

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DENISE ARLIANE AMARANTE CAMARGO
CIRURGIÃ - DENTISTA

INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA E DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO NOS
RESULTADOS EM ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO MARGINAL

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de
Campinas para obtenção de título
de Doutor em Materiais Dentários.

PIRACICABA
2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DENISE ARLIANE AMARANTE CAMARGO
CIRURGIÃ - DENTISTA

INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA E DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO NOS
RESULTADOS EM ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO MARGINAL

Orientador: Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti
FOP-UNICAMP

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de
Campinas para obtenção do título
de Doutor em Materiais Dentários.

PIRACICABA
2003

DEDICO ESTE TRABALHO

Ao meu filho Nieje, que mais esta vez compreendeu meu afastamento e me apoiou integralmente, para a elaboração deste trabalho.

Ao meu porto seguro, Antonio Carlos, que me incentivou, esperou e amou durante estes anos.

Aos meus pais, Arno e Leony, que não só me deram a vida, mas me ensinaram a lutar pelas coisas desejadas.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, meu orientador, que mais uma vez foi solícito ao orientar, caridoso ao ensinar e dispensou carinho e dedicação ao trabalho. Sem os quais não seria possível a concretização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho e do Diretor Associado Prof. Dr. Oslei Paes de Almeida.

À Direção do Curso de Odontologia da Universidade do Vale do Itajaí

Aos Profs. da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP – Dr. Lourenço Correr Sobrinho, Dr. Simonides Consani e Dr. Mario Fernando de Goes.

Ao técnico especializado da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas, engenheiro Marcos Blanco Cangiani e à funcionária e secretária Selma A. B. de Souza Segalla, pela atenção e disponibilidade.

À Bibliotecária, Marilene Girello pela orientação nas referencias bibliográficas.

À Prof. Doutora Kátia Naomi Kuroshima, que cedeu importantes horas para a realização do teste por espectrofotometria.

Às Faculdades de Farmácia e Bioquímica e Oceanografia, que cederam o equipamento necessário para a realização de parte do experimento.

Aos colegas das Disciplinas de Dentística e Desenho e Escultura, Rosane Dovahopiaty, Celso Yamashita, Lúdia Justino Morales e Cleumara Kosmann, que me substituíram e possibilitaram minha permanência em Piracicaba.

À Mauro Cesar B. Camargo e Sandra Knoll, que se responsabilizaram pelo meu filho Nieje durante o tempo que necessitei permanecer em Piracicaba.

Ao técnico em prótese da UNIVALI, Sérgio Souza de Lima Jr., pela montagem dos dentes em blocos de resina.

Ao Professor Elimar Ivan Rudek, pela confecção das fotos do trabalho.

Aos Professores Nivaldo Murilo Diegoli e Lúdia Justino Morales, que realizaram a análise das amostras na mensuração empregando escores.

Aos queridos colegas do Curso de Doutorado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	03
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	09
3. PROPOSIÇÃO.....	55
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	57
4.1 Materiais.....	57
4.2 Métodos.....	59
5. RESULTADOS.....	77
6. DISCUSSÃO.....	81
7. CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	101

RESUMO

Este estudo comparou a microinfiltração ao longo da interface dente-restauração, através dos métodos de mensuração linear (escores e percentagens) e espectrofotometria utilizando os corantes azul de metileno (AM) e nitrato de prata (NP). Foram empregados 40 dentes terceiros molares, onde foram realizado dois preparos cavitários ocluso-proximais (mesial e distal) com margens em cimento/dentina, sendo que 20 dentes foram restaurados com os materiais Single Bond/Z250 e os outros 20 com Clearfil SE Bond/Z250. Após o procedimento restaurador, metade das amostras restaurada com cada sistema de união foi imersas em azul de metileno a 0,5%, neutralizado por um tampão fosfato, e a outra metade em nitrato de prata 50%, ocorrendo, desta forma, a formação de quatro grupos. A mensuração da penetração do corante foi realizada em escores e percentagem, enquanto que a espectrofotometria foi realizada apenas nos grupos onde foi empregado o azul de metileno. Os resultados obtidos para mensuração em percentagem, após ser submetido à ANOVA e ao teste de Tukey, mostraram que, para o fator material, houve diferença significativa entre os Grupos 1 (SB/AM) e 3 (CSE/AM); já para os Grupos 2 (SB/NP) e 4 (CSE/NP) não houve diferença. Para o fator corante, houve diferença significativa entre os Grupos 3 e 4; para os Grupos 1 e 2, não houve diferença. Para a mensuração em escores, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, onde foi possível detectar diferença significativa entre os Grupos 1 e 3 e 2 e 3. Pela metodologia de espectrofotometria não foi possível detectar diferença estatisticamente significativa entre os Grupos 1 e 3. Foi possível concluir que o método de leitura e o corante empregado podem influenciar os resultados dos testes de infiltração marginal.

ABSTRACT

This in vitro study compared microleakage along the dentin-restorative interface by use of a spectrophotometer protocol and two conventional single-surface methods (scores and percentages). One organic dye (methylene blue) and tracer (silver nitrate) were compared too. Ocluso-proximal preparations with gingival margins in dentin were made in 40 sound human third molars, 20 teeth were restored with Single Bond / Z250 and others 20 with Clearfil SE Bond/Z250. Each group was further subdivided in two others, which were immersed in 0,5% buffered methylene blue solution or 50% silver nitrate. Scores assessed the extent of microleakage and percentages in all groups and the groups 1 (SB/MB) and 3 (CSE/MB) were assessed by spectrophotometer too. For percentages measuring the data were submitted to the ANOVA and Tukey's test and the results showed, to material factor, statistically significantly difference between the groups 1 and 3. To factor dye: there was difference between groups 3 and 4. The results for scores measuring showed difference between groups 1 and 3 and 2 and 3, the data were submitted to the Kruskal-Wallis test. No significant difference was noticed between groups 1 and 3 for a spectrophotometer measurement. The results of the dye penetration suggest that there was difference between dyes and methods of measurement, and this should change the interpretation of microleakage tests.

1 - INTRODUÇÃO

A recuperação anatomo-fisiológica do elemento dental, que perdeu tecido dental mineralizado, seja por sinais da doença cárie ou por fratura, tem sido extensivamente estudada. Para verificar a eficácia desta recuperação, foram elaborados testes que qualificam ou quantificam esta eficácia. Um destes testes é a análise da infiltração marginal, que permite a obtenção de dados sobre o selamento marginal na interface dente-restauração.

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).

Trabalhos como o de COX *et al.*, 1987 e TROWBRIDGE, em 1987, demonstraram que as bactérias e suas toxinas presentes na interface dente-restauração são mais deletérias à polpa que os ácidos empregados para o condicionamento dos tecidos dentais ou mesmo os componentes dos materiais restauradores.

O desenvolvimento que ocorreu nas últimas décadas, tanto nos materiais restauradores como na técnica operatória, fez aumentar as exigências sobre os testes laboratoriais. Como exemplo, pode-se citar mudanças conceituais como: as margens das

restaurações não são fixas, inertes e impenetráveis (GOING, 1972) e que a microinfiltração é um fenômeno susceptível ao ambiente, seja ele *in vitro* ou *in vivo*, assim como ao tempo (PRATI *et al.*, 1994; BESNAULT & ATTAL, 2000).

Esta situação suscitou dúvidas sobre a eficácia do teste de microinfiltração em avaliar o selamento marginal, necessitando assim de estudos questionando a metodologia empregada, para torná-la mais acurada, adequando-a a esta nova realidade.

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.

O uso de corantes orgânicos é um método comum e antigo para detecção de infiltração marginal, datando de 1875 os primeiros registros desta metodologia (GOING, 1972). O uso de substâncias traçadoras também pode ser empregado, assim como radioisótopos (KIDD, 1976). Ao longo dos anos, o corante mais empregado foi o azul de metileno, em várias concentrações e tempo de imersão (ALANI & TOH, 1997).

Apesar do uso comum como corantes, estas substâncias apresentam diferenças na forma de utilização, tamanho de partículas e pH da solução, sendo fundamental o

conhecimento prévio destas características. (TAYLOR & LINCH, 1992; WU & WESSELINK, 1993, CAMARGO & SINHORETI, 2001).

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.

Uma das formas de leitura mais difundida na literatura é o emprego de escores previamente estabelecidos, provavelmente pela facilidade de aplicação e baixo custo. Outra forma de leitura é a quantificação das medidas da penetração do corante e transformação em percentagem, tornando esta leitura objetiva, porém necessita de aparelhagem específica (WITZEL *et al.*, 2000; FEDERLIN *et al.*, 2002).

A utilização de espectrofotometria permite a quantificação da infiltração de corante em volume, sendo outro modo de leitura (RIGSBY *et al.*, 1990); no entanto, necessita de aparelhagem própria e qualificação profissional.

Desta forma, seria pertinente determinar a influência do uso de diferentes corantes e métodos para leitura na avaliação da microinfiltração marginal em restaurações de compósito.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENSAIOS DE MICROINFILTRAÇÃO

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 intenso 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 pulpares.

KIDD, em 1976, definiu microinfiltração como a passagem de bactérias, fluidos, molécula entre a parede cavitária e o material restaurador. A autora afirmou, que o uso de corantes orgânicos é o método mais antigo e comum para detectar microinfiltração.

Resumiu historicamente os métodos empregados e pesquisadores que iniciaram o uso deles, explica que o uso de traçadores, sejam eles orgânicos ou radioisótopos, apresentam a mesma desvantagem, que é o fato de ser um método subjetivo para quantificar a infiltração, também esta desvantagem é citada para a metodologia que emprega bactérias. Já a análise empregando ativação de nêutrons pode ser usada, mas apresenta como maior dificuldade a necessidade de técnicos habilitados e um reator nuclear. Neste trabalho, afirmou também que a termociclagem pode ser combinada com este ensaio e que os materiais resinosos apresentam suscetibilidade a esta técnica, sendo necessário, em muitas vezes, diminuir a quantidade de ciclos. Afirmou ainda, que são vários os ensaios para microinfiltração marginal disponíveis, mas, que o teste de indução de cárie artificial é o de maior relevância clínica, já que liga a infiltração a uma de suas conseqüências, a lesão de cárie.

Em 1982, SHORTALL realizou uma revisão na literatura tendo como enfoque principal, o estudo da microinfiltração, principalmente os métodos empregados em laboratório para mensuração deste fenômeno e alguns procedimentos, realizados também em laboratório, para simular o ambiente bucal e suas adversidades. Muitas maneiras são descritas neste trabalho, incluindo o uso de corantes, bactérias, marcadores químicos, traçadores radioativos, ar pressurizado, exame microscópico incluindo microscopia eletrônica de varredura, cárie artificial, réplicas, condutibilidade elétrica, ciclagem térmica e mecânica e estudo clínico. O autor relata que os resultados podem ser parcialmente ou totalmente influenciados pela metodologia empregada e ainda que muitos destes estudos apresentam relevância clínica de difícil interpretação, devido a diferentes metodologias

empregadas e dificuldade de comparação entre as mesmas. Conclui que este teste pode ser empregado para observar a performance inicial do material, já que este teste apresenta como desvantagem a impossibilidade de observar a longevidade do procedimento restaurador, porque na maioria das vezes as amostras são destruídas para observação.

TROWBRIDGE, em 1987 escreveu um trabalho sobre os efeitos biológicos da microinfiltração marginal, neste estudo pontuou algumas maneiras de executar este teste. Na discussão sobre as causas da microinfiltração, o autor ressalta a pobre adaptação do material restaurador à estrutura dentária, que pode ocorrer por deficiência do material ou pela falta da habilidade do operador. Ao examinar as condições que influenciam o aumento ou diminuição deste fenômeno, coloca a profundidade do preparo cavitário como um dos itens que tem poder de interferência, devido ao diâmetro e número dos túbulos dentinários encontrados por área, em diferentes regiões do elemento dental, ocorrendo um aumento dos mesmos, quanto mais próximo da polpa o preparo seja executado. Também a localização das paredes cavitárias pode exercer alguma influência, particularmente se a margem está localizada em cimento. 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. Quanto às metodologias empregadas, em geral, têm sido desenvolvidas em função de três categorias:

Testes laboratoriais envolvendo a passagem de corantes, isótopos, bactérias ou ar pressurizados através da fenda que se forma entre o material restaurador e o dente; visualização direta da fenda marginal e testes clínicos nos quais os efeitos biológicos são avaliados. E o último item analisado neste trabalho foi os efeitos adversos da microinfiltração sobre os tecidos dentais, o autor considera que as mais importantes manifestações biológicas da microinfiltração são o desenvolvimento de cárie recorrente e patologia pulpar, podendo inclusive causar sensibilidade pós-operatória, devido à difusão de produtos bacterianos no interior da polpa, considerada como a maior injúria pulpar associada a microinfiltração, substituindo a toxicidade dos materiais restauradores.

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. O autor observou diferenças significativas desta permeabilidade em diferentes locais num mesmo elemento dental, como por exemplo, acima dos cornos pulpares, ou em uma cavidade Classe II, onde a parede axial é de 4 a 7 vezes mais permeável que a região da parede pulpar em uma cavidade Classe I. 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, Entretanto, 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. Também há diferença entre a pressão hidrostática dentro e fora da boca e o fluido se move num sentido contrário ao dos produtos bacterianos, dificultando sua passagem, pode-se incluir a estes fatores a presença de anticorpos dentro dos canais alterando o ecossistema da microinfiltração e a presença de proteínas de alto peso molecular, como o fibrinogênio, diminuindo a permeabilidade pela adsorção dos mesmos nas paredes dos túbulos dentinários. Outro dado importante relatado neste estudo é a presença ou ausência da *smear layer*, este esfregado 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 e um grande risco para polpa se o selamento for perdido, pelo fato da permeabilidade estar grandemente aumentada, levando inclusive à inflamação pulpar. O autor afirma que ocorre um equilíbrio entre a difusão de produtos bacterianos que permeam a dentina através da microinfiltração e a média com que eles são removidos pela circulação pulpar. Se houver deficiência no fluxo sanguíneo pulpar provavelmente ocorre a concentração destes produtos que podem ser prejudiciais ao dente.

Em 1992, TAYLOR & LYNCH realizaram uma revisão crítica sobre as várias metodologias utilizadas para a avaliação da microinfiltração marginal, incluindo estudos com ar pressurizado, radioisótopos, eletroquímica, microscópio eletrônico de varredura,

presença de bactérias e penetração de corantes químicos ou orgânicos. Algumas destas metodologias também pode ser empregado para quantificar, em diferentes graus, o sucesso de tratamentos endodônticos. Para o teste que emprega bactérias, os autores descrevem como desvantagem, o fato deles detectarem a presença ou ausência das mesmas e não terem acesso a fendas muito pequenas que não permitem a entrada de bactérias, mas permitem a entrada de suas toxinas. Os autores classificaram os estudos de microinfiltração *in vitro* em dois tipos: aquele que utiliza um modelo de relevância clínica, o qual tenta reproduzir a situação da cavidade bucal e outro, que é puramente um teste do comportamento do material. Também apontaram a importância da associação dos testes de microinfiltração e o uso de microscópio eletrônico de varredura. Outra associação possível é com a ciclagem térmica e mecânica, sendo que a ciclagem térmica parece causar mais danos ao selamento marginal que a mecânica. Quanto aos corantes, os autores enfatizaram que a dificuldade na escolha do mesmo é devida à grande quantidade e diferentes concentrações. Recomendaram, então, a realização de estudos pilotos para definir tempo de imersão e concentração do corante.

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 testes estatísticos empregados para análise dos dados, os autores colocam que são pontos complexos, mas que são diferenciais numa pesquisa de infiltração. 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. Também afirmaram que a solução aquosa de azul de metileno, que é uma das substâncias empregadas nestes estudos, pode desmineralizar dentina, aumentando a infiltração devido ao seu pH ácido e desta maneira deveria ser tamponado previamente. Ainda, apresentam como uma das conclusões, que o pH da substância corante empregada durante o estudo, deve ser conhecido.

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. Para o grupo cinco, que empregou um sistema de união experimental (KB-200), onde o condicionador ácido, o *primer* e um dos agentes de união estão contidos no mesmo frasco, foi criada uma porosidade mínima dentro da camada híbrida, isto pode ter ocorrido pela limitada profundidade de desmineralização da dentina, certa de 1 μm , possibilitando uma melhor penetração da resina. Neste grupo foi observada a menor penetração de íons prata. As conclusões deste estudo são que os materiais testados são capazes de produzir restaurações sem fendas, e mesmo sem a presença delas, foi possível observar a presença de nitrato de prata no interior da camada híbrida.

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 contraindicada 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 o tamanho 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.

Em 1998, WU *et al.*, estudaram a descoloração da solução de azul de metileno a 1% em contato com vários materiais restauradores, sejam eles provisórios ou definitivos. Para isso, foram empregados tubos de silicone e porções radiculares de dentes humanos com 10mm de comprimento e 1,5mm de diâmetro interno, que foram restaurados com amálgama, hidróxido de cálcio, Cavit, Fuji II, trióxido mineral e óxido de Zn e eugenol, que foram imersos em 0,8ml de solução corante por um período de tempo de 24, 48 e 72 horas. Após estes períodos foram realizadas leituras no espectrofotômetro, com comprimento de onda de 596nm, para detectar alguma variação na densidade óptica da solução. Como

resultado, os autores encontraram que o único material que não propiciou a descoloração do AM foi o Cimento de Ionômero de Vidro – Fuji II, tanto nos tubos de silicone, quanto em dentes humanos. Já o grupo com Hidróxido de Cálcio apresentou uma descoloração de 73% para o tubo de silicone e o agregado de trióxido mineral de 83% também no tubo de silicone. Os autores também afirmaram que o armazenamento em formalina pode alterar os valores da densidade óptica deste corante, sendo preferível usar outra solução para o armazenamento; também afirmaram que a dissolução de elementos dentais em ácido nítrico por um período de 48 horas, pode levar a descoloração do AM, por isso a dissolução foi realizada em 24 horas. É comum o uso de secções longitudinais para a leitura da penetração do corante; o uso de vários cortes pode levar a perda do corante durante o processo de corte, sendo comum à redução da penetração do corante desta forma, que em um único corte. Concluíram que o azul de metileno pode ser descolorido por alguns materiais o que pode alterar os resultados dos testes de microinfiltração.

Em 1998, YOUNGSON *et al.* desenvolveram um estudo *in vitro* que comparou a capacidade de penetração de substâncias traço na dentina, avaliando a infiltração. As substâncias empregadas foram a eosina 5%, o azul de metileno 2%, o nitrato de prata 50% e a tinta da Índia, tamponados ou não tamponado. Foram utilizados 42 dentes pré-molares, onde cavidades de tamanho médio foram preparadas, mas não restauradas. O tempo de imersão nas respectivas substâncias corante foi de 1 hora. Após, os dentes foram fraturados ou seccionados longitudinalmente. Subseqüentemente, as amostras foram mensuradas usando análise de imagem. Os resultados deste estudo permitiram concluir, que o grupo em que foi utilizado o azul de metileno não tamponado, foi o que mostrou a maior área de

penetração em dentina. O grupo que utilizou nitrato de prata não tamponado apresentou pH similar ao primeiro grupo; mas, a penetração em dentina foi menor a despeito do tamanho de suas partículas. A tinta da Índia mostrou um manchamento menor, talvez pelo maior tamanho de suas partículas, enquanto que a eosina foi o grupo que mostrou menor área de penetração. A conclusão obtida demonstrou que houve pouca diferença estatística entre os tipos de substâncias. Nem o uso das substâncias traço, seu pH ou a técnica de secção teve um resultado previsível sobre a penetração em dentina.

