

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**UNICAMP**

**BIBLIOTECA CENTRAL**

**SEÇÃO CIRCULANTE**

**HÉLIO RODRIGUES SAMPAIO FILHO**  
**Cirurgião Dentista**

**AVALIAÇÃO DE MICROINFILTRAÇÃO  
MARGINAL NAS RESTAURAÇÕES DE CLASSE V  
EM PRÉ-MOLARES HUMANOS SUBMETIDOS A  
CARREGAMENTO OCLUSAL CÍCLICO**

**Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba, da  
Universidade Estadual de Campinas,  
como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Doutor em  
Clínica Odontológica, área de  
concentração em Dentística.**

**PIRACICABA  
2001**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**HÉLIO RODRIGUES SAMPAIO FILHO**  
Cirurgião Dentista

**AVALIAÇÃO DE MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL  
NAS RESTAURAÇÕES DE CLASSE V EM PRÉ-  
MOLARES HUMANOS SUBMETIDOS A  
CARREGAMENTO OCLUSAL CÍCLICO**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística.

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG 06 / 07 / 2001

Assinatura do Orientador

**Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins**

**Banca Examinadora:**

**Prof. Dr. José Roberto Lovadino**  
**Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo**  
**Prof. Dr. Marcelo Daniel Brito Faria**  
**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Zilda Maria Castro de Carvalho**

**PIRACICABA**  
**2001**

### Ficha Catalográfica

Sampaio Filho, Hélio Rodrigues.  
Sa47a      Avaliação da microinfiltração em restaurações de classe V em pré-molares humanos submetidos a carregamento oclusal cíclico. / Hélio Rodrigues Sampaio Filho. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001. xii, 157p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins.  
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentística. 2. Lesões por esforços repetitivos. 3. Restaurações (Odontologia). 4. Estética. I. Martins, Luís Roberto Marcondes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 26 de Março de 2001, considerou o candidato HÉLIO RODRIGUES SAMPAIO FILHO aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

2. Profa. Dra. ZILDA MARIA CASTRO DE CARVALHO

3. Prof. Dr. MARCELO DANIEL BRITO FARIA

4. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO

5. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

À minha mulher Angela  
e às minhas filhas  
Maria Ana e Ana Luisa,

Dedico

# Agradecimentos

A Deus;

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro;

À Universidade Estadual de Campinas;

Aos meus pais e irmãos;

Aos meus professores;

Aos meus colegas;

A Ricardo Guimarães Fischer;

A Luíza Fonseca Soares;

A Cecília Milioni;

Aos amigos da Flash Studio;

A Fábio Ritto;

A Luiz Alexandre Paulillo;

A Luiz Roberto Marcondes Martins;

A Wilkens Aurélio Buarque da Silva;

A Fabrício Batista Teixeira;

A Eduardo Dias de Andrade;

A todos que de alguma forma colaboraram na  
consecução desta obra.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS</b>	1
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b>	3
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	5
<b>RESUMO</b>	7
<b>ABSTRACT</b>	9
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	15
2.1 <i>LESÕES CERVICAIS</i>	15
2.2 <i>MICROINFILTRAÇÃO E METODOLOGIA</i>	33
2.3 <i>MATERIAIS E TÉCNICAS RESTAURADORAS</i>	61
<b>3. PROPOSIÇÃO</b>	103
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	105
4.1 <i>MATERIAIS</i>	105
4.2 <i>MÉTODOS</i>	106
4.2.1 <i>SELEÇÃO DOS DENTES</i>	106
4.3 <i>PREPARO DA AMOSTRA</i>	107
4.4 <i>ENSAIO MECÂNICO</i>	110
4.5 <i>ANÁLISE DOS RESULTADOS</i>	113
<b>5. RESULTADOS</b>	115
<b>6. DISCUSSÃO</b>	121
<b>7. CONCLUSÕES</b>	133
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	135
<b>ANEXO</b>	149

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>TABELA 1</b>	<b>– Materiais utilizados na restauração dos dentes.....</b>	<b>105</b>
<b>TABELA 2</b>	<b>– Grupos avaliados .....</b>	<b>109</b>
<b>TABELA 3</b>	<b>– Escores de extensão da penetração do corante na margem de esmalte em função do grupo experimental .....</b>	<b>116</b>
<b>TABELA 4</b>	<b>– Escores de extensão da penetração do corante na margem cervical de dentina em função do grupo experimental .....</b>	<b>116</b>
<b>TABELA 5</b>	<b>– Média dos escores de microinfiltração .....</b>	<b>117</b>
<b>GRÁFICO 1</b>	<b>– Gráfico das médias dos escores da microinfiltração em esmalte .....</b>	<b>118</b>
<b>GRÁFICO 2</b>	<b>– Gráfico das médias dos escores da microinfiltração em cimento/dentina .....</b>	<b>118</b>
<b>GRÁFICO 3</b>	<b>– Gráfico dos resultados de microinfiltração em esmalte e dentina .....</b>	<b>118</b>



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1 – Preparos padronizados sendo realizados.....</b>	<b>107</b>
<b>FIGURA 2 – Dente incluído para ensaio .....</b>	<b>108</b>
<b>FIGURA 3 – Ensaio sendo realizado com o corpo de prova imerso em água destilada .....</b>	<b>111</b>
<b>FIGURA 4 – Dente submetido ao azul de metileno.....</b>	<b>111</b>
<b>FIGURA 5 – Dente sendo incluído para o corte .....</b>	<b>112</b>
<b>FIGURA 6 – Dente sendo seccionado .....</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA 7– Critério para avaliação por escores.....</b>	<b>114</b>
<b>FIGURA 8 – Escore 0 em esmalte e 2 em dentina .....</b>	<b>119</b>
<b>FIGURA 9 – Escore 1 em dentina .....</b>	<b>119</b>
<b>FIGURA 10 – Escore 1 em esmalte .....</b>	<b>119</b>
<b>FIGURA 11 – Escore 0 em esmalte e 3 em dentina .....</b>	<b>120</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>A.D.A.</b>	⇒	<b>Associação Dentária Americana</b>
<b>Bis-GMA</b>	⇒	<b>Bisfenol- A glicidil metacrilato</b>
<b>CIV</b>	⇒	<b>Cimento de ionômero de vidro</b>
<b>CIV-R</b>	⇒	<b>Cimento de ionômero de vidro modificado por resina</b>
<b>DP</b>	⇒	<b>Desvio padrão</b>
<b>Hz</b>	⇒	<b>Hertz, um ciclo por segundo</b>
<b>°C</b>	⇒	<b>Grau Celsius</b>
<b>HEMA</b>	⇒	<b>Di-hidroxietil metacrilato</b>
<b>ISO</b>	⇒	<b>International Standard of Organization</b>
<b>JEC</b>	⇒	<b>Junção esmalte-cimento</b>
<b>JED</b>	⇒	<b>Junção esmalte-dentina</b>
<b>MEV</b>	⇒	<b>Microscópio eletrônico de varredura</b>
<b>MO</b>	⇒	<b>Mésio-oclusal</b>
<b>MOD</b>	⇒	<b>Mésio-ocluso-distal</b>
<b>Mpa</b>	⇒	<b>Mega-pascal</b>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a microinfiltração em restaurações de classe V, realizadas com cimento de ionômero de vidro convencional e modificado por resina; com uma resina modificada por poliácidos; com um compósito de baixa viscosidade, um híbrido e um de alta densidade; com limites cavitários executadas em esmalte e em dentina, de trinta pré-molares humanos submetidos a um carregamento oclusal cíclico. Trinta pré-molares humanos, recém extraídos por indicação ortodôntica, foram mantidos refrigerados até o momento do experimento, tendo suas faces vestibular e lingual divididas em preparo com terminação cavo-superficial em esmalte e em dentina/cimento nos quais foram utilizadas seis diferentes materiais restauradores. Todos os dentes receberam preparos padronizados em forma de U, com o limite da parede cervical localizando-se na junção esmalte-cimento e da parede oclusal em esmalte. Todas as margens de esmalte receberam um bisel de 0,5 mm aproximadamente. Todos os procedimentos de acabamento e polimento foram realizados uma semana após as restaurações com o sistema Soft-Lex (3M). Concluídas as restaurações, os dentes foram submetidos a 4000 ciclos de carregamento oclusal com uma carga de 150N com um segundo de duração, sendo então imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2% para evidenciação da microinfiltração do corante na parede cervical em dentina/cimento e na parede oclusal em esmalte biselado. Em seguida, os dentes foram imersos em resina acrílica e seccionados em seus longos eixos.

A seguir, o grau de microinfiltração do corante foi avaliado através de uma lupa estereoscópica com aumento de 40 vezes. Os resultados foram submetidos ao teste estatístico não paramétrico de Kruskal -Wallis, que observou diferença significativa ao nível de 1%. Ao analisar-se através do teste de múltiplas comparações de Tukey, verificou-se que a diferença somente existiu entre os tratamentos com Surefil e os demais tanto em esmalte quanto em dentina, sendo que este último apresentou o pior desempenho de todos. Concluiu-se que os materiais estudados foram capazes de minimizar a microinfiltração em dentes com restauração de classe V quando havia esmalte nas margens e, com exceção para a resina de alta densidade, também quando a margem era em dentina/cimento.

