



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



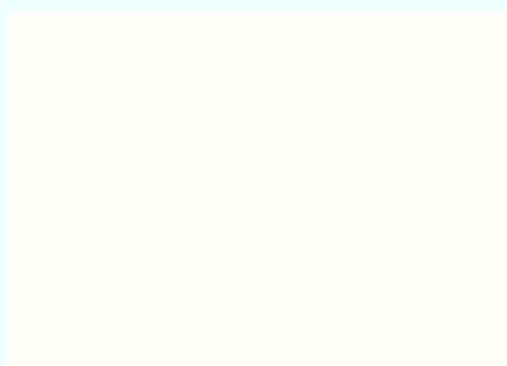
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): Marcela Nóbrega Machado

Orientador(a): Caio Cezar Randi Ferraz

Ano de Conclusão do Curso: 2004



TCC 165

Marcela Nóbrega Machado

Avaliação da nanoinfiltração na interface dentina-resina em cavidades preparadas na câmara pulpar de dentes bovinos tratados com diferentes substâncias irrigadoras. Estudo em Microscopia Eletrônica de Varredura.

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

Orientador: Caio C. Randi Ferraz

Piracicaba
2004

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

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais e irmã, por compartilharem comigo cada momento dessa longa caminhada até aqui, pelo apoio e compreensão. Também a Deus, pois sem ele nada seria possível.

AGRADECIMENTO

Quero agradecer à Simone, amiga e parceira nesse projeto, por dividir comigo nossas dificuldades e somar vitórias.

Ao aluno de Doutorado Fábio Dametto, pela orientação e paciência dedicada a nós.

Ao Prof. Dr. Caio C. Randi Ferraz pela oportunidade desse projeto e orientação no mesmo.

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	Pag. 6
2. INTRODUÇÃO.....	8
3. OBJETIVO.....	14
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
5. METODOLOGIA.....	37
6. RESULTADOS.....	42
7. DISCUSSÃO.....	46
8. CONCLUSÕES.....	50
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1. RESUMO

O objetivo desse estudo "in vitro" foi avaliar a ocorrência da nanoinfiltração na união dentina-resina, em cavidades confeccionadas na dentina da câmara pulpar e submetidas ao tratamento com diferentes substâncias irrigadoras.

Foram utilizadas dentes bovinos, os quais foram armazenados em solução salina 0,9% + timol 0,1% até o momento da utilização. Os dentes foram seccionados horizontalmente, sendo que as coroas foram novamente seccionadas no sentido méso-distal, afim de se ter acesso às paredes da câmara pulpar. Nas faces vestibulares foram realizadas cavidades de 3mm x 3mm x 2mm com a caneta de alta rotação Kavo, sob refrigeração, e ponta diamantada em cone invertido (KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, São Paulo, Brasil). Desse modo as amostras foram divididas em 4 grupos, sendo que cada um deles foi submetido a imersão em um irrigante diferente pelo período de 30 minutos. Após esse período, as cavidades foram preenchidas utilizando-se o sistema adesivo Single Bond (3M Produtos Odontológicos – Campinas – São Paulo – Brasil) e a resina composta Z250 cor A1 (3M Produtos Odontológicos – Campinas – São Paulo – Brasil) seguindo as instruções do fabricante. À cada irrigante foram utilizadas 5 amostras. Depois de devidamente restauradas as metades coronárias tiveram suas superfícies externas isoladas com uma camada de Super Bond e duas camadas de esmalte colorido comum, mantendo a resina composta e 2mm ao seu redor exposto ao agente traçador. As amostras foram então imersos em solução de nitrato de prata, a 50% em temperatura ambiente por 24 horas em câmara escura. Posteriormente, estes foram preparados para a análise em Microscopia Eletrônica de Varredura.

Nos quatro grupos estudados: hipoclorito de sódio 5,25% (Farmácia Papoula, Piracicaba, Brasil) + EDTA 17%, hipoclorito de sódio 5,25% (Farmácia Papoula, Piracicaba, Brasil), clorexidina gel 0,2% (Endogel®, Essencial Farma, Itapetininga, Brasil) e soro fisiológico estéril 0,9%, foi observada a infiltração de nitrato de prata nas paredes axiais dos preparos restaurados.

2. INTRODUÇÃO

A restauração de dentes endodonticamente tratados é um dos assuntos mais estudados e que ainda permanece controverso sobre vários aspectos (Schwartz RS, Robbins JW 2004). Estudos indicam que a ocorrência de microinfiltração é a principal causa de falhas nas restaurações com compósitos fotopolimerisáveis. (Estafan D, Agosta C. 2003). Além disso, é um importante fator que leva ao insucesso de tratamentos endodônticos (Swanson & Madison, 1987; Madison & Swanson, 1987; Madison & Wicox, 1988; Torabinejad *et al.*, 1990; Magura *et al.*, 1991; Lin *et al.*, 1992; Saunders & Saunders, 1994).

Entre os fatores que levam a esse fenômeno podemos citar as diferenças existentes entre as propriedades físicas encontradas no compósito resinoso e na estrutura dental remanescente. Por isso diversos materiais vêm sendo pesquisados, com o objetivo de se encontrar aquele com propriedades físicas similares às da estrutura dental, o que possibilitaria a eliminação da microinfiltração coronária (Estafan D, Agosta C.).

Os compósitos, atualmente vêm sendo indicados para a restauração de dentes endodonticamente tratados, pois através de seu sistema adesivo permitem um bom selamento coronário. Estudos demonstram a capacidade desse material em dissipar o estresse produzido durante a mastigação. O estresse é transmitido

através da interface dente-resina, o que leva ao reforço da estrutura dental enfraquecida (Swanson & Madison, 1987; Madison & Swanson, 1987).

Para que a microinfiltração seja evitada, é importante que se faça a correta utilização dos sistemas adesivos. O monômero presente nesses materiais é capaz de infiltrar-se na camada de colágeno, exposta pelo ataque ácido prévio, formando com isso uma camada híbrida, responsável por reter os componentes da dentina e promover o selamento da interface dente-restauração (Nakabayashi, 1982).

A força de união de diferentes sistemas adesivos diminui gradualmente com o passar do tempo, independentemente do tipo de solvente usado (Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RH. 2004). A exposição desses adesivos a meios úmidos por sua vez, causa uma redução significativa na qualidade de suas propriedades mecânicas, o que compromete a união entre dentina e resina composta e interfere na longevidade dessas restaurações (Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. 2004).

Além disso, existe uma correlação entre o tempo de exposição ao ataque ácido e o grau de desmineralização da superfície dental. A camada híbrida formada depende diretamente do tempo de ataque ácido sofrido na região em questão. Aumentando-se o tempo de exposição ao ácido, pode-se chegar a um grau de desmineralização maior que aquele no qual o monômero possa penetrar completamente, formando com isso uma espessa, porém pouco infiltrada camada híbrida. Se reduzirmos o tempo de exposição para no máximo 30 segundos,

reduziremos também a profundidade de desmineralização, ainda assim sendo suficiente para que o adesivo penetre e sele eficientemente a superfície dental (Abu-Hanna A, Gordan VV, Mjor I. 2004).

Entretanto, para a eficiente difusão do adesivo é indicada a remoção da *Smear layer* formada após o tratamento endodôntico (Cobankara FK, Adanr N, Belli S. 2004). Uma das substâncias mais utilizadas para esse fim é o EDTA. Torii *et al.* (2003) testaram o efeito do condicionamento dental com EDTA antes da aplicação de diferentes sistemas adesivos. Os resultados mostraram um significativo aumento na força de união adesiva em dentes onde o EDTA foi utilizado antes dos adesivos do tipo "all-in-one" (One-up Bond F; Reactmer Bond), porém não notaram diferenças significativas quanto aos dois outros adesivos testados (Clearfil SE Bond e Single Bond). Já na interface resina-dentina o condicionamento com EDTA formou uma camada híbrida mais espessa quando comparada aos dentes não condicionados em todos os sistemas adesivos, com exceção para o sistema Single Bond.

No entanto, soluções irrigadoras, que entram em contato com a dentina a ser restaurada, têm sido apontadas como um potencial de contaminação, as quais podem interferir, e comprometer, a ação dos sistemas adesivos (Sung *et al.* 2004). Isso, por que esses agentes desinfetantes podem alterar a estrutura das fibras colágenas, afetando o sistema de união entre o adesivo e a dentina (Cao *et al.*, 1995; Gurgan *et al.*, 1999).

Estudos comprovam que as soluções irrigadoras utilizadas durante o tratamento endodôntico influenciam na microinfiltração coronária, sendo que entre os irrigantes utilizados, NaOCl aliado ao EDTA e Clorexidina gel foram aqueles que possibilitaram melhor selamento coronário (Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. 2002).

Outros autores (Turkun M, Turkun LS, Kalender A, 2004) afirmam que a clorexidina pode ser utilizada como desinfetante cavitário, sem com isso alterar as propriedades seladoras do sistema adesivo. Castro *et al.* (2003) comprovaram que a aplicação de solução de clorexidina 2% antes ou após o ataque ácido sobre a dentina não interfere sobre a força de união entre o compósito e a superfície dentária quando da utilização de sistemas adesivos como Prime & Bond NT, Single Bond e Clearfil SE Bond.

Já o tratamento da superfície dental com NaOCl, para a remoção do colágeno, promove uma melhor união do sistema adesivo à dentina, porém o aumento da resistência adesiva foi obtida somente para alguns materiais, os quais apresentavam acetona na composição (Vargas *et al.*, 1997; Inai *et al.*, 1998; Kanka *et al.*, 1999; Bedran de Castro *et al.*, 2000).

Belli *et al.*, em 2001, demonstraram um aumento da força de união entre o sistema adesivo e as várias regiões da dentina da câmara pulpar após o pré-

tratamento com NaOCl. Para eles o sistema adesivo é indicado como uma proteção adicional aos canais radiculares tratados endodonticamente

Sung *et al.* (2004) comprovaram que não existe significativa diferença quanto a microinfiltração resultante da utilização de diferentes irrigantes, entre eles: NaOCl e clorexidina gel.