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 saudáveis, 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.

CAMARGO & SINHORETI, em 2001, realizaram um estudo que se propôs a avaliar, *in vitro*, a capacidade de penetração de corantes utilizados para em ensaios de infiltração marginal, variando suas concentrações e pH. Foram utilizados 25 dentes terceiros molares, sendo que estes foram cobertos com duas camadas de esmalte e uma camada de cera, permanecendo apenas uma abertura nesta proteção de aproximadamente 4 mm², nas faces proximais de cada elemento dental.

Estes dentes foram divididos em cinco grupos: Grupo 1 – Azul de metileno 0,5% tamponado - 2 horas de imersão; Grupo 2 – Azul de metileno 0,5% - 2 horas de imersão; Grupo 3 – Fucsina básica 0,5 % - 4 horas de imersão; Grupo 4 – Nitrato de Prata 50% - 4 horas de imersão; Grupo 5 - Azul de metileno 2% tamponado - 4 horas de imersão. Após seccionados no sentido mesio-distal, foram analisados em lupa estereoscópica, onde a penetração do corante foi qualificada em escores.

Estes dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05\%$) e os seguintes resultados foram obtidos: O grupo 2 e 4 apresentaram as maiores médias para penetração dos corantes, não diferindo estatisticamente entre si. O grupo 2 apresentou diferença estatística dos grupos 1, 3 e 5, enquanto o grupo 4 não apresentou diferença com o grupo 1, mas é diferente estatisticamente dos grupos 3 e 5. Os autores concluíram que as substâncias corantes diferem em sua capacidade de penetração em dentina, e o tamponamento da substância corante pode influenciar sua capacidade de penetração.

2.2. METODOLOGIA

Em 1982 MALTOFF *et al.*, realizaram um estudo de infiltração marginal para avaliar o uso de diferentes metodologias em dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados quatro grupos de vinte dentes tratados de maneira padrão, sendo que no grupo 1 foi utilizado azul de metileno, no grupo 2 cálcio 45, grupo 3 carbono 14 e grupo 4 uma proteína (albumina de iodo¹²⁵), obtendo as seguintes conclusões: Embora tenha sido utilizado uma metodologia padronizada para instrumentação e obturação, houve uma

grande variação nos resultados. O azul de metileno penetrou o dobro que qualquer outra substância traçadora estudada, seguido do cálcio 14. Estes autores afirmaram que o azul de metileno é muito solúvel em água, facilmente penetrando nos espaços do dente que estejam preenchidos com água e não se adsorve à matriz dental ou cristais de apatita. Quanto à metodologia empregada, conclui-se que o verniz (esmalte para unhas) utilizado para isolar o dente durante a imersão no corante, é eficiente.

Uma análise da integridade marginal de restaurações classe II em resina composta foi realizada, em 1987, por LUI *et al.*. Esta análise através do uso de MEV e penetração de isótopos utilizou 50 dentes molares humanos, que foram montados em contato com dentes adjacentes para criar condição semelhante à encontrada na cavidade bucal. Os materiais utilizados foram dois compósitos comerciais e três experimentais, sendo que apenas um era fotoativado. A técnica de inserção nos grupos 1, 2 e 3 foi em incremento único e nos grupos 4 e 5, incremental. Como resultado, não houve diferença significativa entre o compósito tradicional e o microparticulado, e entre o quimicamente ativado e o fotoativado. Entretanto, os resultados em microscopia eletrônica de varredura, mostraram diferenças significativas entre a adaptação marginal na oclusal e buco linguo-proximal, consideradas excelentes, em relação à adaptação cervical. Como conclusão, os autores verificaram que a adaptação marginal na parede cervical da caixa proximal pode apresentar problemas e deve-se utilizar técnica especializada para sua realização.

COX *et al.*, em 1987, empregando uma metodologia desenvolvida por Nyborg e Brännstrom, realizaram restaurações Classe V, em caninos com exposição pulpar, de

macacos *rhesus*, empregando diversos materiais, dentre eles: amálgama, compósito, cimento de fosfato de zinco e silicato, com e sem selamento com Cimento de óxido de Zinco. Após sete e vinte e um dias, os animais foram sacrificados e as amostras foram extraídas e levadas para teste histológico. Para padronizar a leitura dos resultados um escore foi criado para cada critério, resposta das células inflamatórias, reparo em tecido duro e quantidade de células coradas. Os resultados deste estudo 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.

Para estudo da infiltração marginal, RIGSBY *et al.*, em 1990, utilizaram uma avaliação qualitativa e outra quantitativa e, ainda, a mensuração das dimensões das fendas marginais, empregando três diferentes tipos de sistemas adesivos dentinários. Cavidades classe V foram preparadas nas superfícies radiculares de caninos humanos extraídos e restaurados com três diferentes associações de sistema de união/compósito. A infiltração marginal do primeiro grupo foi avaliada por penetração de corante, segundo escores; para esta parte do trabalho foi empregado a fucsina básica durante 24 horas em conjunto com o procedimento de termociclagem, indicada pelos autores como uma análise qualitativa. Outro grupo, onde foi empregado como corante o azul de metileno a 2%, foi realizada uma análise quantitativa por meio de espectrofotometria, Nesta parte do experimento os dentes foram dissolvidos em 2ml de ácido nítrico a 50% por quarenta e oito horas, esta solução foi

então acrescida de 8ml de água destilada, filtrada e centrifugada, para então ser analisada pelo espectrofotômetro. O comprimento de onda de 590nm foi o que apresentou os melhores resultados. As fendas marginais foram mensuradas em réplicas, utilizando microscópio eletrônico de varredura. Os dados da mensuração qualitativa foram analisados estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis, enquanto os dados da mensuração por espectrofotometria e MEV foram submetidos ao tratamento estatístico ANOVA e Teste de Duncan. Os autores concluíram que a microinfiltração, neste trabalho, medida tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, não apresentaram diferença, e que a mensuração da fenda pode não ser o reflexo real do que ocorre em toda a extensão da interface dente-restauração.

PRATI *et al.* em 1994, avaliaram a variação da microinfiltração em restaurações classe II amplas. Preparos cavitários MOD foram confeccionados em dentes terceiros molares, onde as paredes cervicais tiveram seu término na junção amelo-cementária. Os materiais testados foram: Vitrebond/Scotchbond2/ P50, Tripton/Oclusin e Clearfil Photo Bond/Clearfil Photo Posterior. A microinfiltração foi obtida através de um aparelho capaz de introduzir no interior da câmara pulpar dos dentes, um fluido sob pressão. Os testes foram realizados após 2, 15, 45 e 150 minutos; 1, 2, 7 e 14 dias; 1, 2, 3 meses, depois da termociclagem, 10 meses após, e após estresse mecânico. Finalmente as amostras foram expostas a uma solução de nitrato de prata para medir a penetração do corante. Através deste estudo os autores chegaram aos seguintes resultados: quando as cavidades estavam vazias depois do uso de ácido fosfórico a 37% ou solução de EDTA, a microinfiltração chegou próxima de 100%; quando foi criada uma camada de lama

dentinária esta ficou reduzida entre 50 e 60 %. Imediatamente após a inserção das restaurações todos os materiais mostraram microinfiltração superior a 1-2 dias. Com 1-2 semanas houve uma estabilização da microinfiltração, depois de 4-8 semanas houve aumento da microinfiltração, sugerindo que a expansão higroscópica do compósito não foi suficiente para manter o selamento, sendo que a degradação hidrolítica das restaurações continuou em andamento. Nem a termociclagem, nem o estresse mecânico oclusal aumentaram a microinfiltração. Não houve diferença estatística entre os materiais estudados. Os autores concluíram que os dois métodos utilizados para mensuração da microinfiltração podem ser utilizados, sabendo-se que ambos apresentam vantagens e desvantagens.

No ano de 1995, TAY *et al.*, investigaram a extensão e a natureza da microinfiltração em restaurações com condicionamento ácido total, usando um sistema de união sobre dentina úmida, sob diferentes condições de manuseio, através de um protocolo de clareamento e M.E.V. O estudo consistiu em três grupos experimentais com 15 elementos dentais, onde foram preparadas cavidades na face vestibular e lingual, parte acima da junção cimento-esmalte, parte abaixo e receberam os seguintes tratamentos: 1 – a fonte luminosa era adequada e o *primer* do sistema de união foi completamente seco; 2 – a fonte de luz era inadequada; 3 – o solvente do *primer* teve incompleta evaporação. Foi utilizado o sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco) e como material restaurador o compósito Z-100 (3M). A extensão da microinfiltração, depois de corada com nitrato de prata, foi mensurada baseando-se numa escala modificada de 5 pontos. Os resultados deste estudo apresentaram diferença estatística significativa entre os três grupos, mostrando que fatores

extrínsecos, como os que foram testados neste experimento, devem ser evitados para a obtenção de restaurações com selamento marginal adequado. O exame ao M.E.V. revelou que a microinfiltração pareceu ser iniciada entre a camada híbrida e o adesivo dentinário nos três grupos, mostrando fraca resistência do sistema de união. Os autores concluíram que é possível produzir restaurações sem fendas com o uso da técnica do condicionamento ácido total e sistemas de união que contém acetona, e que o uso de técnica imprudente pode resultar em persistente sensibilidade pós-operatória.

Em 1995, DIETSCHI *et al.*, num trabalho *in vitro*, avaliaram a microinfiltração e adaptação marginal, em restaurações diretas e indiretas variando o uso de forramento e sistema adesivo. Os materiais empregados foram Scotchbond MP /Z-100 ou Herculite/Optibond, e como forramento Vitrebond ou Ketac bond, tanto na técnica direta como indireta, para esta técnica foram empregados como agentes cimentantes, Luting Material Cement ou Porcelite Dual Cure. Após preparo cavitário, tipo Classe II com margens 1mm abaixo do limite amelo-cementário, em molares recentemente extraídos e restaurações executadas, estes dentes foram submetidos a termociclagem e então foram obtidas réplicas em resina epóxica para observação em MEV, em seguida estes mesmos dentes foram imersa em corante, para posterior avaliação da microinfiltração em percentagem. Estes autores obtiveram como resultado para adaptação marginal, que a maioria dos grupos mostrou uma adaptação satisfatória na parede gengival, excetuando o grupo de restaurações diretas de Herculite e Vitrebond, que mostrou a mais alta percentagem de margem axial aberta. As restaurações indiretas mostraram-se mais adaptadas que as restaurações diretas o que também ocorreu no teste de microinfiltração onde as restaurações indiretas apresentaram menor penetração de corante. Nem as

restaurações diretas ou indiretas foram beneficiadas em qualquer um dos dois testes pelo uso de forramento, e parece que o uso de agente adesivo mostra-se mais promissor para um melhor selamento das margens, quando estas se apresentam em cimento e/ou dentina.

GWINNETT *et al.*, em 1995 compararam a microinfiltração ao longo da interface dente–restauração empregando uma leitura bidimensional convencional e duas tridimensionais, sendo uma realizada com o auxílio de imagens digitalizadas e outro o protocolo de clareamento. Para cada leitura foram empregados 10 dentes com restaurações Classe V. A avaliação da microinfiltração empregou uma escala ordinal de 1 a 4, que obteve como média 2 para o grupo 1 e 4 para os grupos 2 e 3. Com estes resultados foi possível concluir que dentre as metodologias empregadas a do grupo 1 foi a que detectou a menor microinfiltração, enquanto as outras duas detectaram um avanço unilateral ou bilateral maior para o corante, sem diferença estatisticamente significativa entre estas duas últimas. Porém o protocolo de clareamento parece ser mais aconselhável devido a sua facilidade de realização quando comparado com a metodologia de digitalização de imagens.

GALE & DARVELL, em 1997 desenvolveram um trabalho com uma metodologia experimental para a mensuração da microinfiltração através da análise das imagens por computador, mapeando a infiltração do corante em quatro pontos da restauração. Após a secção da porção coronal da raiz, uma cavidade de forma cilíndrica foi

confeccionada na porção central da raiz de modo que os túbulos dentinários ficassem dispostos radialmente à cavidade com ângulos aproximados de $12,5^\circ \pm 4,5$, de modo a facilitar a interpretação dos resultados durante a leitura da penetração do corante. As restaurações foram executadas com Scotchbond MP/Z100. Obtiveram como resultado que o controle da penetração do corante via túbulo dentinário pode ser isolado e ignorado durante a leitura. A média de penetração na interface foi de aproximadamente 0,6 a 1,3mm de profundidade, de 0,9 a 5,09 mm² e obtiveram como conclusões que este método promove uma mensuração padrão e quantitativa, mapeando a infiltração do corante, e em nenhuma das amostras houve um selamento completo.

Neste mesmo ano de 1997, HILTON *et al.* compararam o nível de microinfiltração marginal avaliando restaurações classe II, tipo *slot*, em terceiros molares humanos, com margem cervical terminando em dentina/cimento. Estas restaurações foram realizadas da seguinte maneira: Grupo 1 - All Bond 2 / compósito fotopositado, Bisfil P, com matriz transparente; Grupo 2 - All Bond 2 + Bisfil P com matriz metálica; Grupo 3 – sistema adesivo de presa dual (Pre-bond)/compósito quimioativado, Bisfil – IIB/BisfilP com matriz metálica; e Grupo 4 – All Bond 2/ Bisfil – IIB/Bisfil P com matriz metálica. Todas as amostras foram submetidas a 1000 ciclos térmicos com temperatura de 5°C/55°C, com 30 segundos de duração. Após o teste de microinfiltração com nitrato de prata, foi realizada análise bidimensional empregando escores. Não houve diferença entre os grupos analisados, porém os autores concluíram que também não houve redução da microinfiltração nas restaurações em compósito quimicamente ativados, independente do

uso de adesivo de presa dual. A microinfiltração na margem gengival foi extensa, assim como nas paredes lingual e vestibular da caixa proximal. A análise tridimensional, obtida pela remoção das restaurações, possibilitou melhor visualização da penetração do corante, confirmando os resultados obtidos com a análise bidimensional, e segundo os autores possibilitou uma melhor mensuração da penetração do corante.

Em 1997, PAULILLO *et al.*, elaboraram um estudo empregando duas metodologias, a primeira delas foi a avaliação da rugosidade superficial do cimento de ionômero de vidro (Chem-fil II), submetido a três diferentes procedimentos de acabamento, através de um perfilômetro; e a dosagem de corante através da leitura da absorbância empregando um espectrofotômetro. Para a parte experimental foram empregadas 16 pastilhas de cimento de ionômero de vidro que foram polidas com discos Sof-Lex, pontas Enhance, ponta diamantada e como controle o cimento que geleificou em contato com matriz do tipo Mylar, que não recebeu qualquer polimento. Após as leituras no perfilômetro os resultados obtidos foram que a matriz e os discos Sof-Lex permitem uma menor rugosidade superficial, enquanto as pontas diamantadas promovem a superfície mais rugosa. Para o teste de coloração foram empregadas as mesmas pastilhas, que foram imersas em azul de metileno a 2% por três minutos; após a lavagem e secagem das amostras, as mesmas foram imersas em 3ml de solução de ácido nítrico a 65% por 24 horas, para a solubilização do corante. Após a obtenção da curva de calibração do corante em ácido foi escolhido o comprimento de onda de 585nm, para standardização do teste. Através da curva de calibração e aplicação da equação de reta obteve-se a fórmula para calcular a concentração do corante em cada amostra. A análise estatística pelo teste de

Tukey mostrou diferenças significativas entre os procedimentos de polimento. Controle e ponta diamantada, controle e ponta Enhance, disco Sof-Lex e ponta diamantada, as outras comparações pareadas não mostraram diferenças significativas. A correlação entre rugosidade superficial e coloração são linearmente dependente, pela análise através do teste de Student t. Os autores afirmam que o teste com o espectrofotômetro é eficaz na mensuração da quantidade de corante retido no material.

TOLEDANO *et al.*, em 2000, realizaram um estudo visando avaliar a influência da desproteção dentinária sobre a microinfiltração marginal em restaurações Classe V, empregando o compósito TPH e sistema de união Prime & Bond 2.1. Foram empregados dez dentes molares, que receberam preparo cavitários nas faces lingual e vestibular. Em seguida foram divididos aleatoriamente em dois grupos, os quais receberam tratamento dentinário diferenciado, um grupo foi condicionado com ácido fosfórico e o outro, o condicionamento ácido foi seguido de desproteção através do uso de hipoclorito de sódio a 5%. Após o procedimento restaurador, as amostras foram armazenadas em água por 24 horas a 37°C e termocicladas 500 vezes, com banhos de 60 segundos a 5 e 55°C. Foi realizado o preparo das amostras, então estas foram imersas em fucsina básica por 24 horas, em seguida, foram seccionadas em três cortes longitudinais para a observação da penetração do corante, que foi realizada em um estereomicroscópio, a avaliação qualitativa foi realizada por meio de escores previamente estabelecidos. Os dados obtidos foram estatisticamente analisados pelos testes de Mann-Whitney U e Wilcoxon. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença estatisticamente diferente entre os dois tratamentos e sob MEV as fendas foram mais comuns na parede gengival que na

oclusal. Concluindo que o verdadeiro papel das fibras colágenas na adesão dentinária não está claramente estabelecida, já que sua remoção não interfere no selamento marginal das restaurações realizadas neste estudo.

WITZEL *et al.*, em 2000, também empregaram o teste de microinfiltração para avaliar a capacidade de selamento em fóssulas e fissuras de três sistemas adesivos, sendo eles: Optibond, All-Bond2 e Scotchbond MP Plus. Cada material foi aplicado em 36 elementos dentais com superfície condicionada e seca e em 36 com superfície contaminada por plasma humano. Cada grupo foi então dividido em três subgrupos, e cada um deles foi submetido à ciclagem térmica, ciclagem térmica e mecânica e nenhum tipo de tratamento. Após, os dentes foram preparados para o teste de infiltração marginal, empregando como corante o nitrato de prata a 50%. Cada amostra foi depois seccionada em três diferentes posições, e a severidade da penetração do corante foi avaliada por dois diferentes métodos, por escore previamente estabelecido e percentagem. Estes dados foram submetidos à análise estatística ANOVA e Coeficiente de correlação Pearson, e obtiveram os seguintes resultados: O sistema de união Optibond teve a melhor performance independente das condições do substrato, enquanto All-Bond 2 e Scotchbond MP Plus apresentaram resultados similares, com maior microinfiltração quando a superfície foi contaminada. Quanto aos métodos diferentes empregados para leitura da penetração do corante, foram consideradas permutáveis para este tipo de estudo, já que o coeficiente de correlação Pearson foi 0,93 ($p=0.0001$).