## **ABSTRACT**

The object of this paper is to assess microleakage in class V restorations for human premolars subject to cyclical occlusive load. Ketac-Fill (Espe/Premier) glass ionomer cement, Vitremer (3M) resin modified glass ionomer cement, Dyract (Dentsply) polyacid modified composite, Natural Flow (DFL) low viscosity composite, TPH (Dentsply) hybrid composite and Surefil (Dentsply) high-density composite were used. Thirty newly extracted human premolars due to dental indication were refrigerated until the moment of the experiment. The buccal and lingual faces were divided in cavo-superficial cavity preparations in enamel and in dentin/cement and were subject to six different restoration materials. All teeth received standardized preparation procedures. One limit of the cervical wall is the enamel/cement junction and other one is the occlusal margin ending on the enamel. These areas were beveled with a 0.5-mm bevel. Restoration techniques strictly followed manufacturer's recommendations. Finishing and polishing maneuvers were carried out one week after restorations with Soft-Lex (3M) system. Once the restorations were ended, the teeth were subject to 4000 cycles of occlusive load with a burden of 150 N for every second and then immersed in blue methylene 2% solution for coloring microleakage evidence in the dentin/cement cervical wall and in the occlusal wall with beveled enamel. The next step was to dip them in acrylic resin and were sectioned in longitudinal axis.

The degree of coloring microleakage was assessed with a stereoscopic magnifying glass with 40-fold augmentation. The results were subject to Kruskal-Wallis non parametric statistical test recording a significant 1-% level difference. Results with Tukey's multiple comparison tests showed a difference only between Surefil treatments and the rest both in enamel and dentin, showing worse performance in the latter. The conclusion is that all studied materials successfully controlled microleakage in class V restored teeth when enamel is present in margins and, with the exception of high density resin, also when the margin is dentin/cement.

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema mastigatório humano é complexo, reunindo características inerentes aos ruminantes e aos carnívoros. Enquanto nos ruminantes predomina a ação dos molares na intenção principal de romper fibras vegetais através de um processo de moagem, os carnívoros precisam dilacerar os alimentos com atuação acentuada dos incisivos e caninos. Assim, enquanto nessas espécies o estudo da “oclusão dentária” exige a observação de fenômenos relativamente simples, nos humanos, devido a fatores como evolução, miscigenação, hábitos alimentares e principalmente ao modo de vida do indivíduo moderno, a “oclusão” deve ser vista como “... relacionamentos funcionais ou não funcionais entre um sistema integrado de dentes, estruturas de suporte, articulações e componentes neuromusculares, incluindo ainda aspectos tanto psicológicos como fisiológicos de função e disfunção”.<sup>5</sup>

A natureza proveu o sistema mastigatório de mecanismos de proteção que viabilizam seu funcionamento, mesmo em caso de perda eventual de dentes ou mau posicionamento destes na arcada. Assim, efeitos deletérios surgem nos dentes quando estas para-funções são associadas ao estresse produzindo sobrecarga mecânica, tendo como consequência mais significativa o aparecimento de facetas de desgaste e microfraturas no esmalte, ocasionando eventualmente o aparecimento de lesões em forma de

cunha na cervical de dentes hígidos, que por ocorrerem à distância de seu fator causal, são conhecidas por “lesões de abfração”.<sup>13,1547,66,67</sup>

Essas lesões, de natureza não cariosa, tornaram-se alvo de inúmeros estudos, devido à dificuldade encontrada pelos clínicos em formar um diagnóstico preciso, já que sua etiologia confunde-se com a de outras lesões igualmente não cariosas. Algumas pesquisas clínicas demonstram que os dentistas clínicos gerais não são capazes de distinguir as diversas manifestações das lesões cervicais e indicam o tratamento com critérios díspares, registrando um elevado índice de insucesso, traduzido por hiperestesia dentinária, manchamento das bordas e recorrência da lesão.<sup>9,70</sup> A importância de um estudo mais aprofundado deste assunto fica clara, quando se verifica que sete em cada dez pessoas são portadoras de algum tipo de lesão cervical não cariosa.<sup>93</sup> Essas lesões podem aparecer devido à chamada “erosão” de origem química, pelos ácidos ingeridos dos refrigerantes, sucos de fruta, açúcares, etc. ou pelos ácidos endógenos presentes em certos distúrbios como o diabetes, hérnia de hiato, além da gastrite.<sup>47,75</sup> Podem também estar relacionadas à abração, que vem a ser a perda de substância dentária devido a fatores mecânicos exógenos, como o mau uso de escova dental ou palito.<sup>84,98</sup> Observa-se com frequência que, na verdade, essas lesões têm caráter multi-fatorial, raramente estando associadas a um só agente etiológico.<sup>15,47,65,67,68,74</sup> Quanto à forma de tratamento, são apresentadas várias alternativas que via de regra são empregadas em conjunto. Normalmente é feita uma adequação do meio bucal do paciente, dando-lhe condições de exercer um controle



efetivo da placa bacteriana, além de ajuste oclusal, dessensibilização química ou mecânica.<sup>93</sup> Porém, a microanatomia peculiar da região cervical dos dentes, com a distribuição linear dos cristais de apatita e sua alta permeabilidade, fazem com que essas terapias não tenham um índice aceitável de sucesso. Não raro, indica-se a restauração dessas lesões. Como material restaurador, elege-se o mais adequado, de acordo com cada situação clínica ou disponibilidade de recursos materiais, mas de forma geral utiliza-se uma restauração não metálica adesiva, que tem a seu favor, além da óbvia condição de estética favorável, o fato de requerer pouca ou nenhuma remoção de tecido dentário sadio.<sup>4,8,35</sup> Entretanto, a região cervical dos dentes humanos particularmente dos pré-molares, é sujeita a esforços extremos durante o ato mastigatório e quando ela se encontra cavitada ou restaurada, a tensão ali gerada aumenta com a deflexão das cúspides, exigindo do material propriedades físicas peculiares como elasticidade e resistência à fadiga.<sup>1,3,27,44,48,57,62,75,77,79,85</sup>

A literatura é fértil no que diz respeito aos ensaios laboratoriais, visando simular uma situação clínica de vários anos em poucas horas ou dias. Os desafios de caráter químico e térmico são os mais comuns e têm servido de base para direcionamento das pesquisas clínicas, provando serem esses ensaios fundamentais na evolução das técnicas terapêuticas.<sup>2,6,14,19,22,26,41,53</sup> Existem dúvidas sobre a possibilidade da deflexão de cúspides influir na integridade marginal de restaurações realizadas na região cervical, já que os estudos clínicos não são capazes de isolar esse fator para análise, exigindo um esforço por reproduzir *in vitro* as condições de

carregamento oclusal que ocorrem clinicamente, repetidas e com baixa intensidade, estando o conjunto dente-restauração livre da ação das tensões térmicas e químicas encontradas no meio bucal.<sup>28,44,52,57,64,99,</sup>

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 LESÕES CERVICAIS

Lehman & Meyer (1966) estudaram o problema da iniciação e propagação de lesões cáries precoces. Testes fotoelásticos mostraram que forças mecânicas no dente são fatores contribuintes, quer seja no ponto de contato entre dentes adjacentes ou entre dentes naturais e partes artificiais de instrumentos usados em exame ou próteses. A propagação de cárie pela junção amelo-dentinária também foi estudada em relação ao *stress* existente nesta região. Os autores mediram a propagação de uma força exercida num dente através de cargas direcionadas. Usam esses dados para relacionar a maior acessibilidade da cárie ao dente em virtude da pressão exercida por estas cargas. Como o esmalte é uma “peneira celular”, a pressão abre seus poros que vão sugar moléculas produzidas pela placa bacteriana para o interior do esmalte enquanto a superfície externa se mantém intacta. Além disso, como a água representa 12 a 15% do volume do esmalte, com a compressão em um lado do esmalte a água vai para o lado com menos pressão, ou seja, para o interior, perto da linha amelo-dentinária, levando consigo moléculas estranhas. O grau de calcificação do esmalte também é importante na propagação da cárie, que se espalha muito mais rápido ao longo da junção amelo-dentinária em jovens, pois estes têm os dentes menos calcificados. Forças de tração podem deformar esmalte e expandir esta junção, o que facilita a percolação de líquido e

o transporte de moléculas estranhas na região. O uso de instrumentos no dente gera uma força de contato e esta força pode fraturar o dente, mas mesmo que isso não ocorra, ela prejudica a estrutura dentária, pois leva a cárie para dentro do dente.

