

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ROSÂNGELA MARQUES DUARTE

Cirurgiã-Dentista

ESTUDO "in vitro" DA INFILTRAÇÃO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES DE CAVIDADES CLASSE I, COM COMPÓSITO E
BASE DE CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

*Est exemplar foi
devolvido com
acordo com a Resolução de
CC PG/036/83.
Piracicaba, 27 de março de 1992
D. J. J.*

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campi-
nas para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área: Mate-
riais Dentários.

PIRACICABA - SP

1992

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ROSÂNGELA MARQUES DUARTE
Cirurgiã-Dentista

ESTUDO "in vitro" DA INFILTRAÇÃO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES DE CAVIDADES CLASSE I, COM COMPÓSITO E
BASE DE CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

Orientador: Prof. Dr. WOLNEY LUIZ STOLF

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campi-
nas para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área: Mate-
riais Dentários.

P I R A C I C A B A - S P
1992

À DEUS

*Mesmo diante de veementes
terremotos que abalaram o meu ser,
senti sua presença na atmosfera renovada
do espírito e nas forças cósmicas
que sacudiram o meu íntimo ser e
mostraram que meu, intimamente meu,
é somente aquilo que a feroz tempestade
provou e não me roubou.*

Com Amor

DEDICO

*A minha mãe NILDA, cujo amor,
dedicação e confiança foram
ingredientes indispensáveis
a realização deste trabalho.*

*A memória de meu pai BERNARDO,
cujo exemplo de vida me serviu
de marco para muitas realizações,
ofereço esta conquista e a
certeza do amor sempre presente.*

*Aos meus irmãos ELIANE, ELENILDA
e EVERALDO pelo constante apoio e
compreensão dos momentos de ausência
necessários para realização deste
trabalho.*

*Ao PETRÔNIO, pela mão amiga e sempre
presente, repleta de paciência e doçura,
cuja compreensão e incentivo me mantiveram
sempre a frente nos difíceis momentos
vividos no transcorrer deste trabalho.*

Com Amor

Ao Prof. Wolney Luis Stolf
pela orientação e dedicação durante
a realização deste trabalho.

Agradecço

AGRADECIMENTO ESPECIAL

- A minha irmã, Profª ELIANE M. D. DE SOUSA da disciplina de Anatomia Odontológica da Faculdade de Odontologia da UFPB, pela confiança depositada e incentivo na vida acadêmica.

- Ao Prof. Dr. AYMORÉ DOS SANTOS, da disciplina de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP, pelo exemplo de vida e ensinamentos que muito me auxiliaram na vida profissional.

- Ao Prof. Dr. JOAQUIM FERNANDES C. MARTINS, Chefe do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia da UFPB, pelos primeiros ensinamentos acadêmicos e principalmente por nossa amizade.

- A Profª MARINÊS NOBRE DOS SANTOS, da disciplina de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo carinho e amizade a mim dispensados.

- Ao Prof. Dr. ABRAÃO ALVES DE OLIVEIRA, da disciplina de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da UFPB, pela amizade, confiança e incentivo para realização deste trabalho.

- Ao Prof. Dr. JOSÉ SARMENTO MEIRA, Chefe do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da UFPB, pela oportunidade concedida para concretização deste trabalho.

- Aos funcionários ADÁRIO CANGIANI e PEDRO JUSTINO, cuja amizade e carinho foram uma constante durante a permanência nesta faculdade, pela orientação no laboratório e colaboração na produção de fotografias e material didático.

Gostaria de externar minha
sincera gratidão.

AGRADECIMENTOS

- Ao Diretor Prof. Dr. RENATO ROBERTO BIRAL e seu associado Prof. Dr. OSVALDO DI HIPÓLITO JÚNIOR, pelo empenho no desenvolvimento da pesquisa nesta Faculdade.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (PICD-CAPE), pela concessão de bolsa de estudos.
- Ao Prof. Dr. WOLNEY LUIZ STOLF, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, por garantir o desenvolvimento do curso.
- Aos Professores da disciplina de materiais dentários da faculdade de odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela disponibilidade durante a realização deste curso.
- As funcionárias Sra. MARIA GENI FORTI e Sra. SELMA A. B. SOUZA, pela atenção e disponibilidade.
- A todos aqueles que contribuíram para concretização deste trabalho.

Agradeço.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3. PROPOSIÇÃO	37
4. MATERIAIS E MÉTODO	39
4.1. Materiais	40
4.2. Método	41
4.2.1. Preparo das cavidades	41
4.2.2. Divisão dos grupos de tratamento	44
4.2.3. Base cavitária	45
4.2.4. Condicionamento ácido	46
4.2.5. Restauração das cavidades	47
4.2.6. Ciclo Térmico	48
4.2.7. Infiltração marginal	48
4.2.8. Análise da infiltração marginal	50
5. RESULTADOS	52
6. DISCUSSÃO	60
7. CONCLUSÃO	69
8. RESUMO	71
9. SUMMARY	74
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A infiltração marginal na interface dente-restauração tem sido do interesse de muitos pesquisadores nas últimas décadas (BULLARD *et al*⁹, CRIM e SHAY¹², HANSEN¹⁹, KREJEI e LUTZ²¹, SWARTZ e PHILLIPS³²).

Entre os métodos utilizados para medir a infiltração marginal estão a visualização direta através de microscópio óptico (DAVIDSON *et al*¹⁵, HANSEN¹⁹), utilização de microscópio eletrônico de varredura para observar a adaptação das margens da restauração (KREJEI e LUTZ²¹, LUTZ *et al*²⁴, LUTZ *et al*²³, STANINEC *et al*³¹), uso de rádioisótopos para verificar a infiltração marginal por meio de autoradiografias (ROBISON *et al*²⁸, SWARTZ e PHILLIPS³²), e a penetração passiva de corantes na interface dente/restauração (BULLARD *et al*⁹, CRIM e SHAY¹², GORDON *et al*¹⁷, GUELMAN¹⁸, KREJEI *et al*²², PEUTZFELDT e ASMUSSEN²⁶, PHAIR *et al*²⁷).

O selamento marginal de uma restauração tem demonstrado ser um importante critério na escolha de um material restaurador e técnica de inserção. Selamento marginaldeficiente permitirá a infiltração com provável contaminação por bactérias levando a agressão da polpa e possivelmente recidiva de cárie (BRANNSTROM⁷).

Os compósitos odontológicos foram introduzidos na década de 80 como material restaurador estético para uso

em dentes anteriores. (BOWEN⁴). Recentemente, o uso deste material em dentes posteriores tem se difundido.

Um sério inconveniente destes materiais restauradores é a falta de adesão à estrutura dentária. Avanços tais como a introdução da técnica do condicionamento ácido, que cria micro retenções no esmalte (BUONOCORE *et al*¹⁰) e o desenvolvimento de agentes adesivos, têm melhorado a adaptação marginal das restaurações com compósito.

Importante fator a considerar é que todos os compósitos odontológicos disponíveis contraem durante a polimerização (DAVIDSON e GEE¹⁴). Contração de polimerização de 1,4 a 5,8% em volume foi relatada por BAUSH *et al*², que usualmente resulta em formação de fendas entre restauração e parede cavitária, como observado por BRANNSTROM⁸ *et al*.

A reação de polimerização destes materiais produzem forças de contração. O efeito destas forças, tem sido relatado em vários estudos, os quais têm demonstrado que estas forças de contração podem produzir fendas no esmalte, bem como o deslocamento da restauração das paredes cavitárias (BAUSH *et al*², BOWEN⁴, BOWEN *et al*⁵, DAVIDSON *et al*¹⁵, JENSEN e CHAN²⁰).

Outro fator a ser considerado é o coeficiente de alteração térmica dos compósitos que se situa entre 28 a 40 x 10⁻⁶/mm/mm^oC e difere largamente do coeficiente de expansão térmica do dente que é de 11 x 10⁻⁶/mm/mm^oC. Esta diferença em presença de alterações térmicas que comumente ocorrem na cavidade bucal, pode prejudicar a adaptação da

restauração com a estrutura dentária (JENSEN e CHAN²⁰).

Com o crescente uso de compósitos odontológicos em dentes posteriores, muitos estudos têm sido conduzidos no que diz respeito a adequação clínica destas restaurações.

O desenvolvimento dos compósitos para uso em dentes posteriores está concentrado na resistência ao desgaste e adesão. Recentes avanços na tecnologia têm proporcionado compósitos fotoativados, com alto conteúdo de carga (65 a 80%) e variada distribuição do tamanho de partícula (DAVIDSON¹⁹). O alto conteúdo de partículas pode reduzir a contração de polimerização em alguma extensão, mas a manutenção da viscosidade leva a necessidade de diluição com monômeros de baixo peso molecular, tais como o TEGDMA (Tri etileno glicol dimetacrilato), que causam maior contração de polimerização do que as grandes moléculas de BIS-GMA (ASMUSSEN⁴).

O uso do cimento de ionômero de vidro tem se tornado popular. Este material é um híbrido do cimento de poliacarboxilato e cimento de silicato (WILSON e KENT³³), e possui algumas propriedades desejáveis em um material restaurador, tais como a adesão à estrutura dentária (BULLARD *et al*⁹; WILSON e McLEAN³⁴); a liberação de flúor levando a redução da recidiva de cáries (FORSTEN¹⁶) e biocompatibilidade com os tecidos dentários (SMITH *et al*³⁰).

McLEAN *et al*²⁵ reunindo as vantagens do cimento de ionômero de vidro aliadas as propriedades mecânicas e

estéticas superiores dos compósitos odontológicos, desenvolveram uma técnica de restauração mista, onde o cimento de ionômero de vidro foi utilizado para substituir a dentina, e o compósito unido à superfície do cimento e às áreas de esmalte condicionadas com ácido fosfórico à 37%.

A importância do uso de uma base de cimento de ionômero de vidro como estrutura principal nas restaurações com compósito em dentes posteriores é a redução do volume de compósito utilizado, minimizando com isto, os efeitos nocivos da contração de polimerização.

Até que a contração de polimerização possa ser substancialmente reduzida nos compósitos odontológicos, o uso deste material em dentes posteriores merece especial atenção. Atualmente, cavidades com preparos especiais e adaptação de técnicas de inserção podem oferecer possível solução para melhor adaptação marginal destas restaurações.

Pelas razões aqui expostas, parece-nos válido empreender um estudo para verificar a infiltração marginal em restaurações com compósito e cimento de ionômero de vidro em dentes posteriores.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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

BUONOCORE ¹⁰, em 1955, desenvolveu um método para aumentar a retenção dos materiais restauradores acrílicos à superfície do esmalte. Promoveu a alteração morfológica da superfície dentária por meio de um tratamento químico que consistia do ataque, *in vivo*, desta superfície com uma solução ácida. Foram utilizadas duas soluções: a primeira, uma solução à 50% de um reagente de fosfomolibdato com tungstato de sódio e ácido oxálico à 10%; a segunda, foi uma solução de ácido fosfórico à 85%. Estas soluções ácidas foram aplicadas à superfície do esmalte por 30 segundos, e após serem lavadas e secas, foi colocada uma porção de resina acrílica de 5 mm de diâmetro sobre o esmalte tratado. O autor verificou que o uso do ácido fosfórico à 85% forneceu melhores resultados, aumentando a retenção dos materiais restauradores acrílicos à superfície dentária. Sugeriu também o uso deste tipo de tratamento para o selamento de fóssulas e fissuras, como método de prevenção à cárie dentária.