Em 2000 IWAMI *et al.*, realizaram um estudo empregando uma nova metodologia para avaliar a microinfiltração marginal, através da mensuração da condutância elétrica na interface dente-restauração. Para isso, foram empregados 16 molares recentemente extraídos, onde foram executados dois preparos cavitários na face vestibular, sendo uma na coroa e outra na porção radicular. Oito amostras foram restauradas usando um sistema de união (Clearfil Liner Bond II) e 8 não empregaram qualquer sistema de união, o compósito utilizado foi o Clearfil AP-X. Mais tarde, os resultados foram comparados com os dados obtidos através do teste de microinfiltração empregando corante, azul de metileno a 2% por 24 horas. Para a mensuração da condutância, os elementos dentais foram preenchidos com solução fisiológica e foi colocado um eletrodo experimental no interior da câmara pulpar, este eletrodo foi conectado a um aparelho (LCR meter), que possibilitou a leitura da condutância. Foram realizadas 10 mensurações, desde o ponto inicial a 1,5mm da interface, na superfície do compósito, até o ponto final 1,5mm além da margem, em esmalte ou cimento. Para a formação da corrente foi aplicado sobre a interface solução fisiológica e removido o excesso, permanecendo apenas o que ficou dentro da fenda. Os resultados obtidos foram que as mudanças na condutância nas cavidades sem sistema de união depois das cavidades restauradas foram muito maiores que aquelas apresentadas pelo grupo com sistema de união. Para o teste de microinfiltração com corante, todas as amostras sem sistema de união obtiveram escore máximo, enquanto aquelas que empregaram sistema de união apresentaram resultados desde escore 0 até o máximo, e mostraram correlação entre os escores e as mudanças de condutância. Os autores concluíram que este método apresenta potencial para a mensuração da microinfiltração marginal *in vivo*, transformando-se num

método de diagnóstico, já que *in vitro* apresentou correlação com um método já empregado e capacidade de detectar microinfiltração tanto na porção coronal, quanto radicular.

FRAUNHOFER *et al.*, no ano de 2000, direcionaram o estudo de microinfiltração para dois tipos de observações, a primeira delas, sobre o tratamento que é aplicado sobre o substrato dental anteriormente ao procedimento restaurador propriamente dito e segundo, quanto à metodologia empregada no teste de microinfiltração, correlacionando mais de um método. Para o desenvolvimento deste trabalho foram usados 48 pré-molares hígidos, onde foram realizados preparos cavitários Classe V, utilizando quatro técnicas distintas: 1 – broca de tungstênio em alta velocidade seguido de condicionamento ácido, 2 – abrasão à ar (27 $\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$) seguido de condicionamento ácido, 3 – abrasão à ar (50 $\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$) e 4 - abrasão à ar (27 $\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$) com 12 amostras cada grupo. Estas amostras foram avaliadas segundo o teste de microinfiltração com emprego de corante (Nitrato de Prata 50%), avaliado por um escore previamente estabelecido e teste eletroquímico com a mensuração da condutância através da formação corrente entre a solução salina do interior da cavidade pulpar e na fenda da interface. Os resultados obtidos deste estudo revelam que o tratamento de superfície tem um efeito significativo sobre a microinfiltração, tanto para o teste com corante como eletroquímico, ambos indicaram que as cavidades condicionadas com ácido apresentaram menor infiltração marginal que as que foram apenas abrasionadas à ar. Quanto aos dois regimes empregados para a avaliação da microinfiltração, os autores concluíram, que a técnica eletroquímica promove uma avaliação contínua durante o período de teste, mas não localiza a infiltração. Por outro lado, a técnica que utiliza corante resulta em apenas um dado, obtido ao final do teste, e

tem a capacidade de localizar o problema. Neste trabalho foi possível observar a correlação entre os métodos empregados, validando a ambos. Os autores também enfatizaram que a despeito da considerável literatura sobre infiltração marginal, pouca atenção é dada à avaliação e comparação dos diferentes métodos disponíveis.

RASKIN *et al.*, em 2001 realizaram uma revisão da literatura com trabalhos sobre microinfiltração marginal, ao todo foram avaliados 144 trabalhos entre os anos de 1992 e 1998, onde foram obtidos 917 grupos experimentais. Alguns critérios foram levados em consideração para a inclusão do trabalho, como: amostra, cavidade, procedimento restaurador, termociclagem e ciclagem mecânica e obtiveram como resultados que a metodologia empregada é ampla. Sendo que a mais empregada foi - 1 armazenagem após exodontia: duração (inespecífica, 52,9%), água destilada ou deionizada (33,8%), temperatura (inespecífica, 52,2%), emprego de aditivos (nenhum, 47%); 2 – atuação: tempo antes do início (<24h, 35,9%), número de ciclos ([250-500], 34,6), número de banhos (2, 84%), tempo de imersão (30s, 44,3%); corante: tipo (fucsina básica, 40,7%), tempo de imersão (24hs, 59,5%), avaliação da penetração do corante após secção (91,7%), direção (perpendicular, 88,5%), número (1, 47,1%). Os autores puderam concluir com este levantamento, que a grande variabilidade metodológica impede a meta-análise e comparação entre os trabalhos.

BESNAULT & ATTAL, em 2002 realizaram um estudo sobre a influência da simulação do ambiente bucal sobre a microinfiltração de dois sistemas adesivos em restaurações Classe II. Foram utilizados terceiros molares recentemente extraídos, onde

foram preparadas duas cavidades Classe II, sendo uma na face mesial e outra na face distal, com a diferença que os procedimentos restauradores na face mesial foram realizados sob condições de laboratório, com 20°C e umidade relativa de 40%, enquanto as cavidades distais foram restauradas sob 35°C e 95% de umidade relativa, simulando o ambiente bucal. Os sistemas testados foram o Scotchbond MP, que além das recomendações do fabricante também foi empregado em condições onde o *primer* foi exageradamente evaporado, e o sistema Clearfil SE Bond, usado apenas como o fabricante recomenda. Outra alteração na metodologia foi a diminuição do tempo entre a finalização do procedimento restaurador e a termociclagem, para apenas uma hora, para que realmente as amostras fossem testadas em condições semelhantes as que ocorrem na cavidade bucal. Os resultados obtidos foram que o sistema de união SBMP apresentou diferenças significativas quando empregado em situação desfavorável de temperatura e umidade relativa, sendo possível observar o aumento da microinfiltração, já o procedimento experimental permitiu a diminuição da microinfiltração, mas somente em condições laboratoriais. Para o sistema de união Clearfil SE Bond não foi possível observar diferenças significativas, mostrando um melhor comportamento frente ao teste de microinfiltração em qualquer condição. Mas também apresentou um aumento da microinfiltração em condições adversas. Concluindo assim, que as condições ambientais podem ser deletérias para a capacidade de selamento dos sistemas empregados neste estudo.

FERDELIN *et al.*, em 2002, abordaram a microinfiltração em restaurações Classe II realizadas em compósito empregando duas metodologias diferentes, uma já sedimentada pelo uso e resultados obtidos, o uso de corantes e mensuração linear em

percentagem; e outra, também já empregada, mas remodelada para sua melhoria tanto em sensibilidade quanto em praticidade, o protocolo de clareamento dental. Na parte experimental propriamente dita, foram utilizados 48 elementos dentais os quais receberam restaurações Classe II nas faces mesiais e distais, o compósito restaurador empregado foi o Tetric (Vivadent). Sendo que, 24 destas amostras foram restauradas com técnica do incremento único e 24 foram restauradas com a técnica incremental; após, o procedimento restaurador, as amostras foram preparadas para os dois diferentes testes, mas o corante foi único, a tinta da Índia. Tanto a microinfiltração linear ao longo da interface cervical e o material restaurador (%corante/secção), como a microinfiltração da superfície cervical no dente transparente (%corante/superfície) foram realizados com um sistema de análise de imagem (Optimas 6.1, Alemanha). Os dados obtidos foram submetidos aos testes não paramétricos Mann Whitney U-test, e Wilcoxin, para averiguar as possíveis diferenças estatísticas. Os resultados obtidos foram que ambos os teste são capazes de avaliar a performance do material ou de diferentes técnicas que possam alterar o selamento marginal. Para a mensuração em percentagem, a técnica com incremento único mostrou uma maior percentagem, 40% (23-85%), para a técnica incremental foi de 2% (1 a 46%); o protocolo de clareamento mostrou os seguintes resultados para a microinfiltração, de 5% (1-22%) para técnica incremental e 16% (4-24%) para incremento único. Devido a diferença de sensibilidade que mostrou neste trabalho o protocolo modificado de clareamento empregando tinta da Índia, o método não foi indicado para substitui o protocolo já existente, mas pode servir como uma colaboração adicional pelo fato de ser possível a visualização direta com esta metodologia.

CAMARGO *et al.*, em 2002 realizaram um trabalho onde a proposta foi avaliar, *in vitro*, a infiltração marginal em restaurações classe II de compósitos odontológicos. Foram utilizados 30 dentes terceiros molares, com preparos cavitários ocluso-proximais, sendo na face mesial com término cervical em esmalte e na face distal, com término cervical em dentina. Estes dentes foram divididos em três grupos: Grupo 1 – Single Bond / Z100 (3M), Grupo 2 – Bond 1 / ALERT (Jeneric-Pentron) e Grupo 3 - Etch&Prime 3.0 / Degufill Mineral (Degussa). Foram obtidas réplicas das faces proximais de três elementos dentais de cada grupo para a observação em M.E.V., antes e após o procedimento de termociclagem, que constou de 500 ciclos. Para o ensaio de infiltração marginal, as amostras foram cobertas com duas camadas de esmalte para unha e cera rosa nº7 para então serem imersas em solução corante de azul de metileno a 2% tamponado, por 4 horas. Após, foram analisadas em microscópio comparador, onde foi mensurada a extensão da penetração do corante e transformado em percentagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey, segundo a transformação arco seno de $X/100$. Concluiu-se que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os grupos quando as paredes cervicais das restaurações estavam em esmalte (G1=21,5%; G2=53,4%; e G3=31,5%), mas em dentina, houve diferença estatística ($p<0,05$) entre os grupos 1 (18,2%) e 2 (60,0%), onde o grupo 1 apresentou as menores médias de penetração do corante. O grupo 3 (42,2%) obteve média intermediária e não diferiu dos demais grupos ($p>0,05$). A análise das réplicas mostrou que a termociclagem pode promover o aparecimento de fendas.

WILLIANS *et al.*, em 2002 realizaram um trabalho comparando dois métodos para avaliação da penetração do corante em teste de microinfiltração, sendo que um deles avaliou a penetração em uma e duas secções, e outra avaliou a penetração em todas as paredes. Para isso foram empregados 48 molares com restaurações metálicas tipo Classe V, que estavam localizadas nas faces lingual e vestibular de cada elemento dental. Após armazenagem e termociclagem em uma solução de azul de metileno a 2% por 12 horas, as amostras foram cortadas para expor a interface dente-restauração, nas paredes oclusal e gengival. Sempre foi obtida a máxima penetração do corante. Os dados foram submetidos por ANOVA e teste de Tukey. Foi observado que a penetração do corante ocorreu de forma não uniforme em 38 da 96 paredes analisadas. A mensuração, incluindo todas as paredes, apresentou o dobro de penetração do corante quando comparadas com o método que emprega fatias, e que um ou dois cortes não apresentaram diferença estatisticamente significativa, mas foi possível detectar que este método subestima a microinfiltração.

2.3. TRABALHOS DIVERSOS

Em 1982, NAKABAYASHI *et al.* estudaram a efetividade do 4-META na união entre uma resina acrílica e a estrutura de esmalte e dentina, sendo que ambos foram condicionados com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Os autores afirmaram que os monômeros com grupos hidrófobos e hidrófilos como o 4-META, promovem a infiltração de monômeros nos tecidos duros. Esta infiltração conduz a uma boa união com o dente, chegando a uma força de 18 MPa, com a dentina condicionada. A observação em M.E.V. sugeriu que há uma afinidade entre os monômeros e o tecido mineralizado, que foi

denominada de camada híbrida. E concluíram, que uma boa união não é promovida pelo embricamento nos túbulos dentinários como foi considerado anteriormente.

A proposta do estudo realizado por DAVIDSON *et al.*, em 1984, foi investigar a resistência da união compósito-dentina e relacioná-la ao estresse de contração de polimerização, em função do tempo de polimerização. Para isso os autores utilizaram dois testes, sendo o primeiro, um modelo linear, onde a força de contração de polimerização foi mensurada, por um tensilômetro, em diferentes intervalos de tempo (desde o início até a polimerização final) e comparando com o desenvolvimento do estresse. Os resultados obtidos sugeriram que a força de união é sempre superior a força de contração, e é explicada pela possibilidade de escoamento do compósito durante o processo de polimerização. O segundo teste, consistiu no uso dos mesmos compósitos, Silux e Silar, com o sistema adesivo Scotchbond para restaurar cavidades Classe V, em dentes bovinos, formando assim, um modelo tridimensional, onde três paredes foram empregadas para união dentina/compósito. Em seguida, estes dentes foram submetidos ao teste de microinfiltração, com corante azul de metileno, para então serem observados em um estereomicroscópio onde foi verificada a formação de fenda em vários pontos entre a dentina e o compósito, ficando a união apenas restrita ao esmalte das margens. A explicação para esta ruptura é que a contração de polimerização pode ser mais forte que a força de união, devido ao fato que o escoamento do compósito fica limitado, gerando um alto índice de estresse. Os autores sugeriram que para diminuir este tipo de falha inerente ao material, seria necessário o desenvolvimento não só de agentes de união com maior resistência, mas também de compósitos com menor contração de polimerização. Também é

citado pelos autores que a forma cavitária pode ser de grande importância para a conservação do selamento marginal.

Em 1986, LUTZ *et al.*, tentaram melhorar o desempenho das restaurações em compósito em dentes posteriores, onde a formação de fenda na parede gengival aparece como área de amplo insucesso desta técnica. Para tanto os autores propuseram o uso de cunhas refletoras para alterar a direção dos vetores da contração, que este material sofre durante a fotopolimerização. Utilizaram dentes pré-molares com preparos cavitários classe II méso-ocluso-distal, onde variaram o uso de bases, técnica de inserção e uso de cunhas. Estes dentes foram submetidos ao teste de microinfiltração onde o corante de escolha foi a fucsina básica a 0,5 %. Seguindo um escore previamente estipulado, foi realizada a avaliação da penetração do corante. Os seguintes resultados foram obtidos: a perda de luz quando se utiliza cunha refletora foi de apenas 10 % e o grupo onde foi realizado seu emprego apresentou uma performance superior ao dos outros grupos. O uso de bases apresenta uma diminuição do volume do compósito utilizado, diminuindo assim a contração de polimerização, mas existe uma dificuldade de união entre o compósito e a material de base, gerando forças de tensão que induzem à formação de fendas marginais.

FEILZER *et al.*, em 1987, estudaram a tensão gerada durante a polimerização dos compósitos em relação à configuração das cavidades. Assim, desenvolveram um modelo experimental baseado em discos de aço que, após silanizados, foram montados em um tensilômetro, que teria a função de registrar a tensão provocada pela contração de polimerização do compósito colocada entre os discos. Então, foram inseridos compósitos

que simularam restaurações nas várias formas de configuração de cavidade descritas por Black. As forças de tensão foram avaliadas segundo um fator de configuração de cavidade denominado fator C, que representa a relação existente entre o número de paredes aderidas e as não aderidas em uma restauração. Segundo esta equação, valores de C= 5 são para cavidades Classe I e V, C=2, para cavidade Classe II, C=1 para cavidade Classe III e C=0,5 para Classe IV. Partindo deste modelo experimental, simularam restaurações com vários volumes e alturas utilizando resina química e foto ativadas. Após análise dos resultados, os autores concluíram que todas as falhas foram do tipo coesiva e que, quanto maior o número de paredes aderidas menor a capacidade de escoamento dos compósitos durante a sua presa. Este relaxamento da tensão pelo escoamento, fornecido pelas superfícies não aderidas ou livres foi insuficiente para neutralizar as forças de contração quando o fator C foi maior que 2 e, portanto, as forças de união à dentina foram insuficientes para preservar a união na interface dente-restauração.

Neste estudo, realizado por TJAN *et al.*, em 1992, foi comparado o efeito de várias técnicas de inserção de compósito, sobre a formação de fendas na margem gengival, em restaurações classe II. Foram comparadas três técnicas de inserção incremental, sendo uma em camadas horizontais de gengival para oclusal (grupo 1), outra em camadas oblíquas (grupo 2), e outra em uma camada horizontal na parede gengival, seguida de camadas verticais na vestibular e lingual (grupo 3). Além disso, mais duas técnicas de incremento único foram utilizadas, onde num grupo a fotopolimerização foi realizada apenas por oclusal (grupo 4) e em outro a luz foi direcionada por vestibular, lingual e oclusal (grupo 5). A fenda gengival foi mensurada em cinco pontos desta parede e após a

imersão em corante vermelho, estas amostras foram seccionadas de mesial para distal, passando pelo centro da restauração, observados e fotografados em M.E.V., com aumento de 200 e 1000 X. Todos os dados foram analisados estatisticamente e obtiveram-se os seguintes resultados: a técnica de incrementos horizontais produziu resultados mais consistentes, com menor desvio. Entretanto, a análise dos dados não revelou diferença estatística entre os grupos 1, 3, 4 e 5; somente o grupo onde foi realizado incremento único com fotopolimerização multidirecionada, exibiu as maiores fendas marginais com $p < 0,05$. As fendas mais amplas foram encontradas nos ângulos axio-gengivais, independente do grupo, diminuindo quando a análise foi feita na oclusal ou gengival. Os autores concluíram que, nenhuma técnica melhorou a adaptação nas margens gengivais, quando comparadas com incremento único e fotopolimerização por oclusal. Recomendaram que técnica incremental seja empregada sempre que a cavidade apresentar-se maior que 3mm de profundidade, para que haja uma completa polimerização do compósito.

Em 1995, DERHAMI *et al.*, usando o método de penetração de corante, avaliaram a microinfiltração em restaurações classe II, realizadas em compósito, variando-se o condicionamento ácido da dentina. Foram empregados pré-molares humanos, onde cavidades ocluso-proximais foram preparadas de modo que o termino gengival fosse localizado em dentina/cimento. Para minimizar os efeitos deletérios da força de contração de polimerização, foram feitas canaletas de retenção. Nos grupos 1 e 2, foram empregados dois sistemas de união, que usam ácido cítrico a 10% como condicionador (Superbond D-liner's e Clearfil Liner Bond System); nos grupos 3 e 4 o ácido cítrico foi substituído por EDTA a 0,2%. O compósito empregado foi o Palfique. Depois, os dentes foram cobertos

com duas camadas de esmalte para unha, deixando uma margem de 1mm em torno da restauração. O corante utilizado foi o azul de toluidine a 0,5% por 20-22 horas a 37°C. Em seguida, os dentes foram avaliados em M.E.V. e analisados estatisticamente. Neste estudo, foi observado microinfiltração em todos os grupos, e a análise pelo teste qui-quadrado não mostrou diferença na microinfiltração cervical, quando comparou-se as cavidades tratadas como o ácido cítrico ou com EDTA. Os autores concluíram que nenhum dos tratamentos estudado pôde prevenir totalmente a microinfiltração cervical, e afirmaram que na parede cervical, os túbulos dentinários são paralelos, oblíquos ou perpendiculares e isso pode promover uma falha no agente de união nesta margem em particular. Durante a polimerização do compósito, este pode contrair em direção as margens dentinárias, formando uma fenda na interface dente/restauração.

