



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**



Influência da clorexidina e do etanol na resistência de união e durabilidade adesiva: revisão de literatura

Luciana de Lima

Piracicaba

2010

Luciana de Lima

Influência da clorexidina e do etanol na resistência de união e durabilidade adesiva: revisão de literatura

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de Piracicaba – UNICAMP, para obtenção do Diploma de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz

Co-orientador: Douglas Cecchin

Piracicaba

2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecária: Elis Regina Alves dos Santos – CRB-8^a. / 8099

L628i	<p>Lima, Luciana de. Influência da clorexidina e do etanol na resistência de união e durabilidade adesiva: revisão de literatura / Luciana de Lima. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2010. vii, 27f.</p> <p style="text-align: center;">Orientador: Caio Cezar Randi Ferraz. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p style="text-align: center;">1. Endodontia. 2. Pinos dentários. 3. Adesivos dentários. I. Ferraz, Caio Cezar Randi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">(eras/fop)</p>
-------	---

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Darcio e Fátima.

Agradecimentos

À minha família, pais e irmão, pelo amor, criação e condição.

Ao meu namorado, Douglas, pelo amor e garra que me concedeu.

Aos meus amigos, pela ajuda e força de toda natureza que recebi.

Aos professores desta bela Universidade, que me concederam conhecimento e, principalmente, como agir frente diversas situações.

Resumo

Dentes tratados endodonticamente, que apresentem perda total ou parcial da estrutura coronária, necessitam da utilização de retentores intraradiculares para oferecer retenção a restauração final. O material mais utilizado até então é o metálico fundido que é confeccionado em ligas metálicas e apresenta alguns problemas em relação às suas propriedades mecânicas e forma de confecção. Porém, com a evolução dos materiais restauradores, surgiram novas técnicas que buscam preservar ao máximo a estrutura dental remanescente. Dentre os materiais disponíveis, os pinos de fibra tem se mostrado eficientes na solução de problemas em dentes debilitados. Estes pinos são cimentados adesivamente no interior do canal radicular e a sua resistência de união à dentina radicular pode ser comprometida ao longo do tempo pela degradação da interface adesiva. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de uma revisão de literatura, os efeitos do pré-tratamento da dentina radicular com clorexidina e etanol na resistência de união e durabilidade de restaurações adesivas. Através deste estudo pode-se verificar que a clorexidina e o etanol não interferem negativamente nos valores de resistência de união imediato de sistemas adesivos à estrutura dentinária; além disso, são capazes de preservar a resistência de união em longo prazo. Através dessa revista de literatura, verificou-se um elevado percentual de sucesso clínico e laboratorial com a utilização da clorexidina e do etanol para preservação da resistência de união de restaurações adesivas. Esses resultados colocam o uso dessas substâncias como uma alternativa confiável no pré-tratamento da estrutura dentinária durante os procedimentos adesivos.

Palavras-Chave: Endodontia, Pinos dentários, Adesivos dentários.

Abstract

Endodontically treated teeth, that have total or partial loss of the coronary structure, need the use of intracanal retainers to offer the retention and final restoration. The most used gear so far is the molten metal which is made in metal leagues and present some problems related to its mechanical properties and confection process. However, as the restoration material develops, there are new techniques that try to preserve the most of the structure of the restored tooth. Among the available material the fiber pins seem to be the most efficient in solving problems of damaged teeth. These pins are cemented adhesively inside the root canal and their bond strength to root dentin can be impaired along the time by the degradation of the adhesive interface. By that, the objective of this work was to evaluate, through a literature reading, the effects of a pre-treatment of the root dentin with chlorhexidine and ethanol in bond strength and durability of adhesive restorations. Throughout this study it can be seen that the chlorhexidine and ethanol do not interfere negatively in values of strength of immediate bond strength of adhesive systems to the dentin structure; besides that, they are capable to preserve the bond strength in a long period. Through this magazine of literature, it was checked the high percentage with the use of chlorhexidine and ethanol to preserve the bond strength of adhesive restoration. These results put the use of these substances as a trusted alternative in pre-treatment of dentin structure during the adhesive procedures.

Keywords: Endodontics, Dental pins, Dental adhesives.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Proposição.....	5
3. Revisão de Literatura.....	6
3.1. Clorexidina.....	6
3.2. Etanol.....	12
4. Discussão.....	15
5. Conclusão.....	18
6. Referências Bibliográficas.....	19

1. Introdução

Dentes tratados endodonticamente freqüentemente necessitam de restaurações indiretas devido à grande perda de estrutura dental sadia por lesão cariiosa e/ou traumas (Bitter & Kielbassa 2007). Nesses casos, a utilização de pinos intra-radulares é recomendada para promover retenção à restauração final (Varvara *et al.*, 2007).

Núcleos metálicos fundidos vêm sendo utilizados como meio de retenção intra-radicular (Duret *et al.*, 1990) apesar de apresentarem limitações como alto módulo de elasticidade que aumenta a possibilidade de fraturas não recuperáveis no remanescente dental (Lassila *et al.*, 2004). Os pinos pré-fabricados de fibra de vidro trouxeram grandes avanços, principalmente nas propriedades mecânicas, como elevada resistência flexural e módulo de elasticidade semelhante ao da estrutura dental, minimizando a transmissão de tensões sobre as paredes radulares e diminuindo a possibilidade de fraturas (Asmussen *et al.*, 2005). Além disso, possuem composição química compatível com o monômero Bis-GMA comumente presentes nos sistemas de fixação adesivos (Malquarti *et al.*, 1990).

A retenção dos pinos de fibra de vidro é de vital importância para o adequado desempenho biomecânico da restauração (Iglesia-Puig & Arellano-Cabornero 2004), porém, sua perda é um tipo de falha freqüentemente observada (Ferrari *et al.*, 2000a). Pesquisas avaliando sistemas adesivos e o desenvolvimento desses materiais vem melhorando a retenção dos pinos de fibra nos canais radulares (Ferrari *et al.*, 2000b), pois os adesivos propiciam união micro-mecânica através da formação da camada híbrida (Nakabayashi 1992).

A efetividade da adesão imediata dos sistemas contemporâneos (união úmida e autocondicionantes) parece satisfatória (Gaston *et al.*, 2001). Entretanto, em longo prazo os valores de adesão sofrem uma drástica diminuição (Armstrong *et al.*, 2004; Garcia-Godoy *et al.*, 2007). Shono *et al.*, (1999) demonstraram que a adesão ao substrato dentinário é passível de degradação,

com diminuição significativa dos valores de resistência em função do tempo. A degradação da camada híbrida pode ser resultado da exposição à água e/ou enzimas bacterianas.

