

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

LÚCIA MARIA ARARIPE SANTIAGO KHEZAM 528

Cirurgiã - dentista

**INFLUÊNCIA DE BASES IONOMÉRICAS NA INFILTRAÇÃO MARGINAL
DE CAVIDADES DE CLASSE V RESTAURADAS COM COMPÓSITO.**

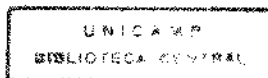
Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani

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

*Este exemplar foi
dividido entre
os autores
CCPG 036/83
Piracicaba, 02/09/93
Khezam*

Piracicaba - SP
1992

901016



DEDICO

Aos meus pais, irmãs e cunhados, pelo entusiasmo e incentivo à minha vida profissional.

Aos meus filhos, Rodrigo e André, privados tantas vezes da minha presença e atenção, incapazes ainda de compreender meus motivos.

Ao Fawaz, meu marido, cuja paciência e ajuda me possibilitaram concretizar esse trabalho.

Acima de tudo a Deus, que iluminando meu caminho, afastou obstáculos e me fez vencer momentos de desânimo.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Dr. Simonides Consani, Professor Titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, cuja disponibilidade, interêsse e capacidade foram essenciais na orientação deste trabalho.

Ao Dr. Mário Fernando de Goes, Professor Assistente Doutor da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pelas sugestões e colaboração apresentadas nesta pesquisa.

À Prof. Dra. Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, pela elaboração da análise estatística.

AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Dr. Wolney Luiz Stolf e Dr. Luiz Antônio Ruhnke, do curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela contribuição na minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos para a realização do Curso de Pós-Graduação.

Ao Sr. Adário Cangiani, funcionário da Disciplina de Materiais Dentários, e Sr. Pedro Sérgio Justino, do Centro de Recursos Áudio-Visuais, pela cooperação na execução das fotografias.

Ao Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, que gentilmente cedeu o microscópio modificado para o preparo das cavidades.

À Selma Aparecida Barbosa de Souza, funcionária da Área de Materiais Dentários, e Maria Geni Forti, do Laboratório de Pré-Clinica, pela colaboração e amizade.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, pela convivência acadêmica fraterna.

Ao Sr. Saulo Carvalho Ribeiro, pelo trabalho de digitação do texto.

À Sra. Maria Ângela Gatti di Monte, pela boa vontade e colaboração no trabalho de datilografia.

A todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho.

Índice

1. Introdução	2
2. Revisão Bibliográfica	6
3. Proposição	46
4. Materiais e Método	48
4.1. Materiais	48
4.2. Método	48
4.2.1. Seleção dos dentes	48
4.2.2. Preparo das cavidades	49
4.2.3. Restauração das cavidades	51
4.2.4. Ciclo Térmico	53
4.2.5. Infiltração marginal	54
5. Resultados	58
6. Discussão	64
7. Conclusão	75
8. Resumo	77
9. Summary	79
10. Referências Bibliográficas	81
11. Apêndice	87

Introdução

1. Introdução

Os modernos compósitos odontológicos são os materiais restauradores que reconhecidamente apresentam o melhor resultado estético para as superfícies de dentes anteriores e posteriores, onde há esmalte com estrutura bem definida. Nessas regiões, segundo McLEAN *et al.*³¹, o condicionamento ácido permitiria adequado selamento marginal, tanto em preparações cavitárias que terminam em ângulo reto como nos acabamentos biselados.

Em 1955, a introdução por BUONOCORE⁸ da técnica do condicionamento do esmalte possibilitou o aumento da resistência de união de materiais à base de resina acrílica ao esmalte condicionado, o que foi um grande marco no desenvolvimento da técnica restauradora adesiva.

No entender de GORDON *et al.*¹⁸, McLEAN *et al.*³¹ e CARDOSO *et al.*⁹, nem sempre as condições ideais para a adesão são encontradas nos dentes. Assim, as restaurações que se estendem abaixo da junção esmalte-cimento caracterizam-se por sua fraca adaptação marginal. A eficácia do selamento marginal quase sempre é afetada pela posição anatômica e condições estruturais do esmalte, que é mais fino na região cervical, com estrutura prismática irregular. Nas erosões cervicais e cavidades da classe V, onde o esmalte não tem espessura adequada, a técnica do condicionamento ácido não produz condições para união mecânica suficiente, quando aplicada sobre a superfície dentária.

Na prática odontológica, segundo PHAIR *et al.*³⁵, as cavidades de classe V são frequentemente preparadas com pelo menos uma margem de cimento ou dentina, o que se torna um problema da maior importância, uma vez que a falta de selamento marginal favorece o processo de microinfiltração, causando recidiva de cárie.

Outro fator importante a ser considerado é a existência de um fluxo de líquido entre a restauração e o dente. O fenômeno conhecido por percolação foi demonstrado em 1952 por NELSEN *et al.*³⁴ e ocorre em função de variações térmicas. Em 1985, BAUER e HENSON⁷ definiram a microinfiltração como a habilidade de bactérias, toxinas e fluidos penetrarem na

responsável pela alta reincidência de cárie nas restaurações, exigindo sua substituição constante e constituindo-se, conseqüentemente, num problema frequente na Odontologia Restauradora.

Além disso, ARAÚJO *et al.*² informam que a confecção de retenção na porção cervical dessas cavidades envolve o limite esmalte-cimento, onde é necessário um desgaste excessivo do elemento dentário, contrariando a atual filosofia de preservação máxima. Portanto, a realização deste preparo cavitário tipo caixa, com retenções acentuadas em forma de canaleta no ângulo diedro áxio-gengival nem sempre pode ser executado devido à extensão da lesão .

Em 1961, PHILLIPS *et al.*³⁶ já apregoavam que o material restaurador ideal deveria unir-se quimicamente à estrutura dental e STANINEC *et al.*³⁷ afirmavam que o agente de forramento ideal para prevenir a microinfiltração deveria ser insolúvel e unir-se às estruturas dentais.

Mais recentemente, a combinação das propriedades de adesão do cimento de ionômero de vidro ao dente com a estética dos compósitos foi uma das grandes vantagens defendida por Mc LEAN *et al.*³¹ em 1985, quando descreveu a técnica adesiva, que no entender de WELBURY *et al.*⁴⁰, utiliza as propriedades adesivas e as vantagens de biocompatibilidade do cimento de ionômero de vidro com as propriedades mecânicas superiores do compósito.

Vários sistemas restauradores adesivos têm sido introduzidos no mercado odontológico para promover "adesão" com a estrutura dental. Segundo GWINNET e BUONOCORE¹⁹, em 1965, as forças de atração de natureza química resultam da formação de ligações iônicas ou covalentes, mais fortes que as de natureza física, ou seja, as forças de Van der Waals. Entretanto, apesar de existirem excelentes adesivos para outros produtos industriais, eles não são compatíveis com as estruturas dentárias devido à sua toxicidade, altas temperaturas de polimerização, aparência pouco estética, baixa resistência e alteração pela umidade.

Assim, apesar de todo avanço científico nesse campo, PHAIR *et al.*³⁵, advertem que os adesivos de dentina atuais têm se mostrado aparentemente incapazes de promover uma adesão confiável entre compósito e dentina, que seja suficiente para evitar fendas marginais. Na

ausência de completa adesão, GORDON *et al.*¹⁸ recomendam a utilização de um material restaurador que evite ou impeça o desenvolvimento de cáries secundárias nessas áreas, atributo conferido ao cimento de ionômero de vidro, que tem mostrado potencial cariostático, devido à constante liberação de íons flúor contido no material. Além disso, promoveria adesão à dentina e ao esmalte, com a vantagem adicional de permitir uma diminuição do volume de compósito restaurador. Este fato, segundo HANSEN e ASMUSSEN²² e WALLS *et al.*³⁹, apresenta um papel decisivo na adaptação da restauração, principalmente devido à sua contração de polimerização.

Pelas razões aqui expostas, acreditamos na validade de estudar a influência de bases ionoméricas na infiltração marginal em cavidades restauradas com compósito.

Revisão Bibliográfica

2. Revisão Bibliográfica

De acordo com a bibliografia disponível, parecem-nos de relevante importância as seguintes citações:

NELSEN *et al.*³⁴, em 1952, prepararam cavidades em dentes extraídos e restauraram com vários materiais, incluindo resina acrílica e cimento de silicato. Os dentes restaurados eram imersos em água gelada por 30 segundos, secos com toalha e examinados sob microscopia óptica. Com o aquecimento dos dentes, pequenas gotas de fluido afloraram às margens de todas as restaurações. Novas cavidades foram preparadas para determinar a profundidade de penetração dos fluidos. Antes da restauração, cristais de fluoresceína foram colocados no fundo das cavidades; após restaurados, os dentes foram deixados à temperatura ambiente por várias horas e depois submetidos a 10 ciclos térmicos entre água gelada e a 37°C. Em seguida, foram secos e observados sob luz ultra-violeta. As gotículas que afloraram às margens das restaurações mostraram que os fluidos tinham atingido a parede pulpar, uma vez que apresentaram características do corante fluorescente. Os autores concluíram que as mudanças de temperatura causam fluxos de líquidos entre o dente e restaurações feitas com diversos materiais, sendo essa percolação em parte causada pela diferença do coeficiente de expansão térmica entre o dente e o material restaurador e pela expansão térmica dos fluidos que ocupam a fenda existente entre dente e restauração.

BUONOCORE⁸, em 1955, citou algumas possibilidades de materiais à base de resina acrílica serem adesivos à estrutura dental, destacando: 1 - desenvolvimento de novas resinas que teriam propriedades adesivas; 2 - modificação nos materiais atuais para se tornarem adesivos; 3 - utilização de um adesivo na interface dente-restauração; e, 4 - alteração da superfície dental através de tratamento químico. Com isso, desenvolveu um método para aumentar a adesão dos materiais restauradores acrílicos ao esmalte através da alteração

morfológica da superfície dental, por meio de um tratamento químico. Foram utilizadas duas soluções: a primeira foi uma solução a 50% de um reagente de fosfomolibdato com tungstato de sódio e ácido oxálico a 10%; a segunda, uma solução de ácido fosfórico a 85%. O efeito das soluções foi analisado *in vitro* sobre a face vestibular de incisivos. No primeiro método, uma gota de molibdato foi friccionada sobre o esmalte por 30 segundos, seca, seguida por uma gota de ácido oxálico, lavada e seca; uma porção de resina de 5 mm de diâmetro foi colocada sobre o esmalte tratado. No segundo método, o ácido fosfórico foi aplicado também por 30 segundos, lavado, seco e a resina colocada sobre o esmalte. O tempo de permanência da resina acrílica aderida ao esmalte tratado com o primeiro método foi, em média, de 160 horas, enquanto para o segundo método, a média aumentou para 1070 horas. O autor concluiu que o tratamento com ácido fosfórico, além de ser de uso simplificado, forneceu melhores resultados. Os fatores que aumentam a adesão à superfície do esmalte tratado poderiam ser: 1 - aumento da superfície dos prismas devido à ação dos ácidos; 2 - exposição da estrutura orgânica do esmalte para servir de substrato para a adesão; 3 - formação de uma nova superfície com precipitação de novas substâncias; 4 - remoção de estrutura inerte da superfície do esmalte, expondo a superfície reativa; e, 5 - presença de uma camada sobre o esmalte fortemente adsorvida com grupos fosfato, altamente polares, derivados do ácido.

PHILLIPS *et al.*³⁶, em 1961, estudaram a microinfiltração marginal em restaurações com amálgama, inicialmente *in vivo*, utilizando cães que foram sacrificados em variados intervalos de tempo e, depois em dentes humanos, extraídos uma semana, um mês e 3 meses após o término da restauração. Algumas cavidades foram pinceladas com verniz antes de restauradas e o Ca^{45} empregado como traçador sob a forma de cloreto de cálcio. Os dentes foram protegidos com esmalte para unhas e folha de estanho até próximo ao contorno das restaurações e imersos por duas horas na solução radioativa. A seguir, foram lavados com detergente, seccionados longitudinalmente e colocados em contato com filmes de raios X por 17 horas. Através da análise das auto-radiografias os autores concluíram que o selamento inicial do amálgama melhorou com o uso do verniz e que a infiltração marginal diminuiu com a idade

da restauração. Apesar desses dados positivos, afirmaram que o material restaurador ideal deveria unir-se quimicamente à estrutura dental.

GWINNET e BUONOCORE¹⁹, em 1965, publicaram um estudo sobre adesivos e prevenção de cárie, no qual definiram adesão como uma atração entre moléculas diferentes numa interface. As forças de atração podem ser físicas ou químicas. As de natureza física estão relacionadas à existência de forças de Van der Waals como as pontes de hidrogênio, enquanto as químicas resultam da formação de ligações iônicas ou covalentes e são mais fortes que as físicas. A adesão entre superfícies existe somente quando a separação é muito pequena, de poucos Angstroms. Teoricamente, as superfícies polidas a nível atômico aderem-se espontaneamente quando colocadas em contato. Na prática, entretanto, há necessidade de um adesivo para aproximar as superfícies a nível atômico e promover a adesão. Os adesivos desenvolvidos para a indústria não são compatíveis com as estruturas dentárias devido à toxidez, alta temperatura de polimerização, aparência, baixa resistência e alteração pela umidade. Os autores analisaram 16 soluções para condicionamento do esmalte, sobre o qual foi aplicado um adesivo de metil-2-cianoacrilato (Eastman 910), de rápida polimerização. Em seguida, foram feitos cortes longitudinais no esmalte para observação em microscópio. As observações sugeriram que a união entre o esmalte e o adesivo envolve retenção mecânica pela penetração do adesivo nos poros criados pelo agente de condicionamento e também ligação química do adesivo com as fases orgânicas e/ou inorgânicas do esmalte. Os autores indicaram a utilização desta técnica em fóssulas e fissuras como meio de prevenção de cáries, apontando a solução de ácido fosfórico a 50%, por 30 segundos, como a mais apropriada para o condicionamento do esmalte dentário.

Em 1977, McLEAN e WILSON³² publicaram um trabalho sobre o desenvolvimento do cimento de ionômero de vidro, sua fórmula e propriedades. A formulação do cimento de ionômero de vidro teve como objetivo combinar as melhores propriedades do cimento de silicato, do compósito e do cimento de policarboxilato de zinco. O cimento de

silicato tem baixa expansão térmica, alta resistência à abrasão quando não atacado por ácidos e a capacidade de fornecer alguma proteção contra a cárie pela liberação de flúor. As qualidades do compósito incluem excelente estética, a resistência à ácidos e a maior resistência flexural, enquanto o cimento de poliacarboxilato de zinco é reconhecido por suas propriedades hidrofílicas, adesão aos tecidos dentais e biocompatibilidade. Os autores concluíram que muitos desses objetivos foram alcançados com o desenvolvimento do cimento de ionômero de vidro, como as características de resistência semelhantes às do cimento de silicato, sendo mais resistente aos ácidos, biocompatível como o cimento de poliacarboxilato de zinco, com as vantagens da translucidez. Também promove aderência à dentina e ao esmalte por meio de ligações polares e iônicas (adesão físico-química).

Ainda no mesmo ano, McLEAN e WILSON³³ publicaram a segunda parte do trabalho sobre o desenvolvimento do cimento de ionômero de vidro, envolvendo suas aplicações clínicas. O cimento de ionômero de vidro tem sido particularmente indicado como forramento, sendo de fácil aplicação e permitindo desgaste 5 minutos após sua manipulação. Em cavidades a serem restauradas com compósito, o cimento pode ser inserido até o limite amelo-dentinário e, após sua geleificação, o esmalte deve ser condicionado com ácido fosfórico a 37% antes da inserção do compósito. Dessa forma, as vantagens do cimento de ionômero de vidro combinados com a estética e a retenção mecânica do compósito são totalmente aproveitados. As cavidades ficam mais conservadoras, não havendo necessidade de retenção mecânica. Os autores recomendam ainda que a limpeza da dentina seja feita apenas com uma suave irrigação de peróxido de hidrogênio, não devendo ser usado o ácido cítrico.

ASMUSSEN e JÖRGENSEN⁵, em 1978, publicaram um estudo de compilação sobre a importância do coeficiente de expansão térmica dos compósitos. Os autores afirmam que conclusões bem substanciadas não podem ser baseadas nos resultados experimentais apresentados pelos trabalhos, e que o intervalo entre 2 e 68°C utilizado no ciclo térmico é consideravelmente maior do que aquele a que as restaurações estão expostas *in vivo*. Os autores

afirmam ainda que todos os estudos comparativos *in vitro* de percolação térmica, exceto um, não mostram diferença sistemática entre resinas acrílicas e compósitos, tendo ambos os materiais o mesmo desempenho. Uma razão para esse resultado seria a expansão higroscópica das restaurações, que diminuiria a influência do coeficiente de expansão térmica. Segundo os autores, no único trabalho que mostrou as resinas mais susceptíveis à percolação do que os compósitos, as restaurações foram analisadas imediatamente após a polimerização, estando sob influência da expansão higroscópica diminuída.

Em 1983, CONSANI *et al.*¹¹ realizaram um trabalho para investigar *in vitro* a influência do *glaze* no selamento marginal das restaurações com compósito. Após a restauração, metade do total de corpos de prova de cada grupo foi armazenado em água a 37°C por duas semanas, e o restante foi submetido a 100 ciclos térmicos com banhos de água entre 4°C e 60°C, permanecendo 60 segundos imersos em cada banho. Após cada imersão, fria ou quente, os dentes eram colocados em água a 37°C por 30 segundos, com a finalidade de estabelecer um mesmo nível de temperatura antes de cada imersão. Em seguida, todos os dentes foram imersos numa solução radioativa de P³² por 30 dias, sendo então seccionados longitudinalmente através da restauração e colocados sobre um filme periapical por uma semana, para a obtenção de auto-radiografias. Os autores concluíram que o *glaze* usado sobre as restaurações *in vitro* eliminou a microinfiltração marginal das restaurações com compósitos.

HANSEN²⁰, em 1984, estudou a contração linear de polimerização de um compósito de micropartícula fotoativado, em cavidades sobre dentina com e sem a aplicação prévia de um adesivo. Observou também a influência de EDTA no efeito do adesivo de dentina e a possível relação entre o ângulo cavo-superficial e a adaptação marginal. Dentes humanos extraídos receberam cavidades em dentina com ângulos de 90°, 110°, 135° e 160°, representando as angulações entre as paredes opostas. Assim, o diâmetro das cavidades variava de 2,3 a 6,0 mm e a profundidade era de aproximadamente 1,5 mm. O adesivo, quando utilizado, foi o Scotchbond (3M) e o compósito Silux (3M) fotopolimerizado por 25 segundos

com uma unidade de luz do mesmo fabricante. Cinco minutos após a polimerização, as restaurações foram polidas e a fenda marginal medida em 24 pontos. O diâmetro da cavidade foi medido e a contração linear calculada. Quando o adesivo não foi usado, a contração linear diminuiu com o aumento do diâmetro da cavidade, provavelmente devido à adesão do compósito às paredes cavitárias, facilmente rompida pelas forças de contração. Entretanto, quanto maior o diâmetro, maior a área de superfície livre do compósito que pode sofrer contração nos estágios iniciais da polimerização, antes que a adesão compósito-paredes cavitárias seja rompida. Quando se usou adesivo de dentina, a contração linear foi reduzida nas cavidades pequenas. O aumento do diâmetro da cavidade reduziu percentualmente a contração linear em relação ao diâmetro, mas as fendas marginais tornaram-se mais largas e o efeito do adesivo de dentina foi reduzido. A limpeza das cavidades com EDTA levou à diminuição da contração linear, provavelmente pela remoção de *smear layer*, cuja presença pode inibir o adesivo através do oxigênio presente e/ou dificultar a difusão do adesivo. O aumento do ângulo cavo-superficial mostrou uma melhora significativa na adaptação marginal, existindo uma proporção crítica entre compósito, adesivo e diâmetro da cavidade.