SWARTZ e PHILLIPS³², em 1961, elaboraram estudo "*in vitro*" com a finalidade de observar a infiltração

marginal em alguns materiais restauradores. Utilizaram dentes humanos, onde prepararam cavidades classe V e classe I. Foram usados seis materiais: um amálgama dentário, um cimento de silicato, um cimento de fosfato de zinco e três resinas acrílicas. A adaptação marginal das restaurações foi verificada após 24 horas, 1 mês e 6 meses e a efetividade de selamento foi determinada com o uso de rádioisótopos. Os dentes restaurados foram isolados com esmalte para unha e cera pegajosa deixando apenas as margens das restaurações expostas, sendo em seguida imersos numa solução radioativa de Ca^{45} por 2 horas. Após a imersão os dentes foram seccionados longitudinalmente no centro das restaurações e colocados sobre filmes de raio x para obtenção de auto-radiografias para análise da infiltração marginal. O efeito de alterações térmicas também foi estudado em número limitado de restaurações de resina acrílica por meio de ciclo térmico com três temperaturas : $40^{\circ}C$, $20^{\circ}C$ e $10^{\circ}C$, permanecendo 5 minutos em cada banho , num total de 29 ciclos. Em todos os materiais estudados os autores observaram diferentes níveis de infiltração marginal . Para o amálgama a infiltração diminuiu com o envelhecimento da restauração, para os cimentos de silicato e fosfato de zinco não houve alterações nos níveis de infiltração marginal com o envelhecimento das restaurações. Para as resinas, a infiltração aumentou quando as restaurações foram submetidas a ciclo térmico.

BOWEN⁴, em 1967, elaborou um estudo para observar a relação entre a união de vários materiais

odontológicos aos tecidos duros do dente e a força desenvolvida durante a reação de presa destes materiais. Neste estudo foram utilizados os seguintes materiais: óxido de zinco e eugenol, Fosfato de Zinco, Silicato, Amálgama, resina acrílica, resina composta e 4 compósitos experimentais. Para medir a força desenvolvida, um método foi projetado para determinar a carga requerida para manter a distância constante entre duas paredes opostas de uma cavidade artificial de área conhecida. O autor desenvolveu 5 grupos de estudo: No grupo 1 os materiais testados foram colocados em um tubo de polietileno, que funcionava como matriz, formando uma cavidade cilíndrica, em cujas extremidades foram acoplados dois êmbolos de aço inoxidável que continham depressões para auxiliar na retenção à estas paredes metálicas. Estes êmbolos eram parte de um cilindro que estava acoplado externamente a um tubo de aço inoxidável, utilizado para manter os êmbolos em alinhamento. A medida que o material restaurador contraía durante a presa, as forças geradas eram automaticamente monitoradas. A força causada pela contração foi definida como a força máxima medida e foi dividida pela área da secção transversal da amostra. No grupo 1 nenhuma correção foi feita com relação ao deslocamento do dispositivo de força ou deformação elástica das partes metálicas do aparelho. No grupo 2 foi acoplado ao aparelho um dispositivo óptico para medir deslocamentos, podendo ser observadas alterações dimensionais de até $0,5 \mu\text{m}$ entre as paredes metálicas da

cavidade. No grupo 3 foi modificada a técnica de inserção do material restaurador na cavidade que foi efetuado em camadas através de um pequeno orifício no tubo de plástico, o qual foi coberto com uma folha de estanho após o preenchimento da cavidade. O grupo 4 foi igual ao grupo 2, sendo que foi utilizado como matriz um tubo de vidro tratado com soda, óxido de cálcio e sílica, que conferia a este potencial adesivo, e no grupo 5 nenhum tubo foi utilizado como matriz e o material restaurador foi colocado entre as extremidades de metal. O autor observou que forças de tração foram desenvolvidas durante a presa de todos os materiais testados, que variaram quantitativamente em relação ao tipo de teste e material utilizado. Para as resinas, nos grupos 2, 3 e 5 foram observadas forças de tração de 28 a 59 Kg/cm². No grupo 1 foram observados os menores valores de força de tração, e quando comparado aos resultados do grupo 2 indica que se as paredes cavitárias podem deformar-se levemente, as forças de tração desenvolvidas são menores. No grupo 3 foi observado um retardamento na demonstração das forças. As maiores forças de tração foram observadas no grupo 4, onde o polímero aderiu ao tubo de vidro tratado e forças de tração de 134 kg/cm² foram observadas quando não havia nenhuma área livre. Um valor menor, de 117 kg/cm² foi observado quando foi aberta uma janela no tubo de vidro, o que forneceu uma área livre. O autor conclui que forças de 90 a 117 kg/cm² podem ocorrer, quando as restaurações tiverem uma área de superfície livre de cerca de 20% da área das paredes

cavitárias.

WILSON e KENT, em 1972, publicaram a invenção de um novo cimento odontológico, um híbrido do cimento de poliacarboxilato e silicato, o cimento do Ionômero de vidro. O cimento desenvolvido apresentava uma variedade de aplicações dentárias, como restaurações estéticas, restaurações em áreas de erosão, cimentação de peças protéticas e base cavitárias.

ASMUSSEN¹, em 1975, desenvolveu um estudo sobre a relação entre a composição dos compósitos restauradores e a contração linear de polimerização. Utilizou dentes humanos extraídos e preparou cavidades cilíndricas com diâmetro e profundidade de 2,5 mm, as quais foram restauradas com compósitos. Os compósitos estudados continham BIS-GMA, diluídos com variada quantidade de monômeros de baixo peso molecular. A contração linear foi medida através de microscópio. O autor observou uma correlação positiva entre a largura da fenda marginal e a quantidade de diluente utilizada e concluiu que a composição da fase orgânica é de real importância para a magnitude da contração linear dos compósitos restauradores.

FORSTEN¹⁶, em 1977, elaborou um estudo com a finalidade de investigar "in vitro" a liberação de flúor pelos cimento de ionômero de vidro e cimento de silicato. Confeccionou corpos de prova medindo 2 x 2 x 12 mm, que foram vibrados em uma solução com hidroxidapatita por sete semanas. A solução era trocada a cada semana e a quantidade

de flúor absorvida pela hidroxiapatita era medida. O autor observou que as amostras liberaram consideravelmente maiores quantidades de flúor durante as duas primeiras semanas, porém a liberação continuada não diminui muito com o tempo. O cimento de ionômero de vidro liberou mais flúor do que o cimento de silicato.

BAUSCH *et al*², em 1982, iniciaram um estudo para determinar o significado clínico da contração de polimerização dos compósitos restauradores. Verificaram a influência do tempo de armazenagem, da temperatura e da proporção da mistura na contração de presa destes compósitos. Utilizaram um dilatômetro de mercúrio e verificaram valores de contração volumétrica entre 1,4% e 5,8%, em vários intervalos de tempo. Os autores verificaram que como a contração é causada pela polimerização, existia portanto correlação entre ambas. Os resultados demonstraram que medidas adequadas tomadas durante a polimerização contribuem para diminuir a contração do material.

BOWEN *et al*⁶, em 1982, estudando a contração de polimerização e expansão higroscópica de algumas resinas e compósitos restauradores, realizaram ensaios de contração linear e expansão higroscópica. Os autores verificaram que todos os materiais testados contraíram durante o processo de polimerização e expandiram durante a imersão em água. Valores de contração linear de 0,16 a 0,81% e de expansão higroscópica entre 0,07 e 0,56% foram encontrados. Em apenas três materiais: Sevitrone e dois compósitos experimentais, a

expansão higroscópica foi suficiente para compensar a contração de polimerização

BOWEN *et al*⁵, em 1983, avaliaram a relação entre a união de vários materiais restauradores aos tecidos duros dos dentes e as forças desenvolvidas durante a polimerização. Utilizaram quatro compósitos e duas resinas sem carga. Três experimentos foram realizados: No grupo A, o material restaurador estava quase totalmente envolvido por um tubo de alumínio, exceto por uma área que corresponde clinicamente a área da tira matriz, que foi utilizada, e equivale a um sexto da área da circunferência do tubo. No grupo B, um tubo de alumínio envolvia o material, exceto por um pequeno orifício de 1,2 mm, através do qual o material foi injetado. No grupo C, um tubo de Teflon envolvia toda a amostra. A medida que o material contraía durante a polimerização, as forças desenvolvidas eram automaticamente monitoradas. Os autores verificaram que o desenvolvimento de forças começou aos 2,5 minutos a partir do início da mistura, e que no grupo B houve uma rápida diminuição de forças, o que foi menos perceptível no grupo A e praticamente imperceptível no grupo C. Os compósitos, bem como as resinas sem carga desenvolveram significantes forças de tração durante a polimerização, com valores bem próximos, para ambos, apesar da contração volumétrica ser considerada menor para os compósitos. Os resultados demonstraram que significantes forças de tração são desenvolvidas durante a polimerização dos compósitos se existir uma união às paredes

cavitárias.

CONSANI *et al*¹¹, em 1983, elaboraram um estudo com a finalidade de investigar "in vitro" a influência do agente glaseador, no que diz respeito ao selamento marginal das restaurações com resina composta. Após restaurados, metade do total dos corpos-de-prova de cada grupo foi armazenado em água a 37°C por duas semanas e o restante submetido a 100 ciclos térmicos com banhos de água entre 4°C e 60°C. Os corpos-de-prova permaneciam 60 segundos imersos em cada banho. Após cada imersão (fria ou quente), os dentes eram colocados em água a 37°C durante 30 segundos. Este procedimento foi utilizado com a finalidade de estabelecer um mesmo nível de temperatura antes de cada imersão. A seguir, todos os dentes foram imersos, por 30 dias, numa solução radioativa de P³². Após a imersão, os dentes foram seccionados longitudinalmente, através da restauração e colocados sobre um filme periapical, por uma semana, a fim de obter auto-radiografias para análise da infiltração marginal. Os autores concluíram que o agente glaseador, usado sobre as restaurações "in vitro" eliminou a microinfiltração marginal das restaurações com resina composta.

DAVIDSON e GEE¹⁴, em 1984, estudaram o escoamento de dois compósitos durante os estágios iniciais de polimerização. Utilizaram o SILAR e o CONCISE, ambos contendo BIS-GMA e TEGDMA como principais componentes da fase resinosa. A contração de polimerização foi medida por intermédio de um dilatômetro modificado, e a força de contração

desenvolvida durante a polimerização foi verificada por meio do uso de um tensímetro, onde os compósitos foram polimerizados de duas maneiras: confinado em um cilindro, ou apenas com uma superfície restrita. Aos 45 minutos do início da mistura foram realizados testes de resistência à tração destes materiais. Os autores observaram uma contração linear de polimerização de 0,75% para os dois compósitos. A partir do módulo de elasticidade determinado aos 45 minutos, foram calculadas forças de tração que deveriam ser desenvolvidas pelas amostras que se encontravam sob tensões de 0,75% de seu comprimento original, como sendo de 328 kg/cm^2 para SILAR e 695 kg/cm^2 para CONCISE. Experimentalmente as forças de tração observadas foi de $39,7 \text{ kg/cm}^2$ para SILAR e $28,5 \text{ kg/cm}^2$ para CONCISE. Os autores observaram também que a resistência à tração do compósito que contraiu sob condições restritas não foi menor do que os que não foram confinados durante a polimerização e concluíram que a contração de polimerização foi compensada pelo escoamento.

DAVIDSON *et al*¹⁵, em 1984, apresentaram um estudo sobre a resistência de união do compósito à dentina com relação às forças de contração de polimerização e em função do tempo de polimerização. Realizaram dois experimentos, no primeiro utilizaram: dentes bovinos cortados de forma retangular na superfície de dentina, com dimensões de $2,0 \times 3,0 \text{ mm}$; 2 compósitos, o SILAR (quimicamente ativado) e o SILUX (foto ativado); e um agente de união de dentina, o SCOTCHBOND. Realizaram testes de resistência à união durante

a polimerização do compósito em diferentes tempos. No segundo experimento os autores utilizaram dentes bovinos e prepararam cavidades do tipo classe V, restaurando-as com os materiais mencionados no primeiro experimento, utilizando ainda a técnica do condicionamento ácido nas paredes de esmalte. Após a polimerização os dentes foram armazenados em água à 37°C por 48 horas, em seguida foram seccionados no centro das cavidades e imersos numa solução de azul de metileno por 10 minutos. As hemiseções foram levadas a um microscópio para verificar a integridade da união. Os autores observaram que, quando a contração de polimerização é restrita em apenas uma direção, uma substancial resistência à união entre dentina e compósito é formada, o que pode ser explicado pela capacidade do compósito escoar nos estágios iniciais de polimerização. No segundo experimento, onde o compósito estava confinado em três dimensões, quase nenhuma união entre a dentina e o compósito resistiu às forças de contração. Os autores concluíram que, quando a contração é limitada em três dimensões as tensões serão menos compensadas através do escoamento, e nestas cavidades se a adesão for mantida durante todo o processo de polimerização, forças de 328 kg/cm² serão desenvolvidas, pois aproximadamente 2/3 da superfície do compósito contacta com a estrutura dentária.