Quanto uma das formas de se avaliar a força de união do sistema adesivo à dentina podemos citar a Nanoinfiltração. O termo Nanoinfiltração foi introduzido para explicar o caminho percorrido pelos agentes adesivos na formação da camada híbrida capaz de unir dentina e compósitos sem que haja a formação de fendas. Na literatura esse fenômeno é apontado como fator de risco ao sucesso da restauração. NaOCl é um conhecido agente desinfetante utilizado na remoção da camada de colágeno exposta após o ataque ácido. Por isso, remover a camada de clageno, utilizando este irrigante previne a formação de nanoinfiltrações, segundo Pioch *et al.* 2001.

Para esses autores (Pioch *et al.* 2001) o termo nanoinfiltração também pode descrever um tipo específico de infiltração presente as margens da dentina em contato com os materiais restauradores. A nanoinfiltração aparece como consequência da produção de ácidos provenientes da penetração de fluidos orais ou exsudados pulpares nas porosidades pertencentes ou a volta da camada híbrida existente. A nanoinfiltração é um fenômeno independente da microinfiltração. A

penetração dos líquidos orais depende do sistema adesivo e dos parâmetros utilizados na aplicação da técnica. A nanoinfiltração é menos expressiva que a microinfiltração e clinicamente pode passar despercebida. Porém a estabilidade da união adesiva entre a dentina e o material resinoso provavelmente será afetada de forma negativa.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a Nanoinfiltração em cavidades confeccionadas na dentina da câmara pulpar previamente submetidas a tratamento com diferentes irrigantes. O nitrato de prata foi utilizado como agente traçador, a fim de se analisar a nanoinfiltração em Microscopia Eletrônica de Varredura.

3. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a nanoinfiltração em cavidades confeccionadas na dentina da câmara pulpar previamente submetidas a tratamento com diferentes substâncias irrigadoras. Para isso foi utilizado como agente traçador o nitrato de prata, e os resultados foram analisados em Microscopia Eletrônica de Varredura.

4. REVISÃO DA LITERATURA

A Dentina é uma estrutura biológica complexa (Marshall *et al.*, 1997) que possui diferentes componentes e propriedades, as quais podem afetar diretamente a efetividade dos sistemas adesivos. Fatores biológicos e clínicos como, por exemplo a permeabilidade dentinária, fluidos pulpare, presença de cárie ou dentina esclerótica, também podem interferir na adesão dos sistemas adesivos a dentina em questão (PASHLEY,1997; BURROW, 1994; PERDIGÃO,1994; NAKAJIMA *et al.*,1995). A efetividade do sistema adesivo depende do grau de penetração do *primer* na dentina pré condicionada. O condicionamento ácido é responsável pela adesão micro-mecânica entre as fibras colágenas da dentina e o compósito, afim de criar a camada híbrida (NAKABAYASHI *et al.*,1982) ou seja, uma zona de interligação entre resina e dentina (VAN MEERBEEK *et al.*, 1992). Entretanto, a penetração do primer e do adesivo resinoso pode ser afetada pela localização da

cavidade a ser restaurada e por mudanças nas propriedades das diferentes partes do dente (MARSHALL *et al.*, 1997).

Os materiais restauradores adesivos foram introduzidos tanto como uma alternativa conservadora às lesões de cárie como para o tratamento de cavidades cervicais, devidas a fatores como abfração, entre outros (VAN MEERBEEK *et al.*, 1994). No entanto estudos demonstraram que a força de adesão obtida na dentina profunda é menor que aquela existente em partes mais superficiais (TAO L., PASHLEY DH., 1988). Pesquisas tentam relacionar uma melhor adesão dependente das diferentes posições da dentina, e determinar a influencia da orientação dos túbulos dentinários no sucesso da restauração adesiva. Essas investigações são importantes para que se possa entender melhor o mecanismo de adesão que esta sendo desenvolvido (BURROW *et al.*, 1996).

A microinfiltração foi conceituada por KIDD, em 1976, como a passagem clínica não perceptível de microorganismos, fluídos, moléculas na interface dente-restauração. A importância desta interface está na dificuldade de um selamento satisfatório, sem a presença de fendas que possam ser colonizadas por microorganismos (COX *et al.*, 1987). Sendo este, um dos fatores que mais influenciam a longevidade das restaurações, podendo promover a perda precoce do procedimento restaurador pelo aparecimento de cárie recorrente, sensibilidade pós-operatória, ou problemas pulpares (GOING, 1972; PASHLEY, 1990).

Sano et al. desenvolveu o teste de microtração usado em pequenas áreas em dentes preparados para serem submetidos ao teste. Esse método demonstrou que falhas ocorrem repetidamente na interface adesivo-resina composta. Porém, seu teste era irreal por usar tamanhos de amostras não ideais, onde ocorria uma inadequada distribuição de estresse na interface adesiva. Phrukkanon et al. modificou o teste de microtração, de forma que exista uma melhor distribuição do estresse.

BUONOCORE, em 1955, empregando um método simples, relatou a adesão entre resina acrílica e superfícies de esmalte através do condicionamento com ácido fosfórico 85% por 30 segundos. Verificou que a adesão de discos de resina ao esmalte era maior quando este tecido dental era condicionado, em relação aos corpos-de-prova que não recebiam nenhum tratamento ácido prévio. O autor explicou que o fenômeno ocorreu em função do grande aumento da área superficial devido à ação do condicionamento ácido, além do aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim, um contato íntimo da resina acrílica com o esmalte. A microscopia eletrônica de varredura revelou uma camada mista e ácido resistente representada pelo 4-META infiltrado nas fibras colágenas. Os autores concluíram que monômeros com grupamentos hidrófilos e hidrófobos após polimerização promoveram adesão aos tecidos dentais por penetração e infiltração, sugerindo ser esta uma nova concepção de biocompatibilidade dos materiais odontológicos; além de responsável pelo aumento na resistência de união.

COX *et al.*, em 1987, demonstraram que os materiais dentários quando apresentaram selamento marginal, são bem aceitos pelos tecido pulpar, mas em presença de colonização bacteriana na interface dente/restauração pode ser visto uma inflamação severa com colapso do tecido pulpar. Esta observação indica que os fatores químicos como ácidos e componentes dos materiais restauradores são em si menos permissivos que a infiltração bacteriana.

Uma real evolução na odontologia adesiva ocorreu em 1991, quando NAKABAYASHI *et al.* observaram em seu estudo, através da utilização de microscopia eletrônica de varredura, a formação da *camada híbrida* pela aplicação de adesivos contendo o 4-META em sua composição. Foi feito um pré-tratamento com a solução 10-3 (ácido cítrico 10% e oxalato férrico 3%) que resultou na formação de uma zona intermediária formada por dentina e resina. Verificaram também o encapsulamento que ocorreu quando da penetração do adesivo ao redor dos prismas de esmalte. Concluíram que quando a hibridização ocorre, a resistência de união aumenta significativamente, seja em esmalte ou dentina; além de formar um selamento, que segundo os autores, poderia prevenir sensibilidade pós-operatória e cáries recorrentes.

O fato de a camada híbrida ser maior ou mais grossa na dentina coronária que na radicular, sem com isso existir diferenças entre a resistência de união dessas duas regiões, sugere a inexistência de correlação entre força de união e densidade da camada híbrida em observação (Finger *et al.* 1994, Yoshiyama *et al.*

1995). As diferenças na aparência da camada híbrida de diferentes regiões do dente, se deve provavelmente às características dentinárias sendo a dentina pertencente aos canais radiculares mais esclerótica que aquela de outras regiões, especialmente em pacientes com idade avançada. Nesses casos, não apenas os túbulos dentinários estão obstruídos com minerais resistentes ao ataque ácido (Yoshiyama *et al.* 1996), bem como a dentina intertubular parece ser ácido resistente (Van Meerbeek *et al.* 1994, Duke & Lindemuth 1990, Hamirattisai *et al.* 1993).

Numerosas marcas comerciais de sistemas adesivos são lançadas no mercado, sendo que dois métodos são recomendados para uma boa hibridização e adequado selamento. O primeiro consiste na aplicação de uma única solução, a qual contém o primer e o adesivo resinoso juntos. A segunda opção possui primer e adesivo separados (KIJSAMANMITH *et al.*, 2002). A marca Single Bond combina o primer ao adesivo em uma única solução. O ácido fosfórico é usado com o objetivo de desmineralizar a dentina afim de remover a chamada "smear layer" e expor as fibras colágenas da dentina (PHRUKKANON *et al.*, 1999). Yoshiyama *et al.* (1998) em seus trabalhos comparou os dois tipos de sistemas adesivos, e não encontrou diferenças significativas entre eles.

A smear layer é produzida pela instrumentação dos canais radiculares em tratamentos endodônticos ou pela utilização de brocas e outros materiais cortantes na remoção de cáries e conformação de cavidades; essa camada não é observada em superfícies não instrumentadas. Essa fina estrutura amorfa é composta tanto

por materiais orgânicos e inorgânicos, os quais obstruem os orifícios dos túbulos dentinários (McComb & Smith 1975, Goldman *et al.*, 1982, Mader *et al.*, 1984., Sem *et al.*, 1995). O uso de EDTA juntamente com a solução de Hipoclorito de Sódio tem sido recomendada para uma eficiente remoção da Smear layer da superfície dentinária (Yamada *et al.* 1983, Cengiz *et al.* 1990, Garberoglio & Becce 1994, Liolios *et al.* 1997). Porém, outros estudos também mostraram que o uso de EDTA com a solução de Hipoclorito de sódio pode causar erosões nas paredes dos canais radiculares (Baumgartner & Mader 1987, Çalt & Serper 2000). Numerosas pesquisas indicam que a remoção da smear layer, bem como de uma fina camada dentinária ou alguns fragmentos é acelerada pelo uso da combinação EDTA com NaOCl (Yamada *et al.* 1983, Cengiz *et al.* 1990, Garberoglio & Becce 1994, Liolios *et al.* 1997)

Segundo Niu *et al.* (2002), erosões na dentina seriam o resultado de uma hiper descalcificação induzida pelo EDTA. Em seus estudos, quando a irrigação final foi realizada com EDTA a 15% a superfície dentinária tornou-se lisa porém, sem erosões; além disso os túbulos dentinários foram observados de forma regular e separados. Entretanto, quando a irrigação com EDTA a 15% foi seguida da solução de Hipoclorito de sódio a 6%, foram observadas erosões na dentina peritubular e intertubular. A superfície dentinária dos canais radiculares tornou-se áspera e os túbulos dentinários foram ampliados de forma irregular pela descalcificação dos componentes inorgânicos pelo EDTA e pela dissolução da matrix orgânica feita pelo NaOCl. Çalt & Serper (2000) sugeriram que as erosões

dentinárias podem ser minimizadas pela aplicação de EDTA por um período menor de tempo ou em um menor volume.