**Sognnaes et al. (1972)** numa pesquisa aleatória com quase 10.000 dentes extraídos mostraram que 1.700 dentes (18%) tinham padrões típicos de lesões erosivas e que 500 dessas lesões eram compatíveis com a presença de outras condições dentárias como cálculos, cáries e várias restaurações dentárias dentro do mesmo dente. A divisão com essas outras condições era de um terço (170) com cárie e outro terço (169) com depósitos de cálculos; a maioria dos dentes erodidos restantes nesse grupo exibiu combinações com vários tipos de restaurações. Os dentes incisivos mostraram maior incidência de erosão; a incidência nos incisivos inferiores foi a maior de todas - 737 de 2.603 ou 28%. Suas observações parecem justificar a renovação de interesse nas influências friccionais operacionais intraorais na formação de padrões erosivos.

**Radentz et al. (1976)** realizaram um estudo que indica que, de certa forma, a abrasão cervical está relacionada ao fator ou aos fatores associados aos estágios iniciais da escovação de dente. A evidência mostra que o uso excessivo de pasta de dente não diluído, na mesma área da boca, pode produzir abrasão. Em virtude dessa evidência, seria prudente avisar aos pacientes para diminuir a quantidade de dentífricos e para iniciar a escovação na face oclusal dos dentes, visando efetuar sua diluição. O mesmo efeito pode ser executado alternando-se o lugar inicial da escovação

entre os quadrantes, para distribuir mais igualmente os efeitos abrasivos. Os autores afirmam que ela está relacionada à idade e à retração gengival. Além disso, o estudo indica que pacientes que exibem abrasão cervical têm menos placa e menos sangramento do que os que não têm. A hipótese de a lesão cervical ser induzida por ácido é também levantada, sendo a erosão e a abrasão as únicas causas da desordem citadas pelo autor.

A atrição dentária, o desgaste atípico de superfícies oclusais, foi descrita por **Berry et. al** (1976) como um processo que pode não ser nem fisiológico nem normal, mas às vezes se torna necessário para viabilizar a função mastigatória. Quando isto acontece, a natureza provê o Homem com mecanismos de compensação dos quais se destacam três: a formação de dentina secundária, a perda de osso alveolar e mudanças na musculatura crânio-facial, visando a adaptação a novas situações dentárias. Tais mecanismos se fazem mais presentes de acordo com a situação clínica apresentada. A perda de osso alveolar se dá no sentido da coroa para a junção mucogengival e ocorre geralmente quando o processo de atrição é rápido. A formação de dentina secundária é mais evidente quando ocorre a perda uniforme de estrutura dentária dura com diminuição da altura coronária, quando o processo de atrição é lento e balanceado entre todos os dentes; A compensação muscular é comum quando a alimentação não é refinada ou cozida, fato que não ocorre na civilização ocidental.

Lee et. al (1984) consideram o conceito dado às lesões cervicais de origem não cariosa elegendo três fenômenos para explicá-las: a abrasão, a atrição e a erosão. A abrasão seria a perda de substância por meios mecânicos, geralmente a escovação. A atrição seria a perda de estrutura devido a contatos interdentais funcionais ou não, desde a mastigação normal até o bruxismo. A terceira categoria, a erosão, poderia ter origem ácida, com estes advindo da dieta, do meio ambiente ou do estômago, ou poderia ter origem até então idiopática. As lesões idiopáticas seriam facilmente confundidas com erosão ácida ou abrasão, já que essas se apresentam morfológicamente semelhantes, diferindo uma da outra pelo aspecto brilhante da abrasão, visto que a escovação promove um verdadeiro polimento em sua superfície, enquanto que na erosão os tecidos dentários são dissolvidos e a lesão se apresenta fosca. Apesar disso, em ambos os casos os seus bordos são suaves, não formando ângulo agudo com a superfície de esmalte e/ou cimento. Até então, para as lesões que se apresentavam com borda cortante, o conhecimento de sua etiologia deixava muito a desejar. Apesar de haver vários estudos sobre a erosão e abrasão, nenhum era capaz de explicar as lesões cervicais que se apresentavam em forma de cunha com borda cortante. Assim, os autores propõem que o fator etiológico primário da erosão cervical é o *stress* causado pela mastigação e pela má oclusão, sendo que o meio ambiente local tem um papel secundário na dissolução da estrutura dentária, criando a lesão. Isto se dá quando forças laterais criam tensões na região cervical dos dentes, que ultrapassam o patamar coesivo da união química entre os cristais do esmalte. Assim, pequenas moléculas se interpõem entre estes cristais de hidroxiapatita impedindo o

restabelecimento da união e tornando-os mais susceptíveis à fratura e dissolução química.

**Pavone (1985)** considera o bruxismo uma das desordens mais prevalentes, complexas e destrutivas. É difícil de ser identificada, principalmente nos primeiros estágios, pois os pacientes não têm noção do hábito. Embora muitos fatores contribuam para a etiologia desta desordem, há poucas pesquisas clínicas válidas e confiáveis para assegurar o diagnóstico. Os efeitos do bruxismo são múltiplos e diversos, incluindo disfunção e dor na ATM, dor de cabeça e no pescoço, desgaste do dente, mobilidade, erosão, abrasão, perda e dano de estruturas de suporte, espasmos e dores musculares, distúrbios na estética, e interferências no conforto oral. O tratamento pode ser simples ou complexo dependendo da natureza da desordem. Desordens mais severas são difíceis de tratar e o prognóstico pode ser questionável. Em virtude do diagnóstico e tratamento do bruxismo ser definido inadequadamente e pouco entendido, pesquisas clínicas cuidadosamente projetadas são encorajadoras. O bruxismo é comumente definido como desgaste do dente sem propósito funcional. Seu diagnóstico é muito difícil, pois pode existir o contato entre os dentes sem causar danos, o bruxismo não destrutivo. A principal causa do bruxismo são os fatores psicológicos, que, logicamente, agem junto com fatores oclusais. Essa desordem causa muitos danos ao dente, mas uma relação precisa de causa e efeito entre o bruxismo e os problemas orais é difícil de se verificar, pois a maioria dos pacientes não sabe que sofre de bruxismo. O bruxismo causa danos como: desgaste do dente; fraturas que geralmente ocorrem em

cúspides fragilizadas e dentes enfraquecidos por restaurações; erosão, principalmente erosão na região gengival; e mobilidade, que é de grande preocupação em tratamentos ortodônticos, periodontais, endodônticos, e prostodônticos. Foi observado que o contato cúspide com cúspide gasta mais o dente e o torna mais móvel.

**Tohda et al. (1987)** observaram cristais de esmalte em zonas desmineralizadas por lesões de cárie precoce em dentes humanos através de um microscópio eletrônico de alta resolução. Os cristais de esmalte freqüentemente exibiam perfurações no centro e defeitos de vários tamanhos em suas superfícies laterais. Houve um número razoável de pontos de elétron-luminência, sugerindo dissolução de cristais nessa área. Estes pontos estavam em maior número perto da linha central escura que parecia ser bastante resistente à dissolução. Um dos fatores principais da perfuração central dos cristais pareceu ser a presença nesta região de muitos lugares defeituosos.

**Goel et al. (1991)** analisaram através de um modelo tridimensional, linear do elemento finito do primeiro premolar superior em cortes longitudinais, a variação da tensão no esmalte e dentina adjacentes à junção amelo-dentinária. O efeito de uma variação regional no contorno da JED, nos padrões de tensão para esmalte e dentina, também foram analisados. As forças normais (compressão ou tração) e de cisalhamento nas superfícies do esmalte e da dentina na JED foram computados para uma carga vertical de 170N, agindo por toda superfície oclusal do modelo. As tensões normais



foram máximas na superfície oclusal do modelo, diminuído ao longo das superfícies lingual e bucal da JED. No entanto, a magnitude da tensão normal aumentou no esmalte cervical, que também mostrou aumento nas tensões de cisalhamento. As tensões normal e de cisalhamento foram marcadamente afetadas pelo contorno da JED e pela espessura do esmalte no terço oclusal das superfícies lingual e vestibular. Os resultados sugeriram que, em virtude do entrosamento mecânico entre esmalte e dentina na região cervical ser mais fraco do que nas outras regiões da JED, o esmalte nessa região pode ser mais suscetível a uma quebra tardia, que poderia eventualmente contribuir para o desenvolvimento de lesões cervicais. Além disso, os autores concluíram que existe uma variação regional na distribuição das forças de compressão e de cisalhamento na dentina e no esmalte ao longo do contorno vigente da JED e que o esmalte cervical, no modelo vigente, demonstrou relativamente alta tensão compressiva. Assim, este prognóstico por computação e outros dados clínicos sugerem fortemente uma relação entre o contorno da JED, os padrões de tensão e o desenvolvimento de lesões cervicais. Outros fatos interessantes descritos pelos autores foram os estudos que haviam mostrado diferença na morfologia das cúspides funcionais e não funcionais. As observações confirmaram que a espessura do esmalte e da dentina varia bastante em diferentes áreas, e que o contorno da JED nas cúspides funcionais é diferente nas não funcionais. Este trabalho mostra ainda variações nas forças de cisalhamento e compressão do esmalte e da dentina ao longo da JED. O esmalte cervical demonstrou um caráter de força de compressão, enquanto a dentina demonstrou um caráter de força de tração. Isso pode levar a separação de esmalte e da dentina, e ao desenvolvimento de lesões cervicais. Além disso, a área cervical tem uma

adesão mecânica fraca entre esmalte e dentina, em virtude do padrão de corte da JED. O esmalte fragmentado aumenta a chance de abrasão e de deposição de bactérias o que também explica a maior fragilidade do esmalte com o envelhecimento. Quando o contorno da JED foi alterado (eliminou-se a concavidade) foi visto que nem o esmalte nem a dentina demonstraram força de tração, mas tiveram as forças de cisalhamento e de compressão aumentadas na superfície oclusal. O dente alterado sugeriu que o contorno da JED implica no caráter e no padrão da força, especialmente na região cervical.