Alguns estudos têm relatado que a degradação das fibras colágenas possa ser acelerada pela presença de enzimas endógenas denominadas de metaloproteinases (MMPs) (Hashimoto *et al.*, 2003b; Pashley *et al.*, 2004a; Hebling *et al.*, 2005; Carrilho *et al.*, 2007) que apresentam atividade metabólica de remodelação e degradação de vários tipos de colágeno e estão presentes na saliva e na matriz extracelular de células humanas (Bourd-Boittin *et al.*, 2005). A matriz dentinária contém muitas proteínas não-colagênicas nas quais estão incluídos alguns tipos de metaloproteinases: MMP-2, MMP-8, MMP-9 (Bourd-Boittin *et al.*, 2005; Tjäderhane *et al.*, 1998, Sulkala *et al.*, 2006); e outras colagenases ainda não identificadas (Martin - De Las Heras *ET al.*, 2000). Durante a mineralização da dentina, estas enzimas ficam retidas na matriz extracelular em estado latente (Tjäderhane *et al.*, 1998), mas podem ser ativadas se, por alguma razão, a dentina for desmineralizada (Fukae *et al.*, 1991). Desta forma, a suspeita de que as MMPs participem da degradação do colágeno exposto pelo procedimento adesivo parece ser um fato plausível (Pashley *et al.*, 2004a).

A degradação das fibrilas de colágeno pode ser reduzida com a inibição das atividades dessas enzimas. O digluconato de clorexidina, empregado usualmente como solução desinfetante de preparos cavitários (de Castro *et al.*, 2003), e como substância química auxiliar ao tratamento endodôntico (Ferraz *et al.*, 2001; Mohammadi & Abbot 2009) mostrou ter função antiproteolítica, inibindo de forma inespecífica a ação das MMPs (Gendron *et al.*, 1999; Pashley *et al.*, 2004a; Hebling *et al.*, 2005; Erhardt *et al.*, 2008). Assim o emprego desta solução, previamente à aplicação dos sistemas adesivos retarda a degradação das interfaces adesivas aumentando a longevidade da camada híbrida (Campos *et al.*, 2009; Komori *et al.*, 2009).

Os sistemas adesivos contêm moléculas com caráter hidrofílico que são compatíveis com o substrato dentinário e moléculas hidrofóbicas que são compatíveis com o agente adesivo (Tay & Pashley 2003). Os monômeros ade-

sivos são dissolvidos em água, acetona ou etanol que são necessários para substituir a água da dentina desmineralizada (Perdigão *et al.*, 2000).

Estudos prévios afirmam que a técnica úmida de união é fundamental para a infiltração de monômeros hidrofílicos na matriz de colágena dentinária (Tay *et al.*, 1996; Van Meerbeek *et al.*, 1998). Porém, como os monômeros hidrofóbicos têm maior estabilidade que os hidrofílicos, melhorando assim a longevidade da interface adesiva (Breschi *et al.*, 2008), recentemente foi proposta a substituição da água residual da estrutura dentinária com etanol, antes da aplicação do sistema adesivo, para que os monômeros hidrofóbicos possam penetrar na dentina desmineralizada (Pashley *et al.*, 2007; Sadek *et al.*, 2007; Tay *et al.*, 2007; Hosoka *et al.*, 2009). Esta técnica tem como objetivo remover a água, com etanol, da dentina condicionada para permitir a penetração dos monômeros hidrofóbicos (Pashley *et al.*, 2007). Apesar dos bons resultados encontrados com essa técnica na dentina coronária (Pashley *et al.*, 2007; Sadek *et al.*, 2007; Tay *et al.*, 2007; Hosoka *et al.*, 2009), pouco se sabe sobre a aplicação do etanol durante a hibridização da dentina radicular para cimentação de pinos (Carvalho *et al.*, 2009).

Atualmente a estratégia mais aceita para adesão ao tecido dentinário está baseada nos princípios da “adesão úmida” (Kanca 1992). Esta se fundamenta na utilização de *primers* previamente à aplicação do *Bond*. Tais *primers* são capazes de provocar a evaporação da água presente na camada de dentina desmineralizada, e assim, facilitando a penetração dos monômeros resinosos (Pashley & Carvalho 1997). No entanto, essa técnica apresenta a dificuldade do profissional estabelecer um ideal padrão de umidade dentinária (Van Meerbeek *et al.*, 2001), sendo que a umidade excessiva leva a uma inadequada infiltração e fotoativação dos monômeros resinosos (Pashley & Carvalho 1997) além de acelerar o processo de degradação da interface adesiva (Burrow *et al.*, 2005).

Vários estudos têm demonstrado que a técnica úmida apresenta uma alta resistência de união imediatamente após a hibridização, mas não é estável com o passar do tempo (Hashimoto *et al.*, 2003; Armstrong *et al.*, 2004; Garcia-Godoy *et al.*, 2007). Van Meerbeek *et al.*, (1998) observou que não

houve diferença de resistência de união de dois sistemas adesivos à base de água quando a dentina foi preparada através da técnica úmida ou seca. Segundo eles, a quantidade de água contida na solução do *primer* foi capaz de reidratar a trama das fibras colágenas, reexpandindo-as e favorecendo a adesão, quando utilizada a técnica seca.

A técnica seca pode dificultar a exposição das fibras colágenas durante o processo de adesão, mas pode promover melhor remoção dos excessos de água. Inversamente, a técnica úmida pode facilitar a infiltração dos monômeros resinosos, mas pode apresentar um excesso de água e comprometer a durabilidade da adesão (Manso *et al.*, 2008). Por isso, torna relevante realizar uma revisão de literatura, sendo pesquisados diversos artigos publicados sobre o assunto.

2. Proposição

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de uma revisão de literatura, os efeitos do pré-tratamento da dentina radicular com clorexidina e etanol na resistência de união e durabilidade de restaurações adesivas.