Em 1999, GALE & DARVELL realizaram uma revisão de 249 artigos publicados entre os anos de 1987 e 1997, sobre microinfiltração e relacionaram estes dados com a permeabilidade dentinária, que segundo eles na maioria dos trabalhos foi relegada o segundo plano, levando a resultados falso positivo, devido à dificuldade durante a mensuração da penetração de traçadores. Segundo estes autores a permeabilidade dentinária ocorre rotineiramente neste tipo de teste, mas não é citada como um problema. Isto é aceitável quando as margens dos preparos estão em esmalte, mas pode ser um problema significativo quando o selamento das margens testadas está em dentina. Também afirmaram que muitos mecanismos agem em conjunto com a pressão exercida pelo fluido intradentinário para reduzir a entrada de traçadores na dentina *in vivo*, em primeiro a presença do processo odontoblástico, que preenche totalmente o interior do canalículo dentinário impedindo a passagem de certos espécimes, também um filtrado de proteínas advindas do sangue como fibrinogênio pode formar um precipitado, servindo como obstrução mecânica, em terceiro os canalículos podem ser obliterados por deposição mineral em resposta a uma patologia ou idade. Mas em laboratório todos estes mecanismos estão prejudicados, porque normalmente para estes testes são escolhidos dentes sadios, de pacientes jovens e que não tiveram contato oclusal. Em muitos dos trabalhos analisados por estes autores, foram reportadas soluções para prevenir a penetração de traçadores somente pela falha de selamento, como:

redução no tempo de imersão no corante, escolha de um corante com menor capacidade de penetração, modificar o material para selar as áreas do dente que não devem ficar expostas ao corante. E concluíram que a penetração de corante na dentina é um fator que promove a confusão na leitura dos resultados e para minimizar este fator o preparo cavitário similar ao de acesso endodônticos, no terço apical da raiz, onde os túbulos dentinários estariam perpendiculares as paredes cavitárias seriam a melhor escolha, assim como o uso de cianoacrilatos para isolamento das amostras.

PASHLEY em 1990 escreveu um trabalho sobre as considerações clínicas da microinfiltração, onde coloca a necessidade do entendimento das características da permeabilidade da dentina para uma análise consistente dos efeitos da microinfiltração. Já que este fenômeno acontece com a maioria dos materiais restauradores, permitindo a passagem de bactérias e seus produtos pela dentina, advindo dos fluidos bucais. Teoricamente a permeabilidade dentinária é diretamente proporcional ao número de túbulos e seus diâmetros e é inversamente proporcional a espessura da dentina. Normalmente há uma pobre correlação entre os estudos *in vitro* e o sucesso clínico de um material. Porém, se um material não apresenta microinfiltração *in vitro*, é alta a probabilidade de sucesso clínico, já que os materiais costumam apresentar uma menor infiltração em estudo *in vivo* dado a vários fatores, como o acúmulo de produtos de corrosão, como é o caso do amálgama. Outro dado importante relatado neste estudo é a presença ou ausência da *smear layer*, este esfregaço tem a capacidade de formar tampões que são forçados para o

interior dos túbulos dentinários durante o preparo cavitário, funcionando como um agente mecânico para diminuir a permeabilidade dentinária. Entretanto, sua presença limita a força de adesão dos agentes adesivos com a dentina, devido à baixa força coesiva da *smear layer* com a dentina. Sua remoção pode significar um aumento na adesividade.

TROWBRIDGE, em 1987 escreveu um trabalho sobre os efeitos biológicos da microinfiltração marginal. Para ele o ambiente bucal pode, da mesma forma, ser responsabilizado pelo aumento ou diminuição da microinfiltração, já que neste ambiente; ambos, estrutura dental e material restaurador são submetidos a diferentes temperaturas, forças oclusais e ataque de bactérias contidas neste ambiente. O autor afirma que a microinfiltração marginal é um processo dinâmico que pode variar com o tempo, devido à longa exposição do conjunto dente/restauração à saliva, película, placa bacteriana e produtos com capacidade de remineralização; alterando, deste modo, esta interface.

Em 1972, GOING em uma revisão sobre ensaios de microinfiltração, descreveu os possíveis métodos que podem ser utilizados, enfatizando o fato que as margens das restaurações não são fixas, inertes e impenetráveis, como os clínicos às visualizam; mas, contém microfendas, que apresentam intensa movimentação de íons e moléculas. Neste estudo, foi realizado um resumo das principais características dos ensaios de microinfiltração, dentre eles, o uso de isótopos radioativos, corantes, bactérias, ar pressurizado, percolação marginal,

microscopia eletrônica de varredura e análise da ativação de nêutrons, apresentando suas vantagens e desvantagens. Verificou que o uso de corantes é o método mais antigo e freqüente na avaliação da microinfiltração, sendo Fletcher, 1875, pioneiro no uso desta metodologia. Relatou também que esta metodologia, empregando escores para ser quantificada, é subjetiva, transformando-se numa desvantagem. Nesta revisão, o autor conclui que o fenômeno da microinfiltração ao redor das restaurações advém de uma série de fatores, e não de um evento único, implicando nas condições clínicas, podendo levar à sensibilidade pós-operatória, hipersensibilidade crônica, manchamento dental, cáries recorrentes e patologias pulpaes.

Em 1995, SANO *et al.*, estudando a microinfiltração, observaram a presença de grânulos de prata dentro da interface entre a dentina e cinco diferentes sistemas de união, usados para restaurações Classe V. Diferente da microinfiltração convencional, que ocorre devido à presença de fendas na interface dente restauração, esta infiltração ocorre dentro da camada híbrida, em espaços da ordem de 20 a 100 nm de largura, sem a presença de fendas, por isso chamada de nanoinfiltração, que poderia trazer como conseqüências à penetração de subprodutos bacterianos ou mesmo água, diminuindo a eficiência do selamento dos túbulos dentinários. Neste trabalho os autores afirmaram que a penetração do nitrato de prata foi intermitente ou descontínua, indicando que a camada híbrida não é uniforme, isto foi observado nos cinco grupos ou cinco diferentes sistemas de união empregados. Também foi observado que os íons prata são facilmente

reduzidos na presença de fibras colágenas, como na maioria das amostras o nitrato ficou depositado na base da camada híbrida, os autores supõem que nesta área da camada híbrida ocorra uma maior presença de fibras colágenas expostas, devido a desmineralização pela utilização de ácido e a dificuldade de recobri-las com resina, seja pela profundidade ou presença de água, facilitando a deposição da prata.

WU & WESSELINK, em 1993, observaram que haviam sido publicados inúmeros artigos sobre infiltração marginal em dentes tratados endodonticamente e que, apesar das técnicas terem sido padronizadas para controle de comparação, os resultados ainda eram divergentes, afirmaram ainda, que há a necessidade de mais estudos sobre a metodologia empregada nestes testes. Um dos itens abordado é a quantidade de amostras necessárias e o teste estatístico a ser empregado para análise dos dados. Os autores concluíram que o tamanho mais apropriado das partículas do corante deve ser as de menor peso molecular, devido ao fato que substâncias patogênicas tais como, bactérias e seus produtos têm um alto peso molecular, mas alguns nutrientes, como o açúcar não, e se os nutrientes podem penetrar pela fenda, os microorganismos que ainda persistem nas paredes após a instrumentação podem manter-se vivos.

DÉJOU *et al.*, no ano de 1996, compararam e explicaram os métodos estatísticos utilizados para avaliar *in vitro* a eficiência do selamento dos sistemas de união. Para tanto, usaram 160 dentes pré-molares recentemente extraídos, divididos em 13 grupos, onde foram preparadas cavidades padronizadas e

restaurados com 13 sistemas restauradores. Após termociclagem, as amostras foram imersas em solução corante para posteriormente serem seccionadas e analisadas. Cinco critérios de avaliação foram utilizados: média, mediana, modo, máxima penetração ou sem qualquer penetração, em percentagem. Para cada parâmetro, foi utilizado teste ANOVA seguido de teste Duncan para comparar os 13 sistemas e obtiveram como conclusão que a medição da máxima penetração do corante em cada dente, parece ser o melhor critério de avaliação.

ALANI & TOH em 1997, confirmaram as revisões anteriores analisando a eficácia de vários métodos utilizados para avaliar microinfiltração marginal. Os autores verificaram que ao longo dos anos, o corante mais empregado foi o azul de metileno, em várias concentrações e tempo de imersão, seguido da fuccina básica, sendo esta contra-indicada para este fim, pois tem a capacidade de se aderir ao dente assim como ao material restaurador, sendo mais indicada como evidenciador de tecido cariado. Quanto às substâncias traço (por exemplo, o Nitrato de Prata), os autores estabeleceram que é um teste muito severo, pois os tamanhos de suas partículas (0,059 nm) são menores que das bactérias típicas (0,5 - 1,0 µm). Ambas as metodologias são utilizadas, mas apresentam problemas para interpretação dos resultados quando analisados de maneira qualitativa. Baseados nos resultados deste trabalho, os autores recomendam que os testes realizados com compósito, antes de sofrerem termociclagem devem ficar armazenados em água por 24 horas para permitir a sorção de água, para que os resultados sejam mais confiáveis.

Ainda sobre os artigos publicados sobre microinfiltração em dentes tratados endodonticamente, é dada atenção especial a obturação dos canais radiculares, cimentos e técnicas de obturação endodôntica. O selamento coronário da câmara pulpar não recebe enfoque especial nesses trabalhos, sendo escassos os que avaliam este fator (MOREIRA *et al.*, 1999).