Em 1984, AMBERRY *et al.*¹ realizaram um trabalho sobre infiltração marginal para verificar as seguintes variáveis: técnica restauradora; material restaurador; intervalos de tempo; matriz; e, margens oclusal e gengival. Cavidades de classe V foram feitas nas superfícies vestibular e lingual de 216 dentes, com uma broca de carboneto de tungstênio nº 700 em alta velocidade, com 2 mm de esmalte separando a margem gengival da restauração da junção cimento-esmalte. Os preparos cavitários tinham uma profundidade de 0,5 mm em dentina, com 2x4 mm de tamanho. Quatro retenções foram feitas com uma broca de carboneto de tungstênio esférica nº 1/4 em alta velocidade, e um bisel cavo-superficial de 45° a 60° com 0,3 a 0,5 mm em largura foi preparado com uma broca de carboneto de tungstênio de 12 lâminas para acabamento, em alta velocidade. Os dentes preparados foram armazenados em solução salina normal a 37°C até que todas as cavidades do grupo estivessem preparadas. Após limpeza dos dentes com pedra-pomes e taça de borracha, lavagem com água e secagem com ar,

as paredes e margens do preparo foram condicionadas com ácido por 1 minuto, lavadas por 15 segundos e secas. Nas restaurações inseridas sem a matriz, o contorno foi dado com um instrumento de Teflon umedecido com álcool, recobrando-as imediatamente com lubrificante. O acabamento inicial foi feito com broca de carboneto de tungstênio de 40 lâminas em alta rotação e discos Sof-Lex em baixa velocidade. Os dentes foram recobertos com 2 camadas de esmalte para unhas até 1 mm das margens da restauração, e armazenados em recipientes separados em solução salina normal a $37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 5 horas, 24 horas ou 28 dias, antes de serem seccionados. Nas últimas 2 horas de cada período de armazenagem, os corpos de prova foram submetidos ao ciclo térmico (15° e 56°C) numa solução normal salina de azul de metileno a 2%, permanecendo em cada banho por 45 segundos. Cortes vestibulo-linguais foram feitos com micrótomo de diamante (Isomet) em baixa velocidade e os dentes imediatamente analisados num microscópio (Vernir), com aumento de 30 vezes. Os dados coletados nas paredes oclusal e gengival mostraram uma infiltração significativamente maior na margem gengival, diferença encontrada em todas as técnicas. Os três períodos de armazenagem não tiveram efeito significativo na infiltração marginal. Quanto ao uso ou não da matriz, não houve diferença significativa entre os dois grupos quando Restodent e Concise foram analisados individualmente ou em combinação. Entretanto, para Silar houve infiltração maior quando não se usou a matriz, mas seu comportamento foi semelhante aos dois outros materiais quando a matriz foi usada. A infiltração foi significativamente maior quando a técnica adesiva não foi empregada.

HEMBREE²⁴, em 1984, estudou a microinfiltração utilizando dois compósitos de micropartícula e um de macropartícula em restaurações de classe V, feitas em cavidades contendo três diferentes ângulos cavo-superficiais, com o propósito de aumentar a região de esmalte para condicionamento ácido. Cento e sessenta e duas cavidades foram preparadas com uma broca cone invertido nº 35 em dentes humanos hígidos extraídos e armazenados em água. Os dentes foram divididos em três grupos: 1- terminação do esmalte em ângulo reto; 2- biselamento de 1,0 a 1,5 mm no esmalte cavo-superficial com ponta diamantada nº1/2

(Teledyne Densco); e, 3- terminação em ombro de aproximadamente 1,0 mm (metade da espessura do esmalte) com uma ponta diamantada nº 6B (SSW). Cada grupo foi dividido em três subgrupos que foram restaurados com os três diferentes sistemas de compósitos (Profile/Profile Enamel Bond, Silar/Concise Enamel Bond e Isopast/Contact Resin). O condicionamento ácido abrangeu o ângulo cavo-superficial e 2,0 mm além dele. Antes do compósito ser inserido foi aplicada a resina fluída. Após a polimerização foi feito acabamento com disco de óxido de alumínio e uma camada de resina fluída foi aplicada na superfície da restauração. Cada sub-grupo foi dividido em três períodos de testes, correspondendo a um mês, 6 meses e um ano, armazenado em água destilada a 37° C. Antes do teste, cada corpo de prova foi submetido a 100 ciclos térmicos, alternando a imersão por um minuto em água a 4° e 58° C. A microinfiltração foi determinada pela presença de um isótopo na interface dente-restauração. A superfície da raiz foi selada com esmalte para unhas e, após a imersão por duas horas na solução de isótopo de Ca, o dente foi lavado com detergente, seccionado longitudinalmente e colocado em contato com filmes periapicais por 17 horas para produzir auto-radiografias. O autor concluiu que a mudança na forma da cavidade não provocou alteração na microinfiltração, embora o compósito de macropartícula apresentasse menos infiltração que os outros dois de micropartículas. Para o produto Silar, a microinfiltração aumentou com o passar do tempo sendo, entretanto, menor do que para o Isopast.

Em 1984, DAVIDSON *et al.*¹⁵ estudaram a influência das forças de contração desenvolvidas durante a polimerização dos compósitos na adesão à dentina tratada com adesivo dentinário (Scotchbond). Esse estudo foi feito com compósitos químico e foto-ativados (Silar e Silux), linearmente e em três dimensões. O modelo linear consistia de uma montagem num tensilômetro, na qual os compósitos eram aplicados numa superfície plana de dentina, sendo a adesão medida em diferentes intervalos de tempo a partir do início da polimerização, a uma velocidade de 0,2 mm por minuto e comparada ao desenvolvimento de forças de contração. Foram utilizados dentes bovinos extraídos, cortados em fatias de 2 mm de espessura com uma serra diamantada refrigerada a água e lixadas, para encaixar precisamente no dispositivo

destinado a fixar o corpo de prova. Esse arranjo formava uma superfície dentária retangular plana (2,0 x 3,0 mm) para testes de adesão. Cada experimento foi repetido 5 vezes. Quando a contração de polimerização é restrita apenas a uma direção, obtém-se uma substancial adesão compósito-dentina. Num segundo experimento, 24 cavidades de classe V foram preparadas em dentes bovinos, de modo que as paredes axiais ficassem em dentina. O esmalte das cavidades foi condicionado por 60 segundos com ácido ortofosfórico a 40% e lavado por 45 segundos. O adesivo de dentina foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante. Metade das cavidades foi restaurada com Silar e a outra metade com Silux. Após armazenagem por 48 horas em água a 37°C os dentes foram seccionados no centro das restaurações e colocados numa solução de azul de metileno por 10 minutos. As secções foram examinadas num microscópio para verificar a integridade da adesão. Quando a contração foi obstruída em três dimensões, a força de contração foi menos compensada pelo escoamento e a força de adesão tornou-se muito fraca. Sempre que a força de contração do compósito excede a força de adesão à dentina, ocorre uma separação, e a microinfiltração torna-se evidente.

Em 1984, ARENDS *et al.*⁴ estudaram a infiltração *in vitro* de três compósitos em função do tempo, determinando a quantidade de nitrogênio que passava pelas margens da restauração a 2 atm. Segundo os autores, a origem da infiltração marginal é muito complexa porque inúmeros fatores contribuem: a polimerização produz contração e a subsequente absorção de água produz expansão. Os preparos cilíndricos foram feitos na superfície vestibular de dentes bovinos recém-extraídos e medindo $2,7 \pm 0,05$ mm de diâmetro por $2,0 \pm 0,05$ mm de profundidade, sendo 1mm a espessura do esmalte. Dos 50 dentes preparados, 25 receberam um bisel de 45° de 0,5mm e foram condicionados com ácido fosfórico a 37% durante 60 segundos, lavados e secos durante 15 segundos imediatamente antes da restauração. Os três compósitos utilizados foram Sevricon, Isocap e Concise, sendo a expansão higroscópica pesquisada em dez amostras que tinham as mesmas dimensões das restaurações empregadas. Logo após a preparação numa matriz de aço, as amostras foram mantidas em água a 37° C e o diâmetro foi medido em vários períodos até 8 dias. Nos corpos de prova condicionados por

ácido não houve infiltração detectável; nas amostras não condicionadas houve infiltração substancial no início, com rápida diminuição com o passar do tempo. Os resultados mostraram que a infiltração marginal de todos os compósitos diminuiu com o tempo, tornando-se desprezível após cerca de 1 mês. Os dados sugerem que a absorção de água e subsequente expansão dos polímeros são os responsáveis pela diminuição da infiltração.

Em 1985, JØRGENSEN *et al.*²⁷ mediram a contração de polimerização de parede a parede de um compósito fotopolimerizado com e sem o uso de cinco diferentes adesivos de dentina, em cavidades cilíndricas preparadas em dentes extraídos recentemente ou após armazenagem por até 4 semanas em quatro meios diferentes. Os dentes eram colocados em água à temperatura ambiente imediatamente após sua extração e em seguida transferidos para um dos seguintes meios: A) armazenagem em água por 24 horas; B) por 1 ou 4 semanas; C) solução aquosa de cloreto de benzalcônio a 0,1%; D) cloreto de sódio a 0,9%; e, E) cloramina, respectivamente por 1 ou 4 semanas. Após o armazenamento, uma superfície proximal de cada dente era desgastada com abrasivo de carboneto de silício umedecido, até a eliminação total do esmalte. Após o preparo de uma cavidade cilíndrica, medindo $3,0 \pm 0,1$ mm de diâmetro por aproximadamente 1,5 mm de profundidade, com ângulo cavo-superficial de 90° , a dentina foi tratada com uma solução aquosa de EDTA 0,5 M neutralizada com NaOH para a remoção do *smear layer*. Nos grupos com Superbond não foi feito o tratamento com EDTA, mas foi usada uma solução condicionadora. Após lavagem e secagem com ar, as cavidades receberam um dos seguintes agentes adesivos: Superbond, Gluma, Scotchbond, Panavia EX ou Clearfil Bond. Numa série controle armazenada por 24 horas em água, as cavidades foram preenchidas, após tratamento com EDTA, sem uso de agente adesivo. Todas as cavidades foram preenchidas com Silux, usando-se seringa, e a matriz pressionada suavemente contra uma placa de vidro. Após a remoção dessa placa, o material foi fotopolimerizado por 40 segundos com um aparelho Heliomat. Nas cavidades com Gluma, antes da inserção do compósito, foi polimerizada uma camada de Silux Enamel Bond. Após a polimerização, os dentes foram colocados em água, por 10 minutos, quando a superfície da restauração foi polida. O valor máximo da contração

marginal foi medido num microscópio (Leitz Orthophane) com uma lente de aumento de 1000 vezes e a contração de polimerização calculada como porcentagem do diâmetro da cavidade. Os experimentos e medidas foram feitos à temperatura ambiente ($22 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Os autores concluíram que as condições de armazenamento não afetaram a contração marginal quando usou-se água de torneira ou solução aquosa de cloramina a 1,0%; entretanto soluções aquosas de cloreto de benzalcônio a 1,0% ou cloreto de sódio a 0,9% ocasionalmente afetaram o tamanho da fenda de contração. Quanto aos agentes adesivos, todos os materiais utilizados mostraram fendas de contração, sendo os menores valores para Gluma e Superbond, e em ordem crescente para Panavia EX, Clearfil Bond e Scotchbond.

McLEAN *et al.*³¹, em 1985, estudaram *in vitro* a adesão de compósitos a cimentos de ionômero de vidro utilizando Espe Visio-Dispers e Espe Ketac (Espe, Seefeld/Oberbay, West Germany). A força de adesão entre os dois materiais foi pesquisada através de um teste de resistência de três pontos. O cimento recém-manipulado foi colocado numa matriz inoxidável (25 mm x 4 mm x 4 mm) bloqueada numa extremidade por uma placa de polietileno (12,5 mm x 4 mm x 4mm) que ocupava metade da matriz. Após 10 minutos a 23°C , o cimento e a placa foram removidos da matriz e uma das extremidades do cimento recebeu um ligeiro acabamento com brocas de carboneto de tungstênio e condicionamento com ácido fosfórico a 37% por um minuto. Os corpos de prova foram recolocados na matriz com a superfície condicionada no centro e a resina líquida Visio-Bond aplicada e fotopolimerizada. Em seguida o compósito foi inserido, fotopolimerizado e armazenado por 24 horas em água a 23°C . Os corpos de prova foram fraturados numa máquina de teste de três pontos. Corpos de prova de cimento de ionômero de vidro não condicionado foram preparados sob idênticas condições como grupo controle. O efeito do condicionamento ácido foi estudado em réplicas positivas usando microscopia eletrônica de varredura e a superfície do compósito que havia estado em contato com o cimento condicionado foi examinada após a dissolução do cimento com ácido hidroclorídrico concentrado. Excetuando-se dois corpos de prova em que a fratura ocorreu na interface cimento-resina, o ponto de ruptura localizava-se no próprio cimento. Quando o

cimento não era condicionado, a força de fratura era menor do que aquela para cimento condicionado, indicando que o condicionamento ácido aumenta a força de adesão. Nesse mesmo trabalho, os autores, baseando-se que o ataque ácido permitiria adequado selamento marginal nas cavidades em ângulo reto e biseladas, descrevem uma técnica clínica de restauração de cavidades de classe III ou V utilizando os princípios de condicionamento ácido do cimento de ionômero de vidro. A margem de dentina foi terminada em ângulo reto, enquanto a margem de esmalte foi biselada. A cavidade foi lavada, o condicionador de superfície aplicado (ácido poliacrílico, ácido tânico, dodicin ou ITS), lavado e seco. O cimento de ionômero de vidro foi inserido até as margens cavo-superficiais, sendo removido das margens de esmalte após 5 minutos e confeccionado um ângulo chanfrado na parede de dentina. Uma solução de ácido fosfórico a 37% foi aplicada às margens de cimento e esmalte por um minuto, lavada e seca. O agente adesivo foi aplicado imediatamente sobre o cimento e paredes cavitárias e fotopolimerizado; em seguida o compósito foi inserido com cuidado para haver uma adaptação precisa, sem excessos, evitando-se o uso de matrizes plásticas. O acabamento foi feito com pontas de diamante fino ou brocas de carboneto de tungstênio e o polimento foi completado com taças de borracha abrasiva (Aaba) e pasta de óxido de alumínio de granulação fina. Os autores concluíram que essa técnica é de fundamental importância pois permite que o compósito seja unido à dentina através do uso do cimento de ionômero de vidro, sem depender da adesão direta compósito-dentina.

Em 1985, HANSEN e ASMUSSEN²² realizaram um trabalho para analisar os resultados de um estudo anterior sobre adesivos dentinários em diferentes tipos de cavidades, verificando se a adaptação de um compósito é apenas uma questão de volume da cavidade ou uma combinação de volume e uma ou mais das seguintes variáveis: área das paredes da cavidade, área total do assoalho e paredes da cavidade, profundidade da cavidade, área da superfície da cavidade. As cavidades preparadas em dentes humanos extraídos tinham um diâmetro externo entre 1,8 e 6,3 mm e a profundidade era de 1,5 mm ou menor, conforme determinado pelo ângulo cavo-superficial e diâmetro da cavidade. As cavidades preparadas

tinham ângulos cavo-superficiais de 90°, 110°, 135° e 160°. O compósito Silux (3M) era aplicado com ou sem o uso prévio de Silux Enamel Bond ou diferentes adesivos dentinários (Gluma, NPG-GMA + PMDM e Scotchbond). A fenda marginal era medida num microscópio (Reichert MeF) a partir de 10 minutos até 7 dias após a foto-polimerização do Silux. Todos os procedimentos, exceto o preparo das cavidades e a mistura dos adesivos, foram realizados numa sala a 37°C. Para cada material a regressão linear entre a fenda marginal máxima e o volume da cavidade foi investigada. Os autores concluíram que o aumento das dimensões do assoalho da cavidade resulta num aumento da proporção V/A (volume da cavidade/área das paredes da cavidade) com conseqüente aumento da fenda marginal; o aumento das dimensões da superfície livre também influencia a adaptação marginal, mas não tanto quanto as dimensões do assoalho.

BAUER e HENSON⁷, em 1985, examinaram a micro-infiltração em 32 cavidades de classe V preparadas em pré-molares recém-extraídos e restauradas com ouro coesivo, amálgama ou compósito. As cavidades restauradas com compósito tiveram seu esmalte previamente condicionado com ácido fosfórico a 50% por 60 segundos e a parede axial protegida com cimento de hidróxido de cálcio. Após a restauração, os ápices radiculares foram obturados com amálgama e os dentes cobertos com esmalte para unhas e embutidos em resina Duralay até próximo do contorno das restaurações. Em seguida, os dentes foram submetidos a 25 ciclos de 1 minuto entre 4° e 60°C numa solução aquosa de fluoresceína a 2%. Após a ciclagem térmica, foram seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual e observados sob luz ultra-violeta, com aumento de 30 vezes. Os autores concluíram que o melhor selamento nas margens de esmalte foi feito pelo compósito, enquanto nas margens de cimento, o ouro coesivo teve o melhor desempenho.

Em 1985, GORDON *et al.*¹⁸ realizaram um estudo comparativo da microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com quatro compósitos disponíveis no mercado, sobre base de ionômero de vidro. Afirmando que nenhum sistema restaurador disponível promove

completa adesão às paredes de cimento e dentina de uma cavidade, escolheram como base um material com potencial cariostático capaz de aderir à dentina e ao esmalte. Foram utilizados vinte molares humanos extraídos, hígidos, onde foram preparadas quarenta cavidades nas superfícies vestibular e lingual, medindo aproximadamente 1,5 mm de profundidade por 3,5 mm de largura por 2,0 mm de altura. Os preparos foram feitos com broca de carboneto de tungstênio nº 56, em alta rotação e refrigeradas a água, e se localizavam na junção esmalte-cimento. Todas as margens cavo-superficiais foram terminadas em ângulo de 90° com instrumentos manuais. Os preparos foram limpos com pedra-pomes em taça de borracha, lavados com água e secos com ar. O cimento de ionômero de vidro Ketac-Bond foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e aplicado na parede axial e na maior parte da parede gengival cuja margem, próxima ao ângulo cavo-superficial, foi deixada descoberta. Após 60 segundos, a margem de esmalte e a superfície do cimento foram condicionadas por 60 segundos com ácido fosfórico a 37%. As superfícies condicionadas foram lavadas com água e secas com ar. O agente de união quimicamente ativado (Sankin) foi aplicado sobre todas as margens da cavidade, oclusal (esmalte) e gengival (cimento-dentina). Os dentes foram divididos ao acaso e restaurados com um dos seguintes compósitos: Herculite, Prisma-Fil, Silux, Visio-Fil. Foi feita a polimerização por 40 segundos com um aparelho Coe e o polimento com discos Sof-Lex. Os dentes foram selados com esmalte para unhas até 2 mm das margens da restauração e os ápices com amálgama. Os dentes sofreram então 120 ciclos térmicos, sendo 25 segundos a 37°C e 5 segundos a 5°C. Em seguida, foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 2 horas e colocados num revelador radiográfico sob luz fluorescente por 4 horas, quando foram então seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual. O grau de penetração do corante foi avaliado separadamente para as paredes oclusal e gengival usando um microscópio binocular com aumento de 25 vezes. Todos os materiais ensaiados mostraram algum grau de infiltração. Para a parede oclusal (esmalte), a combinação com Silux mostrou significativa diminuição de penetração em relação à Visio-Fil e Herculite. Prisma-Fil teve uma penetração significativamente menor que Visio-Fil. Também

na parede gengival de cimento-dentina a combinação com Silux mostrou penetração significativamente menor que Prisma-Fil e Visio-Fil. Herculite também mostrou menor penetração que Visio-Fil.