3. Revisão de Literatura

3.1. Clorexidina

Hebling *et al.*, (2005) enfatizam que atividades colagenolíticas iniciadas pelo condicionamento ácido da dentina possam iniciar a degradação da camada híbrida. Este estudo testou o efeito da clorexidina, um inibidor de MMP (metaloproteinases), aplicada depois do condicionamento ácido da dentina. Foram realizadas restaurações classe I em molares decíduos e depois de seis meses foram extraídos e processados para análise em microscopia eletrônica de transmissão. Camadas híbridas dos dentes tratados com clorexidina exibiram a integridade estrutural na rede de colágeno. Por outro lado, camadas híbridas anormais foram observadas nos dentes controle, onde não usado clorexidina. Auto-degradação das matrizes de colágeno ocorre rapidamente na interface dentina-resina *in vivo* e esta degradação pode ser evitada com o uso de clorexidina como um inibidor de MMP.

Carrilho *et al.*, (2007) testaram a hipótese de que a resistência de união e a degradação interfacial da dentina-resina pode ser evitada ou retardada através da aplicação de clorexidina (CHX). Pares contralaterais de restaurações em resina Classe I não cariosas de terceiros molares foram mantidos em função intra-oral por 14 meses. A resistência de união dentina-resina foi avaliada por testes de resistência à microtração. Os valores de resistência de união permaneceram estáveis nos espécimes tratados com CHX, enquanto que no grupo controle diminuiu significativamente. Os autores observaram que a auto-degradação de matrizes de colágeno pode ocorrer após os procedimentos restauradores, mas pode ser impedida pela aplicação de uma protease sintética inibidora, como a clorexidina.

Carrilho *et al.*, (2007) notaram que a perda da integridade da camada híbrida compromete a estabilidade de união entre dentina e resina. Matriz de metaloproteinases (MMPs) pode ser parcialmente responsável pela degra-

dação da camada híbrida. Foi proposto que a clorexidina inibe MMPs retardando a degradação da camada híbrida. Preparações Classe I em terceiros molares foram seccionadas em duas metades. Metade era habitualmente restaurada (ataque ácido / adesivo / resina composta), e a outra metade foi tratada com clorexidina a 2% depois de ter sido condicionada com ácido. Os espécimes foram armazenados em saliva artificial e os testes de resistência de união foram realizados imediatamente após a preparação dos espécimes e após 6 meses por meio do teste de microtração. A análise de fratura realizada em MEV. No grupo onde foi utilizada a clorexidina a resistência de união foi mantida. Análise de fratura mostrou significativamente menos falha na camada híbrida com a utilização de clorexidina, em comparação com os controles após 6 mês. Em conclusão, este estudo sugere que a clorexidina pode ser útil para a preservação da resistência adesiva.

Brackett *et al.*, (2007) avaliaram *in vivo* por meio de microscopia eletrônica de transmissão a degradação da camada híbrida de dentina oclusal em restaurações de resina composta. Pré-molares livres de cárie indicados para a extração foram preparados, restaurados e avaliados após dois e seis meses. O adesivo utilizado era um frasco único com condicionamento ácido prévio (Single Bond Plus, 3M ESPE). O grupo controle de restaurações foi realizado de acordo com as instruções do fabricante, enquanto o grupo experimental recebeu aplicação de uma solução a 2% de digluconato de clorexidina após o condicionamento. A não degradação foi observada em ambos os grupos após dois meses. Ligeira degradação foi encontrada no grupo controle, após seis meses, mas nenhuma foi observada no grupo onde foi utilizado clorexidina. Os testes de resistência de união não mostraram nenhuma diferença significativa entre o grupo controle e protocolos experimentais onde foi usada a clorexidina.

Souza Filho *et al.*, (2008) avaliaram a eficácia da clorexidina a 2% (CHX) gel de gluconato, hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 e sua combinação com iodofórmio e pó de óxido de zinco como medicamentos intracanaais frente a microrganismos, e para medir as mudanças de pH causadas por estes medicamentos. A atividade antimicrobiana foi determinada pelo método de difusão em ágar. As zonas de crescimento de inibição foram medidas e os resultados fo-

ram analisados estatisticamente por Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). O pH das pastas foi medido imediatamente após o preparo, após 24 horas e uma semana depois. As maiores médias de zonas de inibição microbiana foram produzidas cerca de 2% CHX gel, seguido por Ca CHX gel (OH)₂ + 2% iodofórmio +, Ca (OH)₂+ 2% CHX gel, Ca (OH)₂+ 2% CHX gel de óxido de zinco + e + Ca (OH)₂ a água. O pH médio de todos os medicamentos ficou acima de 12,0 durante todo o experimento, exceto para CHX gel (pH = 7,0). Os resultados deste estudo mostrou que todos os medicamentos tiveram atividade antimicrobiana, mas o mais eficaz contra os microorganismos testados foram de 2% CHX gel, seguido por sua combinação com o Ca (OH)₂ iodofórmio.

Erhardt *et al.*, (2008) investigaram se o uso de inibidores de protease (EDTA e clorexidina) pode influenciar a resistência à microtração de um sistema adesivo condicione e lave à dentina humana afetada pela cárie. Fatias da superfície de dentina coronária com uma região central da dentina afetada de cárie rodeada por dentina sadia foram hibridizadas com Adper Scotchbond depois dos seguintes tratamentos: (1) condicionamento com H₃PO₄35%, (2) condicionamento com EDTA 0,1 M e (3) H₃O₄35% seguido por 5% de clorexidina. Um platô de resina composta foi construído de forma incremental e os espécimes preparados em forma de ampulheta. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência de união e a análise do modo de fratura foi realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura. H₃PO₄ EDTA e pré-tratamentos com solução de clorexidina apresentaram valores semelhantes de resistência de união pelo teste de microtração, em dois substratos de dentina. Resistência de união à dentina sadia foi significativamente maior do que a dentina afetada depois do ataque ácido (H₃PO₄). Dentina afetada apresentou menor microdureza que dentina sadia. Condicionamento de dentina afetada com EDTA ou um uso combinado com H₃PO₄ e clorexidina pode ser proposto como estes inibidores da protease não reduzindo a resistência de união em dentina afetada, se comparado ao tratamento convencional.