VAN NOORT *et al.*, em 1991, investigaram a geometria interfacial local com o ensaio de resistência à tração, buscando avaliar o efeito da distribuição do estresse na interface dentina-compósito. Os autores relataram sua preocupação com a carência de valores de adesão consistentes; e que tanto ensaios de tração como de cisalhamento poderiam levar a diferentes interpretações dos dados. Os resultados sugeriram que estes ensaios são altamente dependentes da geometria dos dispositivos e materiais envolvidos. Durante a aplicação da carga, verificou-se uma distribuição não uniforme do estresse. Os autores observaram que os detalhes geométricos da interface adesiva, em duas diferentes formas de aplicação do adesivo, poderiam produzir diferenças significativas nos valores de resistência da união; e concluíram que para comparar diferentes resultados obtidos, deveriam ser padronizados os procedimentos laboratoriais, que nem sempre reproduzem a realidade clínica.

Também em 1992, VAN MEERBEEK *et al.* investigaram a interface entre o adesivo resinoso e a superfície dentinária pré-tratada com 25 marcas comerciais de sistemas adesivos. Observaram em microscopia eletrônica de varredura,

caracterizando os sistemas adesivos morfológicamente para esclarecer seus mecanismos de adesão. Os autores classificaram os produtos em três grupos, segundo os corpos-de-prova observados. No primeiro grupo promoveu-se a remoção da *smear layer* ou lama dentinária; no segundo notou-se a preservação ou modificação da lama dentinária; e no terceiro grupo a camada de lama dentinária foi parcialmente dissolvida. Os autores concluíram que o uso de sistemas adesivos mais recentes, onde é removida a lama dentinária, induzem a mudanças estruturais na morfologia da superfície da dentina, criando uma interface retentiva chamada de *camada híbrida*, promovendo, segundo os autores, uma maior proteção para o tecido pulpar.

BARKMEIER & ERICKSON, em 1994, verificaram a resistência ao cisalhamento sobre dentina e esmalte de humanos e bovinos com o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M). Na pesquisa observou-se que quando o *primer* foi excessivamente seco, ou quando a camada de adesivo foi extremamente afinada, os resultados foram estatisticamente inferiores àqueles alcançados pelo grupo que seguiu as recomendações do fabricante. Com isso, os autores concluíram que para o tratamento superficial da dentina, as recomendações do fabricante devem ser rigidamente seguidas.

WATANABE & NAKABAYASHI, em 1994, realizaram uma revisão de literatura analisando os métodos mais utilizados para se medir a adesão no Japão.

Foi observado que os ensaios mecânicos de resistência ao cisalhamento e de resistência à tração foram os mais encontrados na literatura. A fratura, no ensaio de tração, ocorre inicialmente no elo mais fraco do espécime, o que torna muito útil na obtenção dos verdadeiros valores de resistência. Contudo, fora a realização destes ensaios, é necessário a confecção de um dispositivo especial e nem sempre é possível produzir forças de tração perpendiculares à superfície de dentina. O ensaio de resistência ao cisalhamento tem sido utilizado por muito tempo na Odontologia; por isto é mais difundido e aceito pelos pesquisadores do que o de tração. Apresenta várias vantagens, como uma menor influência na variação da direção da força e dispositivos de fácil construção e/ou obtenção. Porém, a falha ou fratura nem sempre ocorre no ponto mais frágil do corpo-de-prova, o que pode mascarar a verdadeira resistência da interface adesiva. Os autores observaram ainda, que os fatores que influenciam na adesão como o substrato dentinário, condições de armazenamento e o teste de resistência utilizado devem ser padronizados; para uma melhor comparação entre os resultados obtidos em diferentes estudos laboratoriais.

BARKMEIER *et al.*, em 1995, avaliaram em esmalte e dentina o sistema adesivo autocondicionante Clearfil Liner Bond 2/Kuraray, através da resistência ao cisalhamento e da microinfiltração marginal. A média obtida em esmalte foi superior (28,2 MPa) àquela obtida em dentina (19,4 MPa), não sendo observada microinfiltração nas margens de esmalte. Dos 50 corpos-de-prova utilizados, apenas 3 apresentaram mínima infiltração nas margens de dentina, não havendo

diferença estatisticamente significativa quando comparado ao esmalte. A análise em microscopia eletrônica de varredura mostrou penetração de material resinoso nos túbulos dentinários; e a porcentagem de fraturas coesivas foram similares para os dois grupos (32% - esmalte; 28% - dentina).

PASHLEY *et al.*, em 1995, revisaram os ensaios para mensurar a resistência adesiva à dentina, discutindo e priorizando a padronização dos procedimentos e suas variáveis. Os autores citaram a variabilidade do substrato dentinário seguido das diferenças no condicionamento ácido, aplicação do sistema adesivo, armazenamento dos dentes e finalmente os ensaios adesivos. A evolução dos sistemas adesivos dentários tem resultado em valores de adesão em torno de 20 a 30 MPa, que tem sido mensurados nos ensaios convencionais, através de fraturas coesivas em dentina. Desta forma, segundo os autores, não se pode medir a verdadeira resistência de união produzida na interface dentina-resina. No entanto, para o método de microtração, existe a vantagem do estudo da resistência adesiva em diferentes e pequenas localidades dentinárias, produzindo em quase sua totalidade fraturas adesivas.

Em 1995, SINHORETI avaliou a resistência ao cisalhamento de 11 sistemas adesivos sobre as superfícies de esmalte e dentina, utilizando 176 dentes humanos e microscopia eletrônica de varredura para observar o tipo de falha ocorrida na interface dentina-compósito. As instruções dos fabricantes foram rigorosamente seguidas para as aplicações dos sistemas adesivos nos corpos-de prova, que foram

armazenados a 37 °C e 100% de umidade relativa durante 24 horas; e submetidos ao ensaio de cisalhamento na máquina universal Otto Wolpert Werke, a uma velocidade de 6 mm/min. Em dentina, a análise de variância e o teste de Tukey, ao nível de 5% significância, mostraram que os produtos Optibond/Kerr (6,17 MPa), Scotchbond Multi-Purpose/3M (6,06 MPa) e All Bond 2/Bisco (5,39 MPa) foram estatisticamente iguais entre si e superiores aos demais produtos. As fotomicrografias das regiões de fratura mostraram, em dentina, falhas do tipo coesiva no adesivo para os produtos chamados de quarta geração, e do tipo adesiva na interface dentina-compósito para os produtos chamados de terceira geração.

Em 1996, FERRARI & DAVIDSON pesquisaram a formação *in vivo* de prolongamentos de resina nos canais laterais dos túbulos, interconectando os *tags* (projeções do sistema adesivo dentro dos túbulos dentinários). Foram utilizadas superfícies dentinárias de dentes comprometidos periodontalmente para a aplicação do sistema adesivo convencional Scotchbond Multi Uso com compósito Z100 (3M) na técnica de adesão úmida; e do autocondicionante Clearfil Liner Bond 2 com compósito Clearfil Photo Anterior (Kuraray). Os dentes foram cuidadosamente extraídos e armazenados por até 2 semanas para avaliação em microscopia eletrônica de varredura. A análise revelou que a camada híbrida formada pelo Clearfil Liner Bond 2 foi menos espessa do que a formada pelo Scotchbond Multi Uso, o que não afetou sua efetividade. Os dois sistemas adesivos apresentaram a formação dos prolongamentos resinosos laterais na primeira porção dos túbulos,

interconectando os *tags*. Os autores concluíram que apesar do papel dos *tags* na adesão ainda ser incerto e depender de diversas variáveis, a presença de prolongamentos laterais poderia contribuir positivamente para a formação da camada híbrida.

Em 1997, GIANNINI avaliou a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos em dentina. Foram preparados 108 corpos-de-prova através das faces linguais/palatinas e vestibulares de pré-molares humanos; aderidos ao compósito Z100 (3M). Permaneceram armazenados a uma temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por uma semana e foram submetidos ao ensaio de cisalhamento na máquina universal Kratos, com velocidade de 0,5 mm/min. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores obtidos para os sistemas adesivos, em MPa \pm DP: Prime & Bond 2.0/Dentsply ($24,38 \pm 9,05$); Scotchbond Multi-Purpose Plus/3M ($23,93 \pm 9,39$); All Bond 2/Bisco ($23,17 \pm 7,23$); e One- Step/Bisco ($22,51 \pm 6,04$). Na avaliação dos padrões de fratura, notou-se um grande número de falhas coesivas em dentina para todos os sistemas adesivos hidrófilos utilizados (47,2%).

Em 1997, GORDAN *et al.*, avaliaram a resistência ao cisalhamento de dentina e esmalte usando dois sistemas adesivos autocondicionantes. Clearfil Liner Bond 2/Kuraray (CLB2) e Denthesive II/Kulzer (DTII) foram usados com e sem a técnica do condicionamento ácido. Scotchbond Multi-Purpose/3M (SBMP) foi utilizado como controle. Baseados em análise estatística, os autores concluíram que

a maior resistência de união em esmalte foi encontrada com o DTII/com condicionamento e com o CLB2/sem condicionamento, com valores de 22,0 e 20,4 Mpa respectivamente. A maior resistência de união em dentina foi encontrada com o CLB2/com condicionamento com o valor de 20,4 MPa.

PASHLEY & CARVALHO, em 1997, realizaram um estudo enfocando a relação entre permeabilidade dentinária e resistência adesiva. Os autores observaram que a capacidade de penetração da resina na dentina descalcificada é de extrema importância para a adesão através da formação da *camada híbrida*, evitando a presença de uma zona de colágeno exposto não encapsulado que enfraquece e deteriora a adesão. Diversos fatores mostraram-se importantes para uma completa hibridização, como o aumento da permeabilidade dentinária pela descalcificação e remoção da *smear layer*; a manutenção do substrato úmido, evitando o colapso das fibras colágenas; e ainda a utilização de um sistema adesivo com boa molhabilidade, composto por monômeros hidrófilos dissolvidos em solventes orgânicos que promovem a evaporação da água e sua substituição pelo agente resinoso. Devido às interferências físicas e químicas promovidas pela água na sua ausência ou presença em excesso, os autores concluíram que situações extremas de ressecamento e umidade deveriam ser evitadas para não causarem um decréscimo na adesão.