LUTZ *et al.*²⁹, em 1986, realizaram um estudo para descrever o desempenho de cunhas refletoras e sua influência na adaptação marginal de restaurações de classe II com compósitos. Partindo do princípio de que a adaptação marginal proximal poderia ser substancialmente melhorada pela inversão dos vetores de contração, o ingrediente essencial para a irradiação inicial numa direção gengivo-proximal seria a disponibilidade de cunhas transparentes de reflexão lateral. A primeira parte do trabalho consistiu na medida da força de iluminação transmitida pelas cunhas refletoras, calculada como porcentagem da luz diretamente refletida por um espelho numa caixa preta. Numa segunda etapa, a eficiência de vários procedimentos de polimerização foi quantificada pelo cálculo do volume do bloco de compósito completamente endurecido como porcentagem do tamanho máximo da restauração. Para tal, foram utilizadas restaurações de Brilliant Lux inseridas em cavidades de 6x6x3 mm, preparadas em moldes de teste e fotopolimerizadas através de cunhas transparentes de 1,6 mm de largura, com e sem núcleo refletor, por 20, 30 e 60 segundos. As cunhas foram posicionadas ao nível da parede gengival ou 1,5 mm abaixo dela. Após a polimerização, os blocos de compósito foram removidos, o compósito não completamente polimerizado foi raspado e o cálculo efetuado. Para verificar o efeito de cunhas refletoras na adaptação marginal, foram preparadas 36 cavidades MOD convencionais com terminação em ângulo reto em molares permanentes e restauradas com compósito híbrido na técnica por camadas. Em dois grupos foi usado Ketac-Bond como forramento, condicionado por ácido, e em três dos seis grupos foi usada cunha refletora. Após o acabamento das restaurações, as 12 superfícies proximais de cada grupo foram analisadas em microscópio. Em seguida, as restaurações foram imersas por 20 horas numa solução de fucsina básica a 0,5%, seccionadas no sentido vestibulo-lingual e analisadas de acordo com a penetração de corante. Os autores concluíram que os resultados causados pela contração de polimerização podem ser bastante minorados com o emprego de

certas técnicas de inserção e polimerização. As cunhas com núcleo de reflexão lateral de luz contribuem para uma melhor adaptação marginal ao longo do ângulo cavo-superficial gengival e o uso de cimento de ionômero de vidro como material de forramento, além de promover o selamento da dentina cortada, reduz o tamanho da restauração de compósito, aumentando a proporção superfície livre/volume.

HANSEN²¹, em 1986, estudou o efeito da profundidade da cavidade e da técnica de aplicação na adaptação marginal de compósitos em cavidades de dentina. Foram utilizados dentes humanos extraídos que, após armazenagem em água de torneira à temperatura ambiente por até 24 dias, tiveram uma das superfícies da raiz desgastada com lixas de carboneto de silício, onde foi preparada uma cavidade cilíndrica com acabamento em ângulo reto. A largura da fenda de contração marginal foi medida num microscópio de luz (Reichert MeF) com mensuração ocular. Todos os procedimentos, exceto o preparo das cavidades e manipulação dos materiais, foram realizados à temperatura de $36,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Foram feitos dois grupos de experimentos. No grupo 1, a cavidade tinha 4 mm de diâmetro e sua profundidade era de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 ou 3,0 mm. As cavidades eram lavadas por 10 segundos com solução de peróxido de hidrogênio a 3%, seguido por água e secagem com ar, ambos por 10 segundos. Os compósitos testados, Silux e Concise, foram aplicados com seringa (Hawe-Neos) e a superfície livre da restauração recoberta com uma matriz (Hawe-Neos). O compósito Concise foi polimerizado sob ligeira pressão digital na matriz enquanto Silux foi foto-polimerizado por 25 segundos com uma unidade 3M/LC, cuja ponta tocava a matriz. Silux foi testado nos seis tipos de cavidades, enquanto para Concise foram usadas apenas cavidades com 0,5 e 3,0 mm de profundidade. Foram investigadas 10 restaurações para cada condição experimental. No grupo 2, a cavidade tinha 4 mm de diâmetro por 3,0 mm de profundidade. Silux foi aplicado em três diferentes técnicas de duas fases. A primeira camada era colocada paralelamente à superfície livre da cavidade ou de forma oblíqua, tanto na área apical quanto na área coronária da cavidade, sendo então polimerizada. Aproximadamente metade da cavidade era preenchida pela primeira camada. Para cada uma das três técnicas foi registrada a fenda máxima de

contração marginal de dez restaurações. Os resultados do grupo 1 mostraram que, para os dois compósitos, a profundidade da cavidade não influenciava a fenda marginal máxima medida 0,1 mm abaixo da superfície da restauração. No grupo 2, as duas técnicas de inserção oblíqua resultaram numa redução estatisticamente significativa da fenda marginal, independente da localização da primeira camada. A redução foi da ordem de 25%. A maior contração de polimerização foi quase sempre encontrada na área gengival das cavidades (51%), enquanto em apenas 11% a maior fenda localizava-se na região coronária.

LUTZ *et al.*³⁰ realizaram, em 1986, um trabalho com o objetivo de desenvolver uma técnica para ótima adaptação marginal com a inserção do compósito em incrementos, avaliar a estabilidade da adaptação marginal sob pressão térmica e mecânica e, se necessário, adaptá-la para tornar-se mais resistente ao esforço. Cavidades MOD com terminação em ângulo reto foram restauradas em molares humanos extraídos utilizando-se um compósito foto-polimerizado de partícula híbrida (Brilliant Lux) com agente de união, cimento de ionômero de vidro (Ketac Bond) como forramento, cunhas refletoras e técnica de polimerização em três direções. Nessa técnica a camada da parede gengival foi polimerizado através de uma cunha refletora (Luciwedge, Hawe-Neos Dental); a segunda camada foi colocada nos 2/3 vestibulares da caixa proximal e polimerizada por vestibular, enquanto uma terceira camada, no terço lingual, foi polimerizada por lingual. Os corpos de prova foram divididos em 4 grupos, contendo 6 elementos cada. No grupo I foi omitido o condicionamento ácido do esmalte e o forramento; no grupo II, somente o forramento; no III o condicionamento ácido foi feito no esmalte e no cimento de ionômero de vidro, e no IV, apenas no esmalte. Todas as restaurações foram terminadas imediatamente após a polimerização; uma carga de 72,5 N foi aplicada por 500.000 ciclos a 1,6Hz seguida por 2.500 ciclos térmicos em banhos de 5° e 55°C. As superfícies proximais (12 por grupo) foram analisadas quantitativamente com respeito à micromorfologia da interface dente-restauração. O vedamento marginal foi medido com a avaliação de penetração de um corante. Os resultados mostraram que a técnica de polimerização por camadas em três direções apresentou a melhor e mais resistente adaptação

marginal quando não havia adesão entre o compósito e o cimento de ionômero de vidro. Os autores concluíram que a redução da contração de polimerização induzida ao material melhorou a qualidade e estabilidade da adaptação marginal das restaurações com compósito. Entretanto, a resistência de união ao esmalte ou dentina não resolve o problema de adaptação porque as forças de contração da massa de compósito excedem as forças de coesão dos tecidos duros do dente, principalmente margens de esmalte condicionado e em ângulo reto.

Em 1987, CRAWFORD *et al.*¹² realizaram um trabalho para verificar a correlação entre o plano de corte do esmalte antes do condicionamento e subsequente infiltração. Os autores utilizaram 87 pré-molares, recém-extraídos por razões de ortodontia, armazenados em etanol a 70%. Depois de limpos, tiveram suas raízes seccionadas a 2 mm do limite cimento-esmalte com um disco diamantado. As coroas foram bi-seccionadas e os dentes divididos em três grupos de 29 e seccionados horizontalmente, verticalmente no sentido vestibulo-lingual ou removendo-se uma porção tangencial à superfície vestibular, expondo assim os prismas em uma das três direções. Os corpos de prova foram lavados em água destilada, secos e o esmalte cortado foi condicionado com ácido fosfórico a 30,5% por 1 minuto. Após lavagem com água destilada por 1 minuto e secagem, foi aplicada uma camada de resina de metano (Alpha-Seal) com um pincel macio e polimerizada com uma fonte de luz ultra-violeta. Dos 87 dentes preparados, 57 foram testados quanto à infiltração imediatamente, enquanto outros 30 permaneceram secos, por 3 meses, à temperatura ambiente. Em cada um dos 87 dentes preparados, a interface resina-esmalte foi exposta com instrumentos rotatórios diamantados. Foi exposta uma área de 1 mm de largura através dessa interface, ficando todo o resto do corpo de prova recoberto com esmalte para unhas. O exato comprimento dessa interface foi medido em cada amostra com um microscópio de modo que a infiltração fosse relacionada ao comprimento da interface exposta. Foi utilizado isótopo Na^{22} , e após armazenagem por 24 horas a 37°C num banho de água, os dentes foram lavados em solução aquosa NaCl a 0,9%. Não houve diferença estatística entre os grupos cortados horizontalmente e o corte tangencial; entretanto, os corpos de prova cortados verticalmente absorveram

significativamente mais isótopo. Os dentes mantidos secos por 30 dias tiveram uma absorção 10 vezes maior, mantendo a tendência semelhante de maior absorção nos cortes verticais.

CRIM e GARCIA GODOY¹⁴ estudaram, em 1987, o efeito do armazenamento e da duração do ciclo térmico na infiltração marginal. Vinte pré-molares humanos hígidos extraídos foram selecionados, limpos e armazenados em água à temperatura ambiente. Cavidades de classe V foram preparadas no terço cervical das superfícies vestibular e lingual com uma broca de carboneto de tungstênio nº 170 em alta rotação refrigerada a água. Todas as margens se localizavam em esmalte com ângulo cavo-superficial de 90°. Os preparos foram condicionados por 1 minuto com gel (3M) e o dente lavado por 1 minuto. Resina fluida (Prisma-Bond) foi aplicada e espalhada com jato de ar. Prisma-Fil foi inserido na cavidade e polimerizado em combinação com a resina fluida por 40 segundos. Após o acabamento das restaurações, os dentes foram isolados com esmalte para unhas e papel alumínio, de modo que só a restauração ficasse exposta ao corante. Cinco dentes contendo dez restaurações foram divididos ao acaso nos seguintes grupos: A-100 ciclos térmicos imediatamente após a restauração; B-1500 ciclos imediatamente após a restauração; C e D-100 e 1500 ciclos respectivamente, 24 horas após a restauração, tendo os dentes sido mantidos em água à temperatura ambiente. O ciclo térmico consistia em 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 54°C, 23 segundos a 37°C e 9 segundos a 12°C. Os dentes eram então colocados numa solução de fucsina básica, por 24 horas. O alumínio e o esmalte para unhas eram retirados, os dentes limpos para remoção do corante superficial e seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual através do centro das restaurações. A microinfiltração foi classificada nas margens oclusal e cervical sob aumento de 25 vezes. A análise estatística não revelou diferença significativa na infiltração entre as quatro técnicas de termociclagem.

STANINEC *et al.*³⁷, em 1988, verificaram os efeitos de uma resina fluida de BIS-GMA como agente de forramento, na tentativa de reduzir a infiltração marginal em restaurações com amálgama. Prepararam cavidades de classe V nas faces vestibular e lingual de

19 molares humanos recém-extraídos, cujas raízes foram seccionadas e a polpa coronária extirpada. No grupo experimental as cavidades foram secas, condicionadas com ácido fosfórico, lavadas e secas novamente. A resina fluida foi pincelada e o amálgama pré-dosado foi condensado. No grupo controle o amálgama foi condensado sem haver condicionamento ácido ou forramento. Os dentes restaurados foram armazenados em água por 24 horas e submetidos a 100 ciclos térmicos entre 6 e 60°C. Para observar o desenvolvimento de lesões cariosas ao redor das restaurações, os dentes foram colocados em meio de cultura com substrato e bactérias cariogênicas por 50 dias. Após a secção dos dentes, os autores verificaram lesões em ambos os grupos, com morfologia e profundidade semelhantes. Os autores concluíram que a resina fluida experimental não reduziu a microinfiltração nas restaurações com amálgama.

ASMUSSEN e MUNKSGAARD⁶, em 1988, fizeram uma revisão na literatura sobre o estado dos adesivos de dentina e o impacto da forma da cavidade e das técnicas de restauração. Explicando as formas conhecidas de adesão às partes orgânica e inorgânica da dentina, compararam a resistência à tração de vários adesivos dentinários disponíveis no mercado, obtendo para a maioria valores menores que 10 MPa. Entretanto, Tenure apresentou valores de 14 MPa e 12 MPa para as versões original e modificada, respectivamente. Para Gluma, adesivo à parte orgânica da dentina, o valor encontrado foi de 14 MPa. Em relação à retenção, os autores afirmam a necessidade de uma força de adesão de no mínimo 10 MPa. Quanto às fendas marginais, o aumento da cavidade promove fendas maiores e o adesivo que demonstra maior força de adesão apresenta um aumento de fendas menores do que aquelas associadas aos adesivos com fraca adesão. Segundo os autores, não apenas o tamanho mas também a forma da cavidade é um fator importante na determinação da espessura das fendas marginais. A espessura aumenta quando a forma da cavidade passa de V para caixa, e essa variação pode ser explicada pela mudança concomitante na relação entre volume da restauração e área das paredes cavitárias. À medida que o volume aumenta, aumentam as forças de contração da restauração; a diminuição da área das paredes cavitárias corresponde a uma diminuição da adesão da restauração. Dessa forma, se o adesivo fornece uma adesão suficiente

para assegurar a retenção da restauração, a estrutura dental não deve ser removida para se criar retenções adicionais, ou as fendas marginais aumentarão em espessura e extensão. Em cavidades com margens em esmalte e dentina, os autores lembram a necessidade do condicionamento do esmalte e aplicação de um adesivo de dentina. Com o sistema adesivo, o condicionamento do esmalte é parte integrante do sistema, enquanto para os adesivos fosfatados e Gluma, o condicionamento consiste numa etapa separada. Uma pesquisa demonstrou que tanto o condicionamento do esmalte seguido pela aplicação de EDTA e Gluma, quanto a aplicação da técnica simplificada utilizando um pré-tratamento com soluções ácidas de glicina (ácido cítrico ou pirúvico) foram efetivos na redução do tamanho das fendas marginais para cerca de 1 µm, cujo total fechamento ocorre pela expansão higroscópica. Os autores também citam trabalhos envolvendo a técnica de aplicação do compósito em 2 camadas. Os autores concluíram que nenhuma redução adicional foi encontrada com a técnica de duas camadas quando foi usado um adesivo eficiente como Gluma. Finalizando, os autores citam a possibilidade de uma combinação de adesivos em ambas as partes orgânica e inorgânica da dentina.

Em 1988, CHOHAIEB¹⁰ publicou uma revisão bibliográfica sobre adesão à estrutura dental, abordando aspectos clínicos e biológicos. Destacando a preocupação de todos os profissionais com os efeitos deletérios da infiltração marginal nas restaurações com compósitos, citou inúmeros esforços desenvolvidos para melhorar a adesão de materiais restauradores à dentina nos últimos 20 anos, o que continua sendo um desafio para os pesquisadores. Tendo a dentina composição diferente da do esmalte, a técnica do condicionamento ácido não promove adesão de compósitos à superfície dentinária, além de causar efeitos irritativos à polpa. Destacou ainda que a área crítica de uma restauração com compósito não é a interface esmalte-compósito, mas sim a margem gengival em que o compósito está em aposição a dentina e/ou cimento, uma vez que a contração de polimerização causa fendas nessa região e esforços adicionais são induzidos por forças de oclusão e ciclagem térmica. Autores discordam quanto à efetividade dos adesivos dentinários e numerosos estudos

mostraram diferenças acentuadas no comportamento de produtos comerciais. Além das diferenças individuais na manipulação dos materiais pelos pesquisadores que poderiam influir no resultado final, a continuada interação com água (hidrólise) ou com outros meios poderia levar à degradação. Devido à falta de padronização, muita inconsistência pode ser detectada nos resultados dos testes *in vitro*. Dentre os fatores que poderiam afetar os testes *in vitro*, a autora destacou a metodologia empregada, a escolha do substrato (dentes humanos ou bovinos), idade e condições de armazenagem do corpo de prova, preparação da superfície dentinária (com e sem remoção de *smear layer*), habilidade do agente adesivo em inibir a microinfiltração e tempo do experimento (a maioria apresenta períodos apenas de 1 a 7 dias). Também é importante que nos testes de resistência à adesão e microinfiltração os corpos de prova sejam submetidos à ciclagem térmica.

JONES *et al.*²⁶, em 1988, utilizaram 70 pré-molares extraídos, verificando a infiltração marginal em cavidades de classe II, preparadas com uma broca diamantada cilíndrica, com as margens todas em esmalte, terminadas com brocas Baker Curson, sem bisel e previamente tratadas com condicionamento ácido do esmalte e adesivo de dentina. O primeiro grupo foi restaurado com P30, após a lavagem e secagem das cavidades. Esse material foi também utilizado para restaurar três outros grupos: 1 - Após o condicionamento das margens de esmalte com ácido ortofosfórico a 37% por 60 segundos, lavagem e secagem da cavidade; 2 - Após aplicação de duas camadas de adesivo dentinário quimicamente ativado (Scotchbond, 3M) a toda superfície de dentina exposta após a lavagem e secagem das cavidades; e, 3 - Após condicionamento das margens de esmalte por 60 segundos mais aplicação de duas camadas do adesivo de dentina a toda dentina exposta e esmalte, estando as cavidades lavadas e secas. Nesses quatro grupos foi utilizada uma base de hidróxido de cálcio (Dycal) na parede pulpar. O acabamento foi feito com pontas diamantadas super finas em alta rotação e pedras brancas em rotação convencional. Outros grupos de dentes foram restaurados com cermet (Ketac Silver). Um desses grupos teve as paredes da cavidade condicionadas com ácido poliacrílico (Durelon, Espe) por 30 segundos, enquanto o outro grupo foi restaurado sem qualquer pré-tratamento. O

acabamento foi feito com brocas de diamante super finas em alta rotação e pedras brancas em rotação convencional com refrigeração a água. As restaurações foram recobertas com verniz e os dentes imersos em água deionizada. O polimento da superfície oclusal foi completado após 24 horas com taça de borracha e pasta à base de água. O último grupo foi restaurado com amálgama (ANA 2000) após duas camadas de verniz cavitário (De Trey). Em nenhum grupo foi feito polimento da superfície proximal. Após armazenagem em água deionizada por 7 dias, os dentes foram isolados até 1 mm das margens da cavidade com esmalte para unhas, e a porção coronária do dente imersa em eosina a 4% com pH 7,4 por 48 horas. Em seguida, foram seccionados longitudinalmente num plano méso-distal. Cada secção foi fotografada com filme Kodak Ektachrome 50 ASA através de uma lupa estereoscópica. As transparências coloridas resultantes foram analisadas quanto à infiltração marginal e penetração do corante usando-se um analisador de imagem (Magiscan 2) desenvolvido para permitir a medida da área e a área total de dentina que apresentava penetração do corante. Todos os grupos apresentaram alguma infiltração, que foi consideravelmente maior no grupo restaurado com cemet, com tratamento prévio da cavidade.