BRANNSTROM *et al*⁸, em 1984, utilizando dentes humanos, prepararam cavidades retangulares que se estendiam até a junção cimento/esmalte e estudaram o efeito do condi-

cionamento ácido do esmalte no desenvolvimento de fendas marginais ao redor das restaurações com compósito. Metade das cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico à 37% e a outra metade não recebeu este tratamento. Todas as cavidades foram restauradas com uma resina fluida, aplicada em camada, e um compósito, o Concise. Após a polimerização, uma resina fluida fluorescente foi aplicada nas margens cervical e oclusal. Os dentes em seguida foram seccionados e fotomicrografias com reflexão de luz ultravioleta foram realizadas. A espessura da resina fluorescente foi medida e a largura da fenda marginal determinada. A resina fluorescente penetrou na parede cervical de 23 dos 24 dentes utilizados. Em cavidades onde o esmalte foi condicionado com ácido, não houve penetração na parede oclusal. Uma comparação da largura das fendas na interface dente/restauração, sugere a presença de fendas mais largas na parede cervical de cavidades que tiveram as paredes de esmalte condicionadas com ácido. Durante a polimerização fendas se desenvolvem ao redor de restaurações com compósitos, que podem comprometer a longevidade da restauração.

HANSEN¹⁹, em 1984, estudou a contração linear de polimerização de um compósito de micropartículas fotoativado, em cavidades preparadas em dentina, com ou sem o uso de adesivos de dentina. Observou também a influência do EDTA no efeito do adesivo de dentina e possível correlação entre o ângulo cavo-superficial e a adaptação marginal. Utilizando dentes humanos, preparou cavidades em dentina com dimensões

de 6,0 x 2,3 x 1,5 mm com quatro diferentes ângulos cavosuperficiais, 90°, 110°, 135°, 160°. Foram realizados sete experimentos; para todos os experimentos, após a polimerização, as fendas marginais foram medidas em 24 pontos, o diâmetro da cavidade medido e a contração linear calculada. O autor verificou que quando nenhum adesivo de dentina foi usado, a contração linear diminuiu com o aumento do diâmetro da cavidade. Quando se usou adesivo de dentina a mesma relação foi encontrada, salvo que, com o aumento do diâmetro da cavidade, as fendas marginais eram maiores e o efeito do adesivo reduzido. Uma possível razão para a menor contração linear com o aumento do diâmetro da cavidade quando não se usou adesivo, é que o compósito deve aderir levemente as paredes cavitárias, adesão esta que é facilmente vencida pelas forças de contração, e quanto maior a área de superfície livre da restauração, maior a capacidade do compósito escoar durante a contração de polimerização. A limpeza das cavidades com EDTA, levou a diminuição da contração linear, provavelmente pela remoção da Smear layer, que pode inibir o adesivo através do oxigênio presente e/ou dificultar a difusão do adesivo. A adaptação marginal foi melhorada com o aumento do ângulo cavosuperficial. O autor conclui que, uma proporção crítica existe entre o compósito, o adesivo e o diâmetro da cavidade.

BRANNSTROM⁷, em 1985, tecendo comentários sobre a biocompatibilidade dos compósitos, restauradores, refere-se a infiltração marginal ao redor destas restaurações

como uma situação preocupante, pois todos os compósitos restauradores contraem durante a polimerização. A principal contração ocorre nos primeiros 10 minutos após a inserção e fendas de 5 μm a 20 μm de largura se desenvolvem nas margens cavitárias e para comparação, alguns microrganismos encontrados no esmalte e dentina são de cerca de 1 μm . O autor afirma ainda que a infecção pulpar é o maior problema relatado após a inserção das restaurações com compósitos. Concluindo, sugere que para redução da infecção pulpar, a utilização de uma limpeza apropriada, seguida de um forramento, que tome presa rapidamente, seja aplicada às cavidades.

DAVIDSON¹³, em 1985, comentando a respeito da contração de polimerização dos compósitos para dentes posteriores, relata que o estado das restaurações de compósito pode ser observado principalmente pela perda de sua morfologia, como resultado das tensões internas ao longo da interface partícula/matriz, devido a contração de polimerização. O alto índice de partículas pode reduzir a contração de polimerização em alguma extensão, mas a manutenção da viscosidade necessita de maior quantidade de diluentes, os quais causam uma maior contração de polimerização do que aquela das grandes moléculas de BIS-GMA. Uma das mais destrutivas formas de carga na união do compósito com a estrutura dentária são as tensões causadas pela contração de polimerização, e sob circunstâncias favoráveis onde o material é mantido firmemente por todos os lados, as tensões

de contração podem alcançar valores na ordem da resistência à tração do material. A redução das tensões pode ser alcançada dependendo das características do preparo cavitário.

JENSEN e CHAN²⁰, em 1985, no capítulo sobre contração de polimerização e microinfiltração tecem comentários sobre os recentes avanços na tecnologia dos materiais dentários, que tem proporcionado compósitos fotoativados com alto conteúdo de carga (65 a 83%), para uso em dentes posteriores. As cargas, nas quais os compósitos são baseados, tem a função de reforçar o polímero. Estas partículas possuem alto módulo de elasticidade e tendem a minimizar a contração de polimerização, entretanto, elas não previnem a formação de tensões internas que podem levar a ocorrência de falhas adesivas ou coesivas. É também provável que estas forças geradas durante a polimerização possam produzir fraturas do esmalte nas margens cavitárias, bem como, provocar sensibilidade pós-operatória. Os autores relatam a observação de fraturas horizontais em 6 cúspides, no terço médio e gengival, logo após a polimerização em cavidades do tipo classe II. Estas fraturas são resultado direto de forças de contração aplicadas às cúspides durante a polimerização. Para reduzir estes efeitos os autores sugerem o uso de compósitos fotoativados e inserção incremental nas restaurações em dentes posteriores.

McLEAN *et al*²⁵, em 1985, descreveram uma técnica de união do cimento de ionômero de vidro ao compósito

por intermédio do condicionamento com ácido fosfórico da superfície do cimento. Após a realização de fotomicrografias, observaram que o ácido fosfórico ataca efetivamente a superfície do cimento, tornando-a rugosa e aumentando o imbricamento mecânico. Realizaram também testes de resistência à união e verificaram que a união entre o compósito e o cimento de ionômero de vidro parece ser tão grande quanto a resistência à tração do próprio material. Transferindo para a clínica, os autores desenvolveram uma técnica de restauração híbrida, onde o cimento de ionômero de vidro seria a estrutura principal e o compósito completaria o acabamento da restauração unindo-se as áreas de esmalte e superfície do cimento. Assim o selamento marginal superior e ação cariostática dos cimentos de ionômero de vidro poderiam diminuir ou impedir a infiltração marginal que ocorre em restaurações com compósitos, aumentando assim a longevidade das restaurações em dentes posteriores.

GORDON *et al*¹⁷, em 1985, elaboraram estudo com a finalidade de verificar "in vitro" a infiltração marginal em restaurações classe V, com compósito e base de cimento de ionômero de vidro. Utilizando dentes molares humanos prepararam 40 cavidades classe V com 1,5 x 3,5 x 2,0 mm se estendendo até a junção cimento/esmalte. As cavidades foram restauradas com uma base de cimento de ionômero de vidro (KETAC BOND), que juntamente com as paredes de esmalte foi condicionada com ácido fosfórico à 37% por 60 segundos. Em seguida, após os dentes terem sido lavados e secos, foi

aplicado uma camada de adesivo de dentina quimicamente ativado (SANKIN). Por fim, os dentes foram divididos em 4 grupos e restaurados com 4 diferentes compósitos fotoativado (HERCULITE, PRISMA FIL, SILUX, VISIO FIL). Os dentes foram submetidos a um ciclo térmico que consistia de 25 segundos (37°), 5 segundos (5°C), 25 segundos (37°) e 5 segundos (55°) em banhos de água num total de 120 ciclos. Foram realizados ensaios de infiltração marginal por penetração de corante. Os autores observaram que todos os materiais testados demonstraram algum nível de infiltração marginal. O compósito de micropartícula SILUX demonstrou a menor infiltração nas paredes de esmalte e dentina. Em todos os grupos a infiltração marginal em dentina e cimento foi maior do que no esmalte, o que se deve a contração de polimerização e expansão térmica dos compósitos, que excedem a capacidade do adesivo, principalmente nas paredes de dentina e cimento, aumentando com isto a fenda marginal. As diferenças encontradas entre os compósitos testados pode ser explicada pela contração de polimerização ser maior para alguns compósitos em relação a outros e/ou o uso não apropriado do adesivo. Os autores concluíram que com o uso do cimento de ionômero de vidro como base a microinfiltração encontrada foi nos mesmos níveis que sem o seu uso, mas com a vantagem da liberação do flúor e biocompatibilidade deste cimento.

SIMONSEN²⁹, em 1985, no capítulo sobre preparos cavitários conservadores para o uso de compósitos em

dentes posteriores, tece comentários sobre o biselamento do esmalte na face oclusal dos dentes posteriores, o qual deve ser evitado, desde que, o biselamento irá aumentar a área de superfície do compósito exposta ao desgaste. Um preparo feito paralelo ao longo eixo do dente, cortando os planos inclinados das cúspides em ângulo reto, irá essencialmente proporcionar um bisel sem necessidade de preparo posterior. Além disso, os prismas de esmalte estão em ângulo reto com as superfícies do esmalte, o que proporcionará um ótimo padrão de condicionamento ácido.

WILSON e McLEAN³⁴, em 1985, no capítulo sobre adesão, enfatiza a importante propriedade dos cimento de ionômero de vidro aderir ao esmalte não tratado e a dentina. Este é um importante atributo para um material restaurador. Ainda tecendo comentários sobre o uso destes cimentos, refere-se ao seu crescente uso na chamada "Técnica do Sandwich", onde o compósito é unido ao cimento e esmalte condicionados com ácido fosfórico. Estes cimentos apresentam uma contração mínima, desde que estejam em meio úmido, já os compósitos, devido a sua natureza, sofrem contração de polimerização de 1,67 a 5,68%. Esta contração de polimerização produz severas forças de contração de 29,5 a 39,7 kg/cm², a ponto de que as cúspides possam ser deformadas. Esta técnica é portanto de particular valor na redução dos efeitos da contração dos compósitos, desde que a base de ionômero de vidro reduz o volume de compósito utilizado, reduzindo assim, o volume de contração. Em adição, devido a

sua capacidade de aderir as estruturas dentárias, o cimento de ionômero de vidro proporciona melhor selamento da dentina do que os adesivos de dentina, além de ser material biocompatível e com ação cariostática, por meio da liberação de flúor.

LUTZ *et al*²⁴, em 1986, estudaram a adaptação da margem proximal de restaurações tipo classe II com compósito, usando cunhas refletoras. Utilizaram dentes humanos nos quais, prepararam cavidades classe II, do tipo mésio-ocluso-distal e restauraram em seis diferentes grupos. No primeiro grupo utilizaram resina fluída, seguida de um compósito híbrido com inserção incremental. No segundo grupo o esmalte foi condicionado. No terceiro grupo foi adicionada uma base de ionômero de vidro que foi submetida a condicionamento ácido. No quarto grupo não efetuaram uso da base nem do condicionamento ácido do esmalte, mas utilizaram uma cunha refletora. No quinto grupo utilizaram cunha refletora associada ao condicionamento ácido do esmalte, e no sexto grupo adicionaram a base de ionômero de vidro condicionada com ácido. Uma análise quantitativa da adaptação marginal foi realizada com microscópio eletrônico de varredura e a análise semiquantitativa através da penetração de corantes. Observaram também o potencial de polimerização e a luz refletida pela cunha refletora. Os autores verificaram que a adaptação marginal pode ser significativamente melhorada com o uso de cunhas refletoras, que dirigem os vetores de contração em direção aos tecidos

duros do dente. O uso do cimento de ionômero de vidro como base, sela a dentina recém cortada e reduz o volume de compósito utilizado, aumentando portanto a proporção superfície-volume. A união entre o compósito e o cimento de ionômero de vidro afeta o selamento marginal, pois a superfície disponível para compensação da contração de polimerização é marcadamente reduzida, e elevadas tensões são desenvolvidas durante a polimerização levando a abertura de fendas nas margens cavitárias, pois estas tensões excedem a força de coesão do esmalte condicionado, o que foi observado no sexto grupo ao longo da margem vestibular. A luz refletida pela cunha foi de 90 a 95% da luz emitida pelas unidades de luz e também demonstrou um elevado potencial de polimerização. Os autores concluíram que os resultados negativos causados pela contração de polimerização dos compósitos, podem ser superados por meio do uso de técnicas de inserção e polimerização sofisticadas.