Soares *et al.*, (2008) avaliaram o efeito da aplicação de clorexidina à dentina em diferentes momentos durante um procedimento de cimentação de restauração indireta na resistência de união. Sessenta incisivos bovinos tive-

ram superfícies de dentina planificadas e solução de clorexidina 0,12 e 2% foi aplicada antes, durante e depois do condicionamento ácido, originando 6 grupos: 1) Clorexidina 0,12% + condicionamento, 2) clorexidina a 2% + condicionamento, 3) condicionamento + clorexidina 0,12%; 4) condicionamento + clorexidina 2% e 5) condicionamento com 2% clorexidina; 6) condicionamento sem clorexidina (Controle). Um sistema adesivo (Adper Single Bond 2) foi aplicado e uma restauração indireta de resina composta (Filtek Z250) foi cimentada com cimento resinoso dual (Rely X ARC). Após 24 horas de armazenamento em água, as amostras foram testadas por teste de microtração. Os dados demonstraram que não houve diferenças significativas entre os grupos. O uso de clorexidina em concentrações de 0,12% e 2%, antes, ou após o condicionamento ácido associado não diferiu significativamente a resistência adesiva à dentina.

Bui *et al.*, (2008) notaram que a combinação de hipoclorito de sódio (NaOCl) e clorexidina (CHX) forma um precipitado. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da irrigação de canais radiculares com uma combinação de NaOCl e CHX nos túbulos dentinários da dentina radicular usando a microscopia eletrônica de varredura (ESEM) e um programa de computador (Photoshop CS2). Quarenta e quatro dentes humanos extraídos unirradiculares foram instrumentados e irrigados com NaOCl e CHX para produzir um precipitado. Superfície do canal radicular foi analisada com a microscopia eletrônica de varredura. A quantidade de debris remanescentes e o número de túbulos patentes foram determinados. Não houve significativas diferenças de detritos remanescentes entre o grupo controle negativo e os grupos experimentais. Houve significativamente menos túbulos patentes nos grupos experimentais, quando comparados com o grupo controle negativo. O precipitado de NaOCl / CLX tende a obstruir os túbulos dentinários. Até este precipitado é mais estudado, cuidado deve ser exercitado quando irrigar com hipoclorito de sódio e CHX. (J Endod 2008; 34:181-185).

Campos *et al.*, (2009) investigaram os efeitos da clorexidina (CHX) 0,2% e 2% sobre a durabilidade dos adesivos dentinários com condicionamento ácido e sistemas adesivos auto-condicionantes. Neste estudo foram utilizados 24 terceiros molares humanos extraídos não cariados. As superfícies oclu-

sais dos molares foram removidas com um diamante de baixa velocidade afim de expor as superfícies planas de dentina. Os materiais testados foram Single-Bond (SB) e Clearfil Tri S Bond (CTSB) utilizados na associação ou não com CHX 0,2% e 2%. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo as instruções do fabricante e seguido de aplicação composta (Z250). Para cada condição, metade dos espécimes foi imediatamente submetida ao teste de microtração e a outra metade deles foi submetido ao armazenamento de longo prazo de seis meses sob pressão pulpar simulada e termo-mecânica sublinhando antes do teste. Os dados foram analisados por meio de duas vias ANOVA e teste de Tukey (alfa = 0,05). Padrões de falha dos espécimes foram observadas utilizando microscopia eletrônica de varredura. A porcentagem de queda na resistência de união durante o período de 6 meses foi: controle SB-43,64%; SB / 0,2% CHX-23,79%; SB / 2% CHX-26,42%; controle CTSB-40,94%; CTSB/0.2% CHX-37,07%; CTSB / 2% CHX, 22,14%. Os modos de fratura foi predominantemente adesivo, principalmente no espécimes dos grupos experimentais. Digluconato de Clorexidina 2% foi capaz de diminuir a perda de resistência à microtração ao longo do tempo associado aos dois sistemas adesivos. Menor concentração de CHX (0,2%) não foi capaz de diminuir a perda de resistência de união ao longo do tempo, quando associada à sistema adesivo auto-condicionante CTSB.

Komori *et al.*, 2009, estudaram o efeito da aplicação da solução aquosa de digluconato de clorexidina a 2% (CHX) na estabilidade da união de sistemas adesivos convencionais e dentina sadia (DS) ou afetada por cárie (DAC). Neste estudo foram testadas as hipóteses de que a CHX não teria efeito prejudicial na resistência de união entre DS ou DAC e que em longo prazo a CHX poderia minimizar o mecanismo de degradação da interface dentina-resina. Vinte molares humanos cariados tiveram o esmalte e dentina superficial removidos para exposição de uma superfície plana de DS e DAC. Os substratos foram condicionados com gel de ácido fosfórico 35% por 15s, lavados e secos com leve jato de ar. Os dentes foram distribuídos em dois grupos para o tratamento da superfície dentinária, o controle: foi re-umedecido com água deionizada; e o experimental: com CHX, a solução umidificadora permaneceu em

contato com o substrato durante 60s e o excesso de umidade removido com papel absorvente. Sobre o substrato foi aplicado o adesivo Scotchbond Multi-Purpose (MP) ou Single Bond 2 (SB) e confeccionado um bloco com incrementos de resina composta Z-250. Após 7 dias de armazenagem em solução fosfato tamponada (PBS, pH 7,4) a 37°C, as amostras foram submetidas a cortes seriados, gerando espécimes em forma de palitos com área de interface de união de aproximadamente 0,8mm². Metade dos espécimes foi imediatamente submetida ao teste de microtração e a outra metade permaneceu armazenada por 6 meses. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Holm-Sidak para contraste das médias em nível de significância ($\alpha=0,05$). A primeira hipótese testada foi confirmada, o uso da CHX após o condicionamento ácido não interferiu na resistência mecânica imediata da interface formada por um compósito de resina e DS ou DAC. A segunda hipótese foi parcialmente confirmada, o uso da CHX após o condicionamento ácido minimizou o processo de degradação das interfaces de união constituídas por DS. A utilização da CHX em associação aos sistemas adesivos convencionais de 2 e 3 passos durante a hibridização pode atuar como potencial agente retardador da degradação das interfaces adesivas promovendo maior longevidade às restaurações adesivas.