Neste trabalho de 1997, realizado por CAGIDIACO *et al.*, foi avaliada a morfologia em preparos cavitários Classe II e V, em relação à orientação dos túbulos dentinários, densidade e aumento da área de superfície após o condicionamento. Para tanto foram realizadas seis cavidades Classe V e seis cavidades Classe II, com margem cervical 1mm abaixo do limite amelo-cementário. Estes preparos foram condicionados com ácido maleico a 10%, em seguida analisados em MEV. Os autores relataram que a morfologia dentinária para os dois tipos de cavidades é previsível, com exceção da região cervical que devido à presença de uma camada de cimento desestruturada, apresenta grande variação, não podendo oferecer grande contribuição em termos de retenção micromecânica. Também foi possível observar que a densidade dos túbulos é diferente em várias regiões dos

preparos. Os resultados obtidos para o condicionamento ácido em cavidades Classe V, onde os túbulos foram cortados no sentido paralelo ao longo eixo houve um aumento de 20,9% para 50,3% na área disponível para adesão, enquanto nas regiões onde os túbulos foram cortados perpendicularmente, a área aumenta de 5,8% para 47,8%. Já nas cavidades Classe II, o aumento foi da ordem de 0,6% para 46,4% para as áreas onde os túbulos foram cortados paralelos ao longo eixo e de 29,8% para a área cortada perpendicularmente ao longo eixo. Os autores afirmaram também que este aumento pode ser responsabilizado pela melhoria na força de adesão após o condicionamento ácido, mas que nem todas as áreas oferecem respostas semelhantes ao condicionamento.

Em 1998, NEIVA *et al.*, compararam em um estudo *in vitro* a influência de diferentes técnicas de inserção de compósito e uso de sistemas de matrizes e cunhas, no teste de microinfiltração, em restaurações classe II. Para tanto, foram preparadas cavidades MOD em dentes pré-molares humanos, com margem mesial em esmalte e distal em dentina/cimento. Em seguida, foram montados em um articulador para simular igualdade de condições com a boca, promovendo ponto de contato com dentes vizinhos. Foram empregadas as técnicas de inserção de incremento único com matriz metálica, técnica incremental horizontal com matriz metálica, técnica incremental oblíqua com matriz metálica e transparente, e técnica de inserção horizontal e matriz metálica, sempre utilizando compósito Z-100 e sistema de união Scotchbond MP (3M). Após acabamento das restaurações, os dentes foram termociclados 1000x, assim distribuídos, 5 minutos a 37°C, 5 segundos a 5°C, 5 minutos a 37°C e 5 segundos a 55°C. Em seguida, foram

corados com fucsina básica a 0,5%, seccionados no sentido mesio-distal e observados em aumento de 20X. A penetração do corante foi mensurada segundo escore de 0 a 3 e a análise estatística foi realizada através do teste de Kruskal-Wallis e entre os términos em dentina e esmalte o teste utilizado foi Mann-Whitney. Os autores concluíram que não houve diferença para microinfiltração entre as técnicas empregadas quando o término era em esmalte. Em cemento, a técnica incremental oblíqua /matriz transparente, apresentou maior infiltração que as outras técnicas. Afirmam ainda que a matriz de metal apresenta vantagens por poder ser pré-moldada, promovendo melhor contorno que a matriz transparente, além de ser mais barata e muito fina.

No ano de 1998, OPDAM *et al.*, em um estudo *in vivo*, mensuraram a penetração do corante fucsina básica, em restaurações classe II, utilizando três tipos de sistemas de união: Clearfil Photo Bond (Kuraray), Scotchbond MP (3M), e Clearfil Liner Bond 2, auto-condicionante (Kuraray), todos restaurados com o compósito Clearfil Ray Posterior (Kuraray). Houve variação no uso de matriz metálica e transparente, com técnica incremental ou incremento único, resultando assim na formação de nove grupos. Os dentes foram primeiramente preparados e restaurados na cavidade bucal; em seguida foram testados quanto à sensibilidade pós-operatória ao frio e a pressão, e por motivo ortodôntico, foram extraídos após 5-7 semanas. Posteriormente os dentes foram imersos em corante, a penetração do mesmo foi avaliada segundo um escore previamente determinado. Nenhum paciente experimentou dor à ação do estímulo frio; nenhuma diferença na microinfiltração cervical foi encontrada entre os grupos; os sistemas de matrizes utilizados não mostraram efeito sobre a microinfiltração. O uso do sistema de união com *primer* condicionante

reduziu significativamente a sensibilidade à pressão, mas resultou em significativa microinfiltração nas margens oclusais. Os autores concluíram também que o uso de sistemas de união com ácidos para condicionar o tecido dental é mais efetivo para evitar a microinfiltração do que o uso de sistemas contendo *primer* condicionantes.

Em 1999, HILTON & FERRACANE determinaram a influência de alguns fatores sobre a infiltração marginal em restaurações classe II em compósito. Para este propósito, foram utilizados 20 dentes molares, onde foram preparadas cavidades tipo *slot* vertical com margem em dentina, com ou sem bisel nas paredes vestibular e lingual. Os dentes foram montados num bloco de gesso com dentes vizinhos, para simular a condição de posicionamento na boca. Para que as restaurações pudessem ser realizadas, os dentes foram aquecidos à temperatura de 37°C, e foram empregados o sistema adesivo All Bond 2 e o compósito Bisfil P, com técnica incremental horizontal e matriz de metal. Foram divididos em 4 grupos, sendo que o grupo 1 foi controle; o grupo 2 - bisel nas paredes verticais do preparo; o grupo 3 - o acabamento das restaurações foi prorrogado por 24 horas; e, grupo 4 - após acabamento, foi aplicado o agente de união em todas as margens. Todos os grupos foram armazenados por 2 semanas à 37°C, termociclados 1000 X a 5 - 55°C, imersos em solução de nitrato de prata, e em seguida, descalcificados e submetidos a um protocolo de clareamento para microscopia e avaliação da penetração do corante. Os autores obtiveram como resultados, que as margens oclusais / axiais, em esmalte, exibiram mínima infiltração e nenhuma diferença entre os grupos. As paredes verticais, quando não biseladas, mostraram grande penetração de corante. No grupo com bisel nas paredes

verticais, houve pouca penetração do corante quando comparado com os outros grupos, e na parede gengival também houve menos infiltração quando comparado ao grupo controle.

Em 1992, VAN MEERBEEK *et al.*, investigaram a interface entre o adesivo resinoso e a superfície dentinária previamente tratada com vários sistemas adesivos comercialmente disponíveis. Este estudo foi baseado em observações no M.E.V. e categorizou os sistemas adesivos morfológicamente e esclareceu seu mecanismo de união. Foram utilizados terceiros molares humanos, que tiveram suas raízes seccionadas e a superfície oclusal desgastada com lixas de granulação 600 até se obter uma área plana de dentina. Em seguida, as superfícies das amostras foram tratadas com todos os sistemas de união estudados, de acordo com as orientações do fabricante. Em seguida, foram incluídos em resina epóxica e cortados perpendicularmente na área tratada. As superfícies obtidas então polidas com lixas 600 e preparadas para observação em MEV. Pelas amostras observadas, os autores classificaram os sistemas adesivos em três grupos. No primeiro grupo de produtos, houve a remoção da lama dentinária e a formação de uma camada híbrida de resina dentro da dentina. Entre os produtos deste grupo estão o All Bond e All Bond 2 (Bisco), Scotchbond 2 (3M), Syntac (Vivadent), Denthesive (Kulser), Tenure (Den-Mat) e o Gluma (Bayer Dental). No segundo grupo de produtos, notou-se a preservação ou modificação da lama dentinária. Os túbulos dentinários foram obliterados com *plugs* formados de partículas globulares de lama dentinária, envolvidos pelos monômeros hidrófilos dos adesivos, os quais tem afinidade por componentes orgânicos e inorgânicos da dentina. Neste grupo se situam novamente o All Bond e All Bond 2. Prisma Universal Bond (Espe), Prisma Universal Bond 2 e 3 (Caulk- Dentsply) e Pertac Universal Bond

(Espe). No terceiro grupo de produtos, a lama dentinária foi parcialmente dissolvida, criando uma fina camada de dentina impregnada por resina ou por *plugs* de lama dentinária. Neste grupo estão os produtos XR Bonding (Kerr), Imperva Bond (Shofu) e J&J LC Dentin Enamel BA (Johnson & Johnson). Os autores concluíram que a aplicação destes recentes sistemas adesivos induz a mudanças estruturais na morfologia da superfície dentinária, criando uma interface retentiva chamada de camada híbrida. Esta zona de interdifusão oferece local para a copolimerização com o compósito e, conseqüentemente, promove uma proteção em potencial para o tecido pulpar.

Em 1992, SAKAGUCHI *et al.*, avaliaram as variáveis que afetam a absorção de luz pelos compósitos e examinaram seu efeito sobre a contração de polimerização. Nestas variáveis estão incluídas as cores dos compósitos, a distância entre a fonte luminosa e a amostra, e a intensidade luminosa. Foram examinados neste estudo três compósitos: P-50, Silux Plus e Herculite XR. A contração pós-gel foi aferida com um instrumento desenvolvido por Sakaguchi, em 1990, (strain gauge method). Os resultados obtidos demonstram que a intensidade luminosa diminui rapidamente para distâncias maiores que 2mm entre a fonte luminosa e a amostra de compósito (p.ex. 2mm = 93%, 4mm = 75%, 6mm=59%), o que sugeriu, que se deveria aumentar o tempo de exposição à fonte luminosa, para compensar o aumento da distância. Uma correlação linear foi observada entre a contração de polimerização e intensidade luminosa. A contração de polimerização de um compósito, usando uma mesma intensidade luminosa e mesmo tempo de exposição, diminui linearmente com o aumento da espessura da amostra. O uso de cores escuras ou muito claras dificulta a passagem da luz devido à sua opacidade, sugerindo um aumento no

tempo de exposição para compensar esta dificuldade. Uma intensidade luminosa menor que a ótima, pode ser compensada pelo aumento do tempo de polimerização, dentro de limites razoáveis. Os autores citaram que no caso de restaurações Classe II, é impossível a colocação da fonte luminosa próxima ao compósito porque a intensidade da luz pode ser diminuída pela estrutura do dente ou pela matriz. Também, a colocação de incrementos mais espessos do que 2mm pode diminuir a transmissão da luz. Todos estes fatores tendem a comprometer o grau de polimerização deste tipo de restauração, o que pode resultar na diminuição das propriedades mecânicas do material e diminuir a longevidade da restauração.

VERSLUIS *et al.*, em 1996, afirma que é amplamente aceito que a contração volumétrica durante a polimerização dos compósitos, em combinação com os tecidos dentários, resulta em estresse e pode deformar as paredes de uma cavidade restaurada. Isto tem o potencial para iniciar a falha na interface dente/restauração, a qual pode causar microinfiltração e cárie recorrente. Além disso, a deformação coronal pode resultar em sensibilidade pós-operatória e abrir microrachaduras já existentes no esmalte. Estes autores estudaram a influência da forma de inserção deste material na cavidade sobre o estresse causado nesta estrutura complexa. Foram utilizados quatro formas de inserção incremental e incremento único, e os dados obtidos foram analisados pelo método do elemento finito. Através dos resultados apresentados por este método, os autores concluíram que há muitos fatores envolvidos durante o processo de polimerização, que podem afetar o resultado do estresse de contração e seu impacto sobre a integridade do complexo dente/restauração. Entretanto, este trabalho mostrou que a técnica incremental promoveu maior estresse que a

técnica de incremento único, devido ao fato que cada incremento inserido faz que as paredes se desloquem, promovendo a diminuição do tamanho da cavidade. Porém, numa situação clínica, existem outros fatores que necessitariam ser analisados como densificação, adaptação e formação da união, que ainda fazem da técnica incremental, a melhor escolha.

PERDIGÃO *et al.*, em 1997, estudaram o relacionamento interfacial entre a dentina humana e os adesivos contidos em um único frasco, para tal, empregaram o teste de cisalhamento para determinar a força de adesão para os sistemas escolhidos e análise em microscópio eletrônico de varredura para a morfologia interfacial. Para a parte experimental foram utilizados quarenta molares, que foram cortados parcialmente, com remoção da parte oclusal para exposição do substrato dentinário, estes elementos dentais foram divididos em quatro grupos assim dispostos: grupo 1- Single Bond (3M), grupo 2- Prime & Bond 2.1 (Dentsply De Trey), grupo 3- Syntac – Single Component (Vivadent) e grupo 4 – Tenura Quik (Den-Mat Co), a escolha destes sistemas foi devido aos solventes empregados. Os resultados obtidos para a força de adesão mostraram que o grupo 1 apresentou a maior força de adesão, e o grupo 4 apresentou os resultados mais baixos, sendo que o outro dois grupos apresentaram resultados intermediários. Dois critérios foram avaliados para a morfologia da camada híbrida, a profundidade da penetração da resina no interior do túbulos dentinários e a espessura e a densidade da zona de interdifusão. O grupo 1 apresentou uma camada híbrida fina e sem falhas, o grupo 2 e 3 apresentaram algumas áreas com falha no topo da camada híbrida e o grupo 4 apresentou espaços vazios entre a resina e as fibras colágenas, e não foi capaz de atravessar a zona infiltrada resultando e amplas fendas em todas as amostras. O Single Bond formou *tags* longos enquanto o

Prime&Bond 2.1 formou *tags* curtos. Todos os sistemas foram capazes de penetrar na zona de interdifusão e para os autores a parte química de cada material pode ser mais importante que o tipo de solvente.

TAY & PASHLEY, em 2001 realizaram um trabalho sobre a agressividade dos sistemas adesivos que não empregam o condicionamento prévio, aqueles que são usualmente chamados de *primers* condicionantes. Para este estudo foram empregados discos de dentina com aproximadamente 1,0 a 1,5mm de espessura, extraídos de terceiros molares humanos, no primeiro grupo os discos foram obtidos através da fratura após o congelamento dos elementos dentais em nitrogênio líquido, os grupos 2 e 3 foram preparados com lixas 600 e 60. Assim ao final do preparo dos discos de dentina, foram obtidos discos sem lama dentinária, com lama dentinária fina e com uma camada espessa de lama dentinária. Os sistemas de união escolhidos foram o Clearfil SE Bond (Kuraray), Non-Rinse Conditioner and Prime&Bond NT (Dentsplay De Trey) e Prompt L-Pop (ESPE). Os dados foram obtidos através da análise em Microscópio Eletrônico de Transmissão, onde os seguintes resultados foram obtidos: Para o sistema Clearfil foi possível observar uma autêntica camada híbrida, fina, com aproximadamente 0,4 a 0,5 μ m, onde a lama dentinária e os smear plugs foram mantidos intactos dentro do complexo hibridizado. Para o sistema Prime Bond NT a autêntica camada híbrida foi mais espessa, entre 1,2 e 2,2 μ m, apresentou um comportamento diferenciado para as diferentes espessuras da *smear layer*, enquanto o sistema Prompt L-Pop, a camada híbrida variou de 2,5 a 5,0 μ m onde a *smear layer* e *smear plug* encontravam-se completamente dissolvidos, sendo considerado o mais agressivo dos sistemas testados. Os autores classificaram os

sistemas de união como fracos, moderados e agressivos baseados na sua capacidade de penetrar na *smear layer* e desmineralizar a dentina subjacente. Os autores também afirmaram a importância da água como componente essencial dentro dos sistemas adesivos contendo *primer* condicionantes, devido a sua capacidade de gerar íons hidrogênio necessários para a efetiva desmineralização da *smear layer* e tecidos duros. Também lembraram que o conceito de adesão empregando a *smear layer* não é novo, e também não tem apresentado muito sucesso. O seu ressurgimento tem sido possível pelas deficiências dos sistemas adesivos empregados nos últimos anos, que são dependente da remoção da *smear layer*.

Em 2002, ARRAIS & GIANNINI realizaram um estudo que avaliou a micromorfologia e a espessura da camada híbrida formada por diferentes sistemas de união, sendo eles: Scotchbond MP plus, Single Bond ambos da marca comercial 3M, Etch&Prime 3.0 (Degussa Huss) e Clearfil SE Bond (Kuraray) , para a execução da parte experimental foram empregados molares humanos onde a porção oclusal foi removida até a obtenção de uma espessura de dentina padrão e plana; para a criação de uma lama dentinária padrão cada amostra foi lixada com lixa #600 por vinte segundos. Após o preparo das amostras, os sistemas de união foram aplicados segundo as recomendações dos respectivos fabricantes, dando seqüência ao preparo das amostras, as mesmas receberam uma camada de compósito restaurador Z100 (3M). As amostras foram analisadas em MEV sob 2000X de magnitude. Como resultados desta análise os sistemas de união mostraram formação de diferentes espessuras de camada híbrida (p, 0,05) e suas médias foram (μm): para o Scotchbond MP Plus a maior espessura e para o Clearfil SE Bond a menor espessura, sendo

que os outros adesivos obtiveram valores intermediários. Os autores concluíram que todos os sistemas estudados foram capazes de produzir camada híbrida, embora com significativa diferença entre suas espessuras. Os autores também observaram que a diferença entre a espessura da camada híbrida formada pelos sistemas de união que empregaram condicionamento ácido prévio pode ter ocorrido pela diferença de pH existente entre o *primer* dos dois, para o Scotchbond MP Plus de 3,5 e para o Single Bond pH de 5,0, causando uma segunda desmineralização, proporcionando uma camada híbrida mais espessa para o primeiro.

CAMARGO *et al.*, em 2003 realizaram um estudo que propôs avaliar, *in vitro*, a infiltração marginal em restaurações classe II de compósitos fotoativados com diferentes intensidades luminosas. Foram utilizados 80 dentes terceiros molares, com preparos cavitários ocluso-proximais com término cervical em dentina. Estes dentes foram divididos em dois grupos os quais foram restaurados com os compósitos Z250 e P60 (3M). Cada grupo foi dividido em quatro subgrupos os quais receberam intensidade luminosa diferenciada durante o procedimento restaurador. Nos subgrupos 1A e 1B foi empregada a intensidade de $\pm 550 \text{ mW/cm}^2$ nos três incrementos; nos subgrupos 2A e 2B a intensidade foi exponencial de 0 a 600 mW/cm^2 em cada incremento; nos subgrupos 3A e 3B, no primeiro incremento a intensidade foi de 300 mW/cm^2 e 550 mW/cm^2 nos outros dois incrementos, e nos subgrupos 4A e 4B a intensidade foi de 100 mW/cm^2 por 10 segundos, seguido de 550 mW/cm^2 por 30 segundos para cada incremento. Para fotopolimerização foi usado o aparelho Elipar Trilight (Espe). Em seguida, as amostras foram cobertas com duas camadas de esmalte para unha e cera rosa para então serem imersas em solução corante de

azul de metileno a 2% tamponado por duas horas. Após o seccionamento as amostras foram analisadas em lupa esterioscópica Zeiss com 20X de aumento onde foi mensurada a extensão da penetração do corante e transformada em escores. Os dados foram submetidos à análise estatística empregando-se teste Kruskal-Wallis. Concluiu-se que não houve diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) entre os materiais restauradores utilizados bem como para a intensidade luminosa.