**Braem et al. (1992)** alertam que a crescente ocorrência de lesões cervicais demanda mais conhecimento das causas do processo que as originam, citando que mecanismos ácidos e abrasivos têm sido claramente documentados como as causas, e que a teoria do *stress* de Lee e Eakle ainda é controversa. Esse artigo descreve vários incidentes de possíveis lesões induzidas pelo *stress* de acordo com as características descritas por Lee e Eakle (1984). A ocorrência de lesões subgingivais dá crédito a ela pela exclusão de outros fatores etiológicos presentes. Evidências para a possível influência de forças de tração na etiologia dos defeitos cervicais são cada vez maiores. Quando a etiologia das lesões é omitida, as restaurações são fracassadas. Os autores reforçam a teoria de Lee e Eakle da lesão cervical induzida por *stress*. A teoria diz que as forças laterais podem criar uma força de tração que quebra os cristais de hidroxiapatita do esmalte, permitindo a entrada de moléculas pequenas como as de água, tornando os cristais mais suscetíveis a ataques químicos e mecânicos. As lesões

cervicais podem também ser induzidas por ácidos (endogênicos ou exogênicos) e abrasivos, e quando as três causas de lesão interagem, a chance de haver lesão cervical é aumentada. Lee e Eakle acreditam que o número de lesões que pode se dar no mesmo dente depende do número de direções das forças laterais. A lesão originada é então a combinação de duas ou mais lesões geradas por forças múltiplas. As lesões cervicais se caracterizam num primeiro estágio por um padrão de ondas na parte cervical do esmalte, que se enfraquece, permitindo que a lesão atinja a dentina. A morfologia da lesão varia com a localização do ponto de contato oclusal. Quanto mais longe do ponto a força é aplicada, maior será a tensão gerada, criando assim uma lesão assimétrica. Se, no entanto, a força é mais central, a lesão será mais simétrica. O desenvolvimento de lesões subgingivais sugere que o principal iniciador dos defeitos cervicais são forças oclusais instáveis. Daí a importância de atentar para o fato de que restaurações de classe V induzidas por *stress* vão sofrer a mesma força de tração que antes, o que comprometerá a restauração.

**Bader et al. (1993)** fizeram um levantamento entre clínicos da Carolina do Norte, através da apresentação de quatro fotografias de lesões cervicais que deveriam ser comparadas à sua casuística clínica. Foi pedida a opinião sobre o diagnóstico, causa, prognóstico e tratamento recomendado. Os autores verificaram diferenças significativas no diagnóstico das lesões cervicais e, mesmo assim, as de origem cariiosa não ultrapassaram 15% do total. Os participantes da pesquisa apresentaram

muita dificuldade em estabelecer a etiologia dessas lesões, e o tratamento recomendado variou da observação e controle até a restauração das lesões.

O termo erosão, como é geralmente usado na odontologia, não é apenas uma designação errada, como também um engano, de acordo com **Grippio et. al** (1995). Eles propõem uma revisão na nomenclatura e uma classificação das lesões dos tecidos dentários duros. Os autores falam do significado do termo erosão (destruição abrasiva de um material pelo movimento de líquidos e gases, com ou sem partículas sólidas) e corrosão (deterioração física de um material por ataque químico ou eletroquímico), de acordo com o “Glossary of Metallurgical Terms and Tables” e comentam que o termo erosão é usado na odontologia de forma errada. Isso deve mudar para que a odontologia fique em sintonia com as outras ciências. A corrosão não metálica é essencialmente físico-química e ocorre nos dentes durante a atividade interoclusal. Ela envolve a região cervical e substâncias ácidas - processo pode ser chamado de força de corrosão. A eletricidade gerada quando os dentes são deformados mecanicamente também pode influir nesse processo. Estudos de engenharia mostraram que, quando o dente é submetido a forças horizontais os efeitos se concentram na região cervical, dobrando o dente e originando as lesões cervicais. Daí a influência de parafunções no mecanismo de lesões cervicais. Pesquisadores perceberam que restaurações de classe V diminuíam a progressão de lesões.

Os autores dizem que a maioria das lesões da cavidade oral é resultante da combinação de dois ou mais processos, daí os termos: (1) erosão-corrosão, para lesões causadas

pelo fluxo de ácidos (endogênicos ou exogênicos); (2) abrasão-corrosão, para os casos de abrasão dos dentes após eles terem sido expostos a ácidos (escovar os dentes depois de coca-cola; (3) abrasão-abfração, para a abrasão de lugares enfraquecidos por forças de carga; (4) biocorrosão- abfração, para o corrosão de cáries em lugares enfraquecidos por microfraturas em virtude de dobras.

**Pereira (1995)** baseado em pesquisas recentes, estima que um número significativo de brasileiros sofra de sensibilidade de colo dentário. Nesse estudo, o autor encontrou os pré-molares como o grupo dentário mais envolvido com 68,8% dos casos de lesão cervical não cariada com sensibilidade. Dessas, 98% encontram-se nas faces vestibulares e 100% em dentes com ocorrência de contatos oclusais acentuados, permitindo ao autor correlacionar as lesões cervicais não cariosas ao trauma oclusal.

**Spranger (1995)** afirma que etiopatogenia de lesões angulares na região cervical dos dentes têm sido motivo de muita preocupação para pesquisadores e clínicos. Estudos micromorfológicos mostram que essa área é vulnerável tanto a atividades físicas quanto químicas. Testes de engenharia verificaram que muitos fatores estão envolvidos na região, especialmente sob forças excessivas mal orientadas. A presença de ácido predispõe-na a uma dissolução rápida, atribuível a uma força de corrosão. Essa degradação bioquímica, resultante dos acontecimentos biodinâmicos do ambiente oral, foi chamada de abfração. Baseando-se nas pesquisas atuais, os papéis das funções e parafunções devem receber bom significado clínico e serem reconhecido

como co-fator na patogenia dessa lesão do tecido duro. O autor permeia pelos estudos feitos sobre as causas das lesões cervicais, concluindo que o cérvix está sujeito a várias tensões, e isso facilita a ação de abrasivos e corrosivos. O autor lembra que o dente está sujeito às leis que regem os corpos elásticos. O periodonto tem um papel parcial nessa elasticidade e, como dentina e osso alveolar têm ambos boa elasticidade, quem vai sofrer maior deformação é o menos fortalecido, o esmalte cervical, uma vez que a coroa praticamente não se deforma. Aborda o fato de que os microorganismos têm facilidade em prosperar no cérvix fragilizado, e que a abrasão pela escova dental também prejudica o local enfraquecido. A respeito de cargas, o autor coloca que em função normal não surgem efeitos patológicos, mas em condições parafuncionais forças de compressão agem sobre o dente fazendo com que ele dobre, gerando áreas com força de tração e outras com força de compressão. No tratamento devem ser corrigidas as parafunções para reduzir as flexões e compressões, além disso, restaurações são uma boa opção para diminuir a força de corrosão.

**Doukoudakis et al. (1997)** observando que a retenção mecânica nos preparos tipo classe V para compósito limitam-se a um biselamento do esmalte circundante, lembram que ainda existem falhas clínicas nas restaurações cervicais e que estas têm sido atribuídas a fatores de bio-engenharia. Estudos biomecânicos e observações clínicas sugerem que o esmalte age da mesma forma que uma coroa artificial que transfere as forças de tensão em direção às margens. Elementos atômicos, com planos inclinados e cristas marginais, aumentam a atração entre o esmalte e a

dentina. A retenção também é fornecida pela ligação do esmalte à dentina na junção amelo-dentinária. Em estudos com Microscopia Eletrônica de Varredura, eles observaram que a dentina apresenta projeções em direção ao esmalte na área da junção amelo-dentinária. Estas projeções têm a aparência de múltiplas concavidades dentinárias nas quais o esmalte é fixado. A partir disso, os autores selecionaram setenta dentes recém extraídos; destes, dez foram incisivos superiores, dez incisivos inferiores, cinco caninos superiores, cinco caninos inferiores, dez pré-molares superiores, dez pré-molares inferiores, dez molares inferiores e dez molares superiores. Os dentes foram submersos em água destilada para evitar a desidratação. Foram então preparados sulcos com profundidade guiada a partir da convexidade do dente incluindo a face oclusal, com uma broca diamantada de modo uniforme. Essa redução foi necessária para criar uma espessura uniforme de esmalte entre a superfície oclusal e a cervical. Os dentes foram mergulhados em solução de ácido ortofosfórico a 40% por 24 horas até que o esmalte fosse removido. As amostras foram lavadas com água destilada e imersas num banho ultrassônico por duas horas. Depois eles foram submersos em solução alcoólica para desidratação e preparo para observação no microscópio eletrônico de varredura. Os resultados deste trabalho estão de acordo com estudos anteriores que demonstram a propagação de dentina no esmalte. Entretanto, essa propagação chamada de “cadeia em sela” está ausente na área cervical. Forças oclusais poderiam hipoteticamente criar mudanças nesta região, que seriam chamadas de abfração. Esta hipótese tem sido a base de modelos teóricos onde a tensão oclusal pode ser transferida para a área cervical. Ali o esmalte é fino e não tem a mesma orientação prismática do esmalte oclusal e está preso a uma superfície de dentina lisa sem retenção mecânica. Este

estudo apoia fortemente a teoria reportada na literatura a respeito de tensão oclusal na criação de abfração, por causa da ausência da cadeia em cela observada na área cervical. Isto pode explicar a fraqueza do esmalte da área cervical.