Carrilho *et al.*, (2010) afirmam que para melhor compreender o papel da clorexidina na preservação da união dentina-resina, é necessário o estudo da substantividade da clorexidina à dentina humana. Discos de dentina (n = 45) foram obtidos a partir da porção médio-coronal dos terceiros molares humanos. Um terço dos discos de dentina foi mantido mineralizado (MD), enquanto os outros dois terços tinham uma das superfícies parcialmente desmineralizada com ácido fosfórico 37% por 15 s (PDD) ou eram totalmente desmineralizada com 10% de ácido fosfórico (TDD). Substantividade foi avaliada como uma função da dose aplicada CHX após: 0,5 h, 1h, 3h, 6h, 24h, 168h (1 semana), 672h (4 semanas) e 1344h (8 semanas) de incubação. Concentração de CHX em foi analisada espectrofotometricamente. Quantidades significativas de CHX permaneceram retidos em dentina substratos (MD, PPD ou TDD), independente da dose aplicada ou CHX tempo de incubação ($p<0,05$). Altas

quantidades de retidos CHX sobre HA foram observadas apenas para os espécimes tratados com a maior concentração de CHX (2%) ($p < 0,05$). A dentina tratada com CHX apresentou excelente substantividade e seu efeito relatado na inibição das proteases dentinárias pode explicar porque CHX pode prolongar a durabilidade da união dentina-resina.

3.2. Etanol

Nalla *et al.*, (2006) relatam que a dentina saudável, o tecido mineralizado que constitui a maior parte do dente, é naturalmente hidratada *in vivo*, no entanto, é sabido que diversos produtos químicos reagentes, incluindo acetona e etanol, pode induzir a desidratação e, conseqüentemente, afetar as suas propriedades. Neste estudo, buscou-se investigar o efeito do álcool sobre as propriedades mecânicas da dentina, especificamente através da medição da rigidez, força e resistência da dentina. Resultados indicaram que a desidratação induzida teve um efeito benéfico significativo no módulo de elasticidade, força, fratura e dureza da dentina. Embora estes dentes fiquem mais resistentes à fratura, a modificação das propriedades foi totalmente reversível após a reidratação. Este efeito considera-se associado a um aumento de reorganização das moléculas de colágeno e pontes de hidrogênio intermoleculares, onde a água é substituída por uma menor quantidade de hidrogênio, formando vínculo solventes, tais como o álcool.

Tay *et al.*, (2007) este estudo testou a hipótese de que a ligação hidrofóbica à dentina condicionada com ácido pode ser realizada somente com o uso de solvente etanol BisGMA. Substituição água da dentina com etanol produz maiores espaços interfibrilar, retração mais ampla das fibrilas de colágeno, e camadas híbridas mais estreitas. Adesivos Experimental BisGMA fornece a prova de conceito que as resinas relativamente hidrofóbicas pode ser atrelado à dentina condicionada, por aumentar suas características hidrofóbicas via substituição do etanol.

Cadenaro *et al.*, (2008) avaliaram o grau de conversão de cinco sistemas adesivos experimentais em relação à sua hidrofiliabilidade. A mistura de

resina variou de hidrofílica para hidrofóbica e foram testados como agentes de ligação puro, ou diluídos com percentagens crescentes de etanol. A hipótese testada foi de que o grau de polimerização de misturas de resina é afetada por resina hidrofílica, as concentrações do solvente ou o tempo de polimerização. Cinco versões fotopolimerizáveis de pura mistura de resina experimental foram submetidos a investigação. Etanol em diferentes percentagens de peso (A: 0%, B: 30%, C: 50% D: 70% e E: 90%) foi adicionado a estas misturas de resinas simulando formulações diferentes de adesivos. A calorimetria exploratória diferencial foi utilizada para medir o grau de conversão de misturas de resinas em função da hidrofiliidade de resina, concentração do solvente e tempo de cura. Os resultado mostrou que o grau de conversão foi influenciado pela hidrofiliidade da mistura de resina ($p < 0,05$), percentual de diluição de etanol ($p < 0,05$) e tempo de cura ($p < 0,05$). Diluição de 30% de etanol aumentou o grau de conversão em relação aos compostos puros, independentemente do tipo de resina e tempo de cura, mostrando o alto grau de conversão dos valores do estudo.

Hosaka *et al.*, (2009) afirmam que uma maior resistência adesiva após 24 horas entre a dentina e a resina é criada quando o etanol é usado para substituir a água na técnica úmida. Este estudo *in vitro* analisou se o etanol, na técnica úmida de ligação, pode aumentar a durabilidade da união dentina-resina. Os testes de resistência de união foram realizados 24 horas, 3, 6 e 12 meses após os procedimentos adesivos. Embora a maioria dos que utilizou água na dentina não se alterou ao longo tempo, aqueles que utilizaram etanol exibiram maior força de adesão, e nenhum deles caiu ao longo do tempo. Diminuição do diâmetro fibrilar de colágeno e espaçamento aumentado interfibrilar foi observado em camadas híbridas criadas com vínculo de etanol. Aumentos na resistência à tração e durabilidade com o uso de etanol pode ser devido à maior absorção de resina e melhor vedação da matriz de colágeno, minimizando atividades colagenolíticas.

Cadenaro *et al.*, (2009) analisaram a capacidade de cinco adesivos dentais, diluídos com 10% de etanol em massa, de redução da permeabilidade da dentina condicionada com ácido. O ataque ácido à dentina foi saturado com

água ou etanol 100%. O grau de conversão das resinas foi medido usando espectroscopia infravermelho. Aplicação da mistura de comonômeros mais hidrofóbica (R1) à dentina, produziu a menor redução na permeabilidade (31,9, 44,1 e de 61,1% após fotopolimerizadas em 20, 40 ou 60 s, respectivamente). Aplicação da mesma mistura de etanol-saturado acarretou na redução da permeabilidade dentinária de 74,1, 78,4 e 81,2%, respectivamente ($p < 0,05$). Embora mais resinas hidrofílicas produzem maiores reduções de permeabilidade, a tendência mesmo é ocorrer maiores reduções em dentina saturada de etanol sobre a que de saturadas de água. Este resultado pode ser explicado pela maior solubilidade de resinas em etanol do que em água.

Carvalho *et al.*, (2009) analisaram o efeito do uso do etanol antes de cimentação de pinos de fibras intra radiculares com sistemas adesivos condicione e lave, por meio de avaliação de resistência de união e MEV. Pinos pré fabricados foram cimentados em canal único de pré-molares usando Dual Link como agente cimentante em combinação com sistema adesivo de três passos (All Bond 2) ou um de dois passos (One Step Plus), sistema adesivo condicione e lave, que foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes (controle) ou com o enxágüe adicional de etanol em dentina condicionada com ácido antes da colagem (experimental). Espécimes foram seccionados em placas de 1 mm de espessura e submetidos a testes de resistência adesiva. Além disso, os espécimes de cada grupo foram processadas para a análise em microscopia eletrônica de varredura. Resistência de união All Bond 2 aumentou significativamente, se o adesivo foi aplicado em dentina saturada por etanol ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os grupos experimental e controle para One Step Plus. Independentemente do adesivo, a análise em microscopia eletrônica de varredura revelou bons padrões de impregnação, quando ambas as técnicas de ligação foram empregados. O uso de etanol em dentina condicionada por ácido revelou maior força de cisalhamento para o All Bond 2, quando comparados com o procedimento de aplicação do grupo controle. No entanto, nenhuma melhoria na resistência de união foi detectada com One Step Plus.