Em 1988, PHAIR *et al.*³⁵ estudaram a formação de fenda marginal em cavidades de classe V restauradas com compósito e cimento de ionômero de vidro. Utilizaram setenta pré-molares e molares humanos recém-extraídos, limpos com cureta periodontal e pasta de pedra-pomes, mantidos em água deionizada sob refrigeração. Foram preparadas cavidades de classe V, metade em esmalte e metade em dentina, nas superfícies vestibular, lingual, mesial ou distal, com uma broca de carboneto de tungstênio nº 330 em alta rotação refrigerada a água. As cavidades tinham $4,0 \pm 0,5$ mm de largura por $2,5 \pm 0,5$ mm de altura e $1,4 \pm 0,5$ de profundidade. Em todo o esmalte do ângulo cavo-superficial foi feito um bisel com uma broca de carboneto de tungstênio de acabamento nº 7902, de aproximadamente 45° e com 0,5 a 1,0 mm de largura. As margens de esmalte foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 30 segundos. A dentina, cujas margens eram de aproximadamente 90° , recebeu um pré-tratamento por 10 segundos com ácido poliacrílico a 40%, sendo depois lavada e seca. As 140 cavidades

(2 por dente) foram aleatoriamente divididas em 14 grupos, sendo 12 experimentais e 2 controle. As 14 técnicas utilizadas foram as seguintes: Ketac-Bond (grupos 1S, 1P, 2S, 2P): o cimento foi usado em fina camada sobre toda a dentina. Quatro minutos após o início da mistura, uma pequena porção do cimento ($0,2 \pm 0,1$ mm) foi removida do ângulo cavo-superficial e a porção remanescente condicionada com ácido fosfórico a 35% por 30 segundos, apenas nos grupos 2S e 2P. Dentin Bonding Agent, Scotchbond Lightcure ou Prisma Universal Bond foi aplicado em 2 camadas sobre toda a parede de dentina e margens, sendo cada camada espalhada com jato de ar e polimerizada por 20 segundos com uma lâmpada Elipar Visio. Em seguida, uma resina sem carga foi aplicada (Concise Enamel Bond) e as cavidades foram preenchidas com Silux na cor U, cobertas por tiras de poliéster e polimerizadas por 40 segundos. Três minutos após a polimerização, o compósito foi terminado e polido com discos Sof-Lex; Ketac-Fil (grupos 3S, 3P, 4S, 4P, 5S, 5P, 6S, 6P): o cimento de ionômero de vidro foi utilizado como base, sob o compósito. Duas técnicas de inserção foram usadas, sendo que nos grupos 3S, 3P, 4S, e 4P o cimento foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e injetado diretamente na cavidade com seringa, tomando-se o cuidado de não cobrir o esmalte interno do preparo. Dois minutos após o início da mistura, a superfície do cimento foi coberta com o verniz fornecido, removido 13 minutos mais tarde com um formador de borda gengival. Uma pequena porção de cimento ($0,2 \pm 0,1$ mm) na margem cavo-superficial em dentina e algum possível cimento nas paredes de esmalte foram removidos com o mesmo instrumento. O cimento foi condicionado por 30 segundos com H_3PO_4 a 35% apenas nos grupos 4S e 4P. O esmalte foi biselado, os agentes adesivos aplicados e as cavidades preenchidas com compósito como descrito anteriormente. No outro grupo, o cimento foi inserido na cavidade com um ligeiro excesso e o verniz aplicado 2 minutos após o início da mistura. Após 13 minutos, o cimento foi desgastado até o nível das margens da cavidade com um disco Sof-Lex médio e um lubrificante solúvel em água (Borofax). Essas restaurações foram armazenadas em água deionizada à temperatura ambiente por 24 horas, após nova aplicação de verniz. Uma broca de carboneto de tungstênio nº 330 e um formador de borda

gingival foram utilizados para remoção do cimento, o suficiente para deixá-lo como no grupo anterior, em que as cavidades não eram totalmente preenchidas com cimento. O condicionamento foi feito com H₃PO₄ a 35% por 30 segundos nos grupos 6S e 6P. O esmalte foi biselado e condicionado, os agentes adesivos aplicados e as cavidades preenchidas com compósito como previamente descrito; Grupos controle (7S, 7P): não foi utilizado cimento de ionômero de vidro. O esmalte foi biselado, condicionado, os agentes adesivos aplicados e as cavidades preenchidas com compósitos da mesma maneira que nos grupos anteriores. Para remover *smear layer* após o acabamento, em todas as margens das cavidades foi aplicado H₃PO₄ a 35%, sendo lavado após 5 segundos e seco. Uma solução de 0,5 % de fucsina básica em propilenoglicol foi aplicada sobre as margens por 60 segundos, os dentes lavados em água corrente e o corante da superfície removido com discos Sof-Lex. Todos os corpos de prova foram fotografados com aumento de 8 vezes. As transparências coloridas foram projetadas em papel branco para produzir um aumento final de cerca de 30 vezes. As margens foram traçadas com lápis azul nas áreas sem corante e vermelho onde houve penetração de corante. A margem de cada restauração foi dividida em 10 intervalos que receberam os escores 0 (sem traço vermelho) ou 1 (traço vermelho presente). Como havia 5 áreas para dentina e 5 para esmalte, a soma dos escores variava de 0 a 5, sendo esse resultado submetido à análise estatística separadamente para esmalte e dentina. Nas áreas de esmalte, a infiltração aconteceu mais próximo à junção esmalte-cimento, tendo ocorrido em 6,6% da superfície. Para a dentina a menor frequência foi próximo à junção cimento-esmalte, mas no total a infiltração ocorreu em 92% das áreas de dentina.

Em 1988, WALLS *et al.*³⁹ realizaram um trabalho com o objetivo de determinar a contração volumétrica de polimerização numa série de compósitos foto-ativados e fazer uma correlação entre contração, compósito, carga e o calor gerado durante a reação de polimerização. Os materiais utilizados foram: Visio-Dispers, Brilliant, Prisma-Fil, Ful-Fil, Heliomolar, Occlusin e P30. A alteração dimensional foi medida usando-se um registrador de carga mínima. Os corpos de prova foram colocados num anel de metal seccionado sobre a

superfície de uma lâmina de microscópio. O material foi colocado no centro do anel, pressionado firmemente pela lamínula, até entrar em contato com o anel de metal. As alterações dimensionais foram medidas pela distorção da lamínula no centro do corpo de prova, por meio de dois cabos de fibra óptica. Cada corpo de prova foi submetido a uma exposição inicial de 30 segundos e a alteração foi continuamente registrada durante esse período. Quando terminava a contração, o corpo de prova era exposto a 30 segundos adicionais de luz, dando um total de 60 segundos. Após a leitura final, os corpos de prova tinham a espessura medida com um micrômetro, procedimento este repetido por cinco vezes para cada material, à temperatura ambiente ($26 \pm 2^\circ\text{C}$). A contração de polimerização foi determinada adicionando o valor da contração à espessura final e expressando a contração como uma porcentagem dessa espessura original. O componente de carga dos compósitos foi medido através da queima dos corpos de prova num forno a 600°C até que um peso constante fosse atingido. Esse método daria resultados precisos para materiais com partículas convencionais de vidro ou quartzo, mas não para micropartículas, em razão da presença de complexos resina-partículas pré-polimerizados em muitos desses compósitos, que atuariam como partículas inertes em termos de reduzir a contração de polimerização, mas se desintegrariam no forno deixando apenas a sílica coloidal como componente de carga. A exotermia produzida durante a polimerização foi medida com uma unidade de análise diferencial. Houve uma forte tendência em todos os materiais no sentido de sofrerem maior contração quando submetidos à segunda exposição de 30 segundos. Essa contração foi significativa para Brilliant e Occlusin, e no limite de significância para Visio-Dispers, Prisma-Fil GB, Ful-Fil, Herculite e P30. Houve acentuada variação na magnitude total de contração entre os materiais após 60 segundos de exposição, sendo que os compósitos posteriores altamente carregados tiveram a menor contração. Houve significativa redução na contração de polimerização para uma cor mais escura de Prisma-Fil quando comparada a uma cor mais clara.

Em 1988, WELBURY *et al.*⁴⁰ estudaram alguns fatores que afetam a força de adesão do compósito ao cimento de ionômero de vidro condicionado com ácido. O trabalho *in*

vitro foi feito em conjunto com um estudo clínico em cavidades de classe II, em que o cimento de ionômero de vidro substituiu a dentina, condicionado juntamente com as margens de esmalte. Occlusin foi utilizado para restaurar a superfície oclusal e o restante da proximal, e os cimentos empregados foram Ketac Bond e Ketac Fil e o cernmet Ketac Silver. Trinta corpos de prova foram empregados para cada variável, sendo os preparos realizados a uma temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $55 \pm 5\%$ de umidade relativa. Trinta corpos de prova de Ketac Bond foram condicionados por 30 segundos após 4 minutos do início da mistura e 30 foram condicionados por 60 segundos após 3 minutos. A importância da resina fluida foi verificada omitindo-a num dos grupos com 30 corpos de prova, condicionados após 4 minutos. Num outro grupo também de 30 corpos de prova, preparado após 4 minutos do início da mistura, foi omitido o condicionamento ácido e a lavagem. Ketac Silver foi condicionado após 5 minutos, de acordo com as instruções do fabricante. Para Ketac Fil, 30 corpos de prova foram condicionados após 8 minutos e 30 após 15 minutos. O cimento de ionômero de vidro foi introduzido numa cavidade circular (profundidade 5 mm, diâmetro 7 mm) feita num bloco de resina, e o condicionamento ácido efetuado por 30 ou 60 segundos com uma solução de ácido fosfórico, lavada por 60 segundos e seca. A camada de resina fluida, quando utilizada, foi aplicada com um pincel fornecido pelo Occlusin e fotopolimerizada por 20 segundos, usando uma unidade de luz Luxor (ICI Dental). O bloco de resina era então colocado num dispositivo de alinhamento e o compósito inserido em duas camadas sobre o cimento de ionômero de vidro através de um orifício na placa acrílica. Cada camada de aproximadamente 1,25 mm de espessura era polimerizada por 60 segundos. Após a remoção do dispositivo de alinhamento, o bloco de resina com o cimento aderido ao compósito foi armazenado em água destilada a 37°C , por uma semana. Após esse tempo, a superfície era polida com um disco de carboneto de silício, e aderida a um bastão de acrílico com cimento de cianoacrilato. O conjunto era montado numa máquina de testes Instron, num plano vertical, com mínima tensão de cisalhamento ou torção. O teste de resistência da força de adesão foi realizado a uma velocidade de 1 mm/minuto com 30 corpos de prova para cada variável. Os autores concluíram que: 1 - o condicionamento com

8 minutos e a falta da camada de resina fluida aumentaram a possibilidade de falha da adesão entre o cimento de ionômetro de vidro e o compósito; 2 - a falta de condicionamento resultou numa adesão cuja força não foi inferior à do cimento condicionado, mas cuja dependência está em dúvida. A adesão produzida sem condicionamento foi superior àquela produzida após condicionamento mas omitindo-se a camada intermediária de resina fluida; 3 - não houve diferença nos tempos de condicionamento do Ketak Bond (60 ou 30 segundos) e do Ketac Fil (8 ou 15 minutos); e, 4 - a falha coesiva foi eminente quando as demais condições foram ótimas; portanto, materiais com maior resistência à tensão devem ser preferidos.

Em 1988, TORSTENSON e BRÄNNSTRÖM³⁸ utilizaram resina fluorescente para estudar a contração de polimerização de vários compósitos. Prepararam 219 cavidades retangulares nas superfícies proximais de pré-molares humanos extraídos que tinham sido congelados, sendo que a margem cervical situava-se 1 mm apicalmente à junção cimento-esmalte. Foi feita uma pequena retenção nos ângulos internos e uma ponta diamantada foi utilizada para biselar as margens em esmalte. O *smear layer* superficial foi removido com detergente (Tubulicid Blue Label) e o esmalte biselado condicionado por 15 segundos (Coltene). As cavidades foram lavadas com água e secas com ar em diferentes direções por 10 segundos. Uma camada fina de verniz modificado (Tubulitec) foi aplicada além das margens da restauração para facilitar a remoção do excesso de compósito após a polimerização. As combinações de resinas fluidas e compósitos utilizadas foram Enamel Bond para Concise, Silar e P10; Scotchbond fotopolimerizado para Silux e P30; Margin Bond para Brilliant Lux; Bonding Resin para Ultrafine; Bonding Agent para Occlusin; e, Liner + Bonding Agent para Palfique. Os materiais foram foto-polimerizados sob matriz plástica e, os ativados quimicamente, sob matriz metálica. Duas alternativas simulando problemas clínicos foram incluídas: num grupo, o excesso de compósito na cervical foi removido com uma broca de acabamento de 12 lâminas sem refrigeração a água, no sentido restauração-dente (Brilliant e Margin Bond); em outro grupo, a margem cervical foi intencionalmente contaminada com saliva por 10 segundos após a remoção do excesso de compósito, sendo seca com jato de ar por

10 segundos (4 restaurações) ou 30 segundos (3 restaurações). Para esse grupo foi utilizado Scotchbond fotopolimerizado + Silux. O adesivo fluorescente de esmalte, FEB (Fluorescent Enamel Bond resin), foi aplicado sobre as margens cervical e oclusal 13 minutos após a inserção do compósito químico-ativado e 1-2 minutos após a aplicação de luz para os foto ativados. Todos os dentes foram desgastados a partir da superfície lingual paralelamente ao longo eixo. As secções de cada restauração foram examinadas num microscópio (Magnaflux), sob luz ultra-violeta refletida após desgaste de 0,5, 1,5 e 2,5 mm da restauração. A fenda preenchida por FEB foi fotografada e a largura na parede cervical medida nas fotografias. A média das duas medidas mais altas dos três corpos de prova foi escolhida como resultado para cada restauração. A profundidade de penetração da resina fluorescente também foi medida para estudar uma possível correlação entre largura e profundidade de penetração. Os autores concluíram que todos os materiais ensaiados apresentaram fenda na parede cervical. A força de adesão à dentina foi insuficiente para compensar a força de contração associada à polimerização.

Em 1989, ISHIOKA e CAPUTO²⁵ realizaram um estudo sobre a interação entre a remoção do *smear layer* com vários agentes e a força de adesão de uma combinação compósito posterior-adesivo dentinário. Molares humanos recém-extraídos foram seccionados longitudinalmente para expor a dentina coronária proximal, que era polida com lixas de papel seguida por óxido de alumínio com partículas de 1µm. O *smear layer* assim produzido consistia o substrato controle para a adesão do compósito posterior. Nessa superfície dentinária, um tubo cilíndrico era preso com o compósito P30 e fotopolimerizado por 30 segundos. Outro grupo foi preparado da mesma maneira, mas foi tratado com adesivo dentinário (Scotchbond, 3M), fotopolimerizado por 10 segundos antes da aplicação do compósito. Em outros grupos, o *smear layer* foi removido com uma das seguintes substâncias: oxalato de ferro a 5%, EDTA a 15% + NaOCl a 5,25% ou EDTA a 17% + NaOCl a 5,25%. A remoção era analisada através de microscopia eletrônica de varredura. Para cada substância utilizada foram estabelecidos dois grupos de condições, sendo em um deles o compósito

aplicado sem adesivo, e no outro houve a aplicação de Scotchbond antes da colocação do compósito. Após a preparação, os corpos de prova eram mantidos em solução salina a 17° C por 24 horas e então ensaiados numa máquina (Instron) a uma velocidade de 0,13 cm/minuto. Os resultados mostraram no grupo controle que a força de adesão entre P30 e a dentina foi pequena quando o *smear layer* estava intacto e sem aplicação de adesivo dentinário. Resultados similares foram obtidos em todos os grupos em que houve remoção do *smear layer*, independente da técnica, quando o adesivo dentinário não foi utilizado. Maior adesão foi conseguida com o uso de Scotchbond, sendo os maiores valores obtidos para o *smear layer* intacto ou nos grupos tratados com as duas soluções de EDTA, embora não exista diferença significativa entre esses grupos. Por outro lado, uma força de adesão consideravelmente menor foi encontrada nos dentes tratados com oxalato de ferro.

Em 1989, HANSEN e ASMUSSEN²³ pesquisaram o efeito de adesivos de dentina e expansão higroscópica na adaptação marginal de compósitos posteriores. No estudo utilizaram três compósitos posteriores e uma resina de micropartículas para uso anterior como grupo controle. A contração de polimerização do compósito foi medida num microscópio de luz (Reichert MeF) com medida ocular, 10 minutos e 28 dias após a restauração, em grupos usando ou não agente de união (Gluma ou Scotchbond 2). Os autores concluíram que as resinas anteriores apresentaram resultados significativamente melhores do que aqueles obtidos com as resinas posteriores. A razão para a baixa eficácia dos adesivos de dentina quando utilizados com resinas posteriores parece ser a alta viscosidade desses compósitos, causada tanto pela grande quantidade de partículas quanto pela composição da fase orgânica. Quanto à expansão higroscópica, o espaço marginal nas resinas anteriores estava fechado em 28 dias, enquanto todos os compósitos posteriores ainda tinham fendas residuais, devido à menor quantidade de material orgânico.

Em 1989, CARDOSO *et al.*⁹ realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar, *in vitro*, o nível de penetração de corante nas restaurações cervicais cujos preparos foram

condicionados com adesivos de dentina (Scotchbond e Bondlite) e a compatibilidade de união do Scotchbond com outro compósito (Prisma-Fil). Foram utilizados 40 dentes humanos recém-extraídos, molares e pré-molares, que receberam preparações de classe V, simulando uma erosão cervical, na junção cimento-esmalte das faces vestibular e lingual, com broca diamantada nº 3053 (K.G.Sorensen). Os dentes foram separados em dois grupos: I) controle, subdividido nos subgrupos A e B, e II) experimental, nos subgrupos C, D e E, com 8 dentes em cada subgrupo. As cavidades dos grupos controle e experimental, após condicionadas com gel de ácido fosfórico por 60 segundos, lavadas por 30 segundos e secas com jatos de ar, foram restauradas da seguinte forma: grupo controle, Prisma-Bond e Prisma-Fil; S.U.E. e Concise. Grupo experimental, Scotchbond e P10; Bondlite e Herculite; Scotchbond e Prisma-Fil. A seguir, todas as restaurações foram polidas com disco abrasivo Sof-Lex (3M) e os dentes submetidos a 100 ciclos térmicos de 5°C e 60°C, com banhos intermediários de 37°C. A seguir, os dentes foram isolados com esmalte para unha e cera e imersos em uma solução de azul de metileno a 0,5% por 72 horas. Após serem retirados do corante, foram raspados com uma lâmina para remover os isolantes, lavados e seccionados no sentido vestibulo-lingual. As observações dos níveis de infiltração e as fotografias dos resultados foram feitas com o auxílio de uma lupa estereoscópica (Carl Zeiss). Os grupos controle e experimental não exibiram infiltração do corante no esmalte correspondente à margem oclusal das restaurações de classe V, quando o esmalte foi tratado com o sistema de união convencional ou com os adesivos de dentina. Entretanto, na margem cervical em cimento, todos os grupos exibiram microinfiltração.

YAMAGUCHI *et al.*⁴², em 1989, mediram os coeficientes de expansão térmica de sete compósitos fotoativados, em três intervalos de temperatura (0 - 60°C, 10 - 45°C e 37°C). Corpos de prova medindo 3,7 mm de diâmetro por 7,7 mm de comprimento foram polimerizados numa matriz metálica, seguindo a técnica de três camadas. Cada camada foi polimerizada por uma unidade Marathon (Den-Mat Corp.) por 30 segundos. Após a remoção da matriz, a luz foi aplicada por mais 60 segundos. Foram preparados 3 corpos de prova para cada

material e todos foram armazenados em ambiente escuro por 1 dia. A expansão térmica linear foi medida por um analisador termomecânico (E I DuPont). O deslocamento da sonda foi registrado num papel no intervalo de 0-60°C. Para conseguir um ritmo estável de aquecimento de 5°C/min, o corpo de prova foi resfriado a -25°C por nitrogênio líquido antes do teste. Foram obtidas duas medidas consecutivas em cada material. Os coeficientes de variação térmica mostraram grande variação, sendo o menor no intervalo de 10 - 45°C e o maior a 37°C, porque a curva de expansão não foi linear através de todo o intervalo de temperatura. Os valores da primeira medida foram maiores que os da segunda na maioria dos casos. Não houve diferença entre os valores de expansão dos compósitos anteriores e posteriores, porque nenhuma correlação significativa foi observada entre o coeficiente de expansão térmica e o volume fracionário do conteúdo de carga. Na segunda medida a 37°C, os valores variaram de 29,0 a $83,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (Silux apresentou $54,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$). Sendo o coeficiente de expansão térmica do dente $11,4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, os compósitos mostraram uma expansão térmica relativamente alta.