**Johansson et al. (1997)** estudaram os fatores causais de grandes e pequenas erosões, num grupo de amostras de jovens militares do sexo masculino. Os exames clínicos incluíam dados sobre a severidade da erosão dental e fluorose, presença de defeitos cervicais vestibulares, índice de placa visível, índice de sangramento gengival, entre outros. Adicionado a estes, radiografias interproximais e modelos de estudo. A análise mostrou uma grande correlação entre a presença de erosão dental e o alto nível de consumo de refrigerantes à base de cola. Outro fator bastante significativo associado, embora de força menos previsível, foi o tipo de limpeza e o índice de sangramento gengival.

**Rees et. al (1998)** observam que as falhas em restaurações de classe V são ocorrência comum na clínica e geralmente vistas como problema no controle inadequado da umidade. No entanto, o efeito de forças oclusais e o movimento de cúspides podem ser importantes. Nesse trabalho, eles examinaram o efeito que os movimentos das cúspides têm sobre as forças de cisalhamento ao redor de uma restauração vestibular de classe V num primeiro pré-molar inferior. Assim, primeiros pré-molares inferiores com uma restauração vestibular classe V em compósito e uma restauração classe I em compósito ou amálgama, foram modelados pelo método do



elemento finito. A largura da restauração oclusal variou de 2,1 a 3,7mm, e a profundidade variou de 1,7 a 3,7. Comparado com o pré-molar não restaurado, a presença de uma restauração oclusal de compósito aumentou as forças interfaciais ao redor da restauração de classe V de 1 para 67%. Igualmente, a presença de uma restauração oclusal de amálgama aumentou as forças interfaciais de 9 para 228%. Através desta metodologia, foi visto que a presença de uma restauração oclusal aumenta os movimentos da cúspide, o que aumenta o cisalhamento em volta da cavidade vestibular de classe V. Assim, quanto mais larga ou mais profunda for a restauração de classe I, maior serão as forças exercidas na restauração de classe V, sendo que a profundidade é mais maléfica para a restauração de classe V do que a largura, uma vez que, quanto mais profunda, maior a flexibilidade da cúspide. Outro fator que influencia é o material usado na restauração de classe I. Foi visto que, quando era usado compósito, as forças aumentavam menos do que quando o amálgama era usado.

Xu et al. (1998) enfatizam que entender as propriedades mecânicas dos dentes humanos é importante para o preparo clínico do dente e o desenvolvimento de materiais restauradores estéticos. Analisam estudos prévios onde foram enfocados o comportamento de fraturas macroscópicas do esmalte e da dentina. Nesse estudo, os autores apresentam pesquisas sobre a edentação para entender a microfratura, a deformação e a interação entre a microrrachadura e a microestrutura do dente. Uma das hipóteses é que a propagação de rachaduras possa ser influenciada pela orientação dos

prismas de esmalte da junção amelo-dentinária, e que as propriedades mecânicas podem ser influenciadas pela orientação desses prismas e pela variação natural que ocorre entre os dentes. Vinte e oito terceiros molares humanos foram usados para se medir a dureza, resistência à fratura, módulo de elasticidade e energia absorvida durante a edentação. Foi examinado o efeito da orientação dos prismas de esmalte na propagação de rachaduras pela superfície oclusal e numa seção axial na direção paralela e perpendicular à face oclusal. Os resultados mostraram que as rachaduras na seção axial do esmalte foram significativamente mais longas na direção perpendicular à face oclusal do que direção paralela. A resistência à fratura do esmalte não teve um único valor e sim variou em função da orientação dos prismas de esmalte. O módulo de elasticidade do esmalte mostrou uma significativa diferença entre a face oclusal e a seção axial. Conclui-se que as rachaduras interagem tremendamente com a linha amelo-dentinária e prismas de esmalte, e que as propriedades mecânicas do dente estão relacionadas às orientações microestruturais; portanto, valores únicos de propriedades (isto é, um único valor para a resistência ou para o módulo), não devem ser usados sem informações a respeito da orientação microestrutural dos cristais de esmalte e dentina.

**Mayhew et al. (1998)** Investigaram a relação *in vivo* dos fatores relacionados com lesões cervicais, a saber: a flexão do dente devido à carga oclusal, erosão ácida local e abrasão por escovação, corrosão por estresse, fatores periodontais e a múltipla combinação de todos estes. Como resultado, apoiam o conceito delas terem

etiologia multifatorial, com a oclusão sendo um fator que contribui muito fortemente: a grande associação entre facetas de desgaste e a presença de lesões cervicais não cáries sugere que o processo pelo qual estas facetas de desgaste se desenvolvem pode ter também um papel significativo no desenvolvimento dessas lesões. A flexão do dente poderia levar a micro-fraturas da estrutura cristalina do esmalte e dentina com subsequente perda de tecido dental durante repetidos ciclos de flexão. Esta flexão *in vivo* poderia ser causada por contatos excêntricos, contato durante a mastigação, bruxismo, apertamento dos dentes e hábitos parafuncionais. Quanto à condição periodontal, a redução ou a perda do periodonto de suporte, que resulta em algum grau de mobilidade dental, pode afetar inversamente a formação, assim como a mudança na forma ou tamanho da lesão cervical não cáries. Quanto à dieta, pouca ou nenhuma contribuição sugere que a ingestão de cítricos é importante fator de desenvolvimento destas lesões. Os autores encontraram 63% do total das lesões em maxila, sendo 21% das lesões no primeiro pré-molar superior. Se a função em grupo é progressiva de anterior para posterior com a idade, então o aparecimento mais freqüente dessas lesões no primeiro pré-molar superior pode ser lógico. Adicionado a isso, o fator “escovação” (arco e superfícies primeiramente escovados e número de vezes ao dia), assim como nas análises anteriores, também está relacionado com a grande prevalência dessas lesões nos pré-molares superiores. Definitivamente, segundo os autores, ensaios clínicos longitudinais serão necessários para determinar-se a efetividade e a conveniência de intervenções, como a alteração da oclusão ou a restauração das lesões.

**Papas et al. (1998)**, descrevem a prevalência e a distribuição intraoral de cáries de coroa e de raiz em 326 adultos predominantemente brancos, de meia idade e de idade avançada. Os participantes do estudo foram recrutados do “Tufts Geriatric Outreach Program”, “Nutritional Status Study”, e “Forsyth Root Caries Study”. 85% dos participantes reportaram ter visitado seus dentistas no último ano. O número médio de dentes foi de 21 no grupo de idade a cima de 65. 40% dos participantes tinham cárie de coroa, e 33% tinham cárie de raiz. A média de cáries dentárias foi maior, e a proporção entre superfícies deterioradas e superfícies deterioradas e obturadas foi menor do que outros estudos comparáveis. Uma análise comparativa da distribuição intraoral de cáries de coroa e de raiz e sua relação com a idade foi discutida. Os resultados desse estudo pedem mais pesquisa na população mais velha, para acessar melhor e mais efetivamente tratamentos de cáries de raiz e a identificação de fatores que afetam sua recorrência.

**Kuroe et al (2000)** avaliaram através da fotoelasticidade, o efeito que a tensão oclusal de dez libras causa na região cervical de dentes com dois tipos de cavidade, em forma de cunha e arredondada, quando estas são restauradas e quando não o são. Nos dentes não restaurados, quando a lesão é em forma de cunha, a tensão se concentra no ápice da lesão, não se encontrando essa configuração no outro tipo de lesão. Assim, as lesões em cunha concentram mais tensão que as arredondadas. Nos dentes restaurados, a tensão nas áreas circundantes em mesial e distal diminui,

aumentando nas regiões gengival e oclusal, sendo esta uma tendência mais evidenciada nas cúspides vestibulares.