SWIFT & BAYNE, em 1997, avaliaram a resistência ao cisalhamento do sistema adesivo Single Bond (3M) em superfícies de dentina contendo diferentes

níveis de umidade – úmida, molhada e muito molhada. Três outros sistemas adesivos foram usados para comparação: Prime & Bond (Dentsply), One-Step (Bisco) e o Scotchbond Multi-Purpose (3M). As variáveis foram o tipo do adesivo e a condição de umidade da superfície, sendo *úmida* aquela obtida através da secagem com papel absorvente e seca por 1 segundo com ar comprimido, a uma distância de 4-5 segundos com ângulo de 45°. Água não era mais visível na superfície, mas a dentina não estava deliberadamente dessecada. A condição *molhada* era obtida removendo o excesso de umidade em volta do dente e posteriormente na própria superfície de dentina, ficando esta com a típica aparência de uma camada contínua de água em sua superfície. Para a condição muito molhada, o excesso de água não era removido do dente, somente na região da resina acrílica. As orientações do fabricante foram seguidas, exceto no que se referia ao estudo. Na análise estatística, os autores observaram que os sistemas adesivos obtiveram uma média de resistência ao cisalhamento de 20 MPa para uma ou mais condições de superfície. A maior média, de 25,3 MPa, foi para o Scotchbond Multi-Purpose em superfície *úmida*. A menor média, de 13,3 MPa, foi para o One- Step em superfície *molhada*.

Com a finalidade de avaliar a resistência ao cisalhamento, e visualizar através de microscopia eletrônica de varredura a morfologia da interface adesiva de 8 sistemas adesivos, PRATI *et al.*, em 1998 usaram o Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil KB 1300/Kuraray (experimental), Prime & Bond 2.0 e Prime & Bond 2.1 (Dentsply), Scotchbond Multi Uso Plus e Single Bond (3M), Optibond FL (Kerr), e o Syntac SC

(Vivadent). Os resultados obtidos mostraram que os adesivos simplificados ou de frasco único produziram uma espessura de camada híbrida e valores de resistência similares aos apresentados pelos sistemas convencionais ou de múltiplos passos, uma vez que ambos utilizam monômeros hidrófilos. Apesar disto, os simplificados formaram uma camada híbrida mais consistente, com menos porosidades e fendas. Os autores concluíram que a adesão depende de vários fatores, como a permeabilidade e umidade dentinária, sendo que a composição química dos adesivos tem fundamental importância na resistência e na morfologia da interface adesiva.

WILDER *et al.*, também em 1998, compararam a resistência ao cisalhamento de um compósito à dentina usando sistemas adesivos convencionais e simplificados. Foram utilizados 100 dentes bovinos e separados em 10 grupos com 10 repetições cada, sendo 90 superfícies de dentina e 10 superfícies de esmalte para o grupo controle. Cada superfície foi condicionada de acordo com as recomendações do fabricante. Após lavagem, a superfície de cada corpo-de-prova foi deixada visivelmente úmida para a aplicação do sistema adesivo. Foram utilizados compósitos de marcas equivalentes em matrizes de 4,4 mm, que após polimerizados, permaneceram em água por 48 horas até o ensaio com a máquina universal Instron. Feita a análise estatística, concluiu-se que a média da força de resistência para os sistemas convencionais situou-se entre 16,3 e 20,6 MPa; enquanto a média da força de resistência ao cisalhamento para os sistemas adesivos simplificados ficou entre 14,7 e 17,4 MPa. A média para o grupo controle

foi de 21,4 MPa. Os autores concluíram que tanto para os sistemas convencionais, como para os simplificados e para controle não houve estatisticamente diferenças significativas.

GIANNINI, em 1999, avaliou o efeito da densidade e da área ocupada pelos túbulos dentinários na resistência à tração de dois sistemas adesivos: Clearfil Liner Bond 2/Kuraray e Prime & Bond 2.1/Dentsply. Dezenove terceiros molares humanos foram abrasionados a partir da superfície oclusal, com lixas de silíciocarbide de granulação 600, para expor superfícies planas em 3 níveis de profundidade dentinária – profunda, média e superficial. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes e coroas de compósito Z100/3M com altura de 10 mm foram confeccionadas nessas superfícies. Decorridas 24 horas de armazenamento em solução salina a 37 °C, secções foram realizadas paralelamente ao longo eixo das amostras nos sentidos mésio-distal e vestibulo-lingual. De cada amostra foram retirados 3 espécimes, que foram submetidos ao ensaio de microtração com velocidade de 0,5 mm/min. Os espécimes que fraturaram na interface de união tiveram sua superfície polida e condicionada com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, para serem observados em microscopia eletrônica de varredura (1000X e 4000X). Os resultados sugeriram que quanto maior a densidade e a área ocupada pelos túbulos dentinários, menor a resistência de tração para o sistema adesivo Prime & Bond 2.1, que apresentou valores médios superiores em relação ao sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2.

O teste de infiltração marginal utilizando corantes orgânicos ou inorgânicos tem sido amplamente utilizado, devido a sua rapidez para obtenção dos resultados e facilidade de execução (TAYLOR & LYNCH, 1992). Porém, seus resultados podem ser parcialmente ou totalmente influenciados pelo tipo de metodologia empregada (SHORTALL, 1982). RASKIN *et al.*, em 2001, afirmam que a metodologia é ampla, podendo variar quanto à amostra, preparo cavitário, emprego de termociclagem, ciclagem mecânica, tempo de imersão no corante e quantidade de cortes. Além disso, estas variações dificultam a comparação entre os resultados obtidos (WU & WESSELINK, 1993). Podem ainda, levar a resultados duvidosos ou errôneos, comprometendo a confiabilidade do estudo.

Na metodologia de infiltração marginal, verifica-se que a falta de selamento permite a penetração do corante pela interface dente-restauração e, desta forma, são obtidos os dados sobre esta falha. Hipoteticamente, quanto maior a penetração do corante pela interface, maior a falha no selamento. Entretanto, a forma de leitura é diversificada, podendo ser quantitativa ou qualitativa, sendo que, os dois métodos apresentam vantagens e desvantagens (TAY *et al.*, 1995), promovendo dúvidas de qual seria a mais apropriada.

5. METODOLOGIA

5.1. TRATAMENTO E RESTAURAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram selecionados 20 incisivos bovinos, hígidos, recém extraídos, sendo estes armazenados em solução salina 0,9% + timol 0,1% até o momento da utilização. Os dentes foram limpos com curetas periodontais para remoção de tecido periodontal e ósseo aderidos à superfície radicular.

Posteriormente, os dentes foram seccionados horizontalmente, utilizando a peça reta de baixa rotação da Kavo® e disto de carborundum , para remover a raiz tendo como referência junção amelo-cementária. A porção coronária remanescente foi seccionada longitudinalmente no sentido méso-distal, expondo a câmara pulpar e separando a face vestibular da lingual, sendo as faces linguais descartadas. O tecido pulpar foi cuidadosamente removido. Nas faces vestibulares foram realizadas cavidades de 3mm X 3mm X 2mm com a caneta de alta rotação Kavo®, sob refrigeração constante, e ponta diamantada em cone invertido (n – KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, São Paulo, Brasil).

As faces foram divididas em 4 grupos e submetidas ao tratamento variando-se as substâncias irrigadoras, nas quais os espécimes foram mantidos imersos em frascos pelo período de 30 minutos. As substâncias irrigadoras foram: hipoclorito de sódio 5,25% (Farmácia Papoula, Piracicaba, Brasil) + EDTA 17%, hipoclorito de

sódio 5,25% (Farmácia Papoula, Piracicaba, Brasil), clorexidina gel 2% (Endogel®, Essencial Farma, Itapetininga, Brasil) e soro fisiológico estéril 0,9%.

Uma vez realizados os tratamentos da dentina, todos os espécimes foram submetidos ao condicionamento da dentina com ácido fosfórico 35% por 15 segundos e lavados com água pelo mesmo tempo, seguida por secagem com algodão absorvente, mantendo a cavidade úmida, estas foram restauradas utilizando o sistema adesivo Single Bond® (3M Produtos Odontológicos – Campinas - São Paulo- Brasil) seguindo as instruções do fabricante, fotopolimerizando-os por 20 segundos. As cavidades foram restauradas, em seguida, com resina composta Z100® cor A1 (3M Produtos Odontológicos – Campinas - São Paulo- Brasil) com auxílio de uma espátula número 1 em pequenas proporções de aproximadamente 1,0 mm, sendo estas fotopolimerizadas individualmente por 40 segundos.

5.2. IMPREGNAÇÃO DA PRATA

Todos os espécimes foram imersos em recipientes contendo água destilada, devidamente identificados. Após a conclusão das restaurações, as superfícies dos dentes foram isoladas com uma camada de Super Bonder® e duas camadas de esmalte colorido comum. A restauração e 2,0 mm ao seu redor ficaram expostos ao agente traçador. Os corpos de Prova foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% em temperatura ambiente por 24 horas em câmara escura. Decorrido esse prazo as amostras foram colocadas em solução fotoreveladora sob a luz

fosforescente por 6 horas , para facilitar a redução dos íons de prata para prata metálica.

5.3. SECÇÃO DOS DENTES

Os espécimes foram seccionados horizontalmente partindo-se do centro da restauração em direção perpendicular ao longo eixo do dente, sendo assim um corte horizontal. O procedimento foi realizado com disco de diamante sob refrigeração à água.

5.4. LIMPEZA DAS SUPERFÍCIES SECCIONADAS

Os dentes foram imersos em álcool etílico 99,98% em ultra-som por 10 minutos, com o intuito de remover o silício deixado pelas lixas sobre a superfície.