Em 1989, YAMAGUCHI *et al.*⁴¹ realizaram um trabalho sobre adesão de compósitos a esmalte e dentina, analisando os seguintes parâmetros: quatro substratos (esmalte condicionado, dentina não condicionada, dentina condicionada com ácido poliacrílico a 10%, dentina condicionada com ácido fosfórico), duas técnicas de polimerização (agente de união pré-polimerizado e agente de união e compósito polimerizados ao mesmo tempo) e dois tempos de armazenagem em água a 37°C (um dia ou uma semana). Os compósitos utilizados foram Photo Clearfil Bright e Clearfil Photo Posterior; os corpos de prova de esmalte foram preparados a partir de incisivos inferiores humanos, embutidos em resina, e os de dentina, com molares humanos. A superfície vestibular de cada dente foi desgastada com lixas de carboneto de silício até ficar plana. Todos os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C. O esmalte foi condicionado com ácido fosfórico por 60 segundos, lavado e seco com ar comprimido filtrado. Dentro dos grupos de dentina, um sofreu condicionamento pelo ácido poliacrílico por 20 segundos e o outro pelo ácido fosfórico por 60 segundos; após o tratamento, procedeu-se à lavagem e secagem como para o esmalte. Fitas adesivas com

orifícios de 3 ou 5 mm foram colocadas nas superfícies de esmalte e dentina respectivamente. O agente adesivo (Clearfil Photo Bond) foi aplicado, o solvente residual seco com ar comprimido filtrado e polimerizado com um aparelho Marathon (Dent-Mat Corp.) por 30 segundos, em dois métodos: agente de união pré-polimerizado antes da colocação do compósito e polimerização de ambos ao mesmo tempo. Um tronco de cone invertido feito de silicona foi colocado sobre o orifício da fita e preenchido com compósito, em camadas polimerizadas por 30 segundos. Polimerização adicional por 60 segundos foi feita após a remoção do molde, e os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C por um dia ou uma semana. Cada grupo continha cinco corpos de prova. O teste foi realizado numa máquina Instron e a força foi calculada a partir da carga no momento da ruptura dividida pela área (esmalte 7,07 mm² e dentina 19,6 mm²). A força de adesão foi sempre maior para o esmalte que para a dentina. Os valores mais altos para dentina foram no grupo de dentina não condicionada, seguida pelo grupo condicionado com ácido poliacrílico e, por último, o grupo que recebeu ácido fosfórico. As técnicas de polimerização e o tempo de armazenagem não afetaram a resistência de adesão.

CRIM¹³ realizou, em 1989, um estudo comparando a compatibilidade de vários compósitos disponíveis no mercado com diversos adesivos dentinários, investigando também a influência do tipo de compósito na microinfiltração. Foram utilizados seis diferentes compósitos e cinco agentes de união, todos fotopolimerizados com uma unidade Visilux2 (3M). Cavidades de classe V, cuja margem gengival se estendia além da junção cimento-esmalte, foram preparadas com brocas refrigeradas com água, nas superfícies vestibular e lingual de molares humanos extraídos. A parede axial dos preparos estava localizada a 1 mm da margem gengival e foi feito um pequeno bisel de aproximadamente 0,5 mm de largura no esmalte. Os dentes foram divididos em grupos de 5, havendo 10 preparos em cada grupo. A primeira fase (10 grupos) consistiu na comparação da microinfiltração de cinco compósitos inseridos com adesivos dos próprios fabricantes com aqueles preparados com Scotchbond Dual Cure. Os resultados não mostraram diferença significativa quando

Scotchbond Dual Cure foi substituído pelo agente de união fornecido pelo fabricante. A infiltração na parede gengival foi severa em todos os grupos, não ocorrendo nas margens de esmalte da parede oclusal. Na fase II foi avaliado o selamento de cinco agentes de união utilizados com o compósito de micropartícula Silux. Como controle, um grupo com condicionamento ácido foi restaurado sem o uso de agente de união. Os preparos foram lavados com água por 10 segundos e secos com ar comprimido. Um gel de ácido a 37% foi aplicado às margens de esmalte, por 60 segundos, sendo lavadas em seguida por 60 segundos e secas com ar. Os agentes de união foram aplicados com pincel e espalhados com ar, e polimerizados por 50 segundos. O compósito foi inserido numa única camada, polimerizada por 40 segundos. O excesso de compósito foi removido após 15 minutos com uma broca nº 170 e a restauração terminada com disco lubrificado com manteiga de cacau. Os corpos de prova foram isolados com esmalte para unhas e papel alumínio de modo que só a restauração e a estrutura de aproximadamente 1 mm ao seu redor fossem expostas ao corante. Os dentes foram colocados em água à temperatura ambiente por 3 dias e então submetidos a 10 ciclos térmicos, que consistiam de 23 segundos a 37°C e 4 segundos a 54°C. Em seguida, os dentes foram colocados numa solução aquosa de fucsina básica por 24 horas. Após a remoção do alumínio e do esmalte para unhas, foram limpos com pedra-pomes e seccionados longitudinalmente na direção vestibulo-lingual pelo centro da restauração. A microinfiltração foi avaliada sob microscópio com aumento de 50 vezes nas margens oclusal e gengival e a penetração foi medida até uma profundidade máxima de 0,75 mm. O uso de Silux associado a todos os agentes de união ensaiados diminuiu significativamente a microinfiltração quando comparada com a infiltração observada com o compósito fornecido pelo fabricante.

Em 1989, EAKLE e NAKAMOTO¹⁶ estudaram a extensão da microinfiltração sob restaurações de compósitos em cavidades MOD utilizando um adesivo de dentina de oxalato de alumínio (Tenure), um adesivo fosfatado (Bondlíte) e um cimento de ionômero de vidro (Ketac Silver). Em três grupos de dez molares hígidos extraídos foram preparadas cavidades MOD tendo paredes paralelas, isto com 3mm de largura por 3 mm de profundidade e caixas

proximais com 3 mm de largura por 1,2 mm de profundidade na parede gengival. A parede gengival na caixa mesial terminava 2 mm aquém da junção cimento-esmalte e, na caixa distal, 1 mm além dessa junção. Os preparos foram feitos de modo a apresentar um bisel cavo-superficial de 30°, com aproximadamente 0,5 mm de largura. Uma bolinha de algodão contendo peróxido de hidrogênio foi friccionada nas cavidades preparadas para a remoção de *smear layer* por 15 segundos, lavadas com água por 30 segundos e secas com ar. Todos os dentes foram restaurados com compósito foto-ativado de partícula híbrida (Herculite). No grupo 1, o esmalte foi condicionado por 60 segundos com gel de ácido fosfórico a 37%, lavado por 30 segundos e seco com ar. Foi aplicada uma fina camada de Bondlite nas superfícies de dentina e esmalte, espalhada com jato de ar e fotopolimerizada por 20 segundos. O compósito foi inserido em duas camadas horizontais separadas em cada caixa proximal, fotopolimerizadas por 20 segundos a partir de cada direção mesial, distal, vestibular, lingual e oclusal. Duas camadas separadas de compósito foram inseridas em diagonal na porção oclusal e fotopolimerizadas por 20 segundos. No grupo 2, a dentina foi limpa com ácido poliacrílico por 15 segundos, lavada com água por 30 segundos e seca. Uma camada de 2 mm de Ketac Silver (ESPE) foi colocada na porção gengival de cada caixa proximal e o excesso de cimento foi removido com pontas diamantadas. O esmalte foi condicionado como no grupo 1 e o cimento de ionômero de vidro condicionado por 15 segundos, lavado por 30 segundos e seco com ar. O agente adesivo e o compósito foram inseridos no restante do preparo, com acabamento idêntico ao do grupo 1. No grupo 3, o Tenure foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante; o gel condicionador foi aplicado por 60 segundos, lavado por 30 segundos e seco. A resina fluida foi reaplicada e o compósito inserido e terminado como no grupo 1. Todos os dentes foram armazenados em água por 48 horas antes de serem submetidos a 100 ciclos térmicos (5° e 55 °C). Os ápices foram vedados com amálgama e esmalte para unhas foi aplicado em todo o dente até 1 mm das margens da restauração. Os dentes foram imersos numa solução de nitrato de prata por quatro horas. Em seguida, foram colocados numa solução reveladora de raio-X, sob luz forte, por duas horas, quando foram seccionados no sentido mesio-distal através do

centro das restaurações e analisados quanto ao nível de infiltração na margem gengival de cada caixa proximal. Os autores concluíram que a microinfiltração foi significativamente menor nas margens de esmalte do que nas de cimento em todos os três grupos. Todos os grupos mostraram severa microinfiltração nas margens de cimento.

KANCA²⁸, em 1989, considerando que os sistemas adesivos de dentina de 1ª e 2ª geração não apresentavam desempenho adequado, realizou um estudo com cinco sistemas de 3ª geração. Na junção cimento-esmalte da superfície vestibular de 60 molares humanos extraídos foram preparadas cavidades cilíndricas medindo 4x2 mm, ficando a parede oclusal com término em esmalte biselado e a parede cervical com término em cimento. Os dentes foram divididos em seis grupos e restaurados com Tenure/Perfection, Gluma/Pekalux, Scotchbond 2/Silux Plus, Optec/Pentrafil 2, XR Bond/Herculite XR, de acordo com as instruções do fabricante. O sexto grupo foi restaurado com uma combinação de XR Bond/Silux Plus. As restaurações foram polidas com discos 5 minutos após o término e os dentes sofreram 500 ciclos térmicos de 5° e 50°C, com duração de 30 segundos cada banho. Os ápices foram selados com compósito fotopolimerizável e os dentes recobertos com duas camadas de esmalte para unhas até 2 mm das margens das restaurações. Os dentes foram então colocados numa solução aquosa de nitrato de prata a 50% por 2 horas, na ausência de luz, lavados em água destilada e, em seguida, imersos numa solução reveladora, sob luz fluorescente. Após 16 horas, os dentes foram retirados, lavados e fixados em resina acrílica auto-polimerizável, para sofrerem secção com um disco diamantado em baixa velocidade. Os dentes foram examinados sob microscópio e classificados de 0 a 5. Ambas as metades dos dentes seccionados foram examinadas e classificadas. Scotchbond 2/Silux Plus mostrou a menor penetração, mas estatisticamente não inferior a XR Bond/Silux Plus, cuja infiltração foi significativamente menor que XR Bond/Herculite XR.

Em 1990, ARAÚJO *et al.*² verificaram o vedamento marginal de restaurações cervicais com compósitos associados a adesivos de dentina de diferentes marcas comerciais,

observando também se a aplicação de substâncias ácidas na dentina influenciava ou não o vedamento marginal da restauração. Selecionaram 80 dentes humanos íntegros, nos quais prepararam cavidades de classe V no limite esmalte-cimento, com brocas cilíndricas de diamante nº 1091 (K.G.Sorensen). Os dentes foram divididos em 8 grupos de 10 elementos e restaurados, segundo as especificações dos fabricantes, com os seguintes materiais: Dentin + Durafill; Bondlite + Herculite; Scotchbond + P10. Para cada combinação de materiais foi selecionado um grupo com e outro sem condicionamento ácido na superfície dentinária. Foi feito o selamento dos ápices e pintura dos dentes com 3 camadas de esmalte para unhas até 1 mm aquém das restaurações. O corante selecionado foi a fluoresceína sódica a 2% e os corpos de prova foram submetidos a 5 ciclos de 6 minutos em sistema de rodízio, nas temperaturas de $5 \pm 2^\circ\text{C}$ e $55 \pm 2^\circ\text{C}$, perfazendo 30 minutos, ao término dos quais os dentes foram lavados em água corrente por 5 minutos. Em seguida foram seccionados num torno de alta velocidade (Nevoni) com discos de carboneto de silício montados em mandril. A leitura foi feita com lupa estereoscópica e atribuídos níveis de 0 a 5. Os resultados obtidos foram diferentes, tanto na parede oclusal como na cervical. Foi observado aumento dos escores sempre em relação à parede cervical devido às características da região, e a utilização de substâncias ácidas foi considerada dispensável pelos autores, uma vez que são irritantes pulpares e pouco ou nenhum benefício trouxeram à diminuição da infiltração marginal.

Em 1990, ARAÚJO e ASMUSSEN³ realizaram um trabalho para investigar o efeito de dois adesivos comerciais (Scotchbond 2 e Tenure) e duas modificações do sistema Gluma (AO/gly e Gluma resin) na adaptação marginal de dois compósitos posteriores em cavidades circundadas por esmalte. Foram utilizados molares humanos extraídos, com pelo menos uma superfície proximal hígida, que foi desgastada com lixa de carboneto de silício para se obter uma superfície plana. Foram preparadas cavidades com margens em ângulo reto, medindo 4x3x2 mm de profundidade, com broca cilíndrica diamantada em alta rotação refrigerada a água. O acabamento foi feito com broca de fissura lisa em baixa velocidade. As cavidades foram secas com jatos de ar e receberam os seguintes tratamentos: 1 -

condicionamento ácido do esmalte e colocação do compósito; 2 - condicionamento ácido do esmalte, aplicação de SEB (Silux Enamel Bond resin) e colocação do compósito; 3 - pré-tratamento da cavidade com solução de AO/gly, aplicação de SEB e do compósito; 4 - pré-tratamento da cavidade com solução de AO/gly, aplicação de Gluma, de SEB e do compósito; 5 - pré-tratamento com solução de AO/gly, aplicação de Gluma resin e do compósito; 6 - condicionamento ácido do esmalte, aplicação de Scotchbond 2 e colocação do compósito; e, 7 - aplicação de Tenure e colocação do compósito. Foram utilizadas cinco cavidades para cada grupo e os compósitos (P50 e Estilux Posterior) polimerizados com um aparelho Visilux-2 por 60 segundos, sob matriz (Hawe-Neos). Após a polimerização, foi feito um desgaste e polimento até que toda periferia de esmalte estivesse exposta. A margem foi inspecionada num microscópio (Leitz) e a presença ou ausência de fendas foi registrada. Após essa observação, os dentes foram cuidadosamente desgastados com lixa até que o esmalte fosse totalmente removido. Os resultados mostraram que as fendas apareceram em todas as restaurações, associadas a fratura das margens de esmalte, e não puderam ser medidas. A nível de dentina, a análise de variância para ambos os compósitos mostrou que os resultados dos grupos de 2 a 7 não foram estatisticamente diferentes, enquanto o grupo 1 diferiu dos demais. Os melhores resultados foram encontrados no grupo 2, com Silux Enamel Bond. Os autores concluíram que os adesivos de dentina não melhoram a qualidade das restaurações circundadas por esmalte quando comparados ao adesivos de esmalte, sendo incapazes de evitar a contração de polimerização que ocorre em todos os compósitos.

Em 1992, FRANCISCHONE¹⁷ publicou um trabalho sobre as diversas aplicações clínicas dos cimentos de ionômero de vidro. Esse material bicompatível tem adesão às estruturas dentárias e libera flúor. O pó é semelhante ao cimento de silicato e o líquido contém ácido poliacrílico, semelhante ao utilizado nos cimentos de policarboxilato de zinco. Entre as aplicações clínicas está o forramento de cavidades, que pode ser feito com o cimento de ionômero de vidro com tomada de presa química ou física. Como exemplo, o autor cita, entre outros, o Vidrion (S.S. White) para geleificação química e o Vitrebond (3M) para

polimerização através de luz. O material Time Line (Dentsply) não é considerado verdadeiro cimento de ionômero de vidro, pois a união dos constituintes do pó do cimento ionomérico é feita com uma resina fotopolimerizável.

Proposição

3. Proposição

Considerando as propriedades adesivas de alguns dos sistemas restauradores empregados em Dentística, propusemo-nos a:

Avaliar *in vitro* a influência de bases ionoméricas na infiltração marginal ocorrida nas paredes incisal e cervical de cavidades de classe V restauradas com o sistema Scotchbond 2 + Silux Plus.

Materiais e Método

4. Materiais e Método

4.1. Materiais

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais dentários mostrados na Tabela 4.1.1.

Tabela 4.1.1. Materiais

Nome Comercial	Fabricante	Material	Lote	Cor
Silux Plus	3M	Compósito fotopolimerizável de micropartícula	9CB1DRN	U
Scotchbond 2	3M	Sistema adesivo fotopolimerizável	8 AR	—
Vidrion F	SSWhite	Cimento de ionômero de vidro de ativação química	OOP909307	—
Vitrebond	3M	Cimento de ionômero de vidro fotoativado	923/95	—
Time Line	Caulk-Dentsply	Cimento para forramento e base fotopolimerizável	9204	—

4.2. Método

4.2.1. Seleção dos dentes

Foram utilizados quarenta dentes humanos, recém-extraídos, dos grupos incisivos e caninos, previamente limpos de tártaros e tecidos periodontais e, em seguida, submetidos a

profilaxia com solução de pedra pomes e água, numa escova tipo Robinson, em baixa rotação. Após a limpeza, os dentes foram examinados com uma lupa, descartando-se aqueles que apresentavam fissuras ou alterações na região cervical, o que poderia comprometer os resultados a serem obtidos. Após cuidadosa seleção, os dentes foram armazenados em água à temperatura ambiente.

4.2.2. Preparo das cavidades

Cavidades retentivas de classe V foram preparadas na superfície vestibular dos incisivos e caninos, de modo que a parede incisal permanecesse em esmalte e a parede cervical em cimento, com brocas cilíndricas com pontas arredondadas, de carboneto de tungstênio nº331 (Maillefer S.A.), com 1,0 mm de diâmetro, montadas numa turbina pneumática (Kavo), com velocidade de 300.000 r.p.m., refrigeradas a ar e água. A cada grupo de dez preparos, a broca era substituída por outra, sem uso. A turbina de alta rotação foi acoplada ao estativo de um microscópio óptico modificado, e o dente fixo à mesa do microscópio, a fim de que as dimensões da cavidade pudessem ser controladas por meio da movimentação da platina, com o dente sobre uma escala milimétrica (Fig. 4.2.2.1., p.50).

Os dentes eram fixados com a superfície vestibular voltada para cima numa canaleta de plástico preenchida com godiva de baixa fusão. A canaleta era então posicionada na calha metálica adaptada à platina do microscópio e a broca pressionada perpendicularmente à superfície vestibular dos dentes exatamente no ponto central da extensão do limite amelo-cementário. Acionada a turbina, eram dadas dez voltas no parafuso micrométrico, com o propósito de atingir a profundidade de 1 mm, considerando que cada volta consiste de 50 divisões de 0,002 mm. Estabelecida a profundidade, a platina do microscópio era movimentada a partir do ponto inicial 1,0 mm no sentido posterior e 1,0 mm no sentido anterior até completar a extensão méso-distal de $3,0 \pm 0,3$ mm. Em seguida a platina era movimentada para a direita de modo que a extensão cérvico-incisal de $2,0 \pm 0,2$ mm ficasse estabelecida. A platina era novamente movimentada no sentido posterior até que a broca atingisse a outra parede proximal, completando o preparo. O dente era então removido da canaleta e o bisel confeccionado no

esmalte com uma broca tronco-cônica diamantada nº 2134 (K.G.Sorensen). As cavidades eram lavadas em água corrente, secas com jatos de ar e conferidas as condições técnicas do preparo, com especímetro de 0,1 mm de precisão (Bio-art)..