4. Discussão

A restauração de dentes tratados endodonticamente, além do objetivo de restabelecer a estética e a função, deve proporcionar durabilidade ao elemento dental. No entanto, a perda da retenção do retentor intra-radicular também está relacionada à degradação ao longo do tempo das fibrilas de colágeno e dos constituintes poliméricos presentes na interface de união (Hashimoto *et al.*, 2003a; Hashimoto *et al.*, 2003b; Carrilho *et al.*, 2007; Gonçalves *et al.*, 2009; Breshi *et al.*, 2010). Segundo Reis *et al.*, (2007) esta interface pode ser degradada em três estágios: (1) água absorvida pelo polímero iniciando sua degradação hidrolítica; (2) componentes resinosos são lixiviados da camada híbrida e/ou da camada de adesivo (Hashimoto *et al.*, 2003a; Hashimoto *et al.*, 2003b) e (3) fibrilas colágenas expostas são degradadas por endopeptidases presentes na matriz dentinária (MMPS) (Pashley *et al.*, 2004; Hebling *et al.*, 2005; Carrilho *et al.*, 2007) ou proteinases exógenas provenientes da saliva e bactérias (Tjaderhane *et al.*, 1998).

Os sistemas adesivos atuais, são hidrofílicos e assim foram formulados principalmente pela necessidade de serem aplicados em substrato úmido. Frente a essa necessidade e à tendência de simplificação das técnicas de aplicação, suas formulações foram modificadas pela adição de monômeros hidrófilos, diluentes e solventes. A presença de monômeros hidrófilos e monômeros diluentes, de baixo peso molecular, na composição desses materiais confere à interface de união formada maior capacidade de sorção de água (Chersoni *et al.*, 2004; Tanaka *et al.*, 1999). A água sorvida do meio, associada àquela presente na dentina durante o procedimento de adesão, acelera a deterioração das propriedades dessa estrutura interfacial (Santerre, 2001; Sano *et al.*, 1999; Hashimoto *et al.*, 2003a,b).

Por este motivo, algumas formas de tratamento da superfície dentinária radicular tem sido propostos com o objetivo de reduzir a degradação do colágeno e dos componentes resinosos, aumentando, com isso, a estabilidade de união em longo prazo. Tem sido demonstrado que a CHX é um efetivo inibi-

dor de MMPs da matriz dentinária (Martin-De Las Heras *et al.*, 2000; Pashley *et al.*, 2004) e que interfaces produzidas na presença deste agente são menos susceptíveis a degradação proteolítica. Hebling *et al.*, (2005), Carrilho *et al.*, (2005) e Ricci *et al.*, (2010) demonstraram *in vivo* que o uso da CHX anteriormente aos procedimentos adesivos resultou em interfaces menos susceptíveis a degradação após 6, 14 e 12 meses, respectivamente, em função na cavidade bucal; sendo os trabalhos de Hebling *et al.*, (2005) e Ricci *et al.*, (2010) realizado em dentina afetada por cárie. O mecanismo de ação da CHX ainda permanece inexplicado. Sugere-se que esse agente, por ser catiônico, poderia competir com receptores das MMPs que deveriam ser ocupadas por íons como cálcio e zinco para sua ativação. Como resultado, a ação colagenolítica sobre as fibrilas colágenas seria significativamente reduzida (Tjaderhane *et al.*, 1998; Pashley *et al.*, 2004). Além disso, de acordo com Carrilho *et al.*, (2007) a ação em longo prazo da CHX pode ser explicada pelo seu confinamento na interface adesiva, sendo sua eliminação dos túbulos dentinários é minimizado pela formação de tags de resina. Os monômeros adesivos que envolvem as fibrilas colágenas tratadas com CHX podem contribuir pela sua preservação e prolongar sua ação inibitória, já que uma de suas propriedades é a substantividade (Gomes *et al.*, 2009; Carrilho *et al.*, 2010).

Como a água presente na dentina durante a hibridização é impossível de ser eliminada por completo (Yiu *et al.*, 2005) tornando-se um fator de comprometimento da durabilidade adesiva, o uso de solventes anidros, como e etanol, tem sido proposto como alternativa para saturar a dentina desmineralizada em substituição à água (Pashley *et al.*, 2007). Na presença do etanol, monômeros mais hidrófobos se dissolvem com maior facilidade e a difusão é favorecida por toda a extensão da zona de desmineralização (Becker *et al.*, 2007). Com a dentina saturada com etanol ao invés de água, monômeros adesivos relativamente hidrófobos poderiam ser infiltrados na zona desmineralizada, eliminando a existência de fibrilas de colágeno expostas e não protegidas na base da camada hibridizada.

De acordo com os artigos estudados, a incorporação da clorexidina e/ou etanol nos procedimentos adesivos favorece a durabilidade da resistência

de união de sistemas adesivos à estrutura dentinária. Dessa forma, modificações nos protocolos de adesão visando manter a durabilidade da resistência de união ao longo do tempo devem ser considerados em investigações futuras, tanto em estudos laboratoriais quanto clínicos.

5. Conclusão

Considerando-se os resultados obtidos em cada estudo sobre a aplicação da Clorexidina, conclui-se que:

- A incorporação da clorexidina aos protocolos de adesão à dentina, além de favorecer a resistência de união à dentina afetada por cárie, também favorece a estabilidade da união ao longo do tempo.
- A auto-degradação de matrizes de colágeno pode ocorrer após os procedimentos restauradores, mas pode ser minimizada pela aplicação de uma protease sintética inibidora como a clorexidina.