LUTZ et al²⁹, no mesmo ano, descreveram uma técnica de inserção multi incremental para melhorar a adaptação marginal de restaurações com compósito. Avaliaram a estabilidade da adaptação marginal sob tensões térmicas e mecânicas. Utilizaram dentes humanos e prepararam cavidades classe II do tipo méso-ocluso-distal restaurando-as em quatro diferentes técnicas. Foi aplicada a força de 72,5N, num total de 500.000 ciclos de tensões mecânicas. Em seguida realizaram 2.500 ciclos térmicos com a temperatura variando de 5°C a 55°C. O selamento marginal foi medido pela

penetração do corante e pela micromorfologia da interface dente-restauração. Os autores verificaram que a técnica dos três pontos de luz demonstrou a melhor e mais resistente adaptação marginal quando a união não estava presente entre o compósito e a base de cimento de ionômero de vidro. Os autores concluíram que, a redução do compósito reduz a contração de polimerização e melhora a adaptação marginal, entretanto se o compósito estiver unido ao cimento de ionômero de vidro, forças de contração se desenvolvem na massa de resina, que excedem a força de coesão dos tecidos dentários, particularmente nas margens de esmalte que sofreram condicionamento ácido.

STANINEC *et al*³¹, em 1986, estudaram os efeitos da temperatura em dois compósitos e verificaram a alteração do espaço na interface dente/restauração, a infiltração marginal e fendas no esmalte ao redor de restaurações classe V. Utilizaram um compósito convencional, o CLEARFIL e um de micropartículas, o ISOPAST, com coeficiente de expansão térmica de $31,1 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^\circ\text{C}$ e $80,3 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^\circ\text{C}$ respectivamente. Em incisivos centrais humanos, prepararam cavidades classe V e condicionaram as paredes de esmalte com ácido fosfórico, restaurando-as em seguida em dois grupos, usando um compósito para cada grupo. Os dentes foram submetidos a 100 ciclos térmicos com temperaturas de 4° e 60°C , permanecendo 3 minutos em cada banho. Foram realizadas impressões dos dentes nas duas temperaturas, para análise da micromorfologia da interface dente/restauração

e também ensaio de infiltração marginal por penetração de corante. Os autores verificaram que o efeito da temperatura foi mais pronunciado em restaurações com compósito de micropartículas, devido ao maior coeficiente de expansão térmica. O espaço na interface das paredes oclusal e gengival frequentemente foi aumentado na temperatura mais baixa (4°C) indicando contração do material. O espaço na parede axial aumentou na temperatura mais alta, indicando a expansão do material e o seu movimento em direção vestibular, durante as tensões térmicas, conseqüentemente houve um deslocamento da restauração na parede axial. A infiltração marginal está correlacionada com a presença e o tamanho da fenda marginal. Fendas no esmalte foram encontradas mais frequentemente nas restaurações com compósito de micropartículas e estão relacionadas a maior contração de polimerização e coeficiente de expansão térmica.

BEN AMAR *et al*², em 1987, fizeram um estudo sobre o modelo cavitário para restaurações com compósito em dentes posteriores e relataram que as diferenças nas propriedades físicas entre o compósito e o amálgama ditam as modificações no modelo cavitário tradicional. Estas cavidades, devido a elevada resistência à tração dos compósitos, podem ser mais estreitas na superfície externa e menos profundas. O desgaste oclusal continua a ser uma desvantagem para os compósitos posteriores, sendo duas vezes maior em área de contato oclusal. No ângulo cavosuperficial tem sido indicado um bisel de 45° para promover melhor selamento por

meio do condicionamento ácido, entretanto o preparo da secção oclusal das cavidades, com paredes levemente inclinadas ou paralelas entre si, através de um corte ao longo eixo dos prismas de esmalte, propicia um profundo condicionamento. O bisel oclusal é desnecessário devido a direção dos prismas de esmalte na zona da fossa central estarem inclinados em direção a fossa, além do que o bisel aumentará a superfície da restauração exposta às forças mastigatórias, aumentando desta forma o desgaste.

CRIM e SHAY⁴², em 1997, utilizando dentes humanos, estudaram a infiltração marginal ao redor de restauração classe V de compósito com base de ionômero de vidro. Restauraram as cavidades com dois sistemas de compósitos Visio Fil-visiobond e Silux-scotchbond, e utilizaram o cimento de ionômero de vidro, Ketac-Bond em um grupo como material restaurador e em dois grupos como base cavitária, num total de cinco grupos. Realizaram condicionamento ácido do esmalte e do cimento ionômero de vidro, quando foi utilizado como base, com solução de ácido fosfórico à 37%. Em seguida os dentes foram submetidos a 100 ciclos térmicos com temperaturas de 12°C (4 segundos), 37°C (23 segundos) e 54°C (4 segundos). Ensaio de infiltração marginal por penetração de corante foi efetuado. O grupo que foi restaurado com o cimento de ionômero de vidro, exibiu grande infiltração na interface dente-restauração e dentro do próprio material. Quando foi utilizado o sistema Silux-scotchbond, com ou sem base de cimento de ionômero de vidro, demonstrou os melhores

resultados. Os autores concluíram que a redução da microinfiltração foi em função do agente adesivo.

ROBINSOM *et al*²⁸, em 1987, iniciaram um estudo para determinar a relação entre infiltração marginal, contração de polimerização e coeficiente de expansão térmica. Utilizaram dentes humanos e prepararam restaurações classe II, do tipo méσιο-ocluso-distal, num total de 40 cavidades, restauraram 20 com um compósito e 20 foram restaurados de forma indireta, onde "inlays" de compósito foram cimentadas com um cimento resinoso. Em seguida, 10 restaurações de cada grupo foram submetidos a 2.500 ciclos térmicos com temperaturas entre 15°C e 55°C. Os dentes foram depois imersos em uma solução radioativa de Ca⁴⁵ por 2 horas. Em seguida, os dentes foram seccionados longitudinalmente no centro da restauração, e colocados sobre um filme de raio x, a fim de se obter auto-radiografias para análise de infiltração marginal. Os autores observaram que, quando não foi realizado o ciclo térmico a infiltração foi semelhante para as restaurações diretas e indiretas. Quando se usou o ciclo térmico, a infiltração marginal foi maior e estatisticamente significativa para as restaurações diretas. Os resultados confirmam que a microinfiltração ocorreu devido a contração de polimerização por intermédio de fendas formadas entre a restauração e a parede cavitária. Desde que o coeficiente de expansão térmica do compósito e da estrutura dentária são diferentes, a termociclagem das restaurações diretas, provavelmente rompeu o selamento

marginal, o que suporta a teoria de que a contração de polimerização, muito mais do que as diferenças de coeficiente de expansão térmicas entre o dente e o compósito, é a maior causa de infiltração marginal.

BULLARD *et al*⁹, em 1988, estudaram o efeito do coeficiente de expansão térmica sobre a infiltração marginal. Utilizaram seis diferentes tipos de materiais. Prepararam cavidades classe V em dentes humanos, com todas as margens em esmalte. Os dentes foram restaurados e em seguida foram termociclados em uma solução de fuccina básica à 0,5%, em temperaturas de 5° e 55°C permanecendo 30 seg. em cada temperatura, num total de 125 ciclos. Significativas diferenças em microinfiltração foram detectadas entre estes materiais. Em ordem decrescente de infiltração estão: resina acrílica (Sevitron) e o compósito de micropartícula (Silux); o cimento de óxido de zinco e eugenol (Fynal), o compósito híbrido (Oclusin) e o Amálgama de prata (Cluster); e o cimento de ionômero de vidro (Ketac Fil). Uma correlação positiva entre o coeficiente de expansão térmica e microinfiltração foi encontrada. Os autores concluíram que o uso de materiais restauradores com baixo coeficiente de expansão térmica, tais como o cimento de ionômero de vidro, podem diminuir a infiltração marginal.

KREJEI *et al*²¹, em 1988, avaliaram a influência das bases na integridade marginal e na resistência dos compósitos utilizados em dentes posteriores e polimerizados pela técnica dos três pontos de luz. Tentaram também

correlacionar as propriedades físicas da base com a adaptação marginal e a penetração do corante pela fadiga do material. Utilizando dentes humanos, prepararam cavidades classe II do tipo mesio-ocluso-distal utilizando 5 materiais de base e restaurando-as com um compósito para dentes posteriores, polimerizado pela técnica dos três pontos de luz. Uma carga cíclica de 72,5N foi aplicada e o selamento marginal foi medido após a aplicação desta carga por meio da penetração do corante. Também foram realizados 2.500 ciclos térmicos com temperatura variando de 5° a 55°C. Os autores também observaram que a adaptação marginal, após a aplicação da carga e do ciclo térmico, não pode ser correlacionada apenas com uma propriedade física do material de base, contudo outros fatores também são importantes, especialmente a forma da base e o potencial adesivo à dentina e/ou ao material restaurador. O melhor resultado de adaptação marginal foi quando se utilizou a base de ionômero de vidro com $1,8 \pm 0,3$ mm de espessura sem condicionamento ácido, totalizando 98% de excelente adaptação antes dos ciclos e 95% após os ciclos, produzindo desta forma adaptação marginal, a qual resistiu as tensões térmicas e mecânicas.

PHAIR *et al*²⁷, em 1988, utilizando dentes humanos, investigaram a formação de fendas marginais em restaurações classe V com compósito e cimento de ionômero de vidro. Prepararam 140 cavidades classe V, se estendendo até dentina, com dimensões de 4,0 x 2,5 x 1,5 mm que foram restauradas em 14 diferentes grupos. Utilizaram o cimento

Ketac-Bond como forrador e o cimento Ketac Fil como base cavitária. Em alguns grupos o cimento recebeu condicionamento ácido, em outros não. O esmalte foi condicionado com ácido fosfórico em todos os grupos. A análise da adaptação marginal foi obtida por meio de penetração do corante e fotomicrografias. Os autores observaram maior infiltração em paredes de dentina do que em esmalte. O uso do cimento de ionômero de vidro resultou em menor formação de fendas marginais. Não houve diferenças nas margens de esmalte e dentina entre os cimentos Ketac-Bond e Ketac Fil. Os autores concluíram que, a técnica de unir o cimento de ionômero de vidro ao compósito pode resultar em restauração mais estética com melhor polimento, mas não previne a formação de grandes fendas marginais, contudo esta técnica pode ser considerada devido a biocompatibilidade e propriedade anticariogênica destes cimentos.

SMITH *et al*³⁰, em 1988, estudando algumas características do cimento de ionômero de vidro, verificaram a resistência de união ao compósito e à dentina. Utilizaram dentes bovinos e realizaram testes de tração e cisalhamento. Observaram também a radiopacidade e biocompatibilidade deste cimento. Os autores verificaram que todos os materiais foram mais radiopacos do que a dentina. Observando a alteração do pH durante a presa do cimento, concluíram que uma resposta significativa da polpa à acidez inicial do cimento é pouco provável. Para dentina e compósito os melhores resultados foram obtidos como teste de cisalhamento. Os valores aproxi-

maram-se da resistência coesiva do cimento, o que foi indicado pela maior frequência de falhas dentro da camada do material. Os autores concluíram que os resultados indicam o uso clínico satisfatório do cimento de ionômero de vidro.