- a - Turbina de alta rotação acoplada ao microscópio
- b - Parafusos para movimentação ântero-posterior e látero-lateral da platina
- c - Escala milimétrica
- d - Calha metálica para fixação do dente

Figura 4.2.2.1. Microscópio modificado para o preparo das cavidades

As cavidades confeccionadas apresentavam as seguintes dimensões:

- profundidade: 1 mm
- extensão méso-distal: $3,0 \pm 0,3$ mm
- extensão cérvico-incisal: $2,0 \pm 0,2$ mm



Figura 4.2.2.2. Cavidade preparada na região esmalte-cimento da superfície vestibular de um dente canino.

Após o preparo, os dentes foram mantidos em recipientes com água à temperatura ambiente por uma semana. Em seguida, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de dez elementos.

4.2.3. Restauração das cavidades

Todos os materiais utilizados na restauração dos dentes foram preparados segundo as instruções dos respectivos fabricantes, e aplicados de acordo com as seguintes combinações:

4.2.4. Ciclo Térmico

Após 20 horas de armazenagem, cada grupo foi submetido a 100 ciclos térmicos, com banhos alternados de água a 5°C e 60°C, por 60 segundos. Após cada imersão fria ou quente os dentes foram submetidos a banhos intermediários a 37°C por 30 segundos para estabelecer um mesmo nível de temperatura antes de cada imersão, de acordo com CONSANI *et al.*¹¹. A Figura 4.2.4.1. mostra o aparelho utilizado para reversão do hidrocolóide reversível (Hanau Engineering Co.), utilizado no ciclo térmico, com duas cubas aquecidas (37°C e 60°C) e uma desativada, na qual foram colocados gelo e água para obter a temperatura de 5°C.

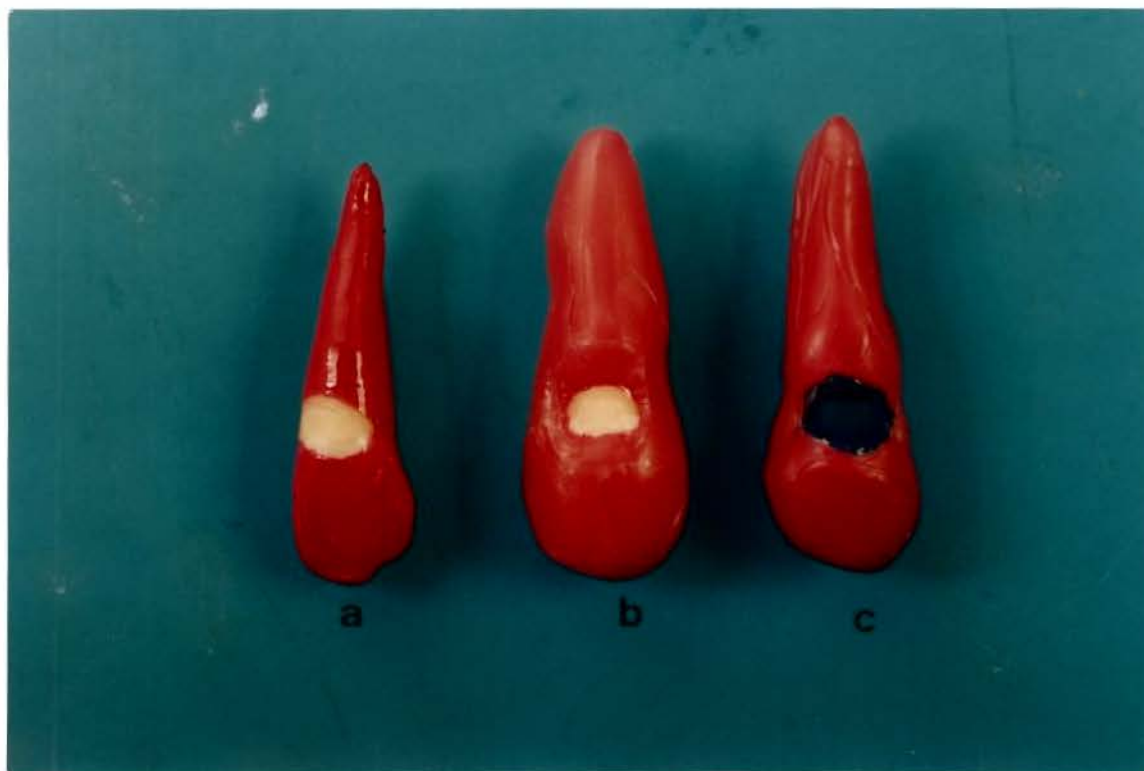


- 1 - água a 5°C
- 2 - água a 37°C
- 3 - água a 60°C

Figura 4.2.4.1. Aparelho utilizado no ciclo térmico

4.2.5. Infiltração marginal

Após o ciclo térmico, os dentes eram secos com ar e completamente isolados com camadas de esmalte para unhas e cera nº 7 (Wilson), até uma distância de aproximadamente 1 mm aquém da restauração. Em seguida, foram imersos numa solução aquosa de azul de metileno a 0,5%, onde permaneceram por 72 horas a 37°C (Figura 4.2.5.1.). Após esse período, os dentes foram lavados em água corrente por 20 segundos e as camadas isolantes removidas com uma espátula afiada, tipo Le Cron (Duflex).



- a - isolamento com esmalte para unhas
- b - cera rosa aplicada
- c - após imersão no corante

Figura 4.2.5.1. Infiltração marginal

5. Resultados

A Figura 5.1. ilustra aspectos observados sob análise em microscopia óptica, com 25 vezes de aumento no negativo. Essas fotografias mostram nível 3 de penetração do corante na parede cervical e nível 0 na parede incisal de restaurações realizadas em cada grupo de teste.

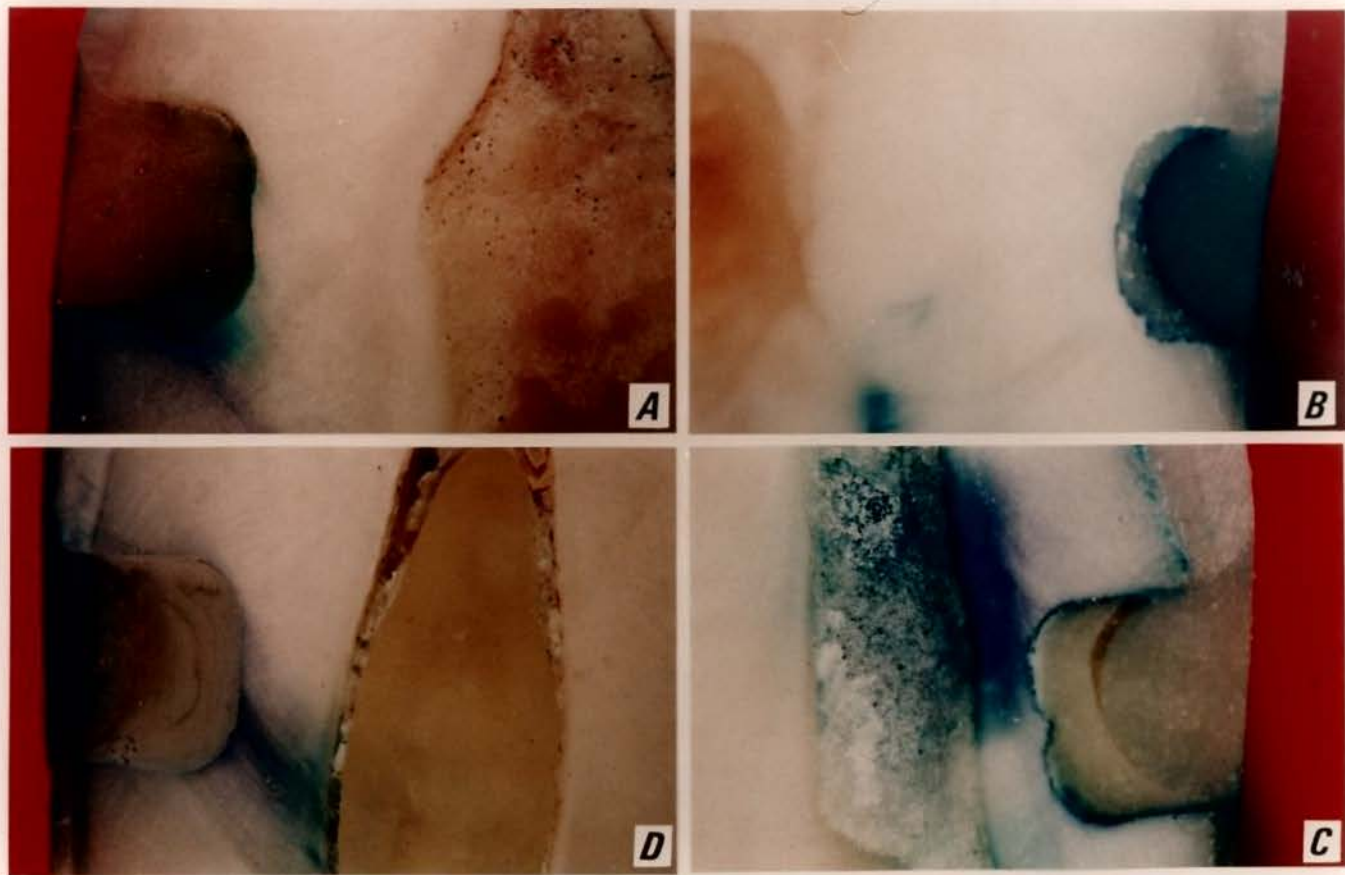


Figura 5.1 Infiltração nível 0 na parede Incisal e nível 3 na cervical de restaurações com Scotchbond 2 + Silux Plus:

- A - Grupo 1 - sem base de cimento ionomérico
- B - Grupo 2 - com base de Vidrion
- C - Grupo 3 - com base de Vitrebond
- D - Grupo 4 - com base de Time Line

- grupo 1: Scotchbond 2 + Silux Plus
- grupo 2: Vidrion + Scotchbond 2 + Silux Plus
- grupo 3: Vitrebond + Scotchbond 2 + Silux Plus
- grupo 4: Time Line + Scotchbond 2 + Silux Plus

Antes do início da restauração, os dentes eram secos com jatos de ar por 5 segundos. Em todos os grupos foi feito condicionamento do esmalte com gel de ácido fosfórico a 37,5% (Kerr), por 30 segundos. No grupo 1 não foram utilizadas bases ionoméricas. Nos grupos 2, 3 e 4, o forramento com os materiais Vidrion, Vitrebond e Time Line foi aplicado previamente ao condicionamento do esmalte, em toda extensão dentinária, do limite amelo-dentinário à borda cervical, da seguinte forma: no grupo 2, o cimento de ionômero de vidro Vidrion foi aplicado e após seis minutos a contar do início da mistura foi efetuado o condicionamento ácido do esmalte; no grupo 3, o cimento de ionômero de vidro Vitrebond era aplicado e fotopolimerizado por 30 segundos; e, no grupo 4, o material Time Line era aplicado e fotopolimerizado por 20 segundos.

Em todos os grupos, após o condicionamento ácido do esmalte, os dentes eram lavados em água corrente por 20 segundos e secos com jatos de ar. Várias camadas do condicionador Scotchprep Dentin Primer foram aplicadas com pincel sobre a base, dentina ou cimento, durante o período de 60 segundos. Em seguida, a cavidade foi seca com jatos de ar e uma camada do adesivo Scotchbond 2 foi aplicada sobre a base ou dentina, cimento e esmalte, recoberta pelo condicionador e fotopolimerizada por 20 segundos.

No grupo 1, sem forramento, o compósito foi aplicado em duas camadas, sendo cada uma fotopolimerizada por 40 segundos. Aproximadamente metade da cavidade foi preenchida pela primeira camada, inserida inclinada, segundo recomendações de HANSEN²¹, a partir da parede gengival até atingir o limite amelo-dentinário. Nos grupos 2, 3 e 4, o compósito Silux Plus foi inserido em uma só camada até o preenchimento total da cavidade e fotopolimerizado por 40 segundos.

Após a restauração, os dentes foram armazenados em estufa a 37°C e 100% de umidade relativa por 20 horas.

Os dentes eram então seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual, no centro da restauração, com um disco diamantado dupla face nº 7020 (K.G.Sorensen). As hemi-secções eram abrasionadas com lixas de carboneto de silício, de granulação decrescente, até atingir a de nº 500 (3M), lavadas, secas e fixadas em lâminas de microscópio com cera utilidade (Wilson) para serem submetidas à análise de microinfiltração, numa lupa estereoscópica (Carl Zeiss). Essa análise foi feita por três avaliadores, previamente calibrados com o objetivo de estabelecer os níveis de penetração de corante nas interfaces dente-restauração, determinados de acordo com os critérios estabelecidos na Tabela 4.2.5.1. e ilustrados na Figura 4.2.5.2., p.56.

Tabela 4.2.5.1. Níveis de infiltração nas paredes incisal e cervical

Níveis de infiltração	
0	não houve penetração do corante
1	penetração do corante no esmalte e cimento
2	penetração do corante até metade da parede dentinária
3	penetração do corante até a parede axial

Os níveis de penetração foram fotografados com câmara automática acoplada à lupa estereoscópica (Carl Zeiss), utilizando filmes Fuji Color HR, ASA 100, com 25 vezes de aumento no negativo.

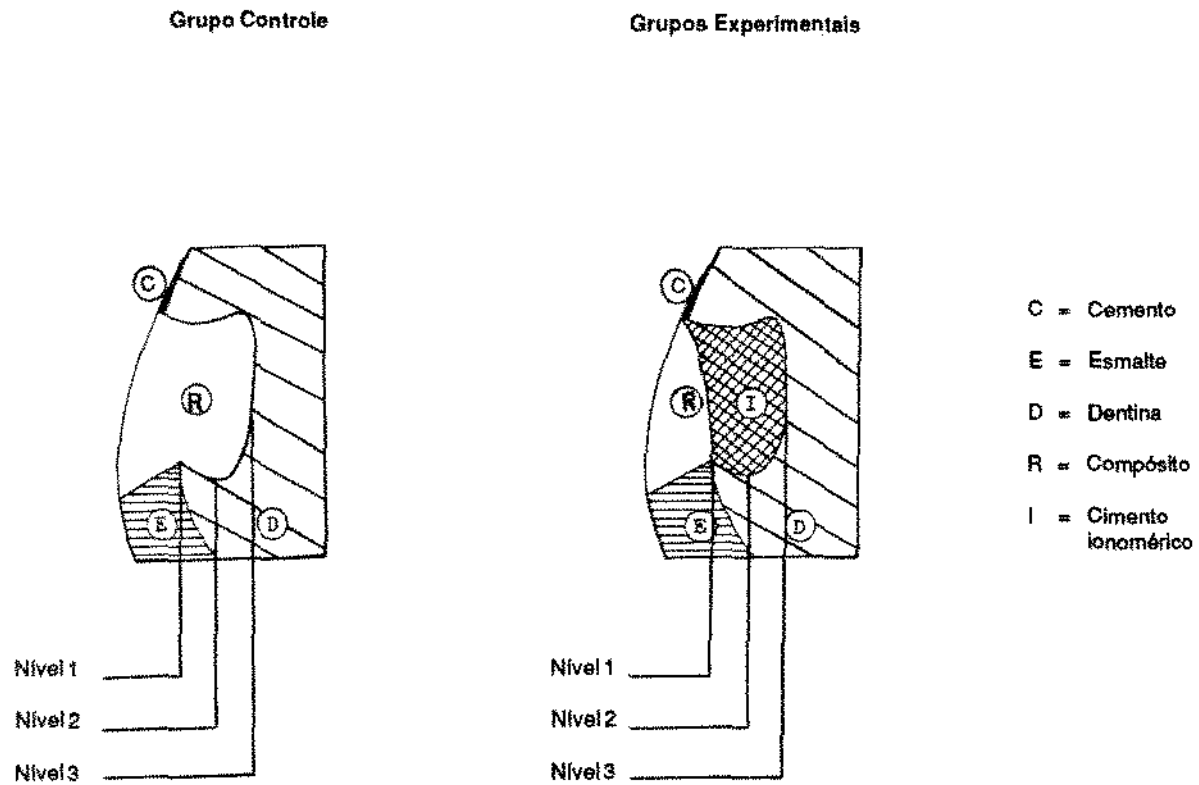


Figura 4.2.5.2. Representação Esquemática dos Níveis de Penetração do Corante

Resultados

Tabela 5.1. Nível de penetração do corante nas restaurações de cada grupo, nas paredes cervical e incisal.

Grupos		Paredes	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3
1	SCOTCHBOND 2 + SILUX PLUS	Cervical	1	1	2	6
		Incisal	9	1	—	—
2	VIDRION + SCOTCHBOND 2 + SILUX PLUS	Cervical	—	—	2	8
		Incisal	10	—	—	—
3	VITREBOND + SCOTCHBOND 2 + SILUX PLUS	Cervical	—	2	—	8
		Incisal	6	1	3	—
4	TIME LINE + SCOTCHBOND 2 + SILUX PLUS	Cervical	—	—	—	10
		Incisal	6	4	—	—

Com base nos dados da Tabela 5.1, foi feito um delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema fatorial a fim de avaliar se houve ou não diferença significativa entre os níveis de infiltração de cada grupo. O teste de Tukey (Tabela 5.3., p.60) mostrou que em todos os grupos houve diferença significativa na infiltração das parede cervical e incisal (Figuras 5.2. e 5.3., p.62), com significância de 5%, sendo que na parede incisal 31 corpos de prova (77,5%) não apresentaram penetração do corante, 6 (15%) apresentaram nível 1 de penetração e apenas 3 (7,5%) apresentaram nível 2. Quanto à parede cervical, todos os grupos exibiram infiltração do corante, não havendo diferença estatística entre eles. O grupo 1 apresentou seis corpos de prova com nível 3, dois com nível 2, um com nível 1 e um com nível 0. O grupo 2 mostrou nível 3 em oito restaurações e nível 2 em duas; o grupo 3 também mostrou

oito corpos de prova no nível 3 mas dois no nível 1. O pior resultado foi verificado no grupo 4, com todos os corpos de prova exibindo nível 3 de infiltração do corante.

Por outro lado, a análise de variância (Tabela 5.2.) e o teste de Tukey para médias de material (Tabela 5.4., p.61) indicam que não houve diferença estatisticamente significativa quando os materiais foram comparados para uma mesma parede incisal ou cervical.

