smear layer* pode interferir na difusão de *primers* ácidos para a dentina intacta (TOIDA, 1995; MIYASAKA, 1999), pois ela atua como uma barreira para a difusão (PASHLEY, 1992a) ou tamponando o ácido, fazendo com que seu pH aumente ao ponto de não conseguir desmineralizar a dentina (WANG, 1998); 2) pode acontecer a separação da *smear layer* hibridizada da verdadeira camada híbrida (WATANABE, 1994b); 3) se a verdadeira camada híbrida for muito fina, pode conter pouco material resinoso, aumentando o potencial de infiltração de fluidos e produtos microbianos para a polpa (NAKABAYASHI, 1998).

Embora a *smear layer* possa ser prejudicial, em sistemas autocondicionantes, ela aumenta a capacidade de molhamento destes adesivos (AGUILAR-MENDOZA, 2008b). Isso ocorre em virtude de uma maior absorção tardia do adesivo em canais laterais da *smear layer*. Esta também pode ser a explicação da maior camada híbrida encontrada com o Adper Single Bond, uma vez que esse apresentou os menores ângulos de contato (AGUILAR-MENDOZA, 2008b), o que significa melhor capacidade de molhamento, proporcionando uma melhor infiltração do adesivo. Entretanto, não há uma infiltração homogênea dos monômeros. A camada híbrida apresenta uma gradual diminuição na quantidade de adesivo entre o topo e a área próxima a dentina. A difusão de alguns monômeros parece ser limitada, produzindo um gradiente de infiltração com maior concentração na superfície, uma pequena infiltração no meio da camada híbrida e muito pouco de adesivo na porção mais profunda da zona desmineralizada (MIYAZAKI, 2002). Assim, quando se estuda falhas na adesão de sistemas *self-etching* aplicados sobre *smear layer*, verifica-se que essas ocorrem no topo da camada híbrida (DIETSCHI, 1998; PAUL, 1999; YOSHIKAWA, 1999), e isso ocorre devido ao colágeno residual desnaturado da *smear layer*, tornando-a gelatinizada e concentrada no topo. Esse colágeno parece ser frágil em comparação as fibras colágenas intactas da camada híbrida e pode falhar prematuramente durante os testes de resistência de união (SPENCER, 2001).

Mesmo não havendo relação entre espessura de camada híbrida e resistência de união (YOSHIYAMA, 1995; PERDIGÃO, 2000), uma camada impregnada de resina possui um menor módulo de elasticidade do que o encontrado na resina composta, sendo assim, ela se torna capaz de absorver o estresse formado pela contração de polimerização, com isso, uma camada híbrida mais espessa pode prevenir falhas na interface adesiva (KEMP-SCHOLTE, 1990; VAN MEERBEEK, 1993; UNO, 1995), contudo, a linha adesiva está diretamente relacionada com a resistência de união, pois promove uma melhor distribuição do *stress* ocasionado pela força a qual foi submetida (ZHENG, 2001).

Vários fatores foram vistos como importantes para a formação de uma camada híbrida adequada, entre eles, a presença de umidade no substrato dentinário que está envolvida nessa formação, pois interfere na polimerização dos adesivos (JACOBSEN, 1995; WANG, 2005), e isso pode explicar porque ocorrem alterações no grau de conversão de sistemas adesivos na região de camada híbrida e linha adesiva (SANTINI, 2008). Outro ponto a ser discutido na formação da camada híbrida é a presença de *droplets*. Esses são formados de duas maneiras distintas: por meio de osmose e através do fenômeno de separação de fases (VAN LANDUYT, 2007a). Foi demonstrado que o HEMA é capaz de prevenir a reação de separação de fases em sistemas *all-in-one*, e que um forte jato de ar também pode dificultar a separação, pois favorece a remoção do excesso de umidade residual na interface, melhorando a efetividade na adesão (VAN LANDUYT, 2005), entretanto, o sistema G Bond apresentou *droplets* na interface adesiva, característico do fenômeno de separação de fases, demonstrando que apenas o forte jato de ar não é capaz de prevenir totalmente sua formação.