GUELMANN¹⁸, em 1989, realizou um estudo "in vitro" e observou a infiltração marginal em cavidades classe II, restauradas com ionômero de vidro Cermet, com ou sem a cobertura de compósito. Utilizou dentes humanos, onde confeccionou cavidades classe II, restaurando-as em três diferentes grupos. No grupo A, usou um cimento de ionômero de vidro, o Ketac-Bond, como forramento e condicionou com ácido fosfórico à 37% a superfície do cimento e as paredes de esmalte, antes da inserção do compósito restaurador. No grupo B, utilizou um cimento ionomérico Cermet, o Ketac Silver, como uma base cavitária espessa, a qual juntamente com o esmalte recebeu condicionamento ácido antes da inserção do compósito e no grupo C, os dentes foram restaurados com o Ketac Silver. Em seguida realizou ciclo térmico com temperaturas de 4°C e 60°C, permanecendo 1 minuto em cada banho e 1 minuto em temperatura ambiente, num total de mil ciclos. Foram tomadas impressões dos dentes antes e depois os ciclo térmicos, para análise micromorfológica das margens da restauração. Ensaio de infiltração marginal foi realizado por penetração de corante. O autor verificou que a infiltração na margem oclusal dos três grupos foi da ordem de 83%, 69% e 95% e cervical 95%, 89,5% e 100% respectivamente. Deterioração das margens da restauração devido a termociclagem

foi observado em todos os grupos. O autor concluiu que o cimento de ionômero de vidro Ketac Silver, com ou sem cobertura de compósito não previne a infiltração marginal.

PEUTZFELDT e ASMUSSEN²⁶, em 1989, estudaram a resistência à união, a contração linear de polimerização e a microinfiltração, associada a restauração de compósito e ionômero de vidro. Utilizaram dentes humanos e prepararam cavidades cilíndricas em esmalte e dentina. Por meio de um microscópio observaram as fendas ao redor das restaurações e determinaram a contração linear de polimerização. A infiltração marginal foi observada através da penetração do nitrato de prata. Testes mecânicos foram realizados em corpos de prova especialmente confeccionados para determinar a resistência à união entre o ionômero de vidro e o compósito restaurador. Os autores verificaram que a resistência à união variou de 0 kg/cm² quando foi omitido o condicionamento ácido da superfície do cimento de ionômero de vidro à 39,7 kg/cm² quando este foi realizado. O uso do cimento de ionômero de vidro reduziu a contração linear de polimerização e a penetração do corante nas margens cavitárias. Correlação positiva foi encontrada entre contração linear de polimerização e a penetração do corante. O condicionamento ácido da superfície do cimento de ionômero de vidro foi necessário para obtenção de união entre o compósito e o cimento. O tempo de condicionamento ácido foi estatisticamente insignificante nos 15, 30 ou 60 segundos. Com base nesta pesquisa, os autores concluíram que a formação de

fendas pode ser reduzida, mas não eliminada, com o uso do cimento de ionômero de vidro sob restaurações com compósito.

KREJEI e LUTZ²¹, em 1991, estudando a adaptação marginal em cavidades classe V utilizaram dentes humanos e avaliaram cinco técnicas restauradoras, que incluía "inlays" de compósito, que foram cimentadas com um cimento resinoso ativado quimicamente e outro polimerizado por luz visível; um compósito quimicamente ativado com a inserção em uma única porção; uma técnica de inserção em camadas com compósito fotoativado e esta técnica associada a uma base de cimento de ionômero de vidro. As paredes de esmalte e a base de cimento de ionômero de vidro foram submetidas ao condicionamento ácido com solução de ácido fosfórico à 37%. Foram realizados 1.250 ciclos térmicos com temperaturas entre 5° e 55°C. A micromorfologia da interface dente restauração foi analisada antes e após os ciclos térmicos, e o selamento marginal observado após os ciclos térmicos, através da penetração de corante. Os autores verificaram que a melhor adaptação marginal, tanto em esmalte como em dentina, antes e depois dos ciclos térmicos, foi obtida quando se usou inlays de compósito. O cimento resinoso e o compósito, ambos quimicamente ativados demonstraram resultados superiores na adaptação marginal. A base de cimento de ionômero de vidro reduziu o volume de compósito, entretanto, a superfície micro-retentiva do cimento de ionômero de vidro condicionado promoveu uma forte união dificultando o deslocamento do compósito ao longo da interface dentinária, dificultando

assim, o escoamento do material durante a polimerização. Além disso os vetores de contração são dirigidos às paredes de esmalte e a fonte de luz. Os autores concluíram que estes fatores produziram adaptação marginal inferior destas restaurações em dentina, mesmo antes da exposição às tensões térmicas.

PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

O propósito deste estudo "in vitro" será de verificar a influência do condicionamento ácido na base de cimento de ionômero de vidro em restaurações de cavidades de classe I com compósito, sobre a infiltração marginal.

MATERIAIS E MÉTODO

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. Materiais

Para realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais:

4.1.1. Compósito odontológico híbrido, de alta quantidade de carga (78%) em partículas ultrafinas, com tamanho médio de 0,6 micrometros, indicado para restaurações em dentes anteriores e posteriores, fotopolimerizável, fornecido sob a forma de bisnaga, cor para dentina DG.

4.1.2. Resina fluída, fotopolimerizável, recomendada como adesivo de dentina e esmalte.

4.1.3. Cimento de ionômero de vidro do tipo III, indicado para base e forramento de cavidades, fornecido sob a forma de pó e líquido.

4.1.4. Solução de ácido fosfórico à 37%, fornecido sob a forma de gel.

Todos os materiais utilizados estão especificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais.

MARCA COMERCIAL	TIPO	FABRICANTE
Herculite XR	Compósito híbrido	Sybron/Kerr
Bond lite	Resina fluida	Sybron/Kerr
Ketac-Bond	Cimento de ionômero de vidro tipo III	ESPE
Acid Gel	Ácido fosfórico	Sybron/Kerr

4.2. Método

4.2.1. Preparo cavitário

Neste estudo foram utilizados vinte e um dentes humanos do grupo pré-molares, extraídos com finalidade ortodôntica. Os dentes selecionados foram examinados com lupa para detectar a presença de fendas no esmalte, o que comprometeria os resultados a serem obtidos.

Os dentes permaneceram armazenados em água à temperatura ambiente até o momento do preparo cavitário. Foram preparadas cavidades de classe I, padronizadas através de equipamento específico (Figura 1), composto de: corpo de microscópio óptico (Asahi Pentax Opt. Co-Japan) devidamente adaptado com a finalidade de realizar as medidas a serem observadas, e caneta de alta rotação (Dabi Atlante).



Figura 1 - Microscópio adaptado para o preparo cavitário.

- a - Turbina de alta rotação adaptada ao microscópio.
- b - Parafusos para movimentação ântero-posterior e látero-lateral da platina com o dente.
- c - Parafuso macrométrico.
- d - Parafuso micrométrico.
- e - Dispositivo metálico de fixação do dente à platina.

Os dentes foram firmemente mantidos em nível com o orifício da platina do microscópio por meio de parafuso, mantendo a face oclusal em posição tal que a broca da caneta de alta rotação, se colocasse perpendicularmente sobre ela (Figura 2).

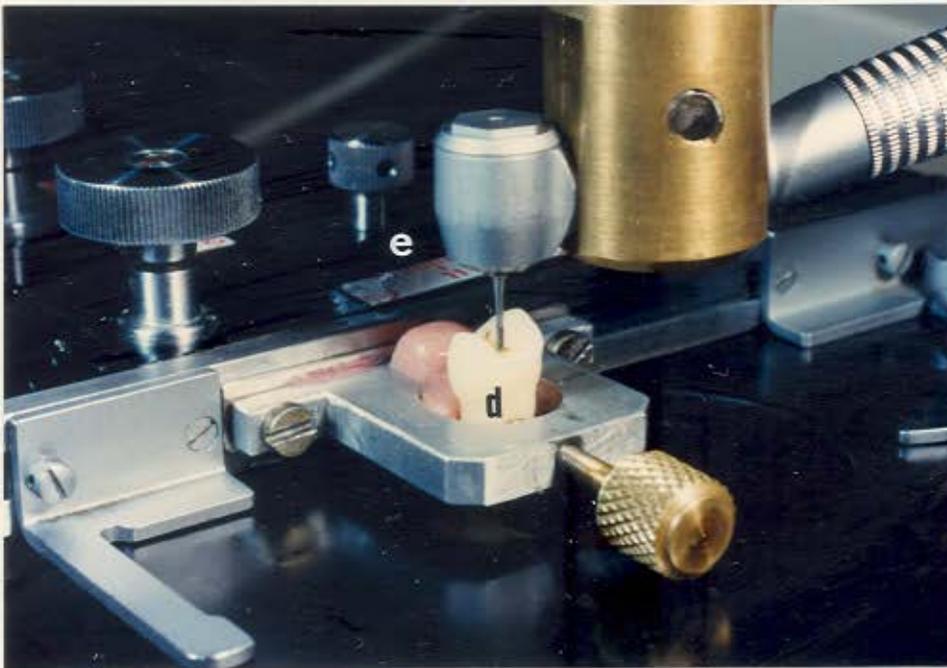


Figura 2 - Microscópio adaptado para o preparo cavitário

e - Escala milimétrica.

d - Dente fixado em posição para ser trabalhado.

Os preparos cavitários foram confeccionados com brocas carbide nº 245 (SS - WHITE), com extremidade arredondada , que foram montadas na caneta de alta-rotação (Dabi Atlante), acionadas com velocidade de 300.000 rpm e refrigeradas à ar e água. A cada grupo de sete preparos cavitários a broca foi substituída por uma nova.

Por meio do parafuso macrométrico a broca foi aproximada ao dente, iniciando em seguida o processo de preparo cavitário, aprofundando a broca ao nível de 2 mm que foi devidamente controlado pelo parafuso micrométrico.

Por meio do parafuso para movimentação látero-lateral (Figura 1), o qual foi devidamente graduado com régua milimétrica (Figura 2), com a finalidade de permitir deslocamento corretamente mensurável, foi definida a exten-

são vestibulo-lingual da cavidade, movimentando a platina do microscópio adaptado 1,0 mm, no sentido da esquerda para direita, conforme posicionamento da broca, totalizando 2,0 mm, pois a este deslocamento foi somado o diâmetro da broca (1,0 mm).

Para definir a extensão méσιο-distal da cavidade, a platina do microscópio adaptado foi movimentada 4 mm, no sentido ântero-posterior, por intermédio do parafuso para movimentação ântero-posterior (Figura 1).

As cavidades confeccionadas apresentavam as seguintes dimensões: 2 mm de profundidade, 2 mm de extensão vestibulo-lingual e 4 mm de extensão méσιο-distal. Os ângulos internos da cavidade são arredondados, o que se conseguiu pela própria forma da broca utilizada, e o ângulo cavo superficial de 90°, sem a realização de bisel (BEN AMAR *et al*³, SIMONSEN²⁰).

Após a realização dos preparos, estes foram observados em um microscópio de comparação (LEITZ), onde foram aferidas as dimensões da cavidade (extensão méσιο-distal e vestibulo-lingual) considerando-se aceitável uma variação de até 0,4 mm.

4.2.2. Divisão dos grupos de tratamento

A fim de se alcançar os objetivos propostos e para estabelecimento de comparação os dentes foram divididos em três grupos, contendo cada um sete amostras (Tabela 2).

Tabela 2 - Tratamentos.

TRATAMENTOS	GRUPOS		
	A	B	C
Base de cimento de ionômero de vidro	x	x	x
Condicionamento ácido da base	-	x	-
Condicionamento ácido do esmalte	-	x	x
Restauração com Compósito/resina fluida	x	x	x

x - Presente.

- - Ausente.

O grupo A foi utilizado como controle e os demais grupos experimentais.

Todos os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes.

4.2.3. Base cavitária

Foi confeccionada uma base cavitária com cimento de ionômero de vidro Ketac-Bond (ESPE), que foi inserida aproximadamente na espessura de 1 mm.