KIMISHIMA *et al.*, em 2003, realizaram um trabalho que se propôs a examinar a microinfiltração com adesivos de um único frasco sob combinação de estresse. Cavidades classe V foram preparadas na região cervical de 60 pré-molares superiores humanos. Esses foram restaurados com quatro sistemas adesivos (Adper Prompt L-pop, Prompt L-pop, Touch & Bond, e One-Up Bond F), e com dois tipos de adesivos controles (Single Bond e Clearfil SE Bond). Os espécimes restaurados foram armazenados para o teste de infiltração do corante, associado a termociclagem e ciclagem mecânica. Os espécimes foram seccionados e polidos para posterior avaliação da microinfiltração na região oclusal e gengival. Os resultados obtidos usando Rídit análise, para a interface oclusal foram estatisticamente significante para os sistemas ASE, PLP e OB em relação aos sistemas controle; o sistema TB foi similar aos sistemas controle. Na interface cervical PLP foi significativamente maior que o ASE, TB e CSE, e o OB e SB foram estatisticamente menores que CSE. Não houve diferença entre a infiltração na oclusal e gengival para os sistemas ASE, TB, OB e CSE.

3. PROPOSIÇÃO

Considerando a literatura consultada, este estudo investigou a influência da metodologia e dos critérios para avaliação dos dados obtidos em ensaios de infiltração marginal em restauração Classe II, em compósito odontológico. As variáveis utilizadas foram:

Sistema de união: Com condicionamento ácido prévio - Single Bond

Com *primer* condicionante - Clearfil SE Bond

Tipo de corante: Corante orgânico - Azul de metileno

Traçador químico - Nitrato de prata

Método de leitura: Linear quantitativa - Percentagem

Linear qualitativa - Escore

Volumétrica - Espectrofotometria

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. MATERIAIS

Foram utilizados dois sistemas de união indicados para uso em esmalte e dentina, em conjunto com um compósito restaurador. Estes sistemas de união e o compósito e seus respectivos fabricantes, estão listados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. A composição dos sistemas de união está na Tabela 3.

Tabela 1. Sistemas de união utilizados e seus fabricantes.

<i>Sistema de união</i>	<i>Fabricante</i>
SingleBond	3M/Espe Dental Products, St. Paul, MN, USA
Clearfil SE Bond	Kuraray Co., Osaka, Japan

Tabela 2 - Descrição do compósito utilizado.

<i>Compósito</i>	<i>Matriz *</i>	<i>Carga *</i>	<i>Fabricante</i>
Z250	Bis-GMA, UDMA e Bis-EMA.	Zircônia-Sílica	3M/Espe Dental Products, St. Paul, MN, USA

* informações do fabricante

Tabela 3. Descrição dos sistemas de união.

Sistema de união	Condicionador	Composição *
Single Bond	Ac.Fosfórico 35%	Água, álcool, HEMA, Bis-GMA dimetacrilatos, sistema fotoiniciador e copolímeros ácidos poli-acrílico e poli-itacônico
Clearfil SE Bond		Primer MPD, HEMA, dimetacrilato hidrofílico dl-Canforquinona N,N-Dietanol-p-toluidina e água Bond MDP, Bis-GMA, HEMA, Dimetacrilato hidrófobo, Canforoquinona, N,N- Dietanol -p-toluidina e silica coloidal silanizada

- **informações do fabricante**

Os demais produtos e equipamentos utilizados na metodologia foram descritos no decorrer do texto.

4.2 – MÉTODO

Seleção e Preparo das Amostras

Após a execução do projeto aprovado pela Comissão de ética em pesquisa da UNIVALI, parecer N° 65/2001, foram selecionados 40 dentes humanos do grupo terceiros molares, recentemente extraídos, isentos de cárie, de pacientes com faixa etária entre 18 e 23 anos. Após a exodontia, foi realizada a remoção de restos teciduais por meio de raspagem com curetas periodontais (Duflex, SSWhite), para depois serem limpos com pasta de pedra pomes e água, com o auxílio de escova Robinson (Viking, Ind. e Com. Ltda, Barueri, SP, Brasil), em baixa velocidade de rotação (Kavo, Joinville, SC, Brasil).

Após a limpeza, os dentes foram examinados em Lupa Estereoscópica (Micronal VMT – São Paulo, SP, Brasil), com aumento de 20X, de modo a detectar possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem interferir no resultado da pesquisa. Até o início do experimento, os dentes ficaram armazenados em água destilada sob refrigeração, por um período de até quatro meses (WU *et al.*, 1998).

Para criar condição de posicionamento semelhante ao da boca, foi confeccionado um padrão de cera utilidade, de forma retangular, onde o dente natural foi posicionado ao centro e ao lado, sendo um na mesial e outro na distal, foi montado dois dentes de resina acrílica. Em seguida, foram vazados em resina ortoftálica (T-208 – Redefibra, São Paulo, SP, Brasil), para criar um bloco, do qual foi possível retirar e recolocar o dente sempre que necessário e, ao mesmo tempo, restabeleceu o contato proximal, possibilitando o uso de matriz e cunha (NEIVA *et al.*, 1998; HILTON & FERRACANE, 1999; CAMARGO *et al.*,

2001), (Figura 1). Em seguida, as amostras foram separadas aleatoriamente em dois grupos (n=20).



Figura 1 – Dente natural montado em bloco de resina ortoftálica

Preparo Cavitário

Em todos os dentes foram preparadas duas cavidades Classe II ocluso-proximais, ambas com extensão cérvico-oclusal padronizada, de modo que a parede cervical ficasse abaixo do limite amelo-cementário.

Para isso foram utilizadas pontas diamantadas cilíndricas nº 3145 (KG Sorensen Ind.e Com.Ltda., Barueri, SP,Brasil), apresentada na Figura 2, em alta velocidade de rotação (Extra torque / Kavo, Joinville, SC, Brasil) com refrigeração água-ar, calibrada para a profundidade pré-estabelecida para as cavidades. Cada ponta diamantada foi utilizada para o preparo de cinco cavidades e depois descartada.



Figura 2 - Pontas diamantadas utilizadas para preparo (A) e acabamento das restaurações (B).

Os preparos cavitários foram padronizados nas seguintes dimensões:

- a- Extensão cérvico-oclusal = 6mm
- b- Extensão vestibulo-palatal = 4mm
- c- Profundidade = 2mm

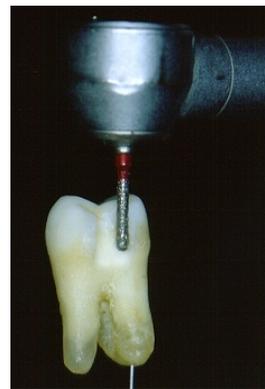


Figura 3 - Preparo cavitário sendo confeccionado.

Para melhor padronização, as medidas das cavidades foram certificadas com um Paquímetro Digital Digimatic, (Digimatic, Mitutoyo, SP, Brasil). A Figura 4 está mostra o esquema ilustrativo dos preparos cavitários.

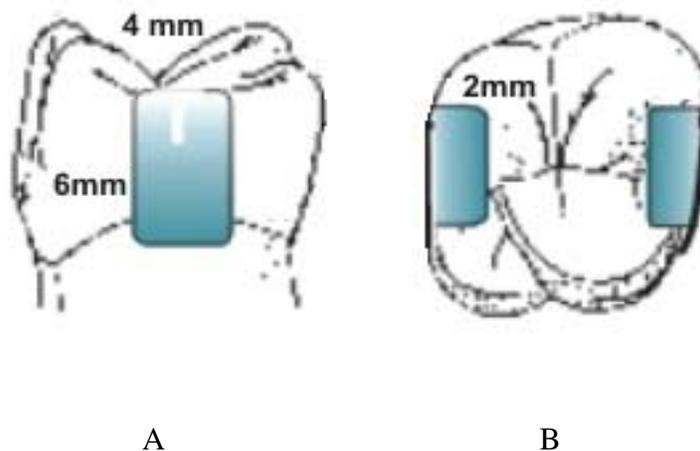


Figura 4 – Esquema ilustrativo dos preparos cavitários.

A - Face proximal; B – face oclusal.

Após o preparo cavitário, cada elemento dental foi restaurado segundo o grupo que pertencia; porém, foi realizado um rodízio de modo que os procedimentos restauradores fossem intercalados. Assim, sempre que três dentes ou seis cavidades eram restaurados, ocorria a mudança de grupo, até a finalização das amostras, para evitar condições técnicas operacionais viciadas.

Procedimento Restaurador

GRUPO 1

Neste grupo, foi utilizado o sistema de união Single Bond, da marca comercial 3M (Figura 6). Todas as recomendações do fabricante foram seguidas, quanto ao procedimento de condicionamento ácido (15 s. de aplicação, Figura 5; e 30 s. de lavagem) e tipo de condicionador ácido (ácido fosfórico a 35%). A cavidade foi levemente seca com suave jato de ar antes da aplicação do sistema de união, que consistiu da aplicação de duas camadas com espera de 20s entre ambas, e fotoativação por 10s.

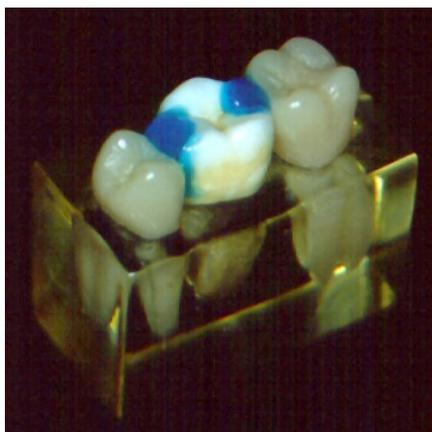


Figura 5 – Condicionamento ácido.



Figura 6 – Sistema de união Single Bond.

GRUPO 2

Neste grupo foi empregado o sistema de união Clearfil SE Bond, da marca comercial Kuraray (Figura 7). Para isto, foi realizada a limpeza da cavidade com jato de

água, seguida de secagem. O *primer* condicionante foi aplicado com a ajuda de um pincel por toda a cavidade, onde permaneceu por 20s, sendo aplicado em seguida um leve jato de ar. Após, foi aplicado uma camada do *bond*, que foi espalhada com um jato de ar suave e, então, fotoativada por 10 segundos, antes da inserção do compósito restaurador.



Figura 7 – Sistema de união Clearfil SE Bond.

Em todos os grupos foram empregadas matrizes metálicas tipo Tofflemire em conjunto com um porta-matriz metálico, adaptadas com cunhas de madeira (TDV, Pomerode, SC, Brasil). A inserção do compósito restaurador Z250 (3M), foi realizada seguindo a técnica incremental horizontal. Foram necessários três incrementos para o completo preenchimento das cavidades. Desta forma, cada incremento tinha, aproximadamente, 2mm de espessura (TJAN *et al.*, 1992; OPDAM *et al.*, 1998; NEIVA *et al.*, 1998).

As restaurações foram fotoativadas por oclusal, com o aparelho XL3000 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), com intensidade de luz em torno de 550 mW/cm², aferido

por um radiômetro (Demetron, Danbury, CT, USA). Para cada incremento, o tempo de fotoativação foi de 40 segundos. Após o preenchimento total da cavidade, a matriz foi retirada para duas fotoativações suplementares de 40 segundos, sendo que a luz foi direcionada por vestibular e, em seguida, por palatal.

No acabamento, foram utilizadas pontas diamantadas da série dourada nº1190 F, (KG Sorensen), mostrada na Figura 2. Posteriormente, foi empregada a ponta de silicone Enhance (Dentsply De Trey, Konstanz, Germany), para o polimento da face oclusal. Nas faces proximais o acabamento foi realizado com lâmina de bisturi nº12 e o polimento com lixas abrasivas para compósitos (3M).

Para o refinamento do polimento, foram empregadas as pastas Fotofloss (Kota Imports, São Paulo, SP, Brasil), com duas granulações diferentes (Poly I e Poly II), através do auxílio de taça de borracha (Viking), em baixa velocidade de rotação.

Preparação dos dentes para o teste de infiltração marginal

Após o procedimento restaurador, as 40 restaurações de cada combinação sistema de união / compósito ficaram armazenadas por uma semana em água destilada à temperatura ambiente, para então serem secas e isoladas com duas camadas de esmalte colorido para unhas (Revlon, São Paulo, SP, Brasil), permitindo que a interface dente-restauração na região cervical e uma margem de 0,5mm ficassem livres (Figura 8) para o contato com a solução corante (MATLOFF *et al.*, 1982; GALE & DARVELL, 1997).



Figura 8 – Amostra preparada para imersão na solução corante.

Depois de preparados, os dentes de cada grupo foram subdivididos em dois, de acordo com o tipo de corante empregado, como demonstra a Tabela 4.

Tabela 4 – Divisão dos grupos segundo o sistema de união e corante empregado.

	<i>Sistema de união</i>	<i>Corante</i>	<i>Complemento</i>	<i>n</i>
GRUPO 1	Single Bond	Azul de metileno 0,5% - 2h – pH 6,89		20
GRUPO 2	Single Bond	Nitrato de prata 50% - 2h – pH 3,98	Revelador 4h	20
GRUPO 3	Clearfil SE Bond	Azul de metileno 0,5% - 2h – pH 6,89		20
GRUPO 4	Clearfil SE Bond	Nitrato de Prata 50% - 2h – pH 3,98	Revelador 4h	20

Para os grupos 1 e 3 as amostras foram colocadas num recipiente contendo solução aquosa de azul de metileno, a 0,5% neutralizado com tampão fosfato. O fundo do recipiente foi revestido com cera utilidade nº 9, para que os dentes ficassem aderidos pela face oclusal, de modo que os ápices radiculares fossem mantidos fora da solução corante.

Após 2h imersas na solução, as amostras foram removidas, lavadas em água corrente e secas. Em seguida, o selamento foi retirado e os dentes foram fixados em uma base de resina acrílica (Figura 9), para melhor fixação na máquina de corte multi-uso (South Bay Technology, model 650, San Clement, CA, USA), cada dente foi seccionado no sentido méso-distal, este único corte passou pelo centro das restaurações. (WU *et al.*, 1997; YOUNGSSON *et al.*, 1998; WILLIANS *et al.*, 2002; CAMARGO *et al.*, 2002).

Para os grupos 2 e 4, onde o corante empregado foi o nitrato de prata a 50%, o procedimento de imersão no corante foi semelhante. Após a retirada das amostras do corante e posterior lavagem, as mesmas foram imersas em um revelador radiográfico por 4 horas, para novamente serem lavadas e secas. A proteção foi então removida e as amostras foram seccionadas como descrito anteriormente.



Figura 9 – Amostra fixada em base de resina acrílica.

Mensuração da Infiltração do Corante

Mensuração em percentagem

Feitos os cortes, foi escolhido o corte com maior penetração do corante e/ou mais nítido, independente de qual corante foi empregado (DÉJOU *et al.*, 1996). Logo após, foi analisado a extensão da penetração do corante com o auxílio de um microscópio comparador Olympus (Olympus Optical Co Ltd. Tokio – Japan), com aumento de 30X (Figura 10). Primeiro foi obtido a real extensão das paredes cervical e axial dos preparos, através da somatória da medida destas duas paredes, para então ser mensurada de forma quantitativa a extensão da penetração do corante, transformando então esta medida em percentagem, através da fórmula citada por SANO *et al.*, 1995; $I = p/L \times 100$, onde I – Infiltração marginal, p - Comprimento da infiltração do corante ao longo da interface e L - somatória do comprimento total das paredes cervical e axial do preparo. A ausência de

corante na interface dente-restauração foi considerada 0 (zero) %, e a penetração do corante pela interface cervical alcançando o topo da parede axial na face oclusal, foi considerado 100 %. Esses valores percentuais foram submetidos à análise de variância - (ANOVA) e ao teste de Tukey, em nível 5% de significância, discriminados no capítulo Anexos (DIETSCHI *et al.*, 1995; FERDELIN *et al.*, 2002).

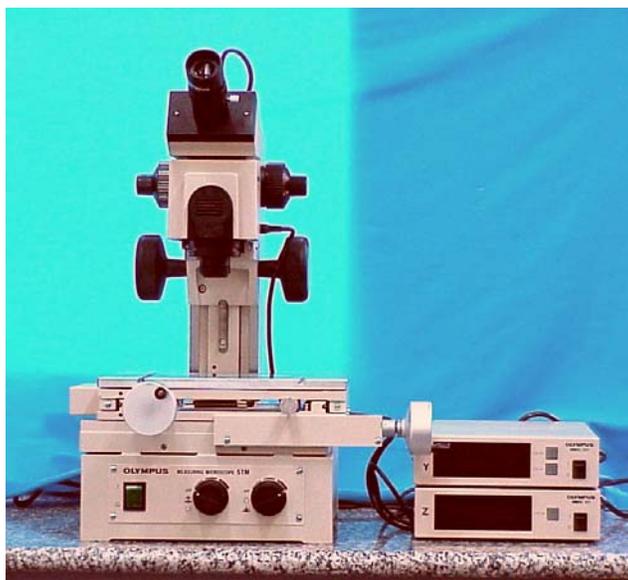


Figura 10 - Microscópio comparador Olympus.

Mensuração em Escore

Foi estabelecido um esquema de escores para analisar a infiltração marginal, que está discriminado na tabela 5:

Tabela 5 – Escores empregados para qualificação da penetração dos corantes.

<i>Escores para a microinfiltração</i>	<i>Significado</i>
0	Nenhuma penetração do corante
1	Penetração do corante na parede gengival até o ângulo axio-gengival
2	Penetração do corante ao longo da parede axial

As mesmas amostras que foram avaliadas em percentagem, foram também avaliadas por três observadores calibrados e experientes, com auxílio de um microscópio óptico Leitz (Leitz, Wetzlar, Germany), com 20 vezes de aumento, empregando o escore acima. Não foi aplicado o teste de Kappa devido a padronização dos dados obtidos pelos avaliadores, estes dados estão disponíveis no capítulo Anexos. Estes dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal- Wallis (LUTZ *et al.*, 1986; TOLEDANO *et al.*, 2000; IWAMI *et al.*, 2000) .

Mensuração através da espectrofotometria.

As amostras onde foi empregado o corante azul de metileno, também foram avaliadas através da utilização de outro método: a espectrofotometria.

Os dentes dos grupos 1 e 3 foram reposicionados na base de resina acrílica para serem seccionadas no sentido vestibulo-lingual, com o emprego de um disco diamantado (KG Sorensen) em baixa velocidade de rotação sob refrigeração, de maneira que as duas metades da restauração utilizadas nas duas outras formas de leitura pudessem ser reunidas. Em seguida, cada meio dente foi triturado em um moinho Marconi 600 série 985923 (Marconi, Piracicaba SP, Brasil) (Figura 11), o resultado desta trituração foi depositado em um tubo de ensaio (Figura 12) e acrescentado 3ml de Ethil ethanol 95, permanecendo por 60 horas para solubilização do corante, tempo este, escolhido em teste piloto.



Figura 11 - Moinho marca Marconi utilizado para a moagem das amostras.