O ácido fosfórico presente nos sistemas *total-etching* é muito mais agressivo quimicamente do que os *primers self-etching*, como resultado, a profundidade de desmineralização induzida pelos sistemas autocondicionantes é usualmente menor (TAY, 2001; SANTINI, 2008), tal qual foi encontrado no presente estudo, onde o sistema com condicionamento ácido total apresentou maiores médias de profundidade de desmineralização em relação aos demais sistemas. Embora haja muita contradição em relação à influência da *smear layer* no potencial de desmineralização, alguns estudos reportaram baixa resistência de união sobre *smear layer* espessa (KOIBUSHI, 2001; OGATA, 2001; SATTABANASUK, 2007) enquanto que outros reportaram não haver influência (TANI, 2002; KENSHIMA, 2005; REIS, 2005). Entretanto, foi possível verificar que a *smear layer* foi um fator limitante na desmineralização, pois os sistemas que apresentaram algum grau desmineralizador, o apresentaram em uma menor amplitude quando aplicados sobre *smear layer* espessa. Oliveira

(2004) sugeriu que o processo de condicionamento pode cessar através de três mecanismos: 1) os ácidos são primeiramente neutralizados pela reação com o cálcio; 2) após a evaporação do solvente, a viscosidade do primer aumenta, reduzindo a difusão dos monômeros; 3) a polimerização reduz a concentração de monômeros ácidos livres.

O primer possui alta viscosidade em virtude do seu alto peso molecular, assim, o ácido fosfórico possui uma viscosidade menor em relação aos condicionadores dos sistemas autocondicionantes. Essa menor viscosidade permite uma difusão mais fácil e rápida do ácido fosfórico (OLIVEIRA, 2002). Ácidos géis possuem menor coeficiente de difusão que condicionadores líquidos (PASHLEY, 1992a), porém seus efeitos são similares, independente de sua viscosidade (ISHIKAWA, 1989), uma vez que os géis que incorporam ésteres do ácido orto-fosfórico são substâncias que não interferem na capacidade de dissociação iônica – próton condutância - superficial (ZUKOWSKA, 2001). O condicionamento com ácido fosfórico proporciona duas fases diferentes, uma de dentina completamente desmineralizada, deixando fibras colágenas expostas e outra de dentina parcialmente desmineralizada (MIYAZAKI, 2002). Esses fatores podem explicar a maior profundidade de desmineralização encontrada com o condicionamento por meio da utilização do ácido fosfórico.

Características morfológicas e químicas, proporcionadas pelo uso de *self-etching primers* na desmineralização da dentina, são similares às encontradas com o ácido fosfórico (AGUILAR-MENDOZA, 2008a). Porém, esse processo promove a infiltração do adesivo simultaneamente em dentina, o que pode proporcionar diferentes estratégias entre os adesivos *self-etching*. O sistema Adhe SE foi aplicado sob forma ativa, o que dissolve e dispersa a *smear layer* na camada híbrida, formando uma camada híbrida verdadeira mais espessa (CHAN, 2003). Já o sistema Clearfil SE foi aplicado sob forma estática, o que pode ter dificultado a dissolução da *smear layer*, tornando a formação da verdadeira camada híbrida mais difícil. Frente a isso, a capacidade de molhamento do sistema Clearfil pode ser considerada maior que a encontrada no Adhe SE (AGUILAR-MENDOZA, 2008b), o que significa que o primeiro sistema tem uma infiltração maior, explicando a pequena diferença na profundidade de desmineralização e a maior camada híbrida encontrada no Clearfil em relação ao Adhe SE.

De acordo com os resultados, o uso do sistema adesivo G Bond não foi capaz de remover completamente a *smear layer* e foi creditado a esse sistema a incapacidade de promover desmineralização, porém, a utilização de microscopia eletrônica de varredura para mensuração de profundidade de desmineralização tem uma menor acurácia não só devido a

variabilidade nos espécimes e sua aspereza, mas também em virtude de uma leve contração da amostra desmineralizada durante o seu processamento, que pode limitar a precisão em aproximadamente $0,5\mu\text{m}$ (OLIVEIRA, 2002). Esse fator também poderia ser utilizado para explicar uma camada híbrida maior do que a profundidade de desmineralização encontrada no sistema Adper Single Bond. Adicionado a esse fato, o colágeno presente na *smear layer* não é totalmente removido pelo condicionamento ácido, e minerais residuais ficam presos no colágeno desnaturado e gelatinizado (SPENCER, 2001), assim, podem proporcionar um aumento na espessura de camada híbrida, principalmente onde a espessura de *smear layer* for maior. Ainda nesse ponto, pode-se explicar a pequena diferença entre profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida devido ao fato que para fins estatísticos, uma média foi realizada, mas não significa que todas as amostras obtiveram uma espessura de camada híbrida maior do que a profundidade de desmineralização.