O cimento de ionômero de vidro foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, respeitando-se a seguinte proporção:

0,113 g de pó/0,02 ml de líquido

A pesagem do pó foi efetuada em balança analí-

tica de alta precisão (Mettler H₁₅ com precisão de 0,001 g). O volume do líquido foi definido após pesagem prévia, objetivando-se manter a proporção desejada (em peso), conforme indicação do fabricante.

Após a inserção da base de cimento de ionômero de vidro, com o uso do aplicador de cimento de hidróxido de cálcio, esta foi protegida durante a presa com uma matriz metálica de chumbo (removida de um filme radiográfico periapical) por 7 minutos a partir do início da mistura. A matriz foi utilizada para proteger o cimento de ionômero de vidro do fenômeno da sinérese durante a presa.

Os excessos existentes nas paredes de esmalte, foram removidos com instrumento cortante manual e em seguida realizado o tratamento indicado para cada grupo.

4.2.4. Condicionamento ácido

4.2.4.1. Esmalte

O condicionamento ácido do esmalte foi efetuado com ácido fosfórico à 37% na forma de gel (acid gel-Sybron/Kerr), por 60 segundos. Em seguida o dente foi lavado com água por 20 segundos e seco com jatos de ar, após o que foi observado a eficácia do condicionamento ácido através da

aparência opaca da superfície do esmalte.

Nas amostras do grupo B, onde foi realizado condicionamento ácido do esmalte e da base de cimento de ionômero de vidro, o mesmo foi efetuado simultaneamente, após a remoção da matriz metálica.

Nas amostras do grupo C, onde só foi realizado o condicionamento ácido do esmalte, a base de cimento de ionômero de vidro foi protegida por matriz metálica, enquanto se realizava o condicionamento ácido do esmalte.

4.2.4.2. Base de cimento de ionômero de vidro

O condicionamento ácido da base de cimento de ionômero de vidro foi realizado com o ácido fosfórico à 37% em forma de gel (acid gel Sybron/Kerr), por 60 segundos. Em seguida o dente foi lavado com água por 20 segundos e seco com jatos de ar.

4.2.5. Restauração das cavidades

Antes da inserção do compósito restaurador, foi aplicada uma camada de resina fluída - Bond Lite (Sybron/Kerr), fotopolimerizada através de uma fonte de luz com lâmpada halógena (Heliomat - Vivadent) por 40 segundos. Em seguida, foi realizada a restauração com o Herculite XR, compósito odontológico híbrido que foi polimerizado através de uma fonte de luz com lâmpada halógena (Heliomat - Vivadent), por 40 segundos em única camada com o feixe de

luz direcionado por oclusal.

Os dentes foram armazenados à 37°C, com 100% de umidade relativa do ar, por 24 horas.

4.2.6. Ciclo térmico

Vinte e quatro horas após restaurados os dentes foram submetidos a 100 ciclos térmicos com banhos de água à 4°C e 60°C.

Cada ciclo térmico tinha duração de 3 minutos assim distribuídos:

60 segundos no banho à 60°C

30 segundos no banho à 37°C

60 segundos no banho à 04°C

30 segundos no banho à 37°C

A imersão no banho à 37°C por 30 segundos foi realizado para estabilizar a temperatura antes de cada imersão (fria ou quente). Foram gastas 5 horas para se concluir os 100 ciclos térmicos (CONSANI *et al*¹⁴).

4.2.7. Infiltração marginal

Todos os grupos foram submetidos ao ensaio de infiltração marginal após o ciclo térmico.

4.2.7.1. Isolamento das amostras

Após submetidos ao ciclo térmico, os dentes

foram isolados com esmalte para unha, na cor vermelha (Morange) e recobertos com cera rosa nº 7 (Capricórnio Ind. e Com. de Prod. Odontológicos), até um limite de 2 mm ao redor do ângulo cavosuperficial das restaurações para proporcionar o contato da interface dente/restauração com o corante.

Esta precaução foi tomada para que apenas a restauração e uma faixa de 2 mm ao seu redor ficassem expostas ao corante.

4.2.7.2. Imersão

Em seguida ao isolamento, os dentes foram imersos em uma solução aquosa de azul de metileno a 0,5%, por 72 horas.

Ao término deste período, os dentes foram removidos da solução, lavados em água corrente por 20 segundos e secos com jatos de ar, e as camadas isolantes de esmalte e cera removidas com espátula Le Cron.

4.2.7.3. Seccionamento

Em seguida, os dentes foram seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual, no centro das restaurações, com disco de diamante com dupla face cortante nº 7020 (KG - Sorensen), sob alta velocidade.

4.2.7.4. Polimento

Efetuada o seccionamento, as duas hemissecções dos dentes foram lixadas com lixa d'água nas seguintes numerações: nº 280; nº 360; nº 400 e nº 600 (Norton Ind. Bras.) começando da granulação mais grosseira para mais fina, em ordem crescente de numeração, até a observação de uma superfície livre de riscos, antes de serem submetidas à análise da infiltração marginal.

Para realização da análise de infiltração marginal foi escolhida aleatoriamente uma das hemissecções de cada dente.

4.2.8. Análise da infiltração marginal

A seguir, a hemissecção de cada dente foi fixada em lâminas de microscópio com auxílio de cera utilidade (Wilson).

Para análise da infiltração marginal por meio da penetração do corante, as amostras foram observadas em lupa estereoscópica Carl Zeiss (Figura 3) com aumento de 15 X e 25 X vezes e documentados os níveis de penetração do corante. As análises dos níveis de infiltração foram feitas por três avaliadores, previamente calibrados.

Em seguida as hemissecções dos dentes foram fotografadas com filme Kodak Color, ASA 100, com 15 e 25 vezes de aumento no negativo, por meio de uma câmera automática acoplada na Lupa estereoscópica Carl Zeiss (Figura 3).



Figura 3 - Lupa estereoscópica Carl Zeiss.

- A - Corpo de prova posicionado para observação na lupa estereoscópica Carl Zeiss.
 B - Máquina fotográfica acoplada a lupa estereoscópica.

4.2.8.1. Níveis de penetração do corante

Para avaliação da infiltração marginal foram considerados os seguintes níveis:

- Nível 0 - Quando não houve penetração do corante.
 Nível 1 - Quando houve penetração do corante na parede lateral da cavidade (vestibular ou palatina)
 Nível 2 - Quando houve penetração do corante até o assoalho da cavidade.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Após a observação das amostras, foram atribuídos valores de acordo com o nível de penetração observado em cada corpo de prova e realizada a análise estatística.

A análise de variância demonstrou que houve significância no Teste F para tratamento sobre os dados de infiltração marginal em restaurações de classe I com compósito e base de cimento de ionômero de vidro ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise de variância dos dados de infiltração marginal em restaurações classe I de compósito com base de ionômero de vidro.

FONTE DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0,5924	0,2962	18,51 **
Resíduo	18	0,2881	0,0160	

Média - 1,20

CV - 10,54%

** - Significativo a 1% de probabilidade.

A comparação dos valores médios de tratamento foi realizada pelo teste LSD (Least Significant Difference) de Fisher, a nível de 5% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias dos dados de infiltração marginal em restaurações classe I, por tratamento.

TRATAMENTO	MÉDIA	MÉDIA TRANSFORMADA ($\sqrt{x+1}$)	CLASSIFICAÇÃO
A	1	1,41	c
B	0,43	1,18	b
C	0	1,00	a

Médias seguidas por letras distintas, diferem significativamente entre si, pelo teste LSD de Fisher, a nível de 5% de probabilidade (LSD = 0,14)

De acordo com o teste LSD de Fisher, o tratamento do grupo C diferiu significativamente dos demais a nível de 5% de probabilidade e foi o tratamento mais eficiente uma vez que não houve penetração do corante em nenhum nível (Figura 4 e Tabela 4).

Na Figura 4 podemos observar que o grupo C foi o mais eficiente dos tratamentos, pois quando usado não houve penetração do corante.

Observamos também que o grupo B apresentou menor infiltração do que o grupo A.

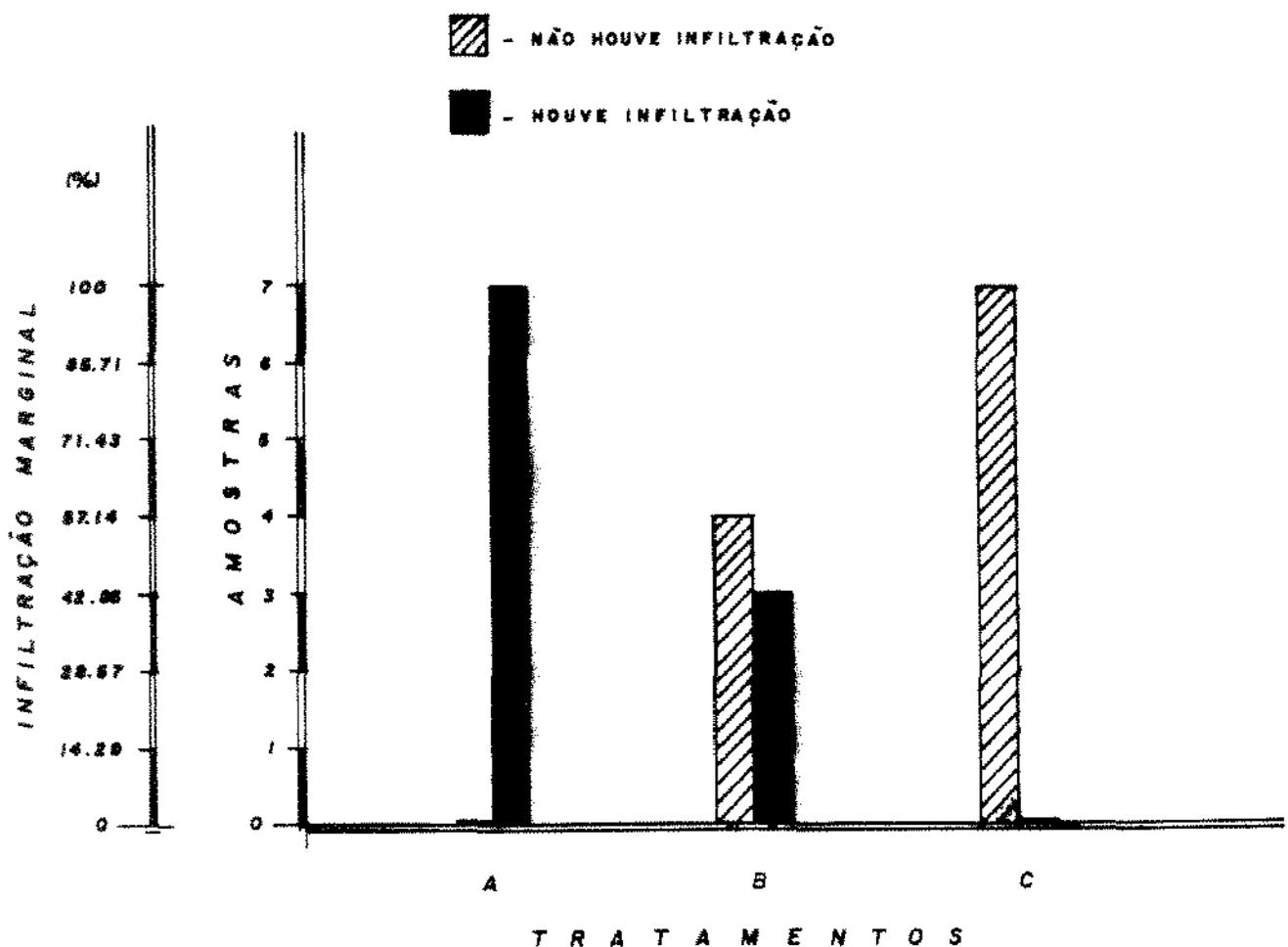


Figura 4 - Percentagem das restauração classe I, que sofreram infiltração marginal por tratamento estudado.

Numa população de 21 corpos de prova em 11 casos não houve penetração do corante (52,38%) e em 10 casos houve a penetração do corante (47,62%) (Tabela 5). Nos casos em que houve penetração do corante, no grupo A (controle) 7 casos (100%) atingiram o nível 2 de penetração. No grupo B, 3 casos (42,86%) atingiram o nível 1 de penetração e em 4 casos (57,14%) não houve penetração do

corante (nível 0). Já no grupo C nos 7 casos (100%) não houve penetração do corante (nível 0) (Figura 5 e Tabela 5).