## ***2.2 MICROINFILTRAÇÃO E METODOLOGIA***

**Anderson (1956)** utilizou sensores do tipo “strain gauge” especialmente calibrados para obter informações sobre a carga que incide nas superfícies oclusais dos dentes durante a mastigação. Os sensores foram inseridos em cavidades que seriam restauradas com blocos metálicos e pode, assim, registrar a carga máxima sem a interposição de alimento (noventa quilos exercida em região de molar) e observar o que acontece quando se varia a qualidade do alimento quanto à carga mastigatória, através da medição de vinte seqüências. Assim, pode notar que, quando os voluntários mastigavam bolachas, a pressão girava em torno de  $14,9 \pm 3,02$  Kg; quando o alimento era uma cenoura, esta pressão era menor, na ordem de  $13,7 \pm 1,60$  Kg.; se o voluntário mastigava carne, a pressão decaiu para 7 Kg.

**Going (1972)** reflete que embora muitos estudos tenham sido realizados nos últimos anos, parece que muito há que ser feito para um maior entendimento do fenômeno da microinfiltração. As técnicas usadas no passado contribuíram para um melhor entendimento do assunto. Talvez o futuro dos estudos esteja no desenvolvimento de novas técnicas, na reaplicação das técnicas antigas, ou na

combinação de várias que têm sido revisadas. O autor relata que uso de micro sondas eletrônicas ou de Microscópios Eletrônicos de Varredura pode trazer respostas esclarecer as dúvidas persistentes.

**Bates et al. (1975)** fizeram uma extensa revisão na literatura especializada visando registrar o que era aceito como verdade em relação à velocidade dos movimentos mandibulares, o ritmo mastigatório e as forças desenvolvidas durante a mastigação. Observaram que existe uma gama enorme de técnicas de avaliação e cada uma apresenta seus próprios resultados. Uma coisa que parece comum aos trabalhos revisados, é que a natureza do alimento interposto entre os dentes influi diretamente no registro das forças mastigatórias, assim como o fato dela ser medida entre dentes naturais, entre prótese e dente natural, ou entre de próteses totais. Outros fatores que modificam os valores são a idade e o sexo. A velocidade dos movimentos mandibulares varia segundo os autores de 64 a 75 mm/s, também dependendo do alimento a ser considerado. Em geral mede-se esta velocidade com o auxílio de uma máquina de filmar calibrada com 64 exposições por segundo. A maior velocidade medida desta forma foi de 135 mm/s. A frequência da mastigação varia também conforme o alimento. Os testes em geral consideram um intervalo de um minuto para as medições. A maior frequência encontrada foi de 120 ciclos/s. Porém, isso é impraticável no cotidiano, pois causaria fadiga muscular. Os autores aceitam frequências de 48 a 75 ciclos/s como mais natural. Quanto à pressão mastigatória, quando ela é medida entre

dentes naturais, varia de sem alimento entre eles (35,8 a 64,4 Kg), com maçã ( 7,4 a 12,52), sanduíche de presunto (8,1 a 8,8 Kg).

**Jörgensen et al. (1976)** propuseram-se a estudar a deformação de cavidades selecionadas em dentes humanos sob cargas axiais e o possível efeito desta deformação na qualidade e integridade marginal de restaurações de resina. Foram preparadas cavidades classes III de tamanho padrão em incisivos superiores e também grandes cavidades classe III, enquanto em primeiros pré-molares superiores foram feitas cavidades tipo classe I, MO, MOD e classe V. Na segunda parte do estudo, várias cavidades foram restauradas com resina com ou sem condicionamento ácido. Montados em um microscópio de medida, os dentes receberam cargas que simulassem a mordida ou a mastigação. Cavidades restauradas só foram aceitas se nenhuma fenda marginal fosse detectada. Os resultados, mostraram uma deformação das cavidades vazias proporcional à carga até 16Kg, o aumento ou decréscimo em diâmetro foi de 0.1 – 1.0  $\mu\text{m}/\text{Kg}$ , dependendo do tipo de cavidade. Houve a formação de fendas marginais transitórias e permanentes conforme os dentes recebiam e deixavam de receber cargas. Os resultados desses estudos permitem que se conclua que, embora a magnitude da força de mordida ou de mastigação sobre os dentes seja quase desconhecida, a instabilidade dimensional de cavidades vazias, mesmo sob cargas pequenas ou moderadas, indica o severo risco de percolação de restaurações e de fraturas marginais de restaurações quebradiças.

**Kidd (1976)** define microinfiltração como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede da cavidade e o material restaurador ligado a ela. Muitas técnicas têm sido empregadas para testar as propriedades de selamento da cavidade *in vivo* e *in vitro*. Estas técnicas incluem o uso de corantes, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análises de ativação de nêutron, cáries artificiais e Microscopia Eletrônica de Varredura, cada uma delas com suas vantagens e suas desvantagens sendo que a que utiliza a Microscopia Eletrônica de Varredura parece ter dificuldades, tal como a interferência de artefatos de técnica devido à necessidade de obtenção de réplicas. Algumas formas de tensões térmicas têm sido constantemente incluídas no protocolo dos experimentos. Pesquisas mostraram que restaurações de amálgama infiltram num primeiro momento, mas este vazamento tende a diminuir com a idade da restauração. Vernizes e “liners” cavitários reduzem o vazamento inicial do material. Muitos dos materiais restauradores estéticos de uso comum mostraram infiltração. Restaurações acrílicas parecem ser particularmente suscetíveis a vazamento depois de tensões térmicas. Existem evidências de que novos materiais restauradores podem formar um bom selante cavitário.

**Pashley et al. (1978)** avaliaram a permeabilidade dentinária de corpos de prova obtidos de dentes permanentes humanos, utilizados até 30 minutos depois da extração, pela análise da passagem de fluidos através destes. Discos de dentina de 2 mm de espessura foram colocados numa câmara, na qual duas seringas de diâmetro conhecido recolhiam os fluidos que passavam ora no sentido polpa-esmalte, ora no



sentido inverso. Após análise estatística dos resultados, os autores concluíram existir uma grande variação individual entre os espécimes, confirmada por um desvio padrão muito alto, que ocorreu devido a variações em relação ao número, disposição e tamanho dos túbulos, os quais influenciaram diretamente na passagem do fluido. Dessa forma, os autores criticaram os trabalhos que usam a penetração de corantes como forma de avaliar a adaptação de restaurações à estrutura dental, já que esses testes não levam em consideração essas variações individuais dos dentes testados, não permitindo uma quantificação absoluta dos valores de microinfiltração, apenas fazendo uma categorização pela extensão da penetração do corante. Outra parte do estudo demonstrou haver um grande aumento da permeabilidade dentinária nos espécimes testados uma semana após a extração, comparativamente aos testados imediatamente após, evidenciando a importância da utilização, em trabalhos experimentais, de dentes extraídos obtidos o mais próximo possível do ato cirúrgico.

**Raadal (1979)** avaliou a microinfiltração ao redor de restaurações preventivas de compósitos em dentes submetidos a carregamento mecânico e ciclos térmicos, para verificar a influência da consistência das resinas. O esmalte foi removido na região periférica ao sulco oclusal sem a exposição de dentina em 30 pré-molares superiores. As cavidades foram gravadas com ácido fosfórico e preenchidas com compósito (Adaptic) não diluído, ou compósitos diluídos com várias quantidades de resinas fluídas (Adaptic Bonding Agent). Cinco dentes não foram atacados com ácido e serviram como controle. Todos os dentes foram carregados e descarregados

mecanicamente com 250N em dez ciclos, simulando forças mastigatórias e subseqüentemente entraram no ciclo térmico entre dois corantes. Infiltrações extensas foram vistas ao redor de todas as restaurações do grupo controle, enquanto que infiltrações discretas, restritas à borda marginal, foram vistas em cinco dentes atacados por ácido. Vinte dentes não mostraram microinfiltração. Os resultados mostraram que restaurações preventivas de compósitos promovem bom selamento de fissuras oclusais, e que o selante é resistente às tensões térmicas e mecânicas que podem ser esperadas *in vivo*.