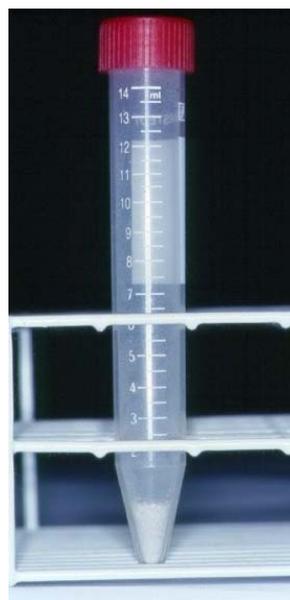


Figura 12 – Dente moído contido num tubo de ensaio (sem álcool).

Para que a suspensão fosse completamente depositada no fundo do tubo, não interferindo nas leituras subseqüentes, foi empregada uma Centrífuga Eppendorf 5810 Hamburgo – Germany (Figura 13), durante 5 minutos a 3000 rpm.



Figura13 - Centrífuga Eppendorf 5810.

A leitura da solução pelo UV - Visible Recording Spectrophotometer UV-160 A Shimadzu – Tokio – Japan (Figura 14), usou como referencia 655,5 nm como comprimento de onda padrão, o qual foi escolhido em teste de calibração, com cubeta com 1cm de trajeto óptico. Após a escolha dos parâmetros para a realização das leituras no espectrofotômetro, foi empregada a solução sobrenadante e sem sedimentos contida no tubo de ensaio de cada amostra (Figura 15). As leituras foram expressas em absorbância.



Figura 14- Espectrofotômetro empregado para obtenção das leituras em absorbância.



Figura 15- Amostras trituradas e submersas em álcool para solubilização do corante.

Para a transformação da absorbância em concentração, foi necessária a formulação de uma curva de calibração, onde o corante azul de metileno foi diluído, resultando nas

concentrações de 0,01 até 0,20. As diluições estão expressas na Tabela 6 e mostradas na Figura 16.

Tabela 6 - Diluição do corante azul de metileno em álcool.

<i>%</i>	<i>Diluição do corante</i>
$0,010 \times 10^{-3} \%$	5ml azul de metileno 0,5% em 250ml
$0,050 \times 10^{-3} \%$	15ml azul de metileno 0,5% em 150ml
$0,100 \times 10^{-3} \%$	10ml azul de metileno 0,5% em 50ml
$0,150 \times 10^{-3} \%$	30ml azul de metileno 0,5% em 100ml
$0,200 \times 10^{-3} \%$	10ml azul de metileno 0,5% em 25ml

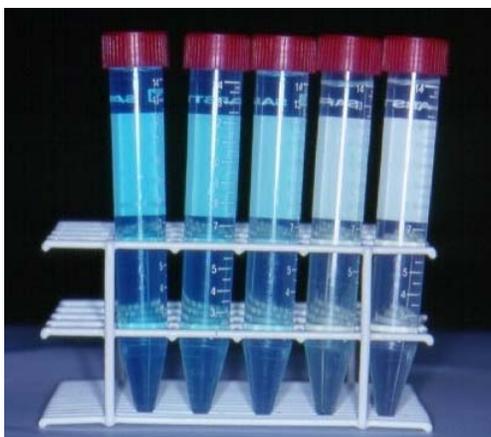


Figura 16 - Diluições prontas para leitura no espectrofotômetro em cubeta de 1cm

Após as leituras no espectrofotômetro foram obtidas as respectivas absorbâncias, que estão contidas na Tabela 7.

Tabela 7 - Concentrações do corante azul de metileno e suas respectivas absorbâncias

<i>Concentração</i>	<i>ABS</i>
0,01	0,028
0,05	0,07
0,1	0,136
0,15	0,205
0,2	0,27

A partir do conhecimento da concentração e da absorbância, destes dados foram transformados em um gráfico de dispersão (Figura 17), onde é visualizada a linha de tendência próxima de uma reta, com $R^2 < 1$. Desta forma foi calculada a constante que resultou no valor = 1,3599, que possibilitou a aplicação da equação da reta para obtenção da concentração de cada amostra do experimento (PAULILLO *et al.*,1997).

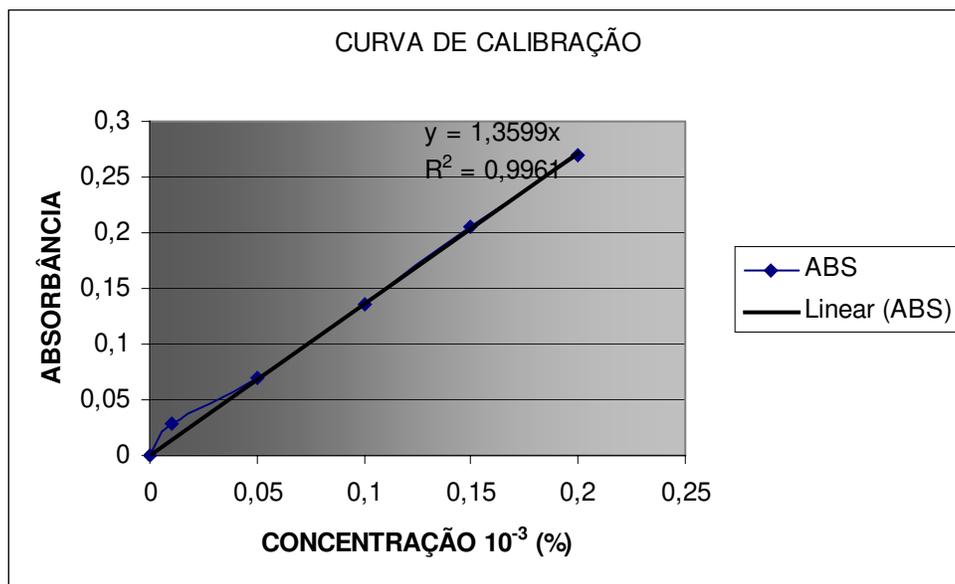


Figura 17- Gráfico de dispersão para a curva de calibração

Equação da reta:

$$Y = ax + b$$

$$ABS = a \text{ conc} + b$$

$$ABS = 1,3599 X \text{ conc} + 0$$

$$\text{Conc} = ABS / 1,3599$$

Esta fórmula foi aplicada em todas os dados fornecidos pelo espectrofotômetro, transformando a absorbância em concentração, disponíveis no capítulo Anexos. Estes dados transformados foram submetidos à análise estatística através do Teste t (RIGSBY *et al.*, 1990).

5. RESULTADOS

Os dados obtidos no ensaio de infiltração marginal na interface dente-compósito restaurador, com leitura em percentagem, foram submetidos à análise da variância com esquema fatorial, cujos fatores foram: material e corante, bem como a interação entre eles. Os valores médios foram transformados segundo arco seno de X/100 e submetidos ao teste de Tukey em nível de 5% significância. Os valores originais e a análise de variância estão disponíveis no capítulo Anexos.

A Tabela 8 e Figura 19 mostram a comparação das médias obtidas pelos dois sistemas de união, utilizando-se os dois tipos de corantes. Pôde-se observar que quando foi utilizando o corante azul de metileno, o sistema de união Single Bond mostrou maior média de infiltração marginal quando comparado ao Clearfil SE Bond, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$). Já quando foi utilizado o corante nitrato de prata, não houve diferença estatística entre os dois sistemas de união ($p > 0,05$). Pôde-se observar também que quando se utilizou o sistema de união Clearfil SE Bond, o corante nitrato de prata mostrou maior média de infiltração marginal quando comparado ao azul de metileno, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$). Já para o sistema de união Single Bond, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as médias de infiltração marginal quando foi comparado os dois corantes.

Tabela 8 – Médias de infiltração marginal para cada sistema de união, em função do corante empregado (%).

<i>Material</i>	<i>Corante</i>	
	Azul de Metileno	Nitrato de Prata
Single Bond	22,98 a, A (17,85)	27,56 a, A (16,41)
Clearfil SE Bond	4,98 b, A (7,69)	19,74 a, B (15,92)

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância. Desvio padrão ().

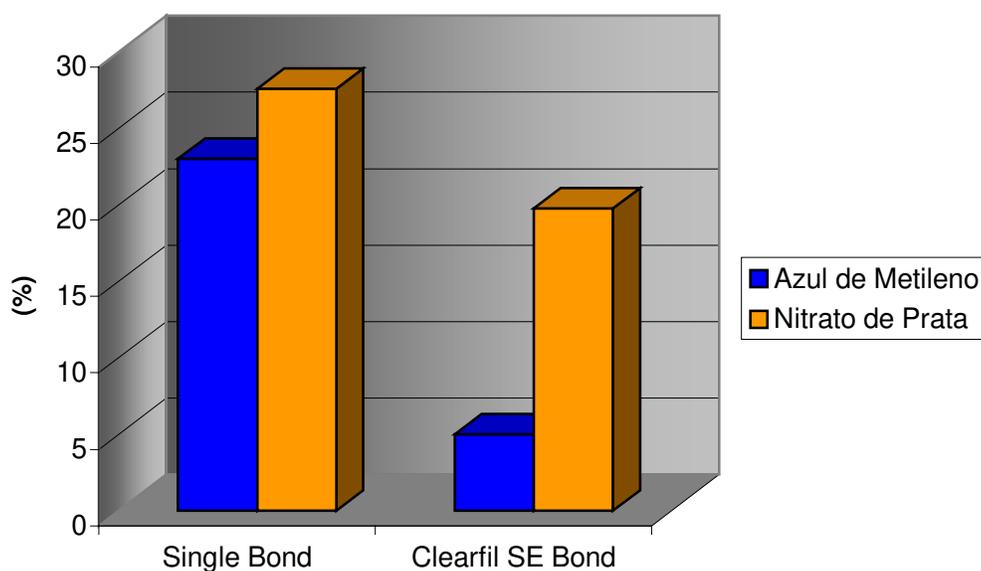


Figura 19 – Ilustração gráfica das médias de infiltração marginal para cada sistema de união, em função do corante empregado (%).

Na tabela 9 estão apresentados os resultados para a frequência dos escores, transformados em moda, obtidos a partir da análise dos três observadores, para então ser aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Tabela 9- Frequência dos escores para cada grupo

<i>Grupo</i>	<i>Escore</i>	0	1	2
Grupo 1 (SB/AM)		4	6	10
Grupo 2 (SB/NP)		2	6	12
Grupo 3 (CSE/AM)		11	8	1
Grupo 4 (CSE/NP)		4	9	7

Os resultados obtidos para o teste de infiltração marginal com leitura em escores estão expressos na Tabela 10. Na comparação entre os escores obtidos pelos Grupos 1 e 2, 2 e 4, e 3 e 4. A diferença registrada não foi estatisticamente significativa. Já entre os Grupos 1 e 3, a diferença foi estatisticamente significativa, $p < 0,05$.

Tabela 10– Análise estatística (Kruskal-Wallis) para leitura em escores da penetração dos corantes.

GRUPOS	G1 – SB/AM	G2 –SB/NP	G3 – CSE/AM	G4 – CSE/NP
<i>GRUPO 1</i>	--	0,4542 NS	0,0263 S	--
<i>GRUPO 2</i>		--	--	0,1704 NS
<i>GRUPO 3</i>			--	0,1098 NS
<i>GRUPO 4</i>				--

NS: $p > 0,05$; S $p < 0,05$.

A terceira forma de leitura dos resultados, ou seja, a espectrofotometria, foi empregada apenas para os Grupos 1 e 3, onde o corante utilizado foi o azul de metileno. Os dados foram submetidos à análise estatística, empregando o Teste t com amostras independentes. Não houve diferença estatisticamente significativa entre estes dois Grupos ($p > 0,05$). Este resultado está disposto na Tabela 11 e Figura 20.

Tabela 11 – Médias da concentração do corante (%) para cada material restaurador.

<i>Corante</i> <i>Material</i>	Azul de Metileno
Single Bond	0,0132 a (0,024)
Clearfil SE Bond	0,0040 a (0,039)

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância. Desvio padrão ().

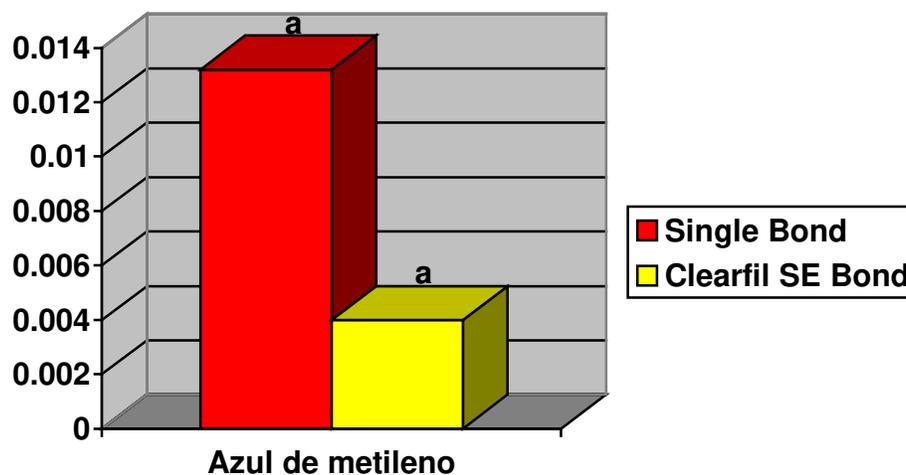


Figura 20 – Ilustração gráfica das médias da concentração do corante (%) para cada sistema adesivo.

6. DISCUSSÃO

O ensaio de infiltração marginal tem sido extensivamente empregado na investigação do selamento marginal de restaurações em compósitos, tanto na sua forma micro como nanométrica. Conseqüentemente, tem ocorrido uma preocupação acerca dos passos que compõem este ensaio, no intuito de averiguar sua influência nos resultados obtidos (HILTON *et al.*, 1997; RASKIN *et al.*, 2001; WILLIANS *et al.*, 2002).

Outra função para o teste de microinfiltração é a associação do mesmo com outros testes, de modo a ratificar resultados, assim como validar metodologias que estão sendo desenvolvidas ou modificadas (DAVIDSON *et al.*, 1984; FRAUNHOFER *et al.*, 2000; FERDELIN *et al.*, 2002).

Neste trabalho, alguns itens que poderiam influenciar a manutenção da união do compósito à estrutura dental, foram padronizados devido a seu emprego rotineiro na clínica odontológica e na literatura. Dentre estes itens, estão a fotoativação convencional (CAMARGO *et al.*, 2003), a inserção incremental (NEIVA *et al.*, 1998; OPDAM *et al.*, 1998) e a configuração cavitária, Classe II (HILTON & FERRACANE, 1999).

A relação existente entre a forma do preparo cavitário e a capacidade de alívio das tensões proveniente da contração de polimerização é determinada pelo fator cavitário (fator C), que é expresso pela razão entre a área de superfície aderida e a área de superfície livre (FEILZER *et al.*, 1987). Apesar do fator C da cavidade utilizada neste estudo ser relativamente baixo ($C = 1,75$), a técnica incremental horizontal não contribuiu para a diminuição deste valor.

Porém, a extensão ocluso-cervical do preparo cavitário criou uma situação crítica em relação à técnica de inserção do compósito e a perda de intensidade luminosa (31%) durante a fotoativação (TJAN *et al.*, 1992; SAKAGUCHI *et al.*, 1992; HILTON & FERRACANE, 1999).

Também o direcionamento dos túbulos dentinários na região cervical não é tão favorável à união, além de muitas vezes possuir uma camada de cimento desestruturada, que apresenta grande variação, não podendo oferecer grande contribuição em termos de retenção micromecânica (CAGIDIACO *et al.*, 1997). O conjunto destas características, faz com que a área cervical de uma cavidade Classe II seja altamente susceptível à falhas, com formação de fendas na interface dente-restauração, propiciando o fenômeno da infiltração marginal (LUTZ *et al.*, 1986; LUI *et al.*, 1987; DERHAMI *et al.*, 1995; VERSLUIS *et al.*, 1996), que pode ser visualizado nas amostras deste estudo.

Os sistemas de união empregados neste estudo são representantes das duas opções atualmente disponíveis para união ao substrato dental; o primeiro, representado pelo sistema Single Bond (Grupos 1 e 3), que é um sistema de união onde o preparo da dentina é um processo de múltiplos passos, que inclui o condicionamento ácido prévio para que ocorra a remoção da lama dentinária e desmineralização do substrato com exposição da rede de fibras colágenas, para em seguida, ser envolto por um agente com característica bifuncional, denominado *primer*, para então ser finalmente completado o processo através da aplicação de um outro agente, a resina adesiva, criando uma zona de interdifusão (NAKABAYASHI *et al.*, 1982; VAN MEERBEEK *et al.*, 1992).

Este processo é chamado de hibridização, e do modo que é realizado, pode ser considerado altamente sensível à umidade e à técnica, podendo resultar na formação de

espaços não recobertos pelo sistema de união, promovendo falhas no selamento do tecido dentário (SANO *et al.*, 1995; PERDIGÃO *et al.* 1997; ARRAIS & GIANNINI *et al.*, 2001)

O segundo representante, o Clearfil SE Bond (Grupos 2 e 4), utiliza uma técnica já empregada no passado, que voltou a ser desenvolvida pelas deficiências dos sistemas dependente da remoção da lama dentinária (TAY & PASHLEY, 2001). Este sistema simplifica a técnica, já que não é necessário o condicionamento ácido prévio. Assim, ocorre a dissolução da lama dentinária e desmineralização da dentina subjacente, que são incorporadas à zona de interdifusão (VAN MEERBEEK *et al.*, 1992; ARRAIS & GIANNINI *et al.*, 2001), a qual se apresenta menos espessa, mas preserva sua autenticidade (TAY & PASHLEY, 2001).

Os resultados encontrados para estes materiais com o corante azul de metileno variaram segundo a metodologia de leitura empregada. Em percentagem e escores, houve diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais, resultado este que está em concordância com os resultados obtidos por KIMISHIMA *et al.*, 2003. Embora os dados obtidos no ensaio de espectrofotometria não tenham apresentado diferença estatisticamente significativa. Com o nitrato de prata, não houve diferença entre os dois materiais, tanto em percentagem, quanto em escores.

No entanto, quando a comparação dos corantes foi feita, pôde-se observar que para o Single Bond, a leitura dos resultados, tanto em porcentagem como em escores, mostraram que não houve diferença entre os dois tipos de corantes. Já com o material Clearfil SE Bond, o corante azul de metileno, em percentagem, mostrou menores níveis de

penetração do que o nitrato de prata, diferindo estatisticamente. O mesmo não ocorreu quando a análise foi feita em escores, onde os corantes não diferiram entre si.

O corante azul de metileno é capaz de desmineralizar a dentina devido ao seu pH ácido (WU & WESSELINK, 1993), além de ser extremamente solúvel, facilmente penetrando nos espaços do dente que contém água e não adsorve à matriz dental ou cristais de apatita (MALTOFF *et al.*, 1982). Porém, neste estudo, seu pH foi neutralizado, passando de 3,86 para 6,89, diminuindo sua capacidade de desmineralização e, conseqüentemente, de penetração na dentina (CAMARGO & SINHORETI, 2001).