Tabela 5.2. Análise de Variância

Causas da Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	Valor F	Prob. > F
Material	3	3.2375000	1.0791667	2.6339	0.05528
Local	1	112.8125000	112.8125000	275.3390	0.00001
Mat * Loc	3	2.4375000	0.8125000	1.9831	0.12279
Resíduo	72	29.5000000	0.4097222		
Total	79	147.9875000			
Média Geral =		1.487500			
Coefficiente de Variação =		43.032 %			

Tabela 5.3. Teste de Tukey para médias de local.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Cervical	40	2.675000	2.675000	a	A
2	2	Incisal	40	0.300000	0.300000	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado
 D.M.S. 5% = 0.28551 - D.M.S. 1% = 0.37872

Tabela 5.4. Teste de Tukey para médias de Material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num. Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	4	TL+SCO+SP	20	1.700000	1.700000	a	A
2	3	VIT+SCO+SP	20	1.650000	1.650000	a	A
3	2	V+SCO+SP	20	1.400000	1.400000	a	A
4	1	SCO+SP	20	1.200000	1.200000	a	A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado
D.M.S 5% = 0.53316 - D.M.S 1% = 0.65410

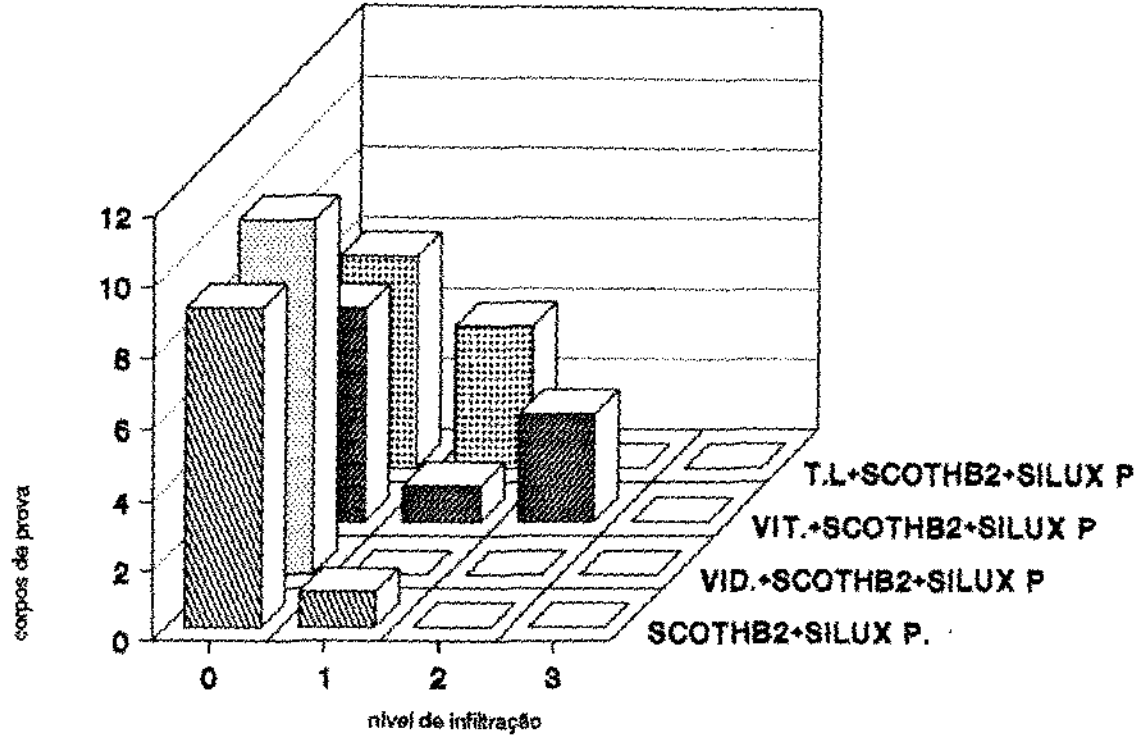


Figura 5.2. Infiltração na parede incisal.

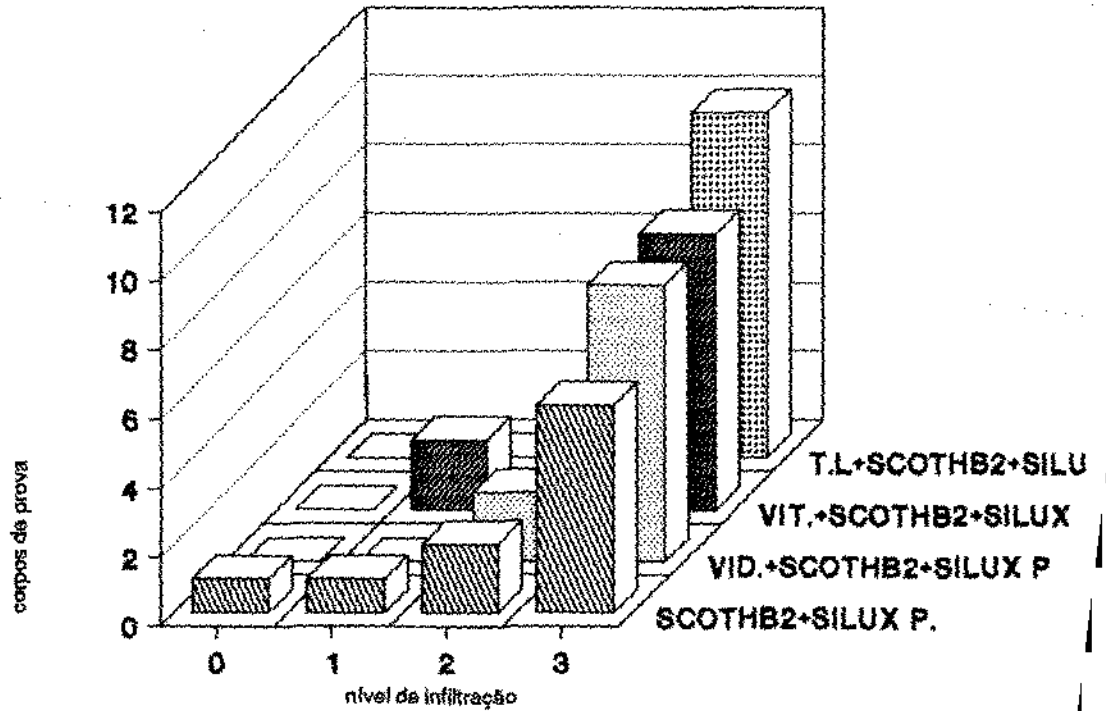


Figura 5.3. Infiltração na parede cervical.

Discussão

6. Discussão

Sendo a adaptação marginal uma das preocupações constantes dos pesquisadores, muitos estudos foram realizados com o objetivo de avaliar a adaptação do material de base e/ou restaurador às cavidades dos dentes.

Assim, esses estudos têm avaliado a infiltração marginal em cavidades cilíndricas (ARENDS *et al.*⁴, HANSEN²¹, HANSEN e ASMUSSEN²³, JÖRGENSEN *et al.*²⁷, KANCA²⁸), retangulares (AMSBERRY *et al.*¹, ARAÚJO e ASMUSSEN³, DAVIDSON *et al.*¹⁵, GORDON *et al.*¹⁸, PHAIR *et al.*³⁵, TORSTENSON e BRÄNNSTRÖM³⁸), em esmalte (AMSBERRY *et al.*¹, ARAÚJO e ASMUSSEN³, CRIM e GARCIA-GODOY¹⁴), em dentina (HANSEN e ASMUSSEN²³) e na junção esmalte-cimento (ARAÚJO *et al.*², CRIM¹³, GORDON *et al.*¹⁸, KANCA²⁸, PHAIR *et al.*³⁵). Além dos dentes humanos extraídos, também a utilização de dentes bovinos nesses estudos tem sido uma constante na literatura (ARENDS *et al.*⁴, DAVIDSON *et al.*¹⁵).

Em nosso trabalho optamos por preparar cavidades consideradas adesivas, preconizadas por LUTZ *et al.*³⁰, com brocas de carboneto de tungstênio nº 331, biseladas na margem de esmalte e anguladas de 90° na margem cervical. Na parede incisal, observamos nível 0 de penetração do corante na maioria dos nossos corpos de prova (77,5%), não havendo diferença significativa entre os grupos controle e experimentais. TORSTENSON e BRÄNNSTRÖM³⁸ também não verificaram penetração do corante no esmalte biselado e condicionado, e CRAWFORD *et al.*¹² demonstraram que os corpos de prova cortados verticalmente absorvem significativamente mais isótopo do que aqueles com corte horizontal ou tangencial. Porém, HEMBREE²⁴ discorda, afirmando que modificações no ângulo cavo-superficial aumentam a área de esmalte para condicionamento mas não diminuem a microinfiltração.

O condicionamento ácido do esmalte por nós efetuado demonstrou ser eficiente em todos os grupos ensaiados, confirmando as informações de BUONOCORE⁸ de que este

procedimento promove adesão mecânica dos materiais resinosos ao esmalte, diminuindo a microinfiltração. A maioria dos autores afirma que o condicionamento do esmalte é necessário para uma ótima restauração e os trabalhos de ARAÚJO *et al.*², CARDOSO *et al.*⁹, CRIM¹³, GWINNET e BUONOCORE¹⁹, PHAIR *et al.*³⁵, TORSTENSON e BRÄNNSTRÖM³⁸, WALLS *et al.*³⁹, confirmam tal afirmação. YAMAGUCHI *et al.*⁴¹ também comprovam que a força de adesão dos compósitos ao esmalte condicionado é suficiente para superar a contração de polimerização sem causar fendas marginais. Porém, HEMBREE²⁴ considera impossível controlar a microinfiltração em vários compósitos de micropartículas, apesar do condicionamento ácido do ângulo cavo-superficial. WALLS *et al.*³⁹ mostraram que a qualidade da união compósito-esmalte não está livre de problemas, uma vez que o compósito, ao se contrair, pode danificar as margens de esmalte da cavidade. ARENDS *et al.*⁴ detectaram infiltração substancial no início, em corpos de prova não condicionados. Observamos infiltração na parede incisal em nove dos nossos corpos de prova, sendo que seis apresentaram nível 1, e três nível 2, o que corresponde a respectivamente 15% e 7,5% do total das restaurações examinadas. Tal resultado encontra explicação em PHAIR *et al.*³⁵, que associam a infiltração à variabilidade na estrutura do esmalte e diminuição da sua espessura na região cervical dos dentes, com o que concordam CRAWFORD *et al.*¹², EAKLE e NAKAMOTO¹⁶, McLEAN *et al.*³¹ e TORSTENSON e BRÄNNSTRÖM³⁸.

Efetuamos a ciclagem térmica que, de acordo com CHOAYEB¹⁰, é imprescindível nos testes *in vitro* para simular as condições bucais, uma vez que a diferença no coeficiente de expansão térmica entre o material restaurador e a estrutura dental leva à deterioração das margens da restauração. Segundo YAMAGUCHI *et al.*⁴², as diferenças na alteração dimensional entre a restauração e o dente podem romper o selamento marginal, resultando em formação de fendas na interface.

Os ensaios de infiltração marginal pela técnica de penetração passiva do corante têm sido utilizados com frequência pelos pesquisadores. Segundo CRIM¹³, o uso de isótopo ou corante é igualmente eficaz nos testes de microinfiltração. Encontramos na literatura a escolha

de soluções radiotativas de cloreto de cálcio (HEMBREE²⁴, PHILLIPS *et al.*³⁶), de sódio (CRAWFORD *et al.*¹²), nitrato de prata (EAKLE e NAKAMOTO¹⁶, GORDON *et al.*¹⁸, KANCA²⁸), fucsina básica a 0,5% (CRIM¹³, CRIM e GARCIA-GODOY¹⁴, JONES *et al.*²⁶, LUTZ *et al.*²⁹, PHAIR *et al.*³⁵), fluoresceína sódica a 2% (BAUER e HENSON⁷) e azul de metileno a 0,5% (CARDOSO *et al.*⁹, DAVIDSON *et al.*¹⁵) e a 2% (AMSBERRY *et al.*¹).

No intuito de eliminar alguns fatores que poderiam interferir nos resultados, utilizamos em nosso trabalho dentes recém-extraídos, incisivos e caninos, que foram armazenados em água à temperatura ambiente até que fossem preparadas e restauradas as cavidades. Após a restauração, mantivemos os corpos de prova em água a 37°C por 20 horas antes de procedermos à ciclagem térmica, sem realizar qualquer polimento. Variáveis investigadas pelos pesquisadores indicam, segundo CHOHAYEB¹⁰, que os resultados *in vitro* incluem a idade e tempo de armazenagem dos dentes (JÖRGENSEN *et al.*²⁷), das restaurações (YAMAGUCHI *et al.*⁴¹), polimento imediato, preparação da superfície dentinária com remoção ou não de *smear layer*, habilidade do agente adesivo em inibir a microinfiltração e o tempo de teste, geralmente de 1 a 7 dias. Vários autores realizaram o polimento imediato das restaurações com compósitos (AMSBERRY *et al.*¹, GORDON *et al.*¹⁸, HEMBREE²⁴, LUTZ *et al.*³⁰), após 5 minutos (HANSEN²⁰) e após 30 minutos (EAKLE e NAKAMOTO¹⁶). Entretanto, ARAÚJO e ASMUSSEN³ encontraram fraturas dos prismas de esmalte devido ao polimento imediato e afirmaram que essas fraturas são reduzidas quando o acabamento e polimento são adiados até que as fendas estejam fechadas pela expansão higroscópica, e recomendam um tempo maior de espera para o polimento, não apenas 5, 10 ou 60 minutos. Quanto ao tempo de armazenagem das restaurações, AMSBERRY *et al.*¹, não encontraram diferença entre a armazenagem em solução salina por 5 horas, 24 horas ou 28 dias antes da ciclagem térmica, tendo o acabamento sido imediato. No trabalho de CRAWFORD *et al.*¹², os corpos de prova mantidos secos por 30 dias apresentaram absorção 10 vezes maior de isótopo do que os testados imediatamente após a restauração. Segundo CRIM e GARCIA-GODOY¹⁴, a ciclagem térmica imediata e após 24 horas não mostrou diferença estatisticamente significativa

nas restaurações com todas as margens em esmalte; entretanto o 1º grupo mostrou um ligeiro aumento de penetração do corante por não permitir expansão higroscópica.

A infiltração do corante na parede cervical de todos os nossos corpos de prova encontra respaldo nas afirmações de ARAÚJO e ASMUSSEN³, EAKLE e NAKAMOTO¹⁶, GORDON *et al.*¹⁸, HANSEN²⁰, HANSEN e ASMUSSEN²³, JÖRGENSEN *et al.*²⁷ de que todos os sistemas de resinas contraem durante a polimerização e nenhum adesivo dentinário comercialmente disponível é capaz de evitar essa contração, uma vez que sua adesão às paredes de dentina é excedida pela força de contração de polimerização. Apesar de termos utilizado em nosso trabalho apenas um tipo de compósito, salientamos a opinião de ASMUSSEN e JÖRGENSEN⁵ de que a contração linear depende principalmente da composição do monômero e independe do conteúdo de partículas de carga. Ao contrário, HEMBREE²⁴ afirma que compósitos de micropartículas têm menor contração de polimerização que os de macropartículas, mas o coeficiente de expansão térmica é similar ao das resinas sem carga.

A origem da infiltração marginal, segundo ARENDS *et al.*⁴, é muito complexa porque inúmeros fatores contribuem. A polimerização produz contração e a subsequente absorção de água produz expansão. Segundo esses autores, a infiltração marginal diminui muito em 2 semanas e torna-se desprezível após cerca de 1 mês. De acordo com ASMUSSEN e JÖRGENSEN⁵, uma contração de polimerização relativamente pequena, uma adequada expansão devido à absorção de água e mudanças de temperatura dentro de limites realistas não influem na integridade marginal, uma vez que a expansão higroscópica pode ser alta o suficiente para compensar completamente a contração de polimerização.

Também ARENDS *et al.*⁴ afirmam que a infiltração nos compósitos pode ser evitada por uma combinação de baixa contração de polimerização e moderada expansão higroscópica, mas que uma excessiva expansão higroscópica não melhora a adaptação marginal. De acordo com ARENDS *et al.*⁴ e HANSEN e ASMUSSEN²³, o espaço nos compósitos anteriores estava fechado em 28 dias, enquanto nos posteriores havia fendas residuais devido à menor quantidade de material orgânico. Apesar de melhorar a adaptação marginal, a expansão

higroscópica prejudica as propriedades mecânicas dos compósitos. Segundo CRIM¹³ e HANSEN e ASMUSSEN²³, a expansão higroscópica varia de compósito para compósito e depende do conteúdo de carga e formulação química do monômero; quanto maior o conteúdo de carga, menor seria a expansão higroscópica. O monômero influencia a viscosidade, a polimerização e a infiltração marginal.

Embora tenhamos utilizado apenas um tipo de agente adesivo, salientamos a opinião de CRIM¹³ de que os agentes de união variam quanto à força retentiva e habilidade para inibir a microinfiltração. O autor também afirma que os resultados das pesquisas têm sido frequentemente contraditórios uma vez que muitas variáveis influem, tais como a espessura da camada do agente de união e sua polimerização separadamente ou em conjunto com o compósito utilizado. De acordo com as instruções do fabricante, aplicamos o adesivo dentinário em fina camada, e polimerizamos por 20 segundos antes da inserção do compósito. Ainda segundo CRIM¹³, interferem na adesão a estrutura e composição da dentina, que podem variar de acordo com o tipo de dente, sua localização e profundidade. Em nosso trabalho preparamos cavidades de classe V nas superfícies vestibulares de incisivos e caninos, localizadas no limite amelo-cementário. A utilização de um microscópio modificado no preparo das cavidades permitiu-nos obter dimensões padronizadas, em que a profundidade era de 1 mm. De acordo com HANSEN²¹, a profundidade da cavidade não influenciou na espessura da fenda marginal das restaurações com 4 mm de diâmetro. Entretanto, segundo JÖRGENSEN *et al.*²⁷, a adesão à dentina superficial próximo à junção dentina-esmalte pode ser o dobro da adesão à dentina mais profunda, em dentes humanos, e ainda ARAÚJO e ASMUSSEN³ afirmam que maior contração é encontrada nas paredes mais profundas da cavidade.

Segundo WALLS *et al.*³⁹ a profundidade da cavidade pode influenciar a contração de polimerização medida se a luz ativadora for incapaz de penetrar e polimerizar a total espessura do material. Uma vez que a profundidade de nossas cavidades foi padronizada em apenas 1 mm, não foi nossa preocupação uma possível polimerização insuficiente do compósito. O objetivo de realizarmos a polimerização do compósito em duas camadas no grupo controle foi

tomar essa etapa o máximo possível semelhante à polimerização dos grupos 2, 3 e 4, que receberam uma base de cimento de ionômero de vidro antes da inserção do material restaurador. Entretanto, ressaltamos a opinião dos autores em relação a essa técnica. De acordo com WALLS *et al.*³⁹, a técnica empregada durante a inserção do material pode ser variada para diminuir o efeito da contração. Segundo HANSEN²¹, na polimerização da primeira camada pela técnica de incrementos oblíquos o assoalho original se torna parte das paredes da cavidade, reduzindo a proporção volume/área e a fenda marginal. HANSEN e ASMUSSEN²² concordam que o aumento da dimensão do assoalho da cavidade resulta num aumento da proporção volume da cavidade/área das paredes, com conseqüente aumento da fenda marginal. De acordo com DAVIDSON *et al.*¹⁵, a contração de polimerização dos compósitos em cavidade de classe V, em que há mais de duas paredes de dentina, pode exceder a força de adesão compósito-dentina devido à limitação do escoamento. Nessas cavidades, aproximadamente 2/3 da superfície total do compósito está em contato com a estrutura dental, o que pode desenvolver uma força estimada de 20 MPa. A força de adesão é muito fraca para permitir que o escoamento compense as forças de contração, o que só é possível em superfícies planas e cavidades rasas. HANSEN²⁰ também afirma que os preparos com paredes formando ângulos de 135° e 160° podem ser comparadas com erosões cervicais, e tiveram melhor adaptação marginal. Entretanto, ASMUSSEN e MUNKSGAARD⁶ não encontraram redução na espessura das fendas marginais na utilização da técnica em camadas quando usaram um adesivo eficiente, uma vez que os valores já eram de apenas 1µm. HANSEN²¹ encontrou redução da ordem de 25% quando a inserção foi feita em camadas oblíquas, independentemente da posição da primeira camada (área apical ou coronária), o que não aconteceu para camadas paralelas. Ainda segundo HANSEN²¹, uma pequena redução na fenda pode parecer sem importância porque ela ainda existe e é inaceitável; entretanto, uma fenda reduzida melhora as condições dos adesivos de dentina e a possibilidade de um fechamento mais rápido pela expansão higroscópica. Também LUTZ *et al.*²⁹ afirmam que os resultados negativos causados pela contração de polimerização podem ser bastante minorados com a utilização de técnicas de inserção e polimerização em camadas nas

cavidades de classe II. Entretanto JONES *et al.*²⁶ encontraram infiltração em compósitos posteriores apesar da técnica de camadas.