5.5. FIXAÇÃO E SECAGEM DOS DENTES

Após a remoção dos corpos de prova da solução fotoreveladora, os dentes foram lavados em água corrente por um minuto para remover o excesso de solução e imediatamente imersos em solução de glutaraldeído a 2,5% em 0,1 M Sodium Cacodylate Buffer a 4° C, num pH de 7,4 por 12 horas, para fixação das estruturas orgânicas. Os mesmos corpos de prova foram lavados em solução de 0,2 M de Cacodylate Buffer num pH de 7,4 por 1 hora, com 3 trocas da substância seguida

de água destilada por um minuto. Em seguida, foram desidratados em grau ascendente de Etanol, a fim de substituir a água presente entre as estruturas orgânicas facilitando o processo de secagem química dos corpos-de-prova. Então, os espécimes foram imersos por vinte minutos em etanol a 25%, vinte minutos em etanol a 50%, vinte minutos em etanol a 75%, trinta minutos em etanol a 95% e uma hora em etanol 99,98%.

Uma vez realizada a desidratação, os dentes foram submetidos a um processo de secagem química o que minimiza as alterações da superfície a ser examinada, favorece a deposição de ouro sobre a amostra e permite uma visualização mais nítida do campo. A secagem foi realizada colocando os dentes sobre um filtro de papel e despejando sobre eles uma solução de hexametildisilazane (HMDS).

5.6. METALIZAÇÃO

Os corpos-de-prova preparados foram armazenados em um dessecador para evitar a contaminação da superfície por bactérias ou umidade, até o momento da metalização. Houve a necessidade de remoção de água desse espécime para melhor visualização e a deposição de um metal sobre a superfície a ser analisada para que fossem transformados em materiais eletricamente condutivos. Para isso foi realizada a metalização dos corpos-de-prova, cobrindo a superfície a ser examinada com uma fina camada de ouro ou liga de ouro-paládio. Essa cobertura,

de aproximadamente 30nm, além de tornar as amostras biológicas mais condutivas, melhora a emissão de elétrons secundários, que é o sinal mais utilizado no processo de formação da imagem da superfície desses materiais. Os corpos-de-prova foram colocados numa metalizadora a vácuo. (Edwards 150)

5.7. ANÁLISE EM MEV

Os corpos-de-prova metalizados foram analisados em microscopia eletrônica de varredura JEOL-1 SM modelo T-330^A, pertencente ao Instituto de Química de Araraquara – UNESP.

6. RESULTADOS

As fotomicrografias obtidas foram analisadas e comparadas entre os grupos estudados. Nos quatro grupos foi observada a infiltração de nitrato de prata nas paredes axiais dos preparos restaurados, podendo ser observada fotomicrografias observadas abaixo:

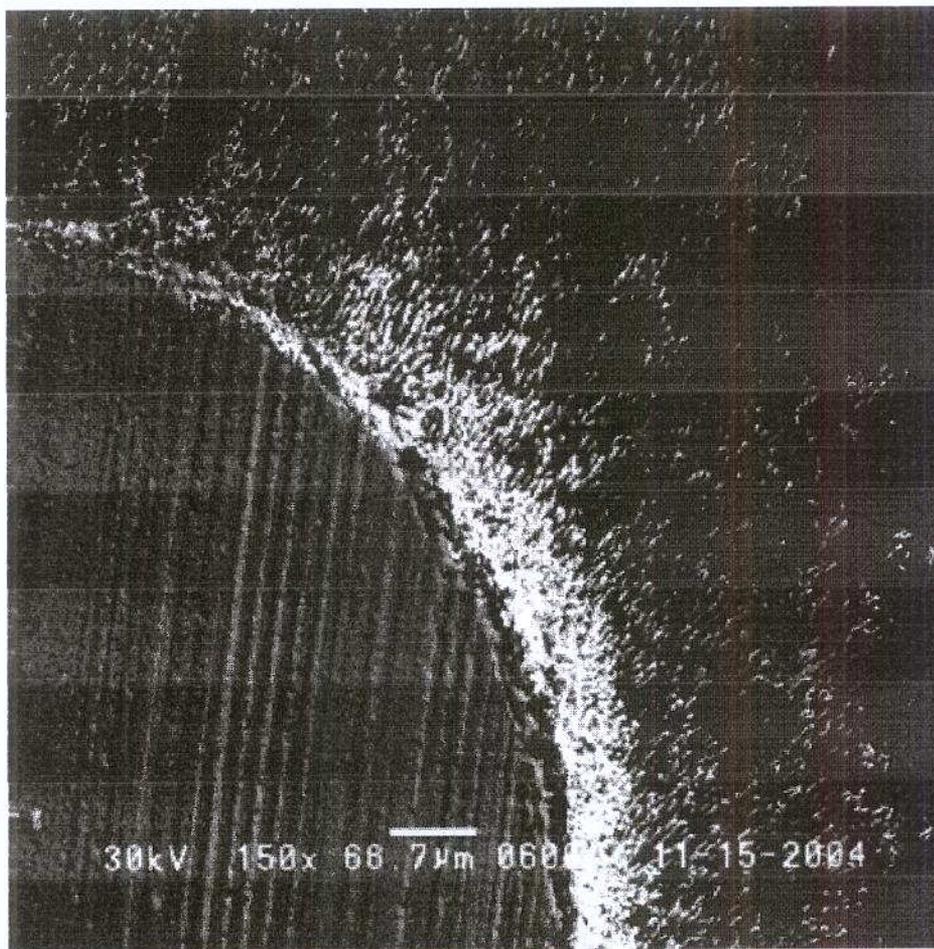


Fig. 6.1.: Fotomicrografia da amostra submetida a tratamento com hipoclorito de sódio 5,25% + EDTA 17% (150 x 66,7µm).

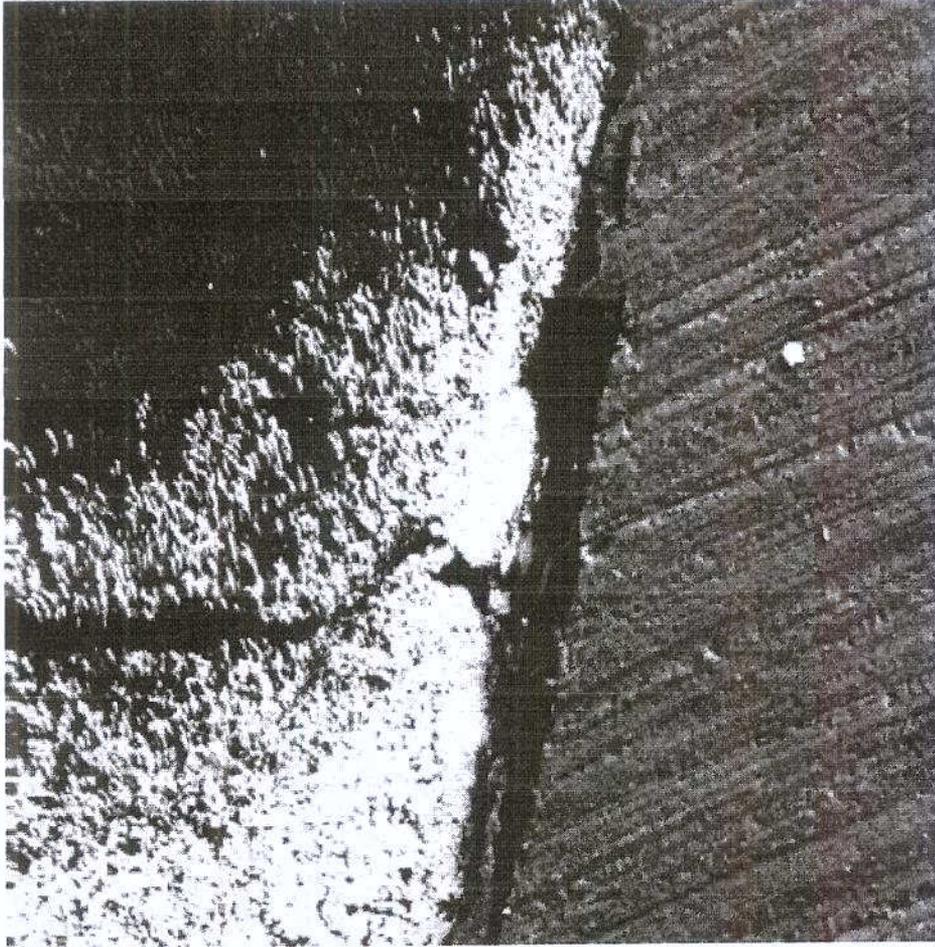


Fig. 6.2.: Fotomicrografia da amostra submetida a tratamento com hipoclorito de sódio 5,25% (150 x 66,7 μ m).

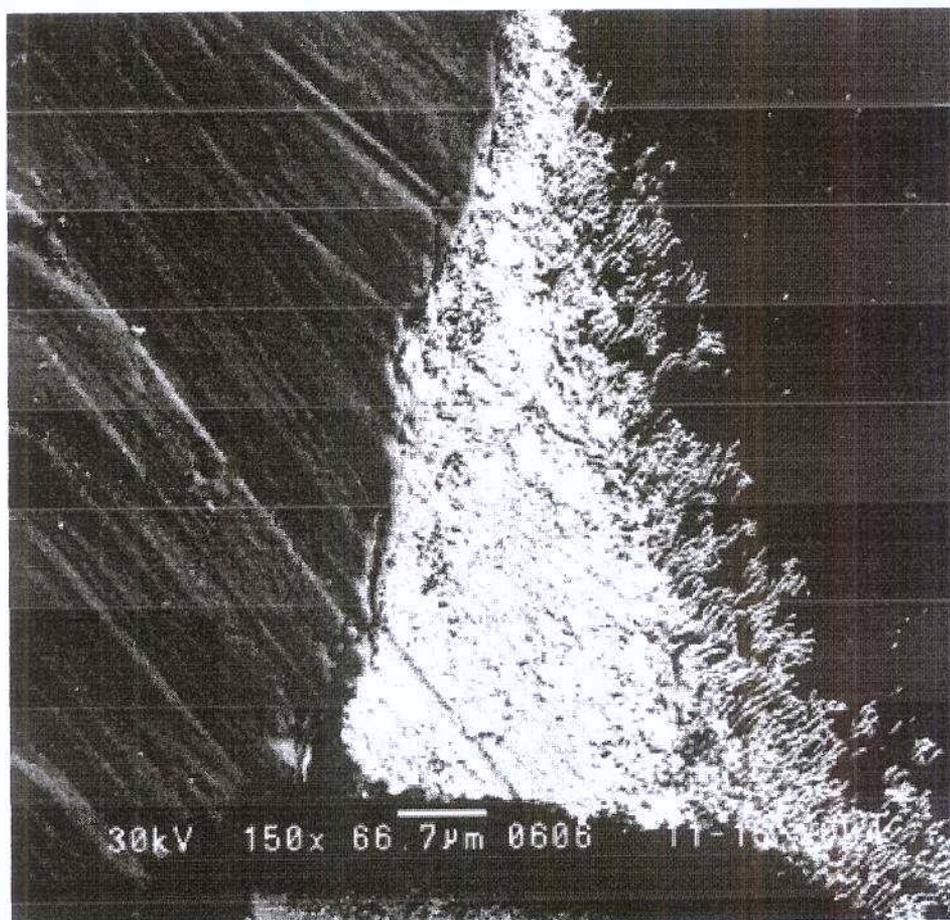


Fig. 6. 3.: Fotomicrografia da amostra submetida a tratamento com clorexidina gel 2% (150 x 66,7µm).