Nos Grupos 1 e 3, onde este corante foi empregado, foi detectada diferença estatisticamente significativa para os materiais testados, ambos apresentaram infiltração do corante, sinalizando a existência de falha quanto ao selamento marginal permitindo a formação de fenda entre a parede cavitária e o material restaurador. Talvez, o tamanho da fenda criada após a utilização do sistema de união Clearfil SE Bond (Grupo 3), pode ter sido o fator limitante para o corante azul de metileno penetrar de maneira mais evidente na interface, já que apresenta alto peso molecular, PM - 373,90 (MERCK INDEX, 1996).

O nitrato de prata é obtido pela ação do ácido nítrico sobre a prata. É inodoro, incolor e apresenta pH 3,98. Quando puro, não é fotossensível e somente em presença de matéria orgânica torna-se cinza ou preto, pois os íons prata podem combinar-se com proteínas causando desnaturação ou precipitação. (REMINGTON, 2000; MERCK INDEX, 1996).

Possivelmente, para os grupos 2 e 4, a ação do corante nitrato de prata foi o diferencial para os resultados obtidos entre os dois materiais empregados. Apesar do sistema CSE Bond não promover extensa exposição da rede colágeno, o corante foi capaz

de penetrar por causa do baixo pH e diminuto tamanho das partículas (0,059nm) (YOUNGSSON *et al.*, 1998) com peso molecular igual a 169,87 (REMINGTON, 2000; MERCK INDEX, 1996), promovendo uma situação de equilíbrio entre estes grupos (27,56 %e 19,74%) respectivamente, não sendo possível estabelecer diferença estatisticamente significativa, nem mesmo em escores (0,1078).

Quando houve a comparação do material em relação aos corantes empregados, foi possível observar que o sistema de união Single Bond foi menos influenciado pelo tipo de corante do que o sistema Clearfil SE Bond. Durante o uso do sistema Single Bond, utiliza-se o condicionador de ácido fosfórico 35% que possui pH de 0,6, e o próprio adesivo tem pH de 5,0. Desta forma, o substrato é submetido a uma desmineralização intensa. Para o corante azul de metileno, com sua capacidade de desmineralização diminuída devido à neutralização, o resultado foi de 22,98% de infiltração, evidenciando falha de selamento marginal. Para o corante nitrato de prata, que apesar de apresentar um potencial de desmineralização (pH 3,98), este pode ter encontrado um substrato já de certo modo exaurido em sua capacidade de desmineralização, o que resultou em 27,56 % para penetração do corante, um aumento discreto e não significativo.

Já o sistema Clearfil SE Bond, apresenta pH 2, que promove dissolução da estrutura dental concomitantemente a sua penetração, formando uma camada híbrida de menor espessura (ARRAIS & GIANNINI, 2002). Quando usado em conjunto com o corante azul de metileno, o índice de infiltração foi o menor de todos os grupos (4,98%). Porém, com o nitrato de prata houve aumento significativo da penetração do corante (19,74%), talvez possa ser explicado pelo encontro de um corante potencialmente

desmineralizante com um substrato pouco desmineralizado, permeável e susceptível à sua ação, aumentando a falha no selamento marginal.

Segundo TAY & PASHEY, em 2001, o sistema de união Clearfil SE Bond é considerado um sistema de união de baixa agressividade, sendo que a *smear layer*, fina ou espessa, tratada com este sistema, não é completamente dissolvida e sim incorporada à camada híbrida. A *smear layer* pode ser dissolvida através do contato com substância que apresentem pH 6 ou menor (PASHLEY, 1990). É possível que o corante NP com pH 3,98, ao entrar em contato com esta camada híbrida, dissolveu a *smear layer* ali incorporada, fato pouco provável de ocorrer com o corante AM, que apresenta pH 6,89, situação que pode explicar os resultados obtidos para os grupos 3 e 4.

Os resultados obtidos com corante nitrato de prata, independente do sistema testado, foram maiores que os obtidos com o azul de metileno, talvez devido às características diferenciais dos dois corantes, que influenciam sua capacidade de penetração. Apesar do nitrato de prata apresentar partículas nanométricas, somente quando usada em conjunto com um revelador radiográfico, que apresenta moléculas com alto peso molecular, é possível sua visualização e mensuração da infiltração. Mesmo com esta dificuldade técnica, sua capacidade de penetração em dentina não é alterada embora, seja maior quando comparada ao azul de metileno neutralizado (CAMARGO & SINHORETI, 2001). Além disso, há também a deposição de cristais de fosfato de prata no interior dos túbulos dentinários, podendo ser mais um fator limitante na penetração deste traçador químico (YOUNGSSON *et al.*, 1998).

De outro modo, o corante azul de metileno, também apresenta limitações para o seu uso; um fator que deve ser considerado acerca da sua utilização, é que este corante,

em sua forma oxidada é azul; mas, frente à agentes redutores presentes em materiais restauradores pode ser reduzido, tornando-se transparente (WU *et al.*, 1998). O uso deste corante em testes contendo álcalis é contra-indicado, já que o azul de metileno é hidrolisado tornando-se violeta de metileno e em seguida Tional, que é transparente. Assim, o conhecimento prévio, limitações e estudos pilotos com as soluções corantes, são fundamentais para o bom direcionamento da pesquisa (WU & WESSELINK, 1993).

A despeito dos inúmeros trabalhos direcionados para a infiltração marginal, pouca atenção é dada à avaliação e comparação dos diferentes métodos disponíveis (FRAUNHOFER *et al.*, 2000) e o item que promove maior discordância é a leitura dos resultados (GALE & DARVELL, 1999)

Neste trabalho as três metodologias de leitura empregadas apresentaram diferentes graus de sensibilidade. A leitura em percentagem devido a sua característica quantitativa, é a de mais fácil avaliação, obtenção dos resultados e tratamento estatístico. É uma leitura linear e se restringe apenas à penetração do corante na interface e como é realizada em um microscópio comparador com poder de resolução em torno de 30X, propicia leitura clara, que despreza a penetração do corante na dentina subjacente. A única dificuldade encontrada é o ângulo entre a parede axial e a gengival que é curva, sendo necessária a utilização da bissetriz para uma leitura aproximada.

A leitura em escores apresenta-se subjetiva (KIDD, 1972) por isso a necessidade de mais de um observador, os quais devem ser calibrados e experimentados anteriormente à avaliação. A escolha dos limites dos escores se mostra importante para minimizar as situações divergentes. Neste trabalho, os escores 0, 1 e 2 representam um selamento ótimo,

com falha e inaceitável, respectivamente; claramente delimitado pelas paredes do preparo cavitário e também desprezou a penetração na dentina subjacente.

Os escores que incluem a penetração em dentina respondem muito mais aos quesitos capacidade de penetração do corante e permeabilidade dentinária que selamento da interface, levando a um resultado de difícil interpretação. Esta forma de leitura recebe habitualmente tratamento estatístico não paramétrico, que relaciona os dados de forma mais interativa, porém com diminuição da sensibilidade pelo reduzido número de amostras.

Neste trabalho os resultados obtidos com leitura em percentagem e escores foram considerados permutáveis, semelhantes ao resultado encontrado por WITZEL *et al.* (2000), apesar de apresentar como desvantagem uma perspectiva bidimensional de um fenômeno tridimensional (GWINNETT *et al.*, 1995).

A leitura empregando a espectrofotometria foi a menos sensível, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 3, os quais apresentaram diferença pelos resultados obtidos com as outras metodologias de leitura.

A espectrofotometria é um método eficaz na mensuração da quantidade de corante (PAULILLO *et al.*, 1997), porém necessita de amplo aparato tecnológico, que vai desde a necessidade de dispositivo para trituração da amostra, vidraria de laboratório, centrífuga, espectrofotômetro e necessidade de pessoa com qualificação profissional para a execução do teste, elevando o custo da pesquisa.

Quanto à forma de obtenção dos dados, apresenta como característica a mensuração do corante em volume, incluindo assim, além do corante que penetrou na interface, aquele que penetrou na dentina subjacente e muitas vezes aquele que ficou aderido a superfície externa do dente, o que pode revelar-se uma desvantagem.

Desta forma, a diferença na permeabilidade dentinária das amostras e o tamanho da janela, confeccionado no selamento (esmalte para unhas), que permite a entrada do corante, podem ser decisivos e podem alterar os resultados. (GALE & DARVELL, 1999).

Também a necessidade de transformação dos valores obtidos pela leitura no espectrofotômetro, em absorbância (co-logaritmo da transmitância de uma solução) para concentração, aumenta a complexidade do experimento, mas somente desta forma os dados passam a ser objetivos, quantitativos e permitem a análise estatística como foi realizada.

Enfim, o crescente interesse no desenvolvimento de agentes de união tem aumentado a necessidade de validar um teste que avalie a interface dente-restauração com segurança. Somando-se esta necessidade à interação dos itens apresentados faz do teste de microinfiltração um teste complexo. A utilização de mais de uma forma de leitura, indica o melhor caminho para obtenção de resultados fidedignos.

7. CONCLUSÃO

Sob as condições empregadas neste trabalho, pode-se concluir que:

- 1 - Os métodos de leitura influenciaram os resultados obtidos;
- 2 - Os corantes utilizados influenciaram os resultados do teste de infiltração marginal;
- 3 - O sistema de união Single Bond apresentou maior nível de infiltração marginal e diferiu estatisticamente do Clearfil SE Bond para leitura em escores e percentagem, utilizando o corante azul de metileno, o que não ocorreu quando foi utilizado o nitrato de prata;
- 4 - Os sistemas de união Single Bond e Clearfil SE Bond apresentaram médias que não diferiram estatisticamente entre si para leitura por espectrofotometria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- ALANI, A.H., TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent*, Seattle, v.22, n.4, p.173-185, July/Aug. 1997.
- ARRAIS, C.A.G., GIANNINI, M. Morphology and thickness of the diffusion of resin through demineralized or unconditioned dentinal matrix. *Pesqui Odontol Bras*, São Paulo, v.16, n.2, p.115-120, 2002.
- BESNAULT, C., ATTAL, J. Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in Class II composite restorations. *J Dent*, Oxford, v.30, p.1-6, 2002.
- CAGIDIACO, M.C. *et al.* Mapping of tubule and intertubule for bonding in Class V and Class II preparations. *J Dent*, Oxford, v.25, n.5, p.379-89, 1997.
- CAMARGO, D.A.A., SINHORETI, M.A.C. In vitro evaluation of the penetration capacity of dyes and tracers used in microleakage studies. *Pesq Odontol Bras*, São Paulo. v.15, p.100, 2001.
- CAMARGO, D.A.A. *et al.* In vitro evaluation of marginal leakage on Class II composite restorations. *Braz J Oral Sci*, Piracicaba, v.1, n.2, p.84-88, 2002.

* De acordo com a NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas de periódicos de conformidade com a Base de Dados MEDLINE.

- CAMARGO, D.A.A. et al. Influence of varying light intensity on microleakage of Class II restorations. *Cienc Odontol Bras*, São José dos Campos, v.6, n.1, p.11-17, 2003.
- COX, C.F. et al. Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v57, n.1, p.1-8, Jan 1987.
- DAVIDSON, C.L., GEE, A.J., FEILZER, A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*, Washington, v.63, n.12, p.1396-1399, 1984.
- DÉJOU, J., SINDRES, V., CAMP, J. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dent Mater*, Oxford, v.12, n.11, p.342-349, Nov. 1996.
- DERHAMI, K., COLI, P., BRANNSTROM, M. Microleakage em Class II composite resin restorations. *Oper Dent*, Seattle. v.20, p.100-105, Apr. 1995.
- DIETSCHI, D., DE SIEBENTHAL, G., NEVEU-ROSENSTAND, L. Influence of restorative technique and new adhesives on the dentin marginal seal and adaptation of resin composite class II restorations: An *in vitro* evaluation. *Quintessence Int*, Berlin, v.26, n.10, p.717-727, 1995.
- FEILZER, A.J., DE GEE, A.J., DAVIDSON, C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*, Washington, v.66, n.11, p.1636-39, 1987.

- FERDELIN, M. et al. Microleakage in Class II composite restorations: application of a clearing protocol. *Clin Oral Invest*, Nova York, v.6, p.84-91, 2002.
- FRAUNHOFER, J.A. et al. The effect of tooth preparation on microleakage behavior. *Oper Dent*, Chicago, v.25, p.526-33, 2000.
- GALE, M.S., DARVELL, B.W. Controlling dentine penetration in computer microleakage tracer mapping. *J Dent*, Oxford, v.25, n.2, p.129-136, 1997.
- GALE, M.S., DARVELL, B.W. Dentine permeability and tracer testes. *J Dent*, Oxford, v.27, p.1-11, 1999.
- GOING, R.E. Microleakage around restorations: A summarizing review. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.84, n.6, p.1349-1357, June. 1972.
- GWINNETT, J.A., TAY, F.R., PANG, W.E.I. Comparison of three methods of critical evaluation of micoleakage along restorative interface. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.74, p.575-585, 1995.
- HILTON, T.J., FERRACANE, J.L. Cavity preparation factors and microleakage of class II composite restorations filled at intraoral temperatures. *Am J Dent*, San Antonio, v.12, n.3, p.123-130, June. 1999.
- _____, SCHWARTZ, R., FERRACANE, J.L. Microleakage of four class II resin composite techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int*, Berlin, v.28, n.2, p.135-144, 1997.

IWAMI, Y., YAMAMOTO, H. EBISU, S. A new electrical method for detecting marginal leakage of in vitro resin restorations. *J Dent*, Oxford, v.28, p.241-247, 2000.

KIDD, E.A.M. Microleakage: a review. *J Dent*, Oxford, v.4, n.5, p.199-204, Sept. 1976.

KIMISHIMA, T. et al. Microleakage of all-in-on adhesive systems under thermal cycling and simultaneous repeated load. <http://iadr.confex.com/iadr/2003SanAnton/techprogem/abstract27258.html>

LUI, J.L. et al. Margin quality and microleakage of class II composite resin restorations. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.114, n.1, p.49-54, Jan. 1987.

LUTZ, F. et al. Improved proximal margin adaptation of class II composite resin restorations by use of light-reflecting wedges. *Quintessence Int*, Berlin, v.17, n.10, p.659-664, 1986.

MALTOFF, I.R. et al. A comparison of methods used in root canal sealability studies. *Oral Surg*, Saint Louis. v.2, p.203-208, 1982.

MERCK INDEX. 20th edition, C 6, p 8653, 1996

- NAKABAYASHI, N., KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrate. *J Biomed Mater Res*, New York, v.16, p.265-273, May. 1982.
- NEIVA, I.F. et al. An in vitro study of the effect of restorative technique on marginal leakage in posterior composites. *Oper Dent*. Seattle, v.23, n.6, p.281-289, Nov./Dec. 1998.
- OPDAM, N.J. et al. Marginal integrity and postoperative sensitivity in class II resin composite restorations in vivo. *J Dent*, Oxford, v.26, n.7, p.555-562, Sept. 1998.
- PAULILO, L.A.M.S., et al. Surface finishing of glass ionomer. *Am J Dent*, San Antonio, v.10, p.137-140, 1997.
- PASHLEY, D.H. Clinical Considerations of Microleakage. *J. Endod*, Baltimore, v.16, n.2, p.70-77, feb. 1990.
- PERDIGÃO, J., RAMOS J.C., LAMBRECHTS, P. In vitro interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. *Dent Mater*, Washington, v.13, p.218-227, Jul. 1997.
- PRATI, C., et al. Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. *J Dent*, Oxford, v.22, n.1, p.49-56, 1994.
- RASKIN, A. et al. Reliability of in vitro microleakage testes: a literature review. *J Adhes Den*, Berlin, v.3, n.4, p.295-308, 2001.

- REMYNTON: The Science and Practice of Pharmacy. 20th edition, C. 65, p 1272, 2000.
- RIGSBY, D.F. et al. Marginal leakage and marginal gap dimensions of three dentinal bonding systems. *Am J Dent*, San Antonio, v.3, n.6, p.289-294, Dec. 1990.
- SAKAGUCHI, R.L., DOUGLAS, W.H., PETERS, M.C. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent*, Oxford, v.20, n.3, p.183-188, June 1992.
- SANO, H. et al. Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*, Seattle, v.20, p.18-25, 1995.
- SHORTALL, A. C. Microleakage, Marginal adaptation and composite resin restorations. *Br Dent J*, Birmingham, v.153, n. 21, p.223-226, 1982.
- TAY, F.R. et al. Variability in microleakage observed in a total-etch wet bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res*, Washington, v.74, n.5, p.1168-1178, 1995.
- TAY, F.R., PASHLEY, D.H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*, Washington. V.17, p.296-308, 2001.
- TAYLOR, M.J., LYNCH, E. Microleakage. *J Dent*, Oxford, v.20, n.1, p.3-10, Jan. 1992.

- TJAN, A.H.L., BERGH, B.H., LIDNER, C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.67, n.1, p.62-65, Jan. 1992.
- TOLEDANO, M. et al. Effect of dentin deproteinization on microleakage of Class V composite restorations. *Oper Dent*, Seattle, v.25, p.497-504, 2000.
- TROWBRIDGE, H.O. Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Oper Dent*, Philadelphia, v.12, p.164-172, 1987.
- VAN MEERBEEK, B. et al. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different adhesive systems. *J Dent Res*, Washington, v.71, n.8, p.1530-1540, 1992.
- VERSLUIS, A., et al. Does an incremental filling technique reduce polymerizations shrinkage stresses? *J Dent Res*, Washington, v.75, n.3, p.871-878, Mar. 1996.
- WILLIAMS, P.T., SCHRAMKE, D., STOCKTON, L. Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. *Oper Dent*, Chicago, v.27, n.6, p.628-35, Nov. 2002.
- WITZEL, M.F., GRANDE, R.H.M., SINGER, J.M. Bonding systems used for sealing evaluation of microleakage. *J Clin Dent*, Moorestown, v.11, p.47-52, 2000.

WU, M.K., KONTAKIOTIS, E.G., WESSELINK, P.R. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *J Dent.* Oxford, v.26, p.585-89, 1998.

WU, M.K., WESSELINK, P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J*, Oxford, v.26, n.1, p.37-43, Jan. 1993.

YOUNGSON, C.C. et al. In vitro dentinal penetrations by tracers used in microleakage studies. *Int Endod J*, Oxford, v.31, n.2, p.90-99, Mar. 1998.

ANEXOS

Dados referentes às leituras no microscópio comparador, com as mensurações das paredes cavitárias (cervical e axial) e mensuração da penetração do corante na interface dente/restauração.