**Galan et. al (1982)**, destacaram a infiltração marginal como um dos principais problemas das restaurações dentais, que podem levá-las a falhas precoces. Os autores enfatizaram a necessidade de se buscar sistemas restauradores com uma melhor adaptação marginal. Os trabalhos *in vitro* têm uma importância grande, já que permitem testar rapidamente um material ou técnica em relação à capacidade de vedamento marginal. Assim, os autores fizeram uma revisão das principais técnicas laboratoriais para medir a microinfiltração. A técnica da pressão de ar foi muito utilizada no início deste século. Faziam-se restaurações classe V e, pelo canal radicular, colocava-se uma cânula e através desta injetava-se ar. O conjunto ficava imerso em água e através de um microscópio observava-se a saída de bolhas, o que caracterizava a existência de uma fenda; porém a sua localização e extensão não podiam ser mapeadas. Testes com bactérias também foram utilizados de várias formas, porém as dificuldades em manter-se um ambiente estéril ao longo dos testes tornaram esta metodologia

praticamente obsoleta. Uma das técnicas mais comuns é a do emprego dos corantes, sejam estes orgânicos ou radioisótopos, a metodologia é muito semelhante. São feitas restaurações em dentes extraídos livres de trincas, com preparos padronizados, seguindo a técnica restauradora a ser testada. Após o término das restaurações e da realização ou não de técnicas de envelhecimento, os dentes são recobertos por uma camada de esmalte de unha, deixando apenas a restauração e uma faixa de 1 mm livres, para que o corante penetre apenas pela margem, evitando fendas e trincas que passaram despercebidas. O próximo passo é a imersão do dente na solução traço, corante ou radioisótopo, sendo que o tempo de permanência vai depender do tipo de corante e do material restaurador utilizado. Passado o tempo de imersão, os dentes são lavados para remoção dos excessos de corante e os dentes mantidos em condições ambientais para melhor fixação do corante. Se forem utilizados radioisótopos, os dentes têm que ser processados, geralmente numa solução reveladora, para intensificar as regiões sensibilizadas, obtendo-se dessa forma autoradiografias. A seguir, os dentes são incluídos em material resinoso, e seccionados geralmente no centro da restauração, para avaliação em microscópio ótico ou com algum tipo de lupa, da penetração do corante entre o dente e a restauração. Geralmente são codificados escores para quantificar esta penetração, sendo necessários no mínimo 2 avaliadores para analisar os resultados. A utilização de fotografias em preto e branco para análise da degradação de restaurações de amálgama já foi muito usada. Estas eram comparadas a fotografias padronizadas com diferentes graus de degradação marginal, porém, as dificuldades da técnica eram a obtenção de fotografias de alta qualidade, as quais dependiam muito do equipamento utilizado e da habilidade do operador. Entretanto, esta técnica era muito

útil para avaliação da performance clínica de diferentes materiais e técnicas para controle da degradação marginal. Outra metodologia usada era a obtenção de réplicas dos dentes por meio de moldagens e análise das margens com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura. As imagens obtidas, devido aos aumentos possíveis, forneciam informações preciosas a respeito da adaptação marginal e da magnitude e morfologia das fendas. Finalmente, os autores citaram a utilização de modelos de gesso para avaliação das fendas entre as restaurações e a estrutura dental. Fotografias padronizadas destes modelos também ajudavam na interpretação dos resultados, porém a dificuldade de obtenção de modelos padronizados e a falta de contraste entre o dente e a restauração, tornaram este método pouco atrativo para os pesquisadores.

**De Long (1983)** relata que existe uma necessidade de criar-se uma maneira de reproduzir os movimentos mandibulares para haver uma maior referência para o desenvolvimento de novas técnicas restauradoras e compreensão dos fenômenos clínicos que envolvam a mastigação. Assim, ele se utiliza de uma máquina de fadiga mecânica adaptando a esta, um mecanismo que promova movimentos laterais conjugados aos movimentos verticais. Estabeleceu como critério para seus ensaios, um total de 300.000 ciclos, numa força oclusal de 13,4N, com a excursão lateral de 0,62mm e frequência de 4Hz.

**Crim et al. (1985)** compararam diferentes métodos para termociclagem e dois tipos de corantes para averiguar sua influência na avaliação da microinfiltração de restaurações adesivas. Foram feitas cavidades classe V em pré-molares extraídos e restauradas com o adesivo Concise (3M) e a resina autopolimerizável Concise (3M). As restaurações foram polidas 15 minutos após. Os dentes foram selados com esmalte de unha para que somente a restauração e as suas margens fossem expostas ao corante. Os dentes foram divididos em grupos, que receberam diferentes protocolos de termociclagem. Após a realização dos testes, os dentes foram seccionados e avaliados quanto à penetração do corante na interface dente-restauração. A análise dos resultados demonstrou não haver diferenças entre os protocolos de termociclagem utilizados, independente dos tempos dos banhos, das temperaturas e do tipo de corante utilizado. O padrão de microinfiltração dos grupos termociclados foi o mesmo, sempre apresentando uma microinfiltração maior do que o grupo controle não-termociclado. Os autores ponderaram que o tipo de corante utilizado deve ser escolhido de acordo com as preferências do investigador, já que não foram encontradas diferenças nos resultados; porém eles apontaram algumas vantagens para a técnica da autoradiografia: registros permanentes, fácil armazenamento dos filmes, possibilidade de projeção com aumento da imagem, ressaltando que a utilização de isótopos radioativos exige autorização especial. Já os corantes são facilmente visualizados, não necessitam de autorização especial para utilização; porém, para a obtenção de registros permanentes, são necessárias microfotografias dos espécimes.

**Krejci et al. (1988)** analisaram a influência de diferentes bases na adaptação marginal de restaurações em compósito. Após o acabamento e polimento realizados imediatamente, as restaurações foram submetidas a 500.000 ciclos de cargas perpendiculares de 72,5 N, com uma frequência de 1,6 Hz, além de 2.500 ciclos térmicos com temperaturas de 5 e 55°C. A micromorfologia das interfaces dente-restauração foi avaliada através de microscopia eletrônica de varredura, assim como pela penetração de corantes nessas interfaces. Foram realizados também testes na superfície das restaurações, para avaliar a influência das bases na dureza do compósito. Os resultados demonstraram uma superioridade marcante do grupo que utilizou bases de cimento de ionômero de vidro não condicionado, em relação aos outros tipos de base e em relação ao controle sem base. O cimento de ionômero de vidro condicionado teve resultados piores, porque segundo os autores, esse condicionamento resulta numa adesão melhor, evitando que durante a contração de polimerização, a massa de compósito sofra um escoamento compensatório, o qual aliviaria as tensões de contração. O autor fez uma correlação entre as propriedades mecânicas das bases em relação aos resultados obtidos, ficando claro que propriedades como resistência à compressão e, mais ainda, o módulo de elasticidade dos materiais avaliados, tiveram influência direta nos resultados. Os cimento de ionômero de vidro têm esses valores próximos aos da dentina, tornando-os uma excelente escolha.

**Retief et al. (1989)** avaliaram o efeito que o tempo e o meio de armazenamento têm sobre a resistência às forças de cisalhamento entre um sistema

resina/adetivo e a dentina de dentes extraídos. Neste estudo, os autores armazenaram os dentes em solução tamponada de Cloramina a 1%, Etanol a 70%, solução salina fisiológica e Timol a 0,05%. O tempo de armazenamento foi de dois dias para um grupo e de seis meses para o outro grupo. Após os procedimentos de preparo dos corpos de prova, os ensaios foram realizados vinte e quatro horas depois, tempo este em que os corpos de prova ficaram imersos em água destilada a uma temperatura de 37° Celsius. Os dados encontrados permitiram aos autores verificar que as amostras armazenadas em Etanol a 70% e Timol a 0,05% apresentaram desempenho inferiores aos outros meios de armazenamento. No entanto, o tempo não se mostrou um fator determinante, não havendo diferença entre o desempenho do grupo de dois dias e o de seis meses.

**Pashley**, (1990) fez uma revisão da literatura sobre as conseqüências clínicas da microinfiltração. Um dos fatores mais importantes que põem em risco a saúde pulpar é a permeabilidade dentinária, diretamente proporcional ao número e diâmetro dos túbulos dentinários e inversamente proporcional à sua espessura. Ainda em relação à dentina, diferenças regionais também influenciam na permeabilidade dentinária. Assim, regiões próximas dos cornos pulpares são muito mais permeáveis. A parede axial está muito mais próxima dos cornos que a porção oclusal. Assim, um selamento dos túbulos dentinários nessa região é muito importante. A lama dentinária também tem um papel importante, já que os “plugs” de lama diminuem a permeabilidade dentinária, porém se existirem fendas nas margens cavitárias, bactérias

podem, por meio de enzimas ou de ácidos, dissolver facilmente a lama, aumentando a permeabilidade dentinária, podendo haver a formação de um circuito entre a cavidade oral e a polpa, com conseqüências danosas. A utilização de sistemas adesivos que removem a lama deve promover um eficiente selamento da dentina, senão o risco de infecção pulpar aumenta. O autor criticou os trabalhos *in vitro*, que não levam em conta uma série de variáveis encontradas clinicamente, superestimando a microinfiltração que ocorre *in vivo*. Clinicamente, podemos ter a obstrução dos “gaps” por placa, cálculo, obliteração dos túbulos dentinários por depósito de proteínas plasmáticas, cristais cálcicos intratubulares e ainda a presença de uma pressão intra-tubular em um sentido inverso ao da microinfiltração. Entretanto, o autor concluiu que as técnicas que apresentam resultados ruins *in vitro*, certamente falharão *in vivo*, enquanto aquelas com bons resultados *in vitro* devem ser testadas clinicamente. Outro fator importante citado pelo autor, é que a polpa tem um sofisticado sistema de drenagem de substâncias tóxicas; assim, os produtos bacterianos provenientes da microinfiltração são rapidamente eliminados pelo sistema capilar pulpar. Entretanto, quando esse sistema encontra-se prejudicado, como por exemplo, durante o efeito do vasoconstritor do anestésico, ou devido a um trauma oclusal, os efeitos de substâncias tóxicas chegam ao seu limite, podendo provocar alterações irreversíveis na polpa.