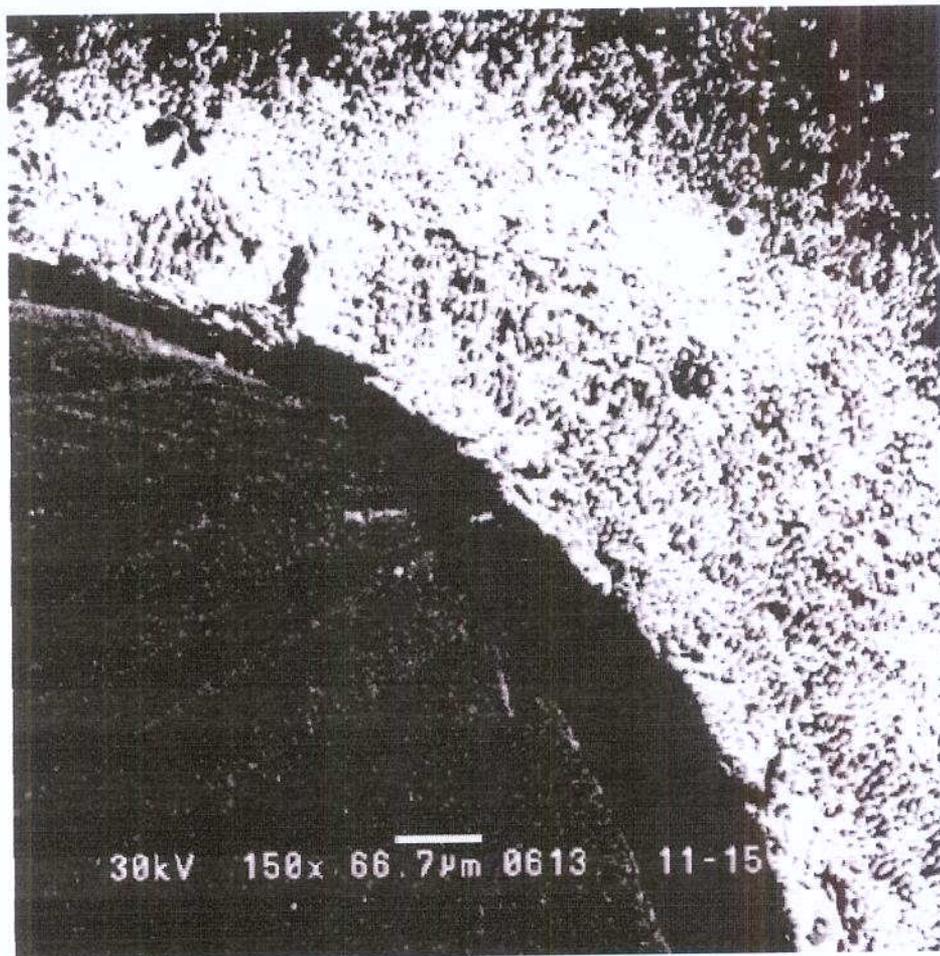


Fig. 6.4.: Fotomicrografia da amostra submetida a tratamento com soro fisiológico estéril 0,9% (150 X 66,7).

7. DISCUSSÃO

Em nosso estudo observamos a infiltração de nitrato de prata apenas nas paredes axiais dos preparos restaurados, não havendo diferenças estatísticas entre os grupos citados acima.

O sistema de união utilizado em nesse trabalho faz parte da gama de sistemas monocompostos, onde existe a necessidade da aplicação de duas camadas: a primeira atuaria como primer, difundindo o monômero hidrofílico pelas fibras colágenas expostas através do condicionamento prévio ; a segunda camada serviria como a resina fluida adesiva formando a camada híbrida. Segundo Marshall et al. (1997) a penetração do primer e do adesivo resinoso pode ser afetada pela localização da cavidade a ser restaurada e por mudanças nas propriedades das diferentes partes dos dentes.

Outros estudos demonstraram que a força de adesão obtida na dentina profunda é menor que aquela existente em partes mais superficiais (Tao & Pashley 1988). Burrow et al. (1996) tentaram relacionar uma melhor adesão dependente das diferentes posições da dentina, e determinar a influencia da orientação dos túbulos dentinários no sucesso da restauração adesiva e consideraram essas investigações importantes para que se possa entender melhor o mecanismo de adesão que esta sendo desenvolvido.

Cobankara et al. (2004) demonstrou que para a eficiente difusão do adesivo é indicada a remoção da *Smear layer* formada após o tratamento endodôntico. O EDTA vem sendo utilizado largamente para esse fim. Torii et al. (2003) testaram o efeito do condicionamento dental com EDTA antes da aplicação de diferentes sistemas adesivos. Os resultados mostraram um significativo aumento na força de união adesiva em dentes onde o EDTA foi utilizado antes dos adesivos do tipo "all-in-one" (One-up Bond F; Reactmer Bond), porém não notaram diferenças significativas quanto aos dois outros adesivos testados (Clearfil SE Bond e Single Bond). Já na interface resina-dentina o condicionamento com EDTA formou uma camada híbrida mais espessa quando comparada aos dentes não condicionados em todos os sistemas adesivos, com exceção para o sistema Single Bond.

No entanto, soluções irrigadoras, que entram em contato com a dentina a ser restaurada, têm sido apontadas como um potencial de contaminação, as quais podem interferir, e comprometer, a ação dos sistemas adesivos (Sung et al. 2004). Isso, por que esses agentes desinfetantes podem alterar a estrutura das fibras colágenas, afetando o sistema de união entre o adesivo e a dentina (Cao et al., 1995; Gurgan et al., 1999).

Estudos comprovam que as soluções irrigadoras utilizadas durante o tratamento endodôntico influenciam na microinfiltração coronária, sendo que entre os irrigantes utilizados, NaOCl aliado ao EDTA e Clorexidina gel foram aqueles que

possibilitaram melhor selamento coronário (Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. 2002).

Outros autores (Turkun M, Turkun LS, Kalender A, 2004) afirmam que a clorexidina pode ser utilizada como desinfetante cavitário, sem com isso alterar as propriedades seladoras do sistema adesivo. Castro *et al.* (2003) comprovaram que a aplicação de solução de clorexidina 2% antes ou após o ataque ácido sobre a dentina não interfere sobre a força de união entre o compósito e a superfície dentária quando da utilização de sistemas adesivos como Prime & Bond NT, Single Bond e Clearfil SE Bond.

O uso de EDTA juntamente com a solução de Hipoclorito de Sódio tem sido recomendada para uma eficiente remoção da Smear layer da superfície dentinária (Yamada *et al.* 1983, Cengiz *et al.* 1990, Garberoglio & Becce 1994, Liolios *et al.* 1997). Porém, outros estudos também mostraram que o uso de EDTA com a solução de Hipoclorito de sódio pode causar erosões nas paredes dos canais radiculares (Baumgartner & Mader 1987, Çalt & Serper 2000). Muitas pesquisas indicam que a remoção da smear layer, bem como de uma fina camada dentinária ou alguns fragmentos é acelerada pelo uso da combinação EDTA com NaOCl (Yamada *et al.* 1983, Cengiz *et al.* 1990, Garberoglio & Becce 1994, Liolios *et al.* 1997).

Em 1995, SANO *et al.*, estudando a microinfiltração, observaram a presença de grânulos de prata dentro da interface entre a dentina e cinco diferentes sistemas

de união, usados para restaurações Classe V. Diferente da microinfiltração convencional, que ocorre devido à presença de fendas na interface dente restauração, esta infiltração ocorre dentro da camada híbrida, em espaços da ordem de 20 a 100 nm de largura, sem a presença de fendas, por isso chamada de nanoinfiltração, que poderia trazer como conseqüências à penetração de subprodutos bacterianos ou mesmo água, diminuindo a eficiência do selamento dos túbulos dentinários. Neste trabalho os autores afirmaram que a penetração do nitrato de prata foi intermitente ou descontínua, indicando que a camada híbrida não é uniforme, isto foi observado nos cinco grupos ou cinco diferentes sistemas de união empregados. Também foi observado que os íons prata são facilmente reduzidos na presença de fibras colágenas, como na maioria das amostras o nitrato ficou depositado na base da camada híbrida, os autores supõem que nesta área da camada híbrida ocorra uma maior presença de fibras colágenas expostas, devido a desmineralização pela utilização de ácido e a dificuldade de recobri-las com resina, seja pela profundidade ou presença de água, facilitando a deposição da prata.

Sung *et al.* (2004) comprovaram que não existe significativa diferença quanto a microinfiltração resultante da utilização de diferentes irrigantes, entre eles: NaOCl e clorexidina gel.