Sistemas *total-etching* promovem uma profundidade de desmineralização maior do que profundidade de penetração dos adesivos (HASHIMOTO, 2002; WANG, 2007), e estudos micromorfológicos têm demonstrado que mesmo com sistemas *self-etching* essa discrepância pode ocorrer (TAY, 2002c; WANG, 2004, CARVALHO, 2005). Como após a aplicação do primer não há o passo de lavagem, a *smear layer* dissolvida/diluída pode sofrer diminuição de sua espessura por meio do encurtamento de espaços existentes entre seus componentes e/ou infiltração para os túbulos dentinários. Caso fosse considerado que toda a *smear layer* é incorporada ao complexo hibridizado, a camada híbrida deveria apresentar valores de profundidade de desmineralização somados a espessura de *smear layer*, porém isso não ocorreu com o uso dos sistemas autocondicionantes, o que repercute na necessidade de avaliar novas metodologias que possibilitem a elucidação dessa questão.

7. CONCLUSÃO

A *smear layer* possui um importante papel durante o processo hibridizatório, porém a espessura de camada híbrida e profundidade de desmineralização dependem também de outros fatores. Ainda não foi possível elucidar completamente o que acontece com a *smear layer* modificada pelos sistemas autocondicionantes, contudo, podemos concluir que:

- Lixas de silicon carbide com diferentes granulações proporcionam *smear layer* de diferentes espessuras;
- A *smear layer* é capaz de interferir na profundidade de desmineralização e os condicionadores dos sistemas *self-etching* atingem menores níveis de desmineralização do que o alcançado com o ácido fosfórico;
- O sistema *total-etching* apresentou a maior espessura de camada híbrida, enquanto que esta camada nos sistemas *self-etching* sofre a influência da *smear layer*;
- Existe uma relação direta entre profundidade de desmineralização e espessura de camada híbrida.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

AGUILAR-MENDOZA, J. A. et al. Effect of acid etching on dentin wettability and roughness. Self-etching primer versus phosphoric acid. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater** v. 84, n. 1, p. 277-285, 2008a.

AGUILAR-MENDOZA, J. A. et al. Wettability and bonding of self-etching dental adhesives. Influence of the smear layer. **Dent Mater** v. 24, n. 7, p. 994-1000, 2008b.

AYAD, M. F.; ROSENSTIEL, S. F.; HASSAN, M. M. Surface roughness of dentin after tooth preparation with different rotary instrumentation. **J Prosthet Dent** v. 75, n. 2, p. 122–128, 1996.

BITTER, K. et al. Correlation of scanning electron and confocal laser scanning microscopic analyses for visualization of dentin/adhesive interface in the root canal. **J Adhes Dent** v. 11, n. 1, p. 7-14, 2009.

BORTOLOTTI, T. et al. Morphology of the smear layer after the application of simplified self-etch adhesives on enamel and dentin surfaces created with different preparation methods. **Clin Oral Invest** v. 13, n. 4, p. 409-417, 2009.

BOUILLAGUET, S. Biological risks of resin-based materials to the dentin-pulp complex. **Crit Rev Oral Biol Med** v. 15, n. 1, p. 47-60, 2004.

BOYDE, A. et al. An assessment of two new physical methods applied to the study of dental tissues. **Advances in fluorine research and dental caries prevention** v. 1, p. 185-193, 1963.

BRÄNNSTRÖM, M. Smear Layer: Pathological and treatment considerations. **Oper Dent** v. 3, p. 35-42, 1984.

BRESCHI, L. et al. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. **Dent Mat** v. 24, n. 1, p. 90-101, 2008.

BURROW, M. F.; SATOH, M.; TAGAMI J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. **Dent Mater** v. 12, n. 5-6, p. 302–307, 1996.

CARVALHO, R. M. et al. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. **Biomaterials** v. 26, n. 9, p. 1035-1042, 2005.

*Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses: MDT/UFSM

- CARVALHO, R. M. et al. Dimensional changes of demineralised human dentine during preparation for scanning electron microscopy. **Archs Oral Biol** v. 41, n. 4, p. 379–386, 1996a.
- CARVALHO, R. M. et al. Shrinkage of demineralized dentin during preparation for SEM. **J Dent Res** v. 75, Abstr. No. 2981, 1996b.
- CAUSTON, B. E.; SEFTON, J. Some bonding characteristics of a HEMA/maleic acid adhesion promoter. **Br Dent J** v. 167, n. 9, p. 308-311, 1989.
- CHAN, K. M. et al. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. **Am J Dent** v. 16, n. 5, p. 340-346, 2003.
- CHIGIRA, H. et al. Self-etching dentin primers containing phenyl-P. **J Dent Res** v. 73, n. 5, p. 1088-1095, 1994.
- 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, 2005a.
- DE MUNCK, J. et al. Four- year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. **J Dent Res** v. 82, n. 2, p. 136–140, 2003.
- DE MUNCK, J. et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. **Oper Dent** v. 30, n. 1, p. 39-49, 2005b.
- DIETSCHI, D.; HERZFELD, D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. **Eur J Oral Sci** v. 106, n. 6, p. 1033-1042, 1998.
- DIPPEL, H. W.; BORGREVEN, J. M. P. M.; HOPPNBROUWERS, P. M. M. Morphology and permeability of the dentinal smear layer. **J Prosthet Dent** v. 52, n. 5, p. 657-662, 1984.
- ELIGUZELOGLU, E. et al. Effect of surface treatments and different adhesives on the hybrid layer thickness of non-carious cervical lesions. **Oper Dent** v. 33, n. 3, p. 338-345, 2008.
- ERICKSON, R. L. Surface interactions of dentin adhesive materials. **Oper Dent** v. 5, p. 81-94, 1992.
- FERRARI, M. et al. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in class V restorations. **Am J Dent** v. 10, n. 2, p. 66-70, 1997.
- GILBOE, D. B. et al. Dentinal smearing: an investigation of the phenomenon. **J Prosthet Dent** v. 44, n. 3, p. 310–316, 1980.
- GREGÓIRE, G. et al. Dentin permeability: Self-etching and one-bottle dentin bonding systems. **J Prosthet Dent** v. 90, n. 1, p. 42-49, 2003.
- GREGÓIRE, G.; MILLAS, A. Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: correlation with their pH. **Oper Dent** v. 30, n. 4, p. 481-491, 2005.

GWINNETT, A. J. Smear layer: morphological considerations. **Oper Dent** v. 9, n. 3, p. 3-12, 1984.

HASHIMOTO, M. et al. In vivo degradation of resin–dentin bonds in humans over 1 to 3 years. **J Dent Res** v. 79, n. 6, p. 1385–1391, 2000.

HASHIMOTO, M. et al. The extent to which resin can infiltrate dentin by acetone-based adhesives. **J Dent Res** v. 81, n. 1, p. 74-78, 2002.

HAYAKAWA, T.; KIKUTAKE, K.; NEMOTO, K. Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. **Dent Mater** v. 14, n. 2, p. 99-105, 1998.

HIRAIISHI, N. et al. Water Concentration in Self-etching Primers Affects their Aggressiveness and Bonding Efficacy to Dentin. **J Dent Res** v. 84, n. 7, p. 653-658, 2005.

ISHIKAWA, K.; ITO, S.; HATA, Y. Permeability of etching agent constituents through dentin. **Dent Mat** v. 8, n. 2, p. 164-174, 1989.

ITOU, K. et al. Adhesion of restorative resin to tooth – Adhesion promoted by Liner Bond II. **J Adhesive Dent** v. 12, p. 174-181, 1994.

JACOBSEN, T.; SÖDERHOLM, K. J. Some effects of water on dentin bonding. **Dent Mater** v. 11, n. 2, p. 132-136, 1995.

KEMP-SCHOLTE, C. M.; DAVIDSON, C. L. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. **J Prosthet Dent** v. 64, n. 6, p. 658-664, 1990.

KENSHIMA, S. et al. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. **J Dent** v. 34, n. 10, p. 775-783, 2006.

KENSHIMA, S. et al. Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. **J Adhes Dent** v. 7, n. 2, p. 117-126, 2005.