Tabela 5 - Porcentagem de restaurações classe I que sofreram infiltração marginal por nível de penetração do corante e tratamento estudado.

TRATAMENTO	NÍVEIS DE PENETRAÇÃO					
	0		1		2	
	CASOS	%	CASOS	%	CASOS	%
A	0	0	0	0	7	100
B	4	57,14	3	42,86	0	0
C	7	100	0	0	0	0

Estes resultados (Tabela 5) podem ser visualizados na Figura 5.

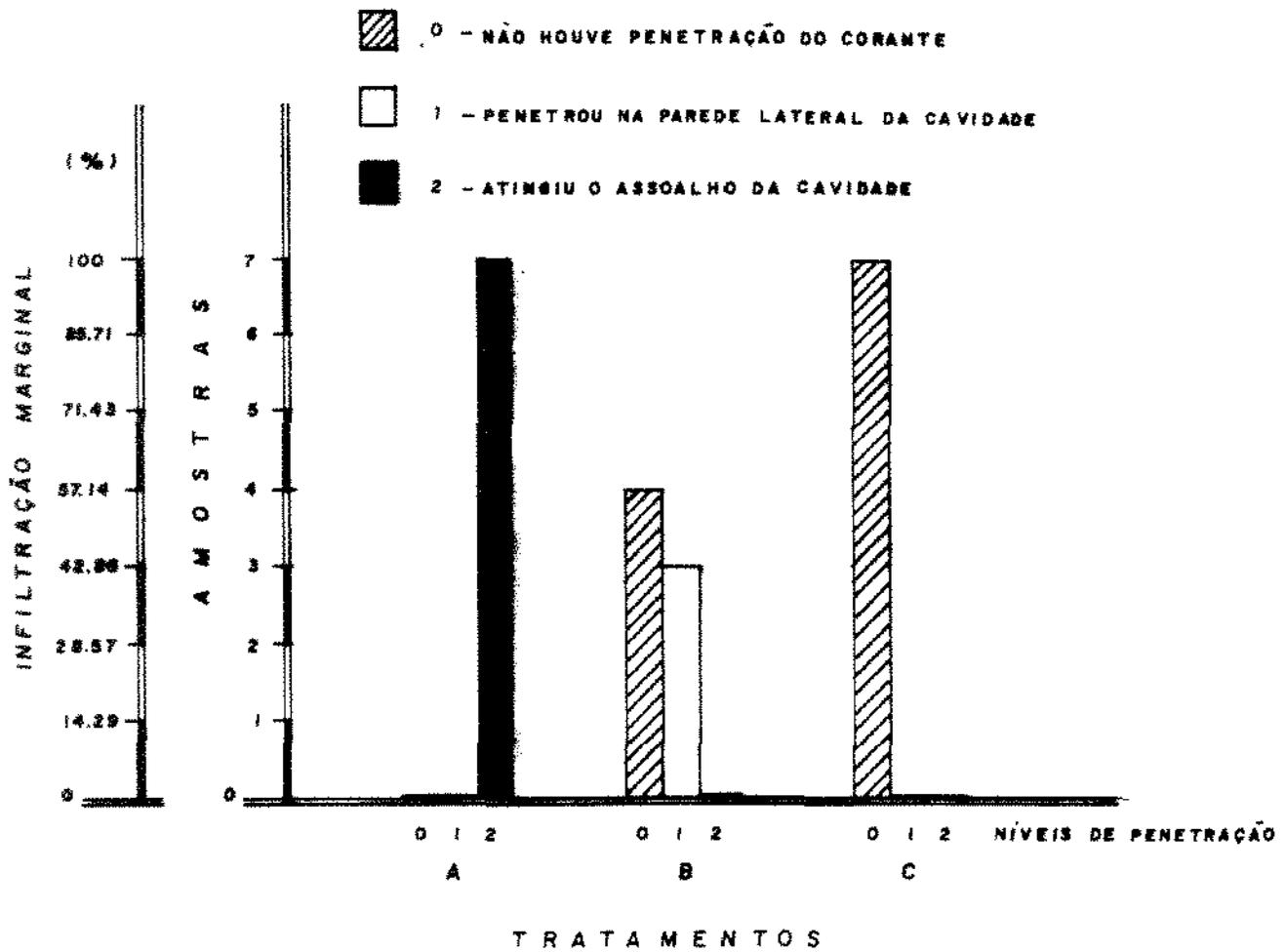


Figura 5 - Percentagem de restaurações classe I que sofreram infiltração marginal por nível de penetração do corante e tratamento estudado.

As Figuras 6, 7 e 8, ilustram os aspectos observados sob análise de microscopia óptica. Essas fotografias mostram restaurações com os níveis de penetração do corante considerados neste estudo.



Figura 6 - Grupo A: Nível 2 de infiltração (16 x).



Figura 7 - Grupo B: Nível 1 de infiltração (16 x).



Figura 8 - Grupo C: Nível 0 de infiltração (25 x).

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Uma das preocupações que ocorrem durante a seleção de um material restaurador ou técnica de inserção é a sua capacidade de selar as margens da restauração, promovendo boa adaptação marginal.

Muitos estudos foram realizados para avaliar o selamento marginal através de ensaios de infiltração marginal (CRIM e SHAY¹², GORDON *et al*¹⁷, SWARTZ e PHILLIPS³²). A técnica da penetração passiva do corante para avaliar infiltração marginal, tem sido utilizada com frequência por muitos pesquisadores (BULLARD *et al*⁹, LUTZ *et al*²³, STANINEC *et al*³¹).

A avaliação da infiltração marginal deve incluir a termociclagem para simular as condições bucais. Uma correlação positiva entre o coeficiente de expansão térmica e infiltração marginal foi observada por BULLARD *et al*⁹. Devido a diferença no coeficiente de expansão térmica entre o material restaurador e a estrutura dentária, a termociclagem produz a deterioração das margens da restauração em decorrência das tensões geradas pelas alterações térmicas que provavelmente rompem o selamento marginal, o que foi observado em trabalhos distintos por KREJEI *et al*²², KREJEI e LUTZ²⁴, ROBINSON *et al*²⁸, STANINEC³¹.

A durabilidade de uma adaptação marginal é essencial para prevenção da recidiva de cárie. Adaptação marginal, requer antes de tudo boas propriedades físicas e mecânicas do material restaurador, cuidadosa manipulação e técnica de inserção.

A contração de polimerização é um dos fatores que limitam a vida útil das restaurações com compósito. Todos os compósitos contraem durante a polimerização impedindo boa adaptação nas margens da restauração (BOWEN *et al*⁶, BAUSCH *et al*²). Por outro lado, tem sido provado que adesão ao esmalte é possível em circunstância clínicas com a técnica do condicionamento ácido. Além disso o escoamento da superfície livre do compósito pode parcialmente superar a contração volumétrica (DAVIDSON e GEE¹⁴) e a contração linear (HANSEN¹⁰).

O uso de uma base de cimento de ionômero de vidro sob restaurações com compósito odontológico, tem sido indicado em muitos estudos (GORDON *et al*¹⁷, McLEAN *et al*²⁵, PHAIR *et al*²⁷, PEUTZFELDT e ASMUSSEN²⁶). Além de associar as propriedades positivas deste cimento, esta técnica restauradora diminui principalmente os efeitos nocivos da contração de polimerização por intermédio da redução do volume de compósito utilizado, do volume de contração, e do aumento da área de superfície em relação ao volume de material restaurador.

Em nossos resultados no grupo A cujas amostras não foram submetidas ao condicionamento ácido do esmalte,

foram observados níveis de infiltração marginal em todas as amostras. A principal razão para este comportamento se deve a falta de uma união resistente entre o material restaurador e as paredes cavitárias, o que, durante a polimerização e consequente contração volumétrica do material, leva facilmente a ruptura da adaptação marginal inicial e a formação de fendas nas margens da restauração.

A técnica do condicionamento ácido do esmalte há muito tem comprovado sua eficácia. Desde sua introdução em 1955, por BUONOCORE¹⁰ esta técnica tem sido largamente utilizada e proporcionado amplas mudanças na dentística restauradora. O condicionamento ácido do esmalte produz o aumento da área de superfície disponível para união e a formação de milhares de microporos na superfície do esmalte, o que facilita a penetração da resina fluida promovendo retenção micromecânica ao esmalte, e desta forma boa adaptação marginal. Este comportamento pode ser observado nas amostras dos grupos B e C que ao contrário do grupo A receberam o condicionamento ácido do esmalte.

BOWEN⁴ em um estudo sobre adesividade do material restaurador aos tecidos duros do dente, observou que durante a polimerização, os compósitos contraem e são desenvolvidas forças de tração. Neste estudo, são relatadas forças de 90 a 117 kg/cm² quando as restaurações se encontravam com uma área de superfície livre de união de cerca de 20% da área das paredes cavitárias, portanto, restaurações com maior área de superfície livre em proporção as paredes

cavitárias que estão unidas , devem desenvolver forças de menor magnitude.

Em outro estudo, BOWEN *et al*⁵ observaram que as forças de tração que se desenvolvem durante a polimerização são bem significativas se existir uma união com as paredes cavitárias, entretanto, as forças observadas não são maiores do que a resistência à tração do esmalte ou dentina, mas provavelmente, são altas o suficiente para abrir lamelas ou fendas que são encontradas no esmalte humano.

JENSEN e CHAN²⁰ relataram a presença de fraturas horizontais nos terços médio e gengival em seis cúspides de pré-molares restaurados com compósito, logo após a polimerização e em decorrência de forças aplicadas às cúspides durante a polimerização.

Nas amostras do grupo B, onde foi utilizado uma base de ionômero de vidro, cuja superfície foi condicionada com ácido juntamente com as paredes de esmalte, três das sete amostras exibiram infiltração marginal. Na técnica utilizada, a redução do compósito restaurador por intermédio do uso de uma base de suporte, melhorou substancialmente a adaptação marginal, entretanto a união entre o cimento de ionômero de vidro e o compósito, por meio de microrretenções que são formadas na superfície do cimento através do condicionamento ácido, não eliminou a infiltração marginal, pois reduziu a área de superfície livre na massa de compósito sem outro mecanismo para compensar a redução do volume induzida pela contração de polimerização, assim sendo, elevadas

forças de contração são desenvolvidas na interface dente - restauração.

Segundo DAVIDSON *et al*¹⁵, quando os compósitos restauradores se encontram confinados em três dimensões, praticamente nenhuma união resiste às forças de contração desenvolvidas, pois estas, são menos compensadas pelo escoamento, uma vez que o compósito se encontra unido as paredes cavitárias. DAVIDSON e GEE¹⁴ e HANSEN¹⁹, em estudos distintos, também observaram que quando existe uma maior área de superfície livre de união os compósitos podem escoar nos estágios iniciais de polimerização, compensando parcialmente as forças de contração.

A infiltração observada em três amostras do grupo B, pode ser explicada pela existência de tensões nas margens da restauração, durante a polimerização, devido a união entre o compósito e a base de cimento de ionômero de vidro que resulta na redução da área de superfície livre e conseqüentemente no surgimento de elevadas forças de contração.

LUTZ *et al*²⁴ observaram que a união entre o compósito e a base de cimento ionômero de vidro tem efeito positivo no selamento marginal, entretanto a superfície disponível para compensação da contração de polimerização é marcadamente reduzida e elevadas tensões se desenvolvem nas margens cavitárias, levando a abertura de fendas.

Como pode ser observado no grupo C onde não foi efetuado o condicionamento ácido da base de cimento de

ionômero de vidro, não havendo portanto união entre o material restaurador e a base, as amostras não exibiram nível algum de penetração do corante, apresentando desta forma 100% de excelente adaptação marginal.

Os resultados do grupo C podem ser explicados em decorrência da maior área de superfície livre de união em relação ao volume do compósito restaurador, a qual foi fornecida pela ausência de união entre compósito e base, assim sendo, as forças de contração desenvolvidas durante a polimerização foram mais rapidamente compensadas através das superfícies interna e externa livres.