Sendo assim fendas marginais foram observadas em todos os grupos testados. Esses espaços entre o material restaurador e o dente podem permitir a passagem de substâncias, flúidos e bactérias, podendo provocar uma série de problemas inclusive alterações pulpares irreversíveis (Sano *et al.*)

8. CONCLUSÃO

Concluimos que não existem diferenças significativas na adesão dentina-resina quanto a nanoinfiltração, nos grupos submetidos a diferentes substâncias irrigadoras.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMYROUDI A., MACKENZIE D., MCHUGH S., SAUNDERS W.P. The effectiveness of various disinfectants used as endodontic intracanal medications: an in vitro study. *J Endod.* v.28(3), p.163-167, 2002.
- ARIAS V.G., BEDRAN-DE-CASTRO A.K., PIMENTA L.A. Effects of sodium hypochlorite gel and sodium hypochlorite solution on dentin bond strength. *J. Biomed. Mater. Res.* v15, 2004.
- ARMSTRONG S.R., BOYER D.B., KELLER J.C., PARK J.B. Effect of hybrid layer on fracture toughness of adhesively bonded dentin-resin composite joint. *Dent. Mater.*, v.14(2),p.91-98, 1998.
- ATTAL, J.P.; ASMUSSEN, E.; DEGRANGE, M. Effects of surface treatment on the free surface energy of dentin. *Dent. Mater.*, v.10(4), p.259-264, 1994.
- BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v.34(6), p.849- 853, 1955.
- BUONOCORE, M.G. Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials. *J. Amer. Dent. Ass.*, v.67(9), p. 382-391, 1963.
- CALLAHAN, J. R. Sulfuric acid for opening root-canals. *Dent Cosmos*, v. 36(12), p. 957-959, 1894.
- CAO, D.S. *et al.* Effect of tooth disinfecting procedures on dentin shear bond strength. *J. Dent. Res.*, v.74, p.73, 1995.
- CARVALHO, R.M. Adesivos dentinários: fundamentos para aplicação clínica. *Rev. Dentística Restauradora.* , v.1(2), p. 1-96, 1998.

CEDERLUND A., JONSSON B., BLOMLOF J. Do intact collangen fibers increase dentin bond strength. *Swed Dent. J.*; v. 26(4), p.159-166, 2002.

CUNNINGHAM, W. T.; BALEKJIAN, A. Y. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodiun hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v. 49(2), 175-177, 1980.

De CASTRO A.K., HARA A.T., PIMENTA L.A. Inclucece Of collagen removal on shear bond strength of one-bottle adhesive system in dentin. *J. Adhes Dent.* v.2(4), p. 271-277, 2000.

De CASTRO F.L., De ANDRADE M.F., DUARTE JUNIOR S.L., VAZ L.G., AHID F.J. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *J. Adhes Dent.* v.5(2), p. 129-138, 2003.

DELIPERI S., BARDWELL D.N., PAPATHANASIOU A., KASTALI S., GARCIA-GODOYE F. Microleakage of a microhybrid composite resin using three different adhesive placement techniques. *J Adhes Dent.* v.6(2), p.135-139, 2004.

DENALY, G.M.; PATTERSON, S.S.; MILLER, C.H.; NEWTON, C.W. Theeffectof chlorexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surg*, v.53, p.518-522, 1982.

FERRARI M., MASON P.N., VICHI A., DAVIDSON C.L. Role of hybridization on marginal leakage and bond strength. *Am. J. Dent.*, v.13(6),p.329-226, 2000.

FERRAZ, C.C.R. Avaliação *in vitro* do gel de clorexidina usado como irrigante endodôntico. Piracicaba, 1999. Tese (doutoramento). Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP.

FERRAZ C.C.R., FIGUEIREDO DE ALMEIDA GOMES BP, ZAIA AA, TEIXEIRA FB, DE SOUZA-FILHO FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod.* v.27(7), p.452-455, 2001.

FILLER S.J., LAZARCHIK D.A., GIVAN D.A., RETIEF D.H., HEAVEN T.J. Shear bond strengths of composite to chlorhexidine-treated enamel. *Am. J. Dent.*, v.7(2),p.85-88, 1994.

FRANKENBERGER R., KRAMER N., OBERSCHACHTSIEK H., PETSCHOLT A. Dentin bond strength and marginal adaptation after NaOCl pre-treatment. *Oper. Dent.*, v.25(1),p.40-45, 2000.

GORDON, T. M.; DAMATO, D.; CHRISTNER, P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endod*, v. 7(10), p. 466-469, 1981.

GROSSMAN, L. I.; MEIMAN, B. W. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc*, v. 28(2), p. 223-225, 1941

GÜRGAN S., BOLLAY S., KIREMITÇI A. Effect of disinfectant application methods on the bond strength of composite to dentin. *J. Oral. Reahabil.*, v26, p. 836-840, 1999.

GWINNETT A.J. Altered tissue contribution to interfacial bond strength with acid conditioned dentin. *Am. J. Dent.*, v.7(5),p.243-246, 1994.

INAI N., KANEMURA N., TAGAMI J., WATANABE L.G., MARSHALL S.J., MARSHALL G.W. Adhesion between collagen depleted dentin and dentin adhesives. *Am. J. Dent.*, v.11(3), p.123-127, 1998.

JEANSONNE, M.J.; WHITE, R.R. A comparison of 2,0% chlorexidine gluconate and 5,25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontics irrigants. *J Endod*, v.20, n.6, p.276-78, June 1994.

JOHNSON, B. R.; REMEIKIS, N. A. Effective shelf-life of prepared sodium hypochlorite solution. *J Endod*, v. 19(1), p. 40-43, 1993.

KANKA J., SANDRIK J. Bonding to dentin. Clues to the mechanism of adhesion. *Am. J. Dent.*, v.11(4), p.154-159, 1998.

LEONARDO, M.R.; FILHO, T.; SILVA, L.A.B.; FILHO, N.; BONIFÁCIO, K.C.; ITO, I.Y. *In vivo* antimicrobial activity of 2,0% chlorexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*, v.25(3), p.167-71, 1999.

MUNKSGAARD E.C. Wet or dry, normal or deproteinized dentin surfaces as substrate for dentin adhesives. *Acta Odontol. Scand.*, v.60(1),p.60-64, 2002.

NAKABAYASHI, N. Resin-reinforced dentin due to infiltration of monomers into the dentin at the adhesive interface. *J. Jpn. Dent. Mater.* , v. 1, p.78-81,1982.

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

NIKAIDO T., TAKANO Y., SASAFUCHI Y., BURROW M.F., TAGAMI J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am.J. Dent.*, v.12(4),p.177-180,1999.

- OSORIO R., CEBALLOS L., TAY F., CABRERIZO-VILCHEZ M.A., TOLEDANO M. Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding with a polyalkenoic acid-containing adhesive system. *J. Biomed Mater. Res.*, v.60(2), p.316-324, 2002.
- OZTURK B., OZER F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *J Endod.* v.30(5), p.362-365, 2004.
- PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentin permeability and dentine adhesion. *J. Dent.*, v.25(5), p.355-372, 1997.
- PERDIGAO J., DENEHY G.E., SWIFT E.J. Jr. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am. J. Dent.*, v.7(2), p.81-84, 1994.
- PIOCH T., KOBASLIJA S., SCHAGEN B., GOTZ H. Interfacial micromorphology and tensile bond strength of dentin bonding systems after NaOCl treatment. *J. Adhes. Dent.* , v.1(2), p.135-142, 1999.
- PRATI C., CHERSONI S., PASHLEY D.H. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent. Mater.*, v.15(5), p.323-331, 1999.
- SABOIA V.P., RODRIGUES A.L., PIMENTA L.A. Effect of collagen removal on shear bond strength of two single-bottle adhesive systems. *Oper. Dent.*, v.25(5),p.395-400, 2000.
- SAY E.C., KORAY F., TARIM B., SOYMAN M. GULMEZ T. In vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. *Quintessence Int.* ,v.31(1), p.56-60, 2004.
- SHINOHARA M.S., BEDRAN-DE-CASTRO A.K., AMARAL C.M., PIMENTA L.A. The effect of sodium hypochlorite on microleakage of composite resin

restorations using three adhesive systems. *J Adhes Dent.* , v.6(2), p. 123-127, 2004.

SPANO, J.C.E. Estudo "in vitro" das propriedades físico-químicas das soluções de hipoclorito de sódio, em diferentes concentrações, antes e após a dissolução de tecido pulpar bovino. *Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.* Ribeirão Preto, 1999, 96p.

SOUSA-NETO MD., GUIMARAES L.F., SAQUY P.C., PECORA J.D. Effect of different grades of gum rosins and hydrogenated resins on the solubility, disintegration, and dimensional alterations of Grossman cement. *J. Endod.* , v.25(7), p.477-480, 1999.

SWARTZ D.B., SKIDMORE A.E., GRIFFIN J.A. JR. Twenty years of endodontic success and failure. *J. Endodon.*, v.9, p. 198-202, 1983.

TASMAN, F.; CEHRELI, Z.C.; OGAN, C.; ETIKAN, I . Surface tension of root canal irrigants. *J Endod*, v.26, n.10, p.586-87, Oct. 2000

VARGAS M.A., COBB D.S., ARMSTRONG S.R. Resin-dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without a hybrid layer. *Oper. Dent.*, v. 22(4), p.159-166,1997.

VIVACQUA-GOMES N., FERRAZ C.C., GOMES B.P., ZAIA A.A., TEIXEIRA F.B., SOUZA-FILHO F.J. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J.*, v.35(9), p. 791-795, 2002.

ZIZMAN, W.A. Relation of the equilibrium contact angle to liquid and solid constitution. *Advances in chemistry series. Washington, D.C., Amer. Chemistry Soc.*, v.43, p.1-51,1964

WALKER, A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. *J Am Dent Assoc.*, v. 23(2), p. 1418-1425, 1936.

WEINE F.S., KELLY R.F., BRAY K.E. Effect of preparation with endodontic handpeices on original canal shape. *J. Endod.* , v.2(10), p.298-303, 1976.

WHITE, R.R.; HAYS, G.L.; JANER, L.R. Residual antimicrobial acitivity after canal irrigation with chlorexidine. *J Endod*, v.23, n.4, p.229-231, April 1997.

YAMAUTI M., HASHIMOTO M., SANO H., OHNO H., CARVALHO R.M., KAGA M., TAGAMI J., OGUCHI H., KUBOTA M. Degradation of resin- dentin bonds using Na Ocl storage. *Dent Mater.* , v.19(5), p. 399-405, 2003.