KOIBUCHI, H.; YASUDA, N.; NAKABAYASHI, N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. **Dent Mater** v. 17, n. 2, p.122-126, 2001.

KOSHIRO, K. et al. New concept of resin-dentin interfacial adhesion: the nanointeraction zone. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater** v. 77, n. 2, p. 401-408, 2006.

LUZ, M. A. A. C.; GARONE NETO, N. Importância do esfregaço na permeabilidade dentinária. **Rev Odontol Univ São Paulo** v. 9, n. 2, p.101-107, 1995.

MACARI, S. et al. Scanning electron microscopy evaluation of the interface of three adhesive systems. **Braz Dent J** v. 13, n. 1, p. 33-38, 2002.

MARSHALL, Jr. G. W. et al. Dentin demineralization: Effects of dentin depth, pH and different acids. **Dent Mater** v. 1, n. 6, p. 338-343, 1997a.

MARSHALL, Jr. G. W. et al. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J Dent** v. 25, n. 6, p. 441-458, 1997b.

MIYASAKA, K.; NAKABAYASHI, N. Combination of EDTA conditioner and Phenil-P/HEMA self-etching primer for bonding to dentin. **Dent Mat** v. 15, n. 3, p. 153-157, 1999.

MIYAZAKI, M.; ONOSE, H.; MOORE, B. K. Analysis of the dentin-resin interface by use of laser Raman spectroscopy. **Dent Mater** v. 18, n. 8, p. 576-580, 2002.

MONTES, M. A.; DE GOES, M. F.; SINHORETI, M. A. The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: a SEM evaluation. **Oper Dent** v. 30, n. 2, p. 201-212, 2005.

MOSZNER, N.; SALZ, U.; ZIMMERMANN, J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesive: a systematic review. **Dent Mater** v. 21, n. 10, p. 895-910, 2005.

NAKABAYASHI, N.; NOJIMA, K.; MASUHARA, R. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res** v. 16, n. 3, p. 265-273, 1982.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. **Hybridization of dental hard tissues**. 1st ed. Tokyo: Quintessence Publishing Co; 1998. 129p.

NAKABAYASHI, N.; SAIMI, Y. Bonding to intact dentin. **J Dent Res** v. 75, n. 9, p. 1706-1715, 1996.

NAKORNCHAI, S. et al. Microtensile bond strength of a total etching versus self etching adhesive to caries affected and intact dentin in primary teeth. **J Amer Dent Res** v. 136, n. 4, p. 477-483, 2005.

NIKAIDO, T. et al. Effect of air-powder polishing on adhesion of bonding systems to tooth substrates. **Dent Mater** v. 11, n. 4, p. 258-264, 1995.

NISHIYAMA, N. et al. Hydrolytic stability of methacrylamide in acidic aqueous solution. **Biomaterials** v. 25, n. 6, p. 965-969, 2004a.

NISHIYAMA, N. et al. The pKa effects of the carboxylic acid in *N*-methacryloyl-omega-amino acid on the demineralization and bond strengths to the teeth. **Biomaterials** v. 25, n. 23, p. 5441-5447, 2004b.

OGATA, M. et al. Effect of cutting with different burs on resin-dentin bond strength. **J Adhesive Dent** v. 17, n. 3, p. 212-219, 1999.

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. 375-382, 2001.