Considerando-se os resultados obtidos em cada estudo sobre a aplicação do Etanol, conclui-se que:

- O etanol aplicado anteriormente o sistema adesivo remove a água residual da estrutura dentinária, facilitando a penetração dos monômeros hidrófobos do sistema adesivo. Este monômero possui maior estabilidade ao longo do tempo quando comparado com os monômeros hidrofílicos.
- A remoção do excesso de água pelo etanol também reduz a possibilidade de degradação hidrolítica ao longo do tempo, aumentando a estabilidade da união dos sistemas adesivos.

6. Referências Bibliográficas

- 1- Armstrong SR, Vargas MA, Chung I, Pashley DH, Campbell JA, Laffoon JE, Qian F. Resin- Dentin interfacial ultra structure and microtensile dentin bond strength after five-year water storage. *Oper Dent.* 2004; 29(6): 705-12.
- 2- Becker TD, Agee KA, Joyce AP, Rueggeberg FA, Borke JL, Waller JL, et al. Infiltration/evaporation-induced shrinkage of demineralized dentin by solvated model adhesives. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007; 80(1):156-65.
- 3- Bourd-Boittin K, Fridman R, Fanchon S, Septier D, Goldberg M, Menashi S. Matrix metalloproteinase inhibition impairs the processing, formation and mineralization of dental tissues during mouse molar development. *Exp Cell Res.* 2005; 304(2): 493-505.
- 4- Brackett WW, Tay FR, Brackett MG, Dib A, Sword RJ, Pashley DH. The Effect of Chlorhexidine on Dentin Hybrid Layers In Vivo. *Oper Dent.* 2007; 32(2): 107-111.
- 5- Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008; 24(1): 90-101.
- 6- Breschi L, Mazzoni A, Nato F, Carrilho M, Visintini E, Tjäderhane L, et al. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2-year in vitro study. *Dent Mater.* 2010; 26: 320-5.

- 7- Bui TB, Baumgartne JC, Mitchell JC. Evaluation of the Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate and its Effect on Root Dentin. *J Endod.* 2008; 34: 181–185.
- 8- Burrow MF, Harada N, Kitasado Y, Nikaido T, Tagami J. Seven-year dentin bond strengths of a total and self etch system. *Eur J Oral Sci.* 2005; 113(3): 265-70.
- 9- Cadenaro M, Breschi L, Antoniulli F, Navarra CO, Mazzoni A, Tay FR, et al. Degree of conversion of resin blends in relation to ethanol content and hydrophilicity. *Dent Mater.* 2008; 1194-200.
- 10-Cadenaro M, Breschi L, Rueggeberg FA, Agee K, Lenarda R, Carrilho M, etal. Effect of adhesive hydrophilicity and curing time on the permeability of resins bonded to water vs. ethanol-saturated acid-etched dentin. *Dent Mater.* 2009; 39-47.
- 11-Campos EA, Correr GM, Leonardi DP, Barato-Filho F, Gonzaga CC, Zielak JC. Chlorhexidine diminishes the loss of bond strength over time under simulated pulpal pressure and thermo-mechanical stressing. *J Dent.* 2009; 37(2): 108-14.
- 12- Carvalho CA, Cantoro A, Mazzoni A, Goracci C, Breschi L, Ferrari M. Effect of ethanol application on post-luting to intraradicular dentine. *Int End J.* 2009; 129–135.
- 13- Carrilho MRO, Carvalho RM, de Goes MF, Hipólito V, Geraldeli S, Tay FR, et al. Chlorhexidine Preserves Dentin Bond in vitro. *J Dent Res.* 2007; 86; 90.

- 14-Carrilho MR, Carvalho RM, Sousa EN, Nicolau J, Breschi L, Mazzoni A, et al. Substantivity of chlorhexidine to human dentin. *Dent Mater.* 2010; 779–785.
- 15-Carrilho MRO, Geraldeli S, Tay F, Goes MF, Carvalho RM, Tjäderhane L, et al. In vivo Preservation of the Hybrid Layer by Chlorhexidine. *J Dent Res.* 2007; 86; 529.
- 16- Chersoni S, Suppa P, Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Yiu C, et al. In vivo and in vitro permeability of one-step self-etch adhesives. *J Dent Res.* 2004; 83: 459-64.
- 17-De Castro FL, de Andrade MF, Duarte Junior SL, Vaz LG, Ahid FJ. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *J Adhes Dent.* 2003; 5(2): 129-38.
- 18-Erhardt MC, Osorio R, Toledano M. Dentin treatment with MMPs inhibitors does not alter bond strengths to caries-affected dentin. *J Dent.* 2008 36(12): 1068-73.
- 19-Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent.* 2000a; 13(Special Issue): 15B-18Ba.
- 20-Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2001; 27(7): 452-5.
- 21-Fukae M, Kaneko I, Tanabe T, Shimizu M. Metalloproteinases in the mineralized compartments of porcine dentine as detected by substrate-gel electrophoresis. *Arch Oral Biol.* 1991; 36(8): 567-73.

- 22-Garcia-Godoy F, Tay FR, Pashley DH, Feilzer A, Tjäderhane L, Pashley EL. Degradation of resin-bonded human dentin after 3 years of storage. *Am J Dent.* 2007; 20(2): 109-13.
- 23-Gendron R, Grenier D, Sorsa T, Mayrand D. Inhibition of the activities of matrix metalloproteinases 2, 8, and 9 by chlorhexidine. *Clin Diagn Lab Immunol.* 1999; 6(3): 437- 9.
- 24- Gomes BP, Montagner F, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, de Almeida JF, et al. Antimicrobial action of intracanal medicaments on the external root surface. *J Dent.* 2009; 37(1): 76-81.
- 25- Gonçalves Lde S, Consani S, Sinhoreti MA, Schneider LF. Effect of storage and compressive cycles on the bond strength after collagen removal. *Oper Dent.* 2009; 34, 681-7.
- 26-Hebling J, Pashley DH, Tjaderhane L, Tay FR. Chlorhexidine Arrests Subclinical Degradation of Dentin Hybrid Layers in vivo. *J Dent Res.* 2005; 84(8): 741-6.
- 27-Hiraishi N, Yiu CKY, King NM, Tay FR. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. *J Dent.* 2009; 1373.
- 28-Hiraishi N, Yiu CKY, King NM, Tay FR, Pashley DH. Chlorhexidine release and water sorption characteristics of chlorhexidine-incorporated hydrophobic/hydrophilic resins. *Dent Mater.* 2008; 1391–1399.
- 29-Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analysed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Bio Mater.* 2003a; 24(21): 3795-803.