GRUPO1	Parede C	Parede A	total P	infil. Y	infiltra X	total I	%
SB/AM 1	1,4405	5,874	7,3145	0,9315	1,4405	2,372	32,4287
SB/AM2	1,4662	5,779	7,2452	0,5705	1,4662	2,0367	28,1110
SB/AM3	1,2055	6,2669	7,4724	0	0,2575	0,2575	3,4460
SB/AM4	1,5451	6,383	7,9281	0	0	0	-
SB/AM5	1,769	5,815	7,584	0	0,4155	0,4155	5,4786
SB/AM6	0,9955	5,35	6,3455	0	0	0	-
SB/AM7	1,1935	5,6445	6,838	1,9735	1,1935	3,167	46,3147
SB/AM8	1,309	5,723	7,032	1,2	1,309	2,509	35,6797
SB/AM9	1,3645	5,617	6,9815	1,0872	1,3645	2,4517	35,1171
SB/AM10	1,3795	5,7565	7,136	1,617	1,3795	2,9965	41,9913
SB/AM11	1,388	5,7825	7,1705	1,2485	1,388	2,6365	36,7687
SB/AM12	1,443	6,0455	7,4885	0	0	0	-
SB/AM13	1,1505	6,5001	7,6506	1,0895	1,1505	2,24	29,2787
SB/AM14	1,3845	6,1865	7,571	0,5875	1,3845	1,972	26,0468
SB/AM15	1,1325	5,929	7,0615	0	0,528	0,528	7,4772
SB/AM16	1,139	5,7915	6,9305		0,6325	0,6325	9,1263
SB/AM17	1,5115	5,9125	7,424	0,8045	1,5115	2,316	31,1961
SB/AM18	1,196	5,86	7,056	2,65	1,196	3,846	54,5068
SB/AM19	1,3665	6,1365	7,503	0	0	0	-
SB/AM20	1,3325	6,1825	7,515	1,4405	1,3325	2,773	36,8995

GRUPO2

SB/NP1	1,56	6,282	7,842	1,876	1,56	3,436	43,8154
SB/NP2	1,1485	6,749	7,8975	3,8835	1,1485	5,032	63,7164
SB/NP3	1,3445	6,255	7,5995	2,5915	1,3445	3,936	51,7929
SB/NP4	1,2365	5,8415	7,078	0,5995	1,2365	1,836	25,9395
SB/NP5	1,3825	6,081	7,4635	0	0	0	-
SB/NP6	1,6605	5,992	7,6525	0	0,681	0,681	8,8991
SB/NP7	1,4855	5,8455	7,331	0	1,247	1,247	17,0100
SB/NP8	1,458	5,5805	7,0385	0,693	1,458	2,151	30,5605
SB/NP9	1,489	6,4625	7,9515	1,6355	1,489	3,1245	39,2945
SB/NP10	1,4415	6,376	7,8175	0	1,002	1,002	12,8174
SB/NP11	1,896	6,064	7,96	1,0655	1,896	2,9615	37,2048
SB/NP12	1,6495	5,9125	7,562	0,461	1,6495	2,1105	27,9093
SB/NP13	1,402	6,5775	7,9795	0,8595	1,402	2,2615	28,3414
SB/NP14	1,434	6,2725	7,7065	0,7	1,434	2,134	27,6909
SB/NP15	1,4175	5,7795	7,197	0,2315	1,4175	1,649	22,9123
SB/NP16	1,4845	6,0275	7,512	1,1785	1,4845	2,663	35,4499
SB/NP17	1,5474	5,491	7,0384	0	0,65	0,65	9,2351
SB/NP18	1,551	6,196	7,747	0	0	0	-
SB/NP19	1,3045	5,832	7,1365	1,004	1,3045	2,3085	32,3478
SB/NP20	1,4235	5,428	6,8515	1,08	1,4235	2,5035	36,5394

GRUPO 3

CSE/AM1	1,4255	5,2635	6,689	0,7115	1,4255	2,137	31,9480
CSE/AM2	1,363	6,201	7,564	0	0,7115	0,7115	9,4064
CSE/AM3	1,3675	5,854	7,2215	0	0	0	-
CSE/AM4	1,32	6,3765	7,6965	0	0,3525	0,3525	4,5800
CSE/AM5	1,298	5,8795	7,1775	0	0,2695	0,2695	3,7548
CSE/AM6	1,1105	5,9345	7,045		0,6595	0,6595	9,3612
CSE/AM7	1,661	5,809	7,47	0	0	0	-
CSE/AM8	1,8445	5,8545	7,699	0	0	0	-
CSE/AM9	1,481	6,1055	7,5865		0,8585	0,8585	11,3162
CSE/AM10	1,51	6,6155	8,1255		0,868	0,868	10,6824
CSE/AM11	1,2185	6,5821	7,8006	0	0	0	-
CSE/AM12	1,937	6	7,937	0	0	0	-
CSE/AM13	1,4775	6,0945	7,572	0	0,2215	0,2215	2,9253
CSE/AM14	1,7	5,9115	7,6115	0	0	0	-
CSE/AM15	1,4945	6,5445	8,039	0	0,86	0,86	10,6978
CSE/AM16	1,579	5,785	7,364	0	0	0	-
CSE/AM17	1,098	6,075	7,173	0	0	0	-
CSE/AM18	1,527	6,096	7,623	0	0	0	-
CSE/AM19	1,62	5,8455	7,4655	0	0	0	-
CSE/AM20	1,525	6,1135	7,6385	0	0,391	0,391	5,1188

GRUPO 4

CSE/NP1	1,441	5,508	6,949	0	0,3405	0,3405	4,9000
CSE/NP2	1,418	5,721	7,139	1,309	1,418	2,727	38,1986
CSE/NP3	1,03	6,5365	7,5665	2,0875	1,03	3,1175	41,2013
CSE/NP4	1,38	5,7095	7,0895	0	0,5145	0,5145	7,2572
CSE/NP5	1,4895	5,8805	7,37	2,3265	1,4895	3,816	51,7775
CSE/NP6	1,4905	5,2485	6,739	0,2385	1,4905	1,729	25,6566
CSE/NP7	1,319	5,7985	7,1175	0	1,022	1,022	14,3590
CSE/NP8	1,085	6,2755	7,3605	0	0	0	-
CSE/NP9	1,3431	5,944	7,2871	0	0,2955	0,2955	4,0551
CSE/NP10	1,452	6,449	7,901	0	0,8815	0,8815	11,1568
CSE/NP11	1,1545	5,8115	6,966	1,6225	1,1545	2,777	39,8651
CSE/NP12	1,4695	5,919	7,3885	0,8695	1,4695	2,339	31,6573
CSE/NP13	1,3895	5,855	7,2445	0	0	0	-
CSE/NP14	1,3985	5,804	7,2025	0	1,161	1,161	16,1194
CSE/NP15	1,3655	6,149	7,5145	1,2725	1,3655	2,638	35,1055
CSE/NP16	1,6705	6,173	7,8435	0	1,6115	1,6115	20,5457
CSE/NP17	1,5295	6,16	7,6895	0	0,638	0,638	8,2970
CSE/NP18	1,5285	5,905	7,4335	0,716	1,5285	2,2445	30,1944
CSE/NP19	1,677	6,5115	8,1885	0	0	0	-
CSE/NP20	1,454	6,0835	7,5375	0	1,104	1,104	14,6468

Análise de variância (ANOVA)

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB. >F.
MATERIAL	1	2541,9826744	2541,9826744	13,7830	0,00067
CORANTE	1	1888,3946061	1888,3946061	10,2391	0,00238
MAT*COR	1	505,5996817	505,5996817	2,7414	0,09799
		14016,613021			
RESÍDUO	76	1	184,4291187		
		18952,589983			
TOTAL	79	3			

MEDIA GERAL = 21,725350

COEFICIENTE DE VARIACÃO = 62,510%

Teste de Tukey para médias do material dentro de azul de metileno do fator corante

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	1	Single Bond	20	25,017720	17,884322	a	A
2	2	CSE Bond	20	8,715987	2,296335	b	B

Teste de Tukey para médias do material dentro de Nitrato de prata do fator corante

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	1	SB	20	29,706815	24,558174	a	A
2	2	CSEBond	20	23,460878	15,850181	a	A

Médias seguidas por letras distintas entre si ao nível de significância indicado

D.M.S. 5% = 8,55738

D.M.S. 1% = 11,34506

Teste de Tukey para médias de corante dentro do fator material- SB

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	2	NP	20	29,706815	24,558174	a	A
2	1	AM	20	25,017720	17,884322	a	A

Teste de Tukey para médias de término dentro do fator material – CSE Bond

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	2	NP	20	23,460878	15,850181	a	A
2	1	AM	20	25,017720	2,296335	b	B

Médias seguidas por letras distintas entre si ao nível de significância indicado

D.M.S. 5% = 8,55738

D.M.S. 1% = 11,34506

Dados referentes às avaliações dos três avaliadores, segundo um escore previamente estabelecido.

av1	av2	av3	
	2	2	1
	1	1	1
	1	1	1
	0	0	0
	1	1	2
	0	0	0
	2	2	2
	2	2	2
	2	2	2
	2	2	2
	1	2	1
	0	0	1
	2	2	2
	2	2	2
	1	1	1
	1	1	1
	1	2	2
	2	2	2
	0	0	0
	2	2	1
G2			
	2	2	2
	2	2	2
	2	2	2
	2	1	2
	0	0	0
	1	1	1
	1	1	2
	2	2	1
	2	2	2
	1	2	1
	2	2	2
	2	1	1
	2	2	2
	2	2	2
	2	2	1
	2	2	2
	1	1	1
	0	0	0
	2	1	1
	2	2	2

G3

2	2	1
1	1	1
0	0	0
1	1	1
1	1	1
1	1	1
0	0	0
0	0	0
1	1	1
1	1	1
0	0	0
0	0	0
1	0	0
0	0	0
1	1	2
0	1	1
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	1

G4

0	0	0
2	1	2
2	2	2
1	1	1
2	2	2
2	1	1
1	1	1
0	0	1
1	1	1
1	1	1
2	2	2
2	2	2
0	0	0
1	1	1
2	2	2
1	1	1
1	1	1
2	2	1
0	1	0
1	1	2

Teste de Kruskal-Wallis NS $p > 0,05$ – S $p < 0,05$

	Resultados
H=	10,7630
Graus de Liberdade=	3
(p) Kuskal-Wallis	0,0131
R1=	887,0000
R2=	997,0000
R3=	560,5000
R4=	795,5000
R1 (Posto médio)=	44,3500
R2 (Posto médio)=	49,8500
R3 (Posto médio)=	28,0250
R4 (Posto médio)=	39,7750
p (1 e 2)=	0,4542
p (1 e 3)=	0,0263
p (1 e 4)=	0,5336
p (2 e 3)=	0,0030
p (2 e 4)=	0,1704
p (3 e 4)=	0,1098

Dados referentes às leituras no espectrofotômetro, em absorbância, e concentrações finais, em percentagem, para os grupos onde o azul de metileno foi o corante empregado.

Grupo 1

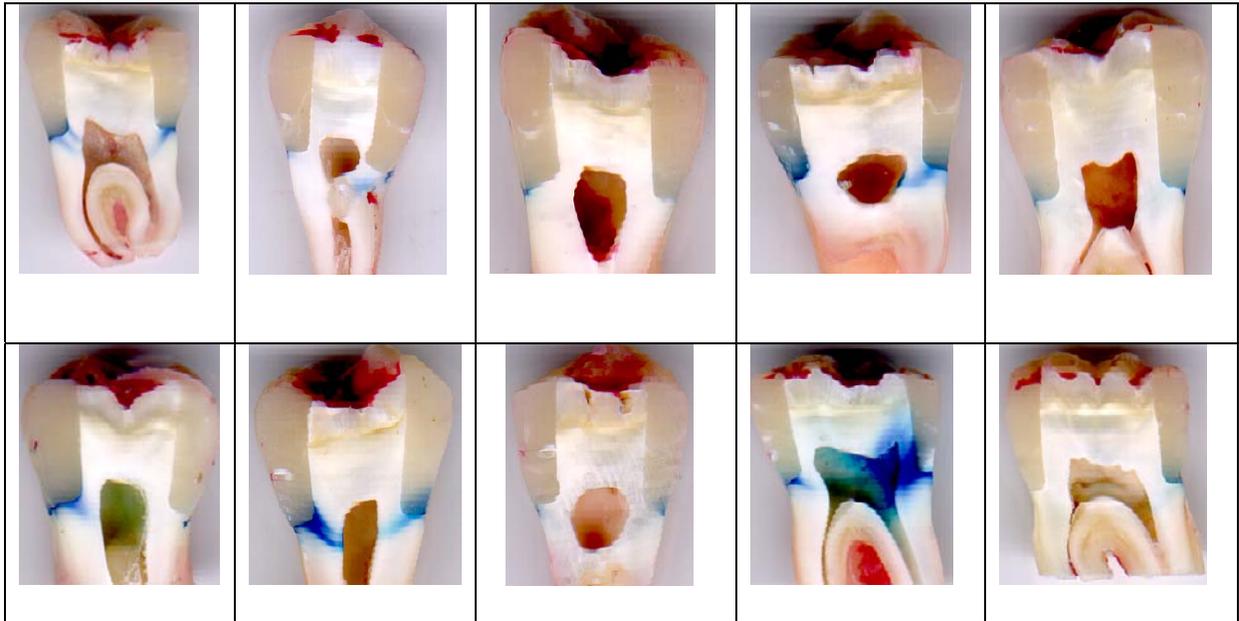
Grupo 3

655.5 nm	Concent. 10^{-3}	655,5nm	Conc. 10^{-3}
0.014	0.0103	0.007	0.005147
0.019	0.0140	0.026	0.019119
0.004	0.0029	0.006	0.004412
0.006	0.0044	0.007	0.005147
0.004	0.0029	0.007	0.005147
0.004	0.0029	0.007	0.005147
0.011	0.0081	0.004	0.002941
0.006	0.0044	0.002	0.001471
0.011	0.0081	0.002	0.001471
0.008	0.0059	0.006	0.004412
0.015	0.0110	0.003	0.002206
0.002	0.0015	0.008	0.005883
0.045	0.0331	0.006	0.004412
0.011	0.0081	0.005	0.003677
0.006	0.0044	0.002	0.001471
0.01	0.0074	0.002	0.001471
0.018	0.0132	0.002	0.001471
0.153	0.1125	0.002	0.001471
0.01	0.0074	0.003	0.002206
0.001	0.0007	0.002	0.001471
Média 0.0179	0.0132	Média 0.00545	0.004008
D.P. 0.033182	0.0244	D.P. 0.005316	0.003909

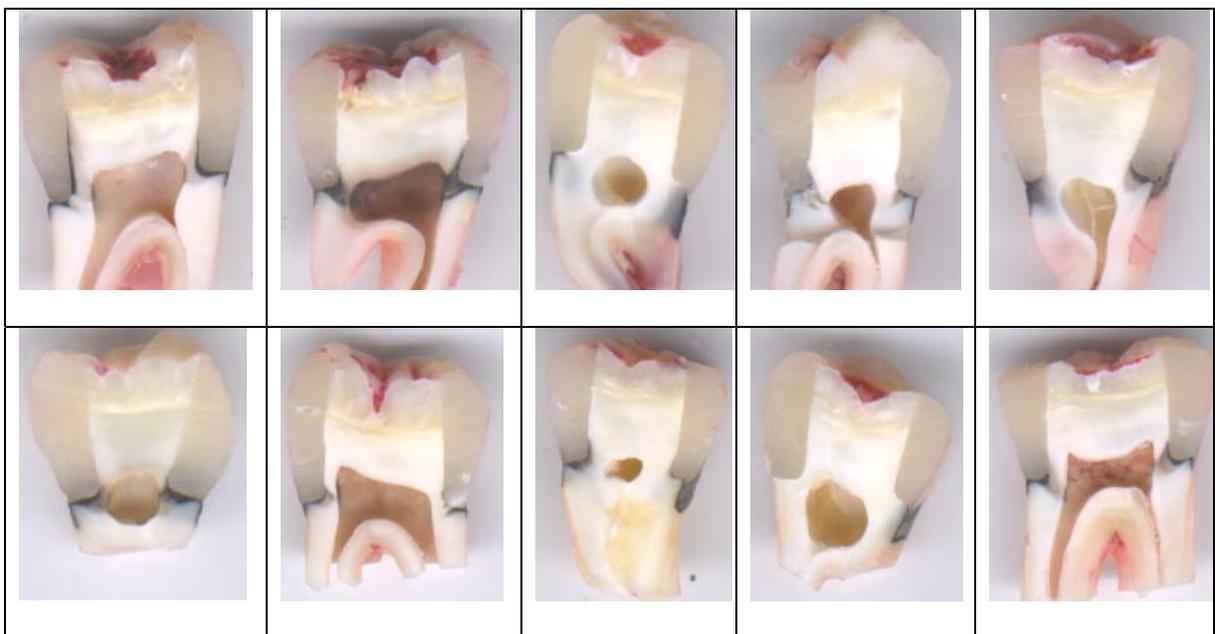
Teste t

Tamanho =	20	20
Média =	0.0132	0.0043
Variância =	0.0006	0.0000
	Desigual	Igual
Variância =	0.0000	0.0003
t =	1.6071	1.6071
Graus de liberdade =	20.10	38
p (unilateral) =	0.0618	0.0581
p (bilateral) =	0.1236	0.1162

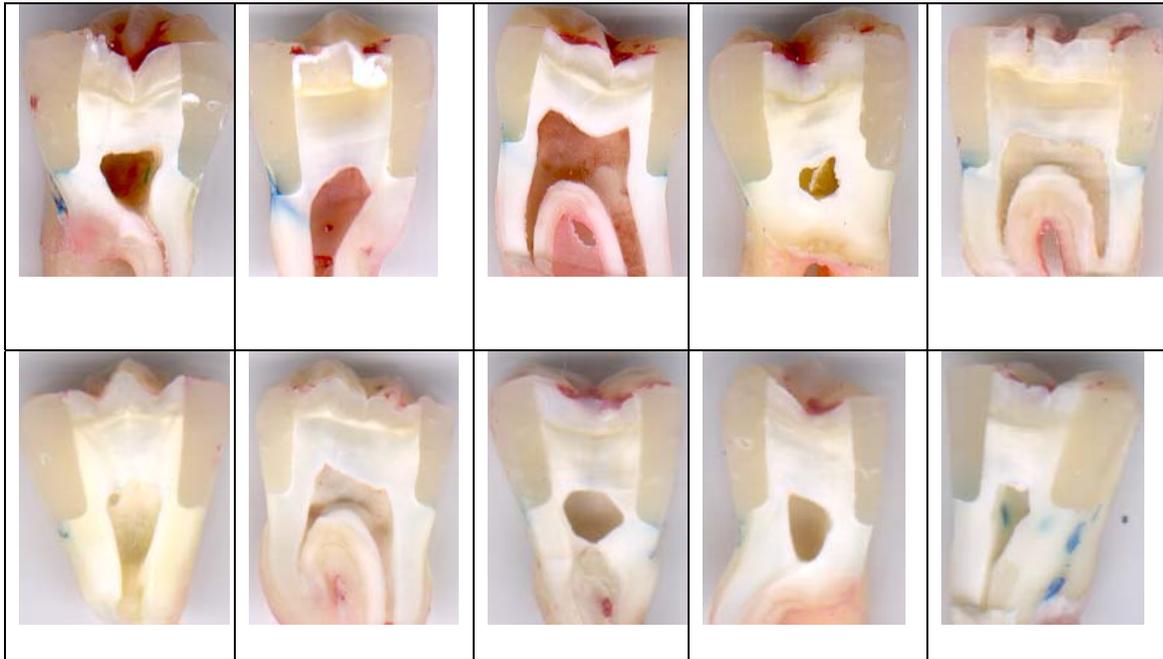
GRUPO 1



GRUPO 2



GRUPO 3



GRUPO 4