- OLIVEIRA, S. S. A. et al. Etching kinetics of a self-etching primer. **Biomaterials** v. 23, n. 20, p. 4105-4112, 2002.
- OLIVEIRA, S. S. A. et al. The effect of a self-etching primer on the continuous demineralization of dentin. **Eur J Oral Sci** v. 112, n. 4, p. 376-383, 2004.
- OLIVEIRA, S. S. A. et al. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. **Dent Mater** v. 19, n. 8, p. 758-767, 2003.
- PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentine permeability and dentin adhesion. **J Dent** v. 25, n. 5, p. 355-372, 1997.
- PASHLEY, D. H. et al. Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. **Arch. Oral Biol** v. 33, n. 4, p. 265-270, 1988.
- PASHLEY D. H.; HOMER, J. A.; BREWER, P. D. Interactions of conditioners on the dentine surface. **Oper Dent** v. 5, p. 137-150, 1992a.
- PASHLEY, D. H. Smear layer: overview of structure and function. **Proc Finn Dent Soc** v. 88, n. 1, p. 215-224, 1992b.
- PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. **Dent Mater** v. 17, n. 5, p. 430-444, 2001.
- PAUL, S. J. et al. Nanoleakage at the dentin adhesive interface VS micro-tensile bond strength. **Oper Dent** v. 24, n. 3, p. 181-188, 1999.
- PERDIGÃO, J. et al. Morphological field emission-SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. **Dent Mater** v. 12, n. 4, p. 262-271, 1996.
- PERDIGÃO, J. et al. The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. **Oper Dent** v. 25, n. 3, p. 186-194, 2000.
- REIS, A. et al. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. **J Dent** v. 33, n. 7, p.549-559, 2005.
- SANO, H. et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. **J Dent Res** v. 78, n. 4, p. 906-911, 1999.
- SANO, H. et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. **Oper Dent** v. 20, n. 1, p. 18-25, 1995.
- SANTINI, A.; MILETIC, V. Quantitative micro-Raman assessment of dentine demineralization, adhesive penetration, and degree of conversion of three dentine bonding systems. **Eur J Oral Sci** v. 116, n. 2, p. 177-183, 2008.
- SATTABANASUK, V. et al. Resin-dentin bond strength as related to different surface preparation methods. **J Dent** v. 35, n. 6, p. 467-475, 2007.

SHIMADA, Y. et al. In vivo adhesive interface between resin and dentin. **Oper Dent** v. 20, n. 5, p. 204-210, 1995.

SHINOHARA, M. S. et al. SEM analysis of the acid-etched enamel patterns promoted by acidic monomers and phosphoric acids. **J Appl Oral Sci** v. 14, n. 6, p. 427-435, 2006.

SPENCER, P. et al. Molecular structure of acid-etched dentin smear layers – in situ study. **J Dent Res** v. 80, n. 9, p. 1802-1807, 2001.

SKUPIEN, J. A. et al. Micromorphological effects and the thickness of the hybrid layer – A comparison of current adhesive systems. **J Adhe Dent** v. 12, 2010[in press].

SUSIN, A. H. et al. Comparative scanning electron microscopic study of the effect of different dental conditioners on dentin micromorphology. **J Appl Oral Sci** v. 16, n. 2 p. 100-105, 2008.

SUZUKI, T.; FINGER, W. J. Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. **Dent Mater** v. 4, n. 6, p. 379-383, 1988.

TANI, C. T.; FINGER, W. J. Effect of smear layer thickness on bond strength mediated by three all-in-one self-etching priming adhesives. **J Adhes Dent** v. 4, n. 4, p. 283-289, 2002.

TAO, L.; PASHLEY, D. H.; BOYD, L. The effect of different types of smear layers on dentin and enamel bond strengths. **Dent Mater** v. 4, n. 4, p. 208-216, 1988.

TAY, F. R. et al. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. **J Adhes Dent** v. 2, n. 2, p. 83-98, 2000a.

TAY, F. R. et al. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. **J Adhes Dent** v. 2, n. 2, p. 99-116, 2000b.

TAY, F. R. et al. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? **J Adhes Dent** v. 4, n. 4, p. 255-269, 2002a.

TAY, F. R. et al. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. In vivo evidence. **J Dent** v. 32, n. 8, p. 611-621, 2004.

TAY, F. R. et al. Single-step adhesives are permeable membranes. **J Dent** v. 30, n. 8, p. 371-82, 2002b.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent Mater** v. 17, n. 4, p. 296-308, 2001.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Have dentin adhesives become too hydrophilic? **Can Dent Assoc** v. 69, n. 11, p. 726-731, 2003a.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Water treeing-a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. **Am J Dent** v. 16, n. 1, p. 6-12, 2003b.

- TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; YOSHIYAMA, M. Two models of nanoleakage expression in single-step adhesives. **J Dent Res** v. 81, p. 472-476, 2002c.
- TOIDA, T.; WATANABE, A.; NAKABAYASHI, N. Effect of smear layer on bonding to dentin prepared with bur. **J Jpn Soc Dent Mater Devices** v. 14, n. 1, p. 109-116, 1995.
- UNO, S.; FINGER, W. J. Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. **J Dent** v. 24, n. 3, p. 211-216, 1996.
- UNO, S.; FINGER, W. J. Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. **Oper Dent** v. 26, n. 10, p. 733-738, 1995.
- 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.
- VAN MEERBEEK, B. et al. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. **J Dent Res** v. 72, n. 10, p. 1434-1442, 1993.
- VAN MEERBEEK, B. et al. Microscopy investigations. Techniques, results, limitations. **Am J Dent** v. 13, p. 3-18, 2000.
- VAN LANDUYT, K. L. et al. Monomer-Solvent Phase Separation in One-step Self-etch Adhesives. **J Dent Res** v. 84, n. 2, p. 183-188, 2005.
- VAN LANDUYT, K. L. et al. Origin of interfacial droplets with one-step adhesives. **J Dent Res** v. 86, n. 8, p. 739-744, 2007a.
- VAN LANDUYT, K. L. et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomaterials** v. 28, n. 26, p. 3757-3785, 2007b.
- WAHLE, J. J.; WENDT, Jr. S. L. Dentinal surface roughness: a comparison of tooth preparation techniques. **J Prosthet Dent** v. 69, n. 2, p. 160-164, 1993.
- WALSHAW, P. R.; McCOMB, D. SEM evaluation of the resin-dentin interface with proprietary bonding agents in human subjects. **J Dent Res** v. 73, n. 5, p. 1079-1087, 1994.
- WANG, J. D.; HUME, W. R. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. **Int Endodont J** v. 21, n. 1, p. 17-26, 1988.
- WANG, Y.; SPENCER, P. Continuing etching of an all-in-one adhesive in wet dentin tubules. **J Dent Res** v. 84, n. 4, p. 350-354, 2005.
- WANG, Y.; SPENCER, P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. **J Dent Res** v. 82, n. 2, p. 141-145, 2003.
- WANG, Y.; SPENCER, P. Physicochemical interactions at the interfaces between self-etch adhesive system and dentine. **J Dent** v. 32, n. 7, p. 567-579, 2004.

WANG, Y.; SPENCER, P.; WALKER, M. P. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. **J Biomed Mater Res A** v. 81, n. 2, p. 279-286, 2007.

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, 1994a.

WATANABE, I.; NIKAIDO, T.; NAKABAYASHI, N. Effect of adhesion promoting monomers on adhesion to ground dentin. **J Jpn Soc Dent Mat Devices** v. 9, n. 6, p. 888-893, 1990.

WATANABE, I.; SAIMI, Y.; NAKABAYASHI, N. Effect of smear layer on bonding to ground dentin. Relationship between grinding condition and tensile bond strength. **J Jpn Soc Dent Mater Devices** v. 13, p. 101-108, 1994b.

YOSHIDA, Y. et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J Dent Res** v. 83, n. 6, p. 454-458, 2004.

YOSHIKAWA, T. et al. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. **J Dent Res** v. 78, n. 4, p. 898-905, 1999.

YOSHIYAMA, M. et al. Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. **Am J Dent** v. 8, n. 6, p. 297-302, 1995.



YOUSSEF, M. N. et al. Estudo comparativo de quatro filosofias adesivas quanto à penetração na dentina. **Rev Assoc Paul Cir Dent** v. 52, n. 3, p. 236-239, 1998.

ZHENG, L. et al. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Oper Dent** v. 26, n. 1, p. 97-107, 2001.

ZUKOWSKA, W. et al. Nonaqueous gel electrolytes doped with phosphoric acid esters. **Solid State Ionics** v. 144, n. 1-2, p. 163-173, 2001.

9. APÊNDICE

Apêndice 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM, referente ao projeto deste trabalho.

 <p>MINISTÉRIO DA SAÚDE Conselho Nacional de Saúde Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)</p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa Comitê de Ética em Pesquisa - CEP- UFSM REGISTRO CONEP: 243</p> 
--	---

CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – (CONEP/MS) analisou o protocolo de pesquisa:

Título: influência da SMEAR LAYER na profundidade de desmineralização e na espessura de camada híbrida formada por sistemas autocondicionantes.

Número do processo: 23081.005320/2008-64

CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 0059.0.243.000-08

Pesquisador Responsável: Alexandre Henrique Sush

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê. O pesquisador deve apresentar ao CEP:

Março/2009 Relatório final

Os membros do CEP-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO: 13/05/2008

Santa Maria, 13 de maio de 2008.

Lissandra Dal Lago

Lissandra Dal Lago

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM
Registro CONEP N. 243.