Na parede cervical observamos infiltração em 39 dos 40 corpos de prova testados, sendo que a grande maioria (80%) apresentou nível 3 de penetração de corante. Apesar de não haver diferença estatisticamente significativa, o grupo controle mostrou resultados ligeiramente superiores, com um corpo de prova sem infiltração, um exibindo nível 1 de infiltração, dois, nível 2 e seis, nível 3. O grupo que recebeu a base de Vidrion apresentou nível 2 de infiltração em dois corpos de prova e nível 3 em oito; para o grupo com Vitrebond, dois corpos de prova mostraram nível 1 de infiltração e oito nível 3. O pior resultado foi para o grupo com base de Time Line, com todos os corpos de prova exibindo nível 3 de infiltração. Talvez isso possa ser explicado pelo fato de que esse material não seja considerado, segundo FRANCISCHONE¹⁷, um verdadeiro cimento de ionômero de vidro, uma vez que a união dos constituintes do pó e cargas inorgânicas desse cimento é feita com uma resina foto-polimerizável.

Utilizamos uma base de cimento ionomérico nos grupos experimentais com o objetivo de associar as propriedades de adesão e biocompatibilidade deste cimento à diminuição da contração de polimerização por meio da redução do volume de compósito inserido e do aumento da área de superfície em relação ao volume de material restaurador. O uso de uma base de cimento de ionômero de vidro sob restaurações com compósito tem sido indicado em muitos estudos (FRANCISCHONE¹⁷, GORDON *et al.*¹⁸, LUTZ *et al.*^{29,30}, McLEAN *et al.*³¹, McLEAN e WILSON^{32,33}, PHAIR *et al.*³⁵). McLEAN *et al.*³¹ observaram que o ácido fosfórico ataca efetivamente a superfície do cimento, tornando-a rugosa e aumentando o embricamento mecânico. Contrariando suas recomendações, não realizamos o condicionamento desta base com ácido fosfórico. Fizemos opção pelas indicações de McLEAN e WILSON³³ que não recomendam o condicionamento do cimento. Ainda, segundo LUTZ *et al.*³⁰, quando não há união entre compósito e base, as forças de contração desenvolvidas durante a polimerização são mais rapidamente compensadas através das superfícies interna e externa livres. Em seu trabalho, o melhor resultado na adaptação marginal foi observado quando não havia adesão entre o

compósito e o cimento de ionômero de vidro. PHAIR *et al.*³⁵ e GORDON *et al.*¹⁸ também estudaram a infiltração marginal em restaurações com compósito e base de cimento de ionômero de vidro e concluíram que, ao contrário da observação de McLEAN *et al.*³¹, o condicionamento do esmalte e do cimento de ionômero de vidro não afetou as fendas marginais em dentina quando comparado ao condicionamento apenas do esmalte e que, uma vez que as fendas persistem independente do material usado para intermediar a união entre compósito e dentina, o cimento de ionômero de vidro deve ser utilizado como forramento nessas cavidades por sua biocompatibilidade, propriedades anti-bacterianas e liberação de flúor, diminuindo a irritação pulpar e cáries secundárias. GORDON *et al.*¹⁸ também afirmaram que a maior infiltração encontrada na parede gengival em relação à incisal deve-se ao fato de que a contração de polimerização e a expansão térmica do compósito e cimento de ionômero de vidro excedem a adesão à dentina desses materiais combinados.

Para a limpeza das cavidades utilizamos apenas a irrigação com água, o que acreditamos estar de acordo com as recomendações dos fabricantes. Para Vitrebond, o pré-tratamento da dentina não é recomendado, para Vidrion, o fabricante aconselha a lavagem sem o uso de substâncias irritantes, e para Time Line, apenas lavagem com água. Entretanto, segundo HANSEN²⁰, a limpeza da cavidade com EDTA leva à diminuição do *smear layer*. Embora o autor acredite que a fraca solução de EDTA (0,05%, pH 8) utilizada em seu trabalho não seja capaz de removê-lo completamente, obteve melhores resultados do que com o uso de água ou peróxido de hidrogênio a 3% e afirma que a utilização de ácidos fortes como o ácido fosfórico não só remove o *smear layer* como também dissolve os componentes minerais da dentina deixando apenas colágeno. YAMAGUCHI *et al.*⁴¹ e ARAÚJO *et al.*² também concordam que a utilização de substâncias ácidas na dentina é dispensável uma vez que são irritantes pulpares e reduzem a fração mineral, podendo afetar a adesão à dentina, já que um substrato enfraquecido mostra propriedades de adesão inferiores. TORSTENSON e BRÄNNSTRÖM³⁸ utilizaram um detergente na remoção do *smear layer*, enquanto McLEAN e WILSON³³ recomendam apenas uma suave irrigação da dentina com peróxido de hidrogênio

antes da aplicação do cimento de ionômero de vidro. Já ISHIOKA e CAPUTO²⁵ afirmam que a remoção do *smear layer* produziu resistência de adesão semelhante àquela obtida sem sua remoção, e que a aplicação de oxalato de ferro e, em menor grau, de EDTA a 17% resultou em força de adesão diminuída, concluindo que ótima adesão pode ser obtida com os sistemas adesivo-compósito com *smear layer* intacto. McLEAN *et al.*³¹ afirmam que ácido poliacrílico, ácido tânico e dodicin contêm múltiplos grupos funcionais capazes de aderir hidrogênio à estrutura dental, enquanto asseguram efetiva limpeza e umedecimento da superfície do substrato. São mais efetivos que agentes quelantes com baixo peso molecular, como o ácido cítrico e o EDTA, que dissolvem material e causam ruptura nas superfícies de esmalte e dentina. No estudo de YAMAGUCHI *et al.*⁴¹, a maior força de adesão foi encontrada no grupo de dentina não condicionada, seguido pelo grupo condicionado com ácido poliacrílico e, por último, o grupo que recebeu ácido fosfórico. Entretanto, ressaltam que, como a dentina recém-cortada contém *smear layer*, microrganismos e outros contaminantes, não deve ser deixada sem tratamento, e portanto seus resultados podem não ter aplicação clínica. Antes da inserção do cimento de ionômero de vidro, GORDON *et al.*¹⁸, McLEAN *et al.*³¹, PHAIR *et al.*³⁵ recomendam o uso de ácido poliacrílico a 40%. Também JONES *et al.*²⁶ observaram que o uso de ácido poliacrílico antes da inserção do cernmet reduziu a infiltração a um nível insignificante, enquanto a ausência de pré-tratamento exibiu maior infiltração. De acordo com JÖRGENSEN *et al.*²⁷, o alto desvio padrão encontrado em seu trabalho sobre vários tratamentos da superfície de dentina e adesivos dentinários pode ser devido às diferenças em composição e estrutura das paredes de dentina, e a força de adesão à dentina superficial próximo à junção dentina-esmalte pode ser o dobro da adesão à dentina mais profunda.

Segundo ASMUSSEN e MUNKSGAARD⁶ e CHOAYEB¹⁰, pode-se concluir que a ciência dos adesivos de dentina está passando por rápido desenvolvimento e não mostra sinais de chegar a um fim. O objetivo maior desse desenvolvimento é a criação de uma base para restauração com compósitos que elimine a necessidade de retenções adicionais e garanta um

bom selamento marginal. As restaurações resultantes serão menores e sua longevidade será aumentada.

Conclusão

7. Conclusão

Com base nos resultados obtidos e discutidos em nosso trabalho, julgamos válido concluir que:

1 - Os cimentos ionoméricos usados como base não exerceram influência significativa sobre a infiltração marginal ocorrida nas paredes incisal e cervical de cavidades de classe V restauradas com o sistema adesivo Scotchbond 2 + Silux Plus.

2 - Na parede incisal, os níveis de infiltração marginal apresentados pelos grupos controle e experimental foram reduzidos ou nulos, provavelmente devido ao condicionamento ácido do esmalte.

3 - Na parede cervical, os tratamentos utilizados não foram capazes de eliminar a infiltração marginal.

Resumo

8. Resumo

Este trabalho teve o objetivo de avaliar *in vitro* a influência de bases inoméricas sobre a microinfiltração marginal em cavidades preparadas na junção esmalte-cimento e restauradas com um sistema de adesão dentinária.

Foram utilizados quarenta dentes humanos recém-extraídos, incisivos e caninos, que receberam preparos cavitários de classe V, padronizados com o auxílio de um microscópio modificado. No grupo controle, as cavidades foram restauradas com o sistema adesivo Scotchbond 2/Silux Plus, e nos grupos experimentais esse sistema foi utilizado após a confecção de bases de cimentos ionoméricos (Vidrion, Vitrebond ou Time Line).

Para avaliação da microinfiltração marginal, os corpos de prova foram submetidos a 100 ciclos térmicos, isolados e imersos numa solução de azul de metileno a 0,5% por 72 horas. Depois de seccionados, os níveis de infiltração foram examinados em microscopia óptica.

O autor concluiu que os cimentos ionoméricos utilizados como base não exerceram influência significativa sobre a infiltração marginal ocorrida nas paredes incisal e cervical, de cavidades de classe V restauradas com o sistema Scotchbond 2 + Silux Plus. Na parede incisal, os níveis de infiltração marginal apresentados pelos grupos controle e experimental foram reduzidos ou nulos, provavelmente devido ao condicionamento ácido do esmalte. Na parede cervical, os tratamentos utilizados não foram capazes de eliminar a infiltração marginal.

Summary

9. Summary

The purpose of the present work was to evaluate *in vitro* the influence of ionomeric cement bases on marginal microleakage of cavities extending below the cemento-enamel junction and filled with a dentin adhesive/composite resin.

Forty recently extracted human incisor and canine teeth received standard Class V cavity preparations with the help of a modified microscope. The cavities were filled with Scotchbond 2/Silux Plus, and in the experimental groups this system was used in conjunction with ionomeric cements as a base (Vidrion, Vitrebond or Time Line).

In order to verify marginal leakage, the teeth were submitted to 100 thermal cycles, sealed and immersed in 0,5% methylene blue solution for 12 hours. After being sectioned, the teeth were scored for microleakage under a measuring microscope.

The author concluded that the ionomeric cements used as a base had no influence on marginal leakage along the enamel and cementum walls in Class V cavities filled with the system Scotchbond 2 + Silux Plus. Along the enamel margin, the levels of marginal leakage presented by control and experimental groups were reduced or insignificant, probably due to the acid conditioning on enamel. At the gingival margin, the treatments were not able to eliminate marginal leakage.

Referências bibliográficas

10. Referências Bibliográficas*

1. AMSBERRY, W., von FRAUNHOFER, J.A., HOOTS, J. et al. Marginal leakage of several acid-etch composite resin restorative systems. J. prosth. Dent., St. Louis, v.52, n.5, p.647-653, Nov.1984.
2. ARAÚJO, M.A.M., MELO F., A.B., MELLO, J.B. et al. Adesivos dentinários - avaliação da infiltração em diferentes marcas comerciais, executando-se ou não o condicionamento ácido dentinário. RGO, Porto Alegre, v.XLVII, n.4, p.15-20, julho-agosto, 1990.
3. ARAÚJO, P., ASMUSSEN, E. Effect of dentin adhesives on contraction of restorative resins in cavities surrounded by acid-etched enamel. Acta odont. Scand, Oslo, v.48, n.5, p.333-336, Oct. 1990.
4. ARENDS, J., VAN DER VEEN, H., v.GRENINGEN, G. et al. Quantified marginal leakage of composites *in vitro*. J. oral Rehabil., Oxford, v.12, n.3, p.229-234, May, 1985.
5. ASMUSSEN, E., JÖRGENSEN, K.D. Restorative resins: coefficient of thermal expansion - a factor of clinical significance? Quintess. int., Berlin, v.9, n. 9, p.79-82, Sept. 1978.
6. _____, MUNKSGAARD, E.C. Bonding of restorative resins to dentine: status of dentine adhesives and impact on cavity design and filling techniques. Int. dent. J., Surrey v.38, n.2, p.97-104, June 1988.
7. BAUER, J.G., HENSON, J.L Microleakage of direct filling materials in class V restorations using thermal cycling. Quintess. int., Berlin, v.16, n.11, p. 765-769, Nov.1985.

* De acordo com a NBR 6023 de agosto/1989 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abreviaturas de Periódicos: "World List of Scientific Periodicals".

8. BUONOCORE, M.G.A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. dent. Res., Chicago, v.34, n.6, p.849-853, June, 1955.
9. CARDOSO, L.A.M., GÓES, M.F., CONSANI, S., et al. Adesivos de dentina - influência na infiltração marginal de restaurações cervicais. RGO, Porto Alegre, v.37, n.2, p.103-106, mar/abr, 1989.
10. CHOHAYEB, A.A. Bonding to tooth structure: clinical and biological considerations. Int. dent. J., Surrey v.38, n.2, p.105-111, June 1988.
11. CONSANI, S., RUHNKE, L.A., GOES, M.F. Influência do condicionamento ácido no selamento marginal das restaurações de resina composta, recobertas com glase. Revta Ass. paul. Cirurg. dent., São Paulo, v.37, n.5, p.430-435, set./out. 1983.
12. CRAWFORD, P.J.M., WHITTAKER, D.K., OWEN, G.M. The influence of enamel prism orientation on leakage of resin-bonded restoration. J. oral Rehabil., Oxford, v.14, n.3, p.283-289, May, 1987.
13. CRIM, G.A. Influence of bonding agents and composites on microleakage. J. prosth. Dent., St. Louis, v.61, n.5, p.571-574, May, 1989.
14. _____, GARCIA-GODOY, F. Microleakage: The effect of storage and cycling duration. J. prosth Dent. Res., Chicago, v.57, n.5, p.574-576, May, 1987.
15. DAVIDSON, C.L., GEE, A.J., FEILZER, A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. J. dent. Res., Chicago, v.63, n.12, p.1396-1399, Dec. 1984.
16. EAKLE, W.S., NAKAMOTO, D.K. Microleakage in MOD resin composite with three dentin bonding agents. Dent Mater., Washington, v.5, n.6, p.361-364, Nov. 1989.
17. FRANCISCHONE, C.E. Quando e porquê o cimento de ionômero de vidro deve ser usado na clinica geral? Revta Ass. paul.

- Cirurg. dent., São Paulo, v.46, n.3, p.759-760, maio/jun. 1992.
18. GORDON, M., PLASSCHAERT, A.J.M., SOELBERG, K.B. et al. Microleakage of four composite resins over a glass ionomer cement base in class V restorations. Quintess. Int., Berlin, v.16, n.12, p.817-820, Dec. 1985.
 19. GWINNET, A.J., BUONOCORE, M.G. Adhesives and caries prevention: a preliminary report. Br. Dent. J., London, v.119, n.2, p.77-81, July, 1965.
 20. HANSEN, E.K. Effect of Scotchbond dependent on cavity cleaning, cavity diameter and cavosurface angle. Scand. J. dent. Res., Copenhagen, v.92, n.2, p.141-147, Aug. 1984.
 21. _____. Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dentin cavities. J. dent. Res., Chicago, v.65, n.11, p.1319-1321, Nov. 1986.
 22. _____, ASMUSSEN, E. Cavity preparation for restorative resins used with dentin adhesives. Scand. J. dent. Res., Copenhagen, v.93, n.5, p.474-479, Oct. 1985
 23. _____, _____. Marginal adaptation of posterior resins: effect of dentin-bonding agent and hygroscopic expansion. Dent. Mater., Washington, v.5, n.2, p.122-126, Mar. 1989.
 24. HEMBREE JR., J.H. Microleakage of microfilled composite resin restorations with different cavosurface designs. J. prosth. Dent., St. Louis, v.52, n.5, p.653-656, Nov. 1984.
 25. ISHIOKA, S., CAPUTO, A.A. Interaction between the dentinal smear layer and composite bond strength. J. prosth. Dent., St. Louis, v.61, n.2, p.180-185, Feb. 1989.
 26. JONES, J.G., GRIEVE, A.R., YOUNGSON, C.C. Marginal leakage associated with three posterior restorative materials. J. Dent., Surrey, v.16, n.3, p.130-134, June, 1988.
 27. JÖRGENSEN, K.D., ITOH, K., MUNKSGAARD, E.C. et al.. Composite wall-to-wall polymerization contraction in den-

- tin cavities treated with various bonding agents. Scand. J. dent. Res. , Copenhagen, v.93, n.3, p.276-279, June, 1985.
28. KANCA III, J. Microleakage of five dentin bonding systems. Dent. Mater. , Washington, v.5, n.6, p.415-416, Nov. 1989.
 29. LUTZ, F., KREJEI, I., LUESCHER, B. et al. Improved proximal margin adaptation of class II composite resin restorations by use of light-reflecting wedges. Quintess. int., Berlin, v.17, n.10, p.659-664, Oct. 1986.
 30. _____, _____, OLDENBURG, T. R. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. Quintess. int. , Berlin, v.17, n.12, p.777-784, Dec. 1986.
 31. McLEAN, J., POWIS, D.R., PRESSER, H.J. et al. The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine. Br. dent. J. , London, v.158, n.8, p.410-414, June, 1985.
 32. _____, WILSON, A.D. The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties. Aust. dent. J. , St. Leonards, v.22, n.1, p.31-46, Feb. 1977.
 33. _____, _____. The clinical development of the glass-ionomer cement. II. Some clinical applications. Aust. dent. J., St. Leonards, v.22, n.2, p.120-127, Apr. 1977.
 34. NELSEN, R.J., WOLCOTT, R.B., PAFFENBARGER, G.C. Fluid Exchange at the margins of dental restorations. J. Am. dent. Ass. , Chicago, v.44, n.3, p.288-295, Mar. 1952.
 35. PHAIR, C.B., ZIDAN, O., GOMEZ-MARIN, O. et al. Marginal gap formation in the composite resin/glass ionomer cement class V restoration. Dent. Mater., Washington, v.4, n.3, p.134-138, June, 1988.
 36. PHILLIPS, R.W., GILMORE, H.W. ISWARTZ, M.L. et al. Adaptation of restorations "in vivo" as assessed by Ca⁴⁵. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.62, n.1, p23-34, Jan. 1961.

37. STANINEC, M., JOW, R.W., KIRCOS, L.T. et al. IN VITRO caries induction at the tooth amalgam interface. Dent. Mater., Washington, v.4, n.2, p.72-76, Apr. 1988.
38. TORSTENSON, B., BRÄNNSTRÖM, M. Composite resin contraction gaps measured with a fluorescent resin technique. Dent. Mater., Washington, v.4, n.5 p.238-242, Oct, 1988.
39. WALLS, A.W.G., MCCABE, J.F., MURRAY, J.J. The polymerization contraction of visible-light activated composite resins. J. Dent., Surrey, v.16, n.4, p.177-181, Aug. 1988.
40. WELBURY, R.R., _____, _____ et al. Factors affecting the bond strength of composite resin to etched glass-ionomer cement. J. Dent., Surrey, v.16, n.4, p.188-193, Aug. 1988.
41. YAMAGUCHI, R., POWERS, J.M., DENNISON, J.B. Parameters affecting in vitro bond strength of composites to enamel and dentin. Dent. Mater., Washington, v.5, n.3, p.153-156, May, 1989.
42. _____, _____, _____. Thermal expansion of visible-light-cured composite resins. Operative Dent., Seattle, v.14, n.2, p.64-67, Spring, 1989.

Apêndice

11. Apêndice

Nível de infiltração nas paredes cervical e incisal de cada restauração.

Scotchbond 2+Silux Plus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cervical	2	2	3	0	3	3	3	3	1	3
Incisal	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Vidrión+ Scotchbond 2+ Silux Plus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cervical	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3
Incisal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Vitrebond+Scotchbond 2+Silux Plus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cervical	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3
Incisal	2	0	0	0	1	0	2	2	0	0

Time Line+Scotchbond 2+Silux Plus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cervical	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Incisal	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0