- 30- Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2003b; 66(1): 324-30.
- 31-Hosaka K, Nishitani Y, Tagami J, Yoshiyama M, Brackett WW, Agee KA, et al. Durability of resin-dentin bonds to water- vs. ethanol-saturated dentin. *J Dent Res.* 2009; 88(2): 146-51.
- 32-Kanka J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent.* 1992; 5(4): 213-5.
- 33-Kato G, Nakabayashi n. Effect of phosphoric acid concentration on bonding to etched dentin. *Dent Mater.* 1996; 12: 250-5.
- 34-Komori PCP, Pashley DH, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, De Goes MF, et al. Effect of 2% chlorhexidine digluconate on the bond strength to normal versus caries-affected dentin. *Oper Dent.* 2009; 34(2): 157-65.
- 35-Lassila LVJ, Tanner J, Le-Beel AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004; 20(1): 29-36.
- 36-Lindblad RM, Lassila LVJ, Salo V, Vallittu PK, Tjaderhane L. Effect of Chlorhexidine on Initial Adhesion of Fiber Reinforced Post to Root Canal. *J Dent.* 2010; 1596.
- 37-Malacarne-Zanon J, Pashley DH, Agee KA, Foulger S, Alves MC, Breschi L, et al. Effects of ethanol addition on the water sorption/solubility and percent conversion of comonomers in model dental adhesives. *Dent Mater.* 2009; 1275–1284.
- 38-Malquarti, G.; Berruet, R.G.; Bois, D. Prosthetic use of carbon fiber-reinforced epoxy resin for esthetic crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 1990; 63(3): 251-7.

- 39-Manso AP, Marquezini L Jr, Silva SM, Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM. Stability of wet versus dry bonding with different solvent-based adhesives. *Dent Mater.* 2008; 24(4): 476-82.
- 40-Martin - De Las Heras S, Valenzuela A, Overall CM. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. *Arch Oral Biol.* 2000; 45(9): 757-65.
- 41-Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* 2009; 42(4): 288-302.
- 42-Nakabayashi N. Adhesive bonding with 4-META. *Oper Dent* 1992; 5: 125- 30.
- 43-Nalla RK, Kinney JH, Tomsia AP and Ritchie RO. Role of Alcohol in the Fracture Resistance of Teeth. *J Dent Res.* 2006; 85: 1022-1026.
- 44-Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent.* 1997; 25(5): 355-72.
- 45-Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent.* 2007; 20(1): 7-20.
- 46-Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, *et al.* Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.* 2004; 83(3): 216-21.
- 47-Perdigão J, Frankenberger R, Rosa B, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J Dent* 2000; 13: 25D–30D.
- 48- Reis AF, Bedran-Russo AK, Giannini M, Pereira PN. Interfacial ultramorphology of single-step adhesives: nanoleakage as a function of time. *J Oral Rehabil.* 2007; 34: 213-221.

- 49- Ricci HA, Sanabe ME, de Souza Costa CA, Pashley DH, Hebling J. Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds. *Eur J Oral Sci.* 2010; 118: 411-6.
- 50-Sadek FT, Pashley DH, Nishitani Y, Carrilho MR, Donnelly A, Ferrari M, et al. Application of hydrophobic resin adhesives to acid-etched dentin with an alternative wet bonding technique. *J Biomed Mater Res A.* 2007; 84(1): 19–29.
- 51- Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res.* 1999; 78(4): 906-11.
- 52- Santerre JP, Shajii L, Leung BW. Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. *Crit Ver Oral Biol Méd.* 2001; 12(2): 136-51.
- 53-Soares CJ, Pereira CA, Pereira JC,Santana FR, Prado CJ. Effect of Chlorhexidine Application on Microtensile Bond Strength to Dentin. *Oper Dent.* 2008; 33 – 2, 183-188.
- 54-Souza-Filho FJ, Soares AJ, Viana ME, Zaia AA, Ferraz CCR, Gomes BPFA. Antimicrobial Effect and pH of Chlorhexidine Gel and Calcium Hydroxide Alone and Associated with other Materials. *Braz Dent J.* 2008; 19(1): 28-33.
- 55-Stevens RW, Strother JM, McClanahan SB. Leakage and Sealer Penetration in Smear-free Dentin After a Final Rinse With 95% Ethanol. *J Endod.* 2006; 32: 785–788.

- 56-Sulkala M, Tervahartiala T, Sorsa T, Larmas M, Salo T, Tjaderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) is the major collagenase in human dentin. *Arch Oral Biol.* 2007; 52(2): 121-7.
- 57-Tanaka J, Ishikawa K, Yatani H, Yamashita A, Suzuki K. Correlation of dentin bond durability with water absorption of bonding layer. *Dent Mater J.* 1999; 18(1):11-8.
- 58- Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SH. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. *J Dent Res.* 1996; 75(4): 1034–44.
- 59- Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc.* 2003; 69(11): 726–31.
- 60- Tay FR, Pashley DH, Kapur RR, Carrilho MR, Hur YB, Garrett LV, et al. Bonding BisGMA to dentin a proof of concept for hydrophobic dentin bonding. *J Dent Res.* 2007; 86(11): 1034–9.
- 61- Tjaderhane L. The mechanism of pulpal wound healing. *Aust Endod J.* 2002; 28(2): 68-74.
- 62- Tjaderhane L, Larjava H, Sorsa T, Uitto VJ, Larmas M, Salo T. The activation and function of host matrix metalloproteinases in dentin matrix breakdown in caries lesions. *J Dent Res.* 1998; 77: 1622-1629.
- 63- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003; 28(3): 215-35.
- 64- Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Pneumans M, Lambrechts P, et al. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent.* 2001; 26: 119-44.

- 65- Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD, et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res* 1998; 77(1): 50-9.
- 66- Varvara G, Perinetti G, Di-lorio D, Murmura G, Caputi S. In vitro evaluation of fracture resistance and failure mode of internally restored endodontically treated maxillary incisors with differing heights of residual dentin. *J Prosthet Dent.* 2007; 98(5): 365-72.
- 67- Wilcox LR, Wiemann AH. Effect of a Final Alcohol Rinse on Sealer Coverage of Obturated Root Canals. *J Dent.* 1995.
- 68-Yiu CK, Pashley EL, Hiraishi N, King NM, Goracci C, Ferrari M, et al. Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Bio Mater.* 2005; 26(34): 6863-72.