De acordo com LUTZ *et al*²³ para se alcançar uma adaptação marginal resistente à tensões, o compósito deve ser deixado contrair sem interferência durante a polimerização.

Em trabalhos distintos LUTZ *et al*²³ e KREJEI *et al*²² apresentaram dados semelhantes aos nossos resultados, onde o condicionamento ácido da base de cimento de ionômero de vidro proporcionou uma adaptação marginal inferior, exibindo uma maior infiltração marginal do que quando não se usou o condicionamento ácido da base. A explicação dada por estes autores foi que houve uma redução da área disponível para compensar a contração volumétrica do compósito durante a polimerização e forças de tração, estimadas em 300 kg/cm², se desenvolveram e excederam a força de coesão do tecido dentário, especialmente, nas margens de esmalte que sofreu condicionamento ácido.

A presença do corante entre a base de cimento de ionômero de vidro e a parede cavitária, foi observada nos grupos A e B onde houve infiltração. O deslocamento da base de ionômero de vidro, permitindo a infiltração marginal, também foi observado por PEUTZFELDT e ASMUSSEN²⁶, onde o uso da base de cimento de ionômero de vidro, reduziu, mas não eliminou a formação de fendas entre a restauração e as paredes cavitárias.

Em trabalhos distintos, PHAIR *et al*²⁷ e GUELMAN¹⁸, estudaram infiltração marginal em restaurações classe II com compósito e base de cimento de ionômero de vidro condicionada com ácido fosfórico, e observaram diferentes níveis de penetração do corante no esmalte e dentina e concluíram que o cimento de ionômero de vidro não previne a infiltração marginal quando usado em conjunto com o compósito ou isoladamente.

Uma importante ressalva entretanto deve ser feita com relação ao uso da base de cimento de ionômero de vidro, que além de reduzir o volume de compósito utilizado e conseqüentemente a contração volumétrica resultante, associa à restauração sua propriedade de biocompatibilidade com os tecidos dentários e prevenção à cárie por meio da liberação de flúor.

Na técnica aqui descrita, a redução do material indutor de contração de polimerização promoverá melhora na qualidade e estabilidade da adaptação marginal das restaurações com compósito. Promover o aumento da resistência à

união ao esmalte, dentina ou a base, não soluciona o problema da adaptação marginal por causa das forças de contração desenvolvidas pelo material, que excedem as forças coesivas dos tecidos duros do dente.

Pelo exposto anteriormente, em cavidades classe I, a serem restauradas com compósito e base de cimento de ionômero de vidro, o condicionamento ácido não deve ser realizado na base, ficando restrito às margens de esmalte.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

A análise dos resultados permite-nos concluir que:

- 1) Houve diferença estatisticamente significativa para os níveis de infiltração marginal entre as amostras que não foram tratadas com condicionamento ácido do esmalte e as que foram tratadas.
- 2) Os níveis de infiltração marginal diferiram estatisticamente entre as amostras que foram submetidas ao condicionamento ácido da base de cimento de ionômero de vidro e as que não foram submetidas a este tratamento.
- 3) O uso de base cavitária de cimento de ionômero de vidro associado ao condicionamento ácido das paredes de esmalte impediu a infiltração marginal em restaurações de cavidades classe I com compósito.

RESUMO

8. RESUMO

A infiltração marginal em restaurações de cavidades classe I com compósito e base de cimento de ionômero de vidro foi observada neste estudo "in vitro". Cavidades classe I em 21 dentes humanos do grupo dos pré-molares foram preparadas. Os dentes foram divididos em 3 grupos, sendo que as cavidades foram assim tratadas: No grupo A foram forradas com base de cimento de ionômero de vidro e restauradas com resina fluida e compósito. No grupo B foram forradas com base de cimento de ionômero de vidro, submetidas ao condicionamento ácido da base e das paredes de esmalte, em seguida restauradas com resina fluida e compósito, e no grupo C foram forradas com uma base de cimento de ionômero de vidro, as paredes de esmalte foram submetidas ao condicionamento ácido e restauradas com resina fluida e compósito. Após restaurados, os dentes permaneceram por 24 horas à temperatura de 37°C e 100% de umidade relativa do ar. Em seguida foram submetidos a 100 ciclos térmicos com temperatura variando entre 4 e 60°C. O selamento marginal foi medido usando avaliação da penetração do corante. Através de uma lupa estereoscópica (Carl Zeiss) os níveis de infiltração marginal foram documentados e fotografados. A análise dos resultados revelou que houve diferenças

estatisticamente significativas quando se realizou o condicionamento ácido do esmalte dentário, que demonstrou diminuir ou prevenir a infiltração marginal . O condicionamento ácido da base de cimento de ionômero de vidro, diferiu estatisticamente de quando não foi utilizado este tratamento. O uso de uma base de cimento de ionômero de vidro associado ao condicionamento ácido das paredes de esmalte impediu a infiltração marginal em restaurações de cavidades classe I com compósito.

SUMMARY

9. SUMMARY

The microleakage of composite resin/glass ionomer cement class I restorations was evaluated in this "in vitro" study. A class I cavity was prepared in 21 human pre-molars. The teeth were divided in three groups and the cavity preparations were treated as follows: in group A were lined up with a glass ionomer cement base and restored with unfilled resin and composite resin. In group B were lined up with a glass ionomer cement base, submitted to enamel and base acid etching treatment and restored with unfilled resin and composite resin, and in group C were lined up with a glass ionomer cement base submitted to enamel acid etching treatment and restored with unfilled resin and composite resin. After being restored the teeth were stored for 24 hs at 37°C and 100% relative air humidity. In the following step they were submitted to 100 thermal cycles in water baths ranging in temperature from 4 to 60°C. The marginal seal were measured using a dye penetration evaluation. Using a stereoscopic microscope the levels of microleakage were recorded and photographed. The analysis of the results showed significant statistical difference when enamel acid etching treatment was used, which proved to reduce or prevent microleakage. The use of a base acid etching

treatment differed statistically when was not used . The use of a glass ionomer cement base with acid etching the enamel walls prevented microleakage in composite/glass ionomer class I restorations.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*¹

1. ASMUSSEN, E. Composite restorative resins: Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odont.Scand.*, Oslo, v.33, n. 6, p.337-344, Dec., 1975.
2. BAUSH, J.R. *et al.* Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resin. *J. prosth. Dent.*, St. Louis, v.48, n. 1, p.59-67, July, 1982.
3. BEN AMAR, A., METZGER, Z., GONTAR, G. Cavity design for class II composite restorations. *J. prosth. Dent.*, St. Louis, v.58, n. 1, p.5-7, July, 1987.
4. BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues VI forces developing in direct filling materials during hardening. *J. Am. dent. Ass.*, Chicago, v.74, n. 3, p.439-445, feb., 1967.
5. _____, NEMOTO, K., RAPSON, J.E. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: forces developing in composite materials during hardening. *J. Am. dent. Ass.*, Chicago, v.106, n. 4, p.475-477, apr., 1983.

* De acordo com NBR 0023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1982. Abreviaturas de Periódicos: "World Medical Periodicals".

6. BOWEN , R.L., RAPSON, J.E., DICKSON, G. Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resins. *J. dent. Res.*, Chicago, v.61, n.5, p.854-858, May, 1982.
7. BRANNSTROM, M. Composite resin restoration: biological consideration with special reference to dentin and pulp. In: VANHERLE, G. e SMITH, D.C., ed. *International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*, Netherlands, Peter Szule Publ. 1985. p.71-81.
8. _____, TORSTENSON, B., NORDENVAL, K.J. The initial gap around large composite restoration in vitro: The effect of etching enamel walls. *J. dent. Res.*, Chicago, v.63, n. 5, p.681-684, May, 1984.
9. BULLARD, R.H.; LEINFELDER, K.F., RUSSEL, C.M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J. Am. dent. Ass.*, Chicago, v.16, n. 7, p.871-874, June, 1988.
10. 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, Dec., 1955.
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. CRIM, G.A. e SHAY, J.S. Microleakage pattern of or resin-veneered glass-ionomer cavity liner. *J. prosth. Dent.*, St. Louis, v.58, n. 3, p.273-276, Sept., 1987.
13. DAVIDSON, C.L. Conflicting interests with posterior use of composite materials. In: VANHERLE, G. e SMITH, D.C., ed. *International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. Netherlands, Peter Szule, 1985, p.61-65.
14. _____, e GEE, A.J. de. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J. dent. Res.*, Chicago, v.63, n. 2, p. 146-148, feb., 1984.
15. _____, GEE, A .J. de, 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. FORSTEN, L. Fluoride release from a glass ionomer cement. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, v.85, n. 6, p.503-504, Sept., 1977.
17. GORDON, M. *et al.* Microleakage of four composite resins over a glass ionomer cement base in class V restorations. *Quintess. Int.*, Berlim, v.16, n. 12, p.817-820, Dec., 1985.

18. GUELMANN, M. Marginal leakage of class II glass-ionomer-silver restorations, with and without posterior composite coverage: an in vitro study. *J. Dent. Child*, Chicago, v.56, n. 4, p.287-288, July-Aug., 1989.
19. HANSEN, F.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.
20. JENSEN, M.E. e CHAN, D.C.N. Polymerization shrinkage and microleakage. In: VANHERLE, G. e SMITH, D.C., ed. *International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. Netherlands, Peter Szule Publ., 1985, p.243-262.
21. KREJEI, I. e LUTZ, F. Marginal adaptation of class V restorations using different restorative techniques. *J. Dent.*, Bristol, v.19, n. 1, p.24-32, feb., 1991.
22. _____, LUTZ, F., KREJEI, D. The influence of different base materials on marginal adaptation and wear of conventional class II composite resin restorations. *Quintess. Int.*, Berlin, v.19, n. 3, p.191-198, Mar., 1988.

23. LUTZ, F., KREJEI, I. e 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.
24. _____, *et al.* Improved proximal margin adaptation of class II composite resin restorations by use light-reflecting wedges. *Quintess. Int.*, Berlin, v.17, n. 10, .p.659-66, Oct., 1986.
25. McLEAN, J.W., PROSSER, H.J. e WILSON, A.D. 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.
26. PEUTZFELDT, A. e ASMUSSEN, E. Bonding and gap formation of glass-ionomer cement used in conjunction with composite resin. *Acta Odont. Scand.*, Oslo, v.47, n. 3, p.141-148, June, 1989.
27. PHAIR, C.B. *et al.* Marginal gap formation in the composite resin/glass-ionomer cement class V restorations. *Dent. Mat.*, Copenhagen, v.4, n. 3, p.134-138, June, 1988.
28. ROBINSON, P.B., MOORE, B.K., SWARTZ, M.L. Comparison of microleakage in direct and indirect composite resin restorations in vitro. *Operative Dent.*, Washington, v.12, n. 3, p.113-116, Summer, 1987.

29. SIMONSEN, R.J. Conservative cavity preparation design.
In: VANHERLE, G. e SMITH, D.C., ed. International
Symposium on Posterior Composite Dental
Restorative Materials. Netherlands, Peter Szule Pub.
1985. p.421-427.
30. SMITH, D.C., RUSE, D.N., ZUCCOLIN, D. Some characte-
ristics of glass ionomer cement lining materials. J.
Can. Dent. Ass., Ottawa, v.54, n. 12, p.903-908, Dec.,
1988.
31. STANINEC, M. et al. Interfacial space, marginal leakage
and enamel cracks around composite resins. Operative
Dent., Washington, v.11, n. 1, p.14-24, Winter, 1986.
32. SWARTZ, M.L. e PHILLIPS, R.W. In vitro studies on the
marginal leakage of restorative materials. J. Am.
dent. Ass., Chicago, v.62, n. 2, p.141-151, feb., 1961.
33. WILSON, A.D. e KENT, B.E. A new translucent cement for
Dentistry : The glass ionomer Cement Br. dent.J.,
London, V. 132, n.15. p. 133-135 , feb., 1972.
34. WILSON, A.D. e McLEAN, J.W. Glass-ionomer Cement. Chica-
go: Quintessense, 1988. 274p. il. 26 cm. Bibliografia:
p.83-106.