Yu et al. (1990) avaliaram a resistência à união de vários sistemas adesivos a cavidades tridimensionais em dentes extraídos. Os testes foram realizados uma hora após a fotopolimerização da resina restauradora. Os autores defenderam a



teoria de que a realização de testes de força de adesão e de microinfiltração por corantes devam ser realizados imediatamente após a polimerização da resina, já que é nesse momento que ocorre o fenômeno mais importante para a adaptação da restauração ao dente: a contração de polimerização e as tensões ligadas a ela. Segundo os autores, o armazenamento em água por longos períodos ou a realização de termociclagem podem afetar adversamente os materiais estudados, mascarando a verdadeira resposta destes frente aos testes.

**Carracho et al. (1991)** contestaram a efetividade da termociclagem como forma de promover tensões sobre a adesão dos sistemas adesivos à estrutura dental, assim como a forma ideal de envelhecimento das restaurações de compósito. Nesse trabalho, espécimes submetidos a 200 ciclos térmicos de 5 e 55°C com banhos de 30 segundos tiveram os seus valores de força de adesão diminuídos em relação aos não-termociclados, aumento nos valores para uns e diminuição para outros materiais avaliados. Outra variável estudada, foi a realização dos testes entre 60-72 horas após a realização das restaurações ou após um mês de armazenamento. Nestes casos também não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.

**Heymann et al. (1991)** avaliaram a performance clínica de dois adesivos dentinários em lesões cervicais de classe V, usados em conjunto com três compósitos combinados de diferentes formas. Todas as superfícies de esmalte foram condicionadas com um gel tixotrópico de ácido fosfórico à 37%. Para reduzir os efeitos da contração

de polimerização, os compósitos foram feitos por incrementos, fotopolimerizados durante 40 segundos, cada um. Nenhuma diferença estatisticamente significativa ocorreu na retenção das combinações restauradoras em dois anos. Uma forte evidência, entretanto, sugere que outros fatores afetam a retenção de restaurações. Estes parecem envolver estresse oclusal, idade do paciente, localização dental ou a combinação desses fatores, relacionados à flexão dental. Forças excêntricas aplicadas na face oclusal do dente têm mostrado gerar forças cervicais flexurais, que resultam em concentração de estresse nessa área. Assim pode haver a perda da adesão das restaurações cervicais, especialmente se estas carecem de retenção micromecânica. Houve um aumento significativo de falhas retentivas nas cavidades restauradas com compósito de macropartículas em comparação às restauradas com o de micropartículas. O grande aumento na quantidade de matriz nos compósitos de micropartículas parece reduzir o módulo de elasticidade da restauração, permitindo que esta flexione junto com o dente, ao invés de haver a perda de adesão. As mudanças que ocorrem no dente com a idade, resultam em microfraturas verticais do esmalte, que podem levar à perda do reforço rígido de esmalte tipicamente encontrado em dentes jovens. As mudanças em dentina causadas pela idade podem resultar em um substrato menos receptivo à adesão. Em relação à localização, a retenção de restaurações foi significativamente maior na maxila. Não está claro, entretanto, que esta diferença esteja relacionada à grande dificuldade de se controlar a umidade na mandíbula e à grande propensão à flexão dos dentes mandibulares, por causa da inclinação lingual das coroas e da menor dimensão transversal na área cervical. A flexão do dente contribui para a perda de adesão marginal e para a grande propensão à infiltração marginal, percolação que resulta em

descoloração, especialmente ao longo das margens em cimento. Quanto à sensibilidade, após dois anos houve diminuição onde restaurações sobreviveram o que se acredita à habilidade que os adesivos dentinários têm de selar os túbulos dentinários e de reduzir a microinfiltração localizada. Outro achado interessante nesse trabalho é que todas as restaurações consideradas perdidas, localizavam-se em dentes com contatos oclusais exagerados.

**Holland et al. (1992)** pesquisaram se o emprego do vácuo para determina diferenças na quantidade de infiltração com o azul de metileno em seladores temporários. Cavidades padronizadas, preparadas em 120 dentes humanos extraídos de adultos foram preenchidas com óxido de zinco/eugenol. Todos os dentes, depois de submetidos a procedimentos de termociclagem durante sete dias, foram imersos em solução de azul de metileno a 2% passivamente ou depois de uma remoção de ar por uma bomba de vácuo. Os modelos foram cortados longitudinalmente e a extensão da penetração do corante foi medida com um estereomicroscópio, sendo os dados submetidos a análises estatísticas. Foi observado que, com o emprego do vácuo, a quantidade de vazamento era mais evidente do que o grupo controle.

**Youngson (1992)** argumenta que a microinfiltração é normalmente avaliada usando-se dentes restaurados seccionados no centro da restauração. Segundo o autor, é impossível determinar se isso é representativo de um vazamento ao longo do dente inteiro. Neste estudo piloto, ele examinou a viabilidade de calcular áreas e

volumes da infiltração usando-se secções em série dos dentes restaurados que haviam sido submetidos à imersão em corantes e análises de imagem. Usando-se as secções, modelos em perspectiva dos dentes foram construídos para apresentar padrões da infiltração de corante na dentina. Esta parece ser uma técnica viável para as avaliações de microinfiltrações tridimensionais.

**Fitchie et al. (1993)** avaliaram sistemas adesivos dentinários, utilizando duas resinas com diferentes graus de contração de polimerização e coeficiente de expansão térmica semelhantes. As resinas foram usadas para restaurar cavidades de classe V combinadas a três diferentes adesivos. Os testes de microinfiltração ocorreram vinte e quatro horas após um ciclagem térmica e sessenta dias após, usando como marcador o Cálcio <sup>45</sup>. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que a infiltração nas margens incisais em esmalte não foi diferente em função do tempo e que a infiltração nas margens cervicais em dentina foi maior para todos os materiais avaliados, com diferença significativa entre os resultados apresentados após vinte e quatro horas e sessenta dias. Os autores, todavia, não encontraram uma correlação entre o coeficiente de expansão térmica, o grau de contração de polimerização e a infiltração marginal.

Segundo **Marshal Jr (1993)** a dentina é formada por várias estruturas conhecidas; túbulos dentinários com processos celulares e fluido; dentina peritubular altamente mineralizada e dentina intertubular, que é composta principalmente de

colágeno e apatita depositada. A organização e as variações microestruturais refletem influências de formação, como tamanho e forma do dente e alterações causadas pela idade, injúrias e doenças. Entretanto, o conhecimento de detalhes das propriedades físicas e químicas desse composto biológico anisotrópico é limitado. Os pesquisadores estão desenvolvendo uma série de técnicas espectroscópicas, analíticas e de imagem que vão melhorar a compreensão das variações estruturais e a suas dependências do preparo do espécime, tipo de dente, localização, condições de estoque e modificações químicas e físicas. A dentina é um substrato fundamental para restaurações dentárias e o conhecimento de suas propriedades e características é chave determinante a realização de todas as restaurações atuais - preventivas - e a compreensão dos processos de doença do dente. Uma área importante de pesquisa enfoca os novos métodos para se produzir adesão entre materiais restauradores e a dentina. Progressos em pesquisas estão sendo feitos para melhorar esses métodos; que alteram a prática odontológica e novos avanços e métodos estão se tornando viáveis rapidamente. Então, a melhor adesão à estrutura dental implicará em melhorias nas restaurações de compósito do futuro, porque uma adesão durável com adequada resistência e a prevenção de microinfiltração são fundamentais ao seu sucesso. Porque a adesão envolve a reação com uma específica camada superficial de dentina que implica em diferentes composições, muitos pesquisadores estão estudando a composição e a estrutura de cada superfície. Uma gama de instrumentos sofisticados e sensíveis à superfície estão disponíveis, cada um com vantagens específicas e limitações em cada situação. Entretanto, as informações conseguidas podem ser complementares e o uso de vários métodos é sempre necessário para a compreensão da superfície. Um dos

métodos preferidos é o Microscopia Tomográfica por raios-X, que permite a análise do topo das camadas atômicas de uma superfície e provê informações sobre a adesão química naquela camada, mas não tem alta resolução espacial e não pode discriminar entre áreas de superfícies expostas - peritubular e intertubular. Esta nova técnica não-invasiva resulta em imagens tridimensionais. É possível se alcançar resolução espacial tri-dimensional de alguns micrômetros. A microscopia tomográfica por raios-X foi inicialmente desenvolvida para caracterização não-destrutiva do processamento e falhas de compósitos estudados. Está baseada no mesmo princípio da tomografia computadorizada. A Microscopia de Força Atômica oferece a oportunidade reproduzir imagens de espécimes numa variedade de meios ( ex: exposto à água, em soluções para armazenamento, em soluções de mineralização e desmineralização ou em agentes adesivos) com uma alta resolução espacial. É um membro da família dos novos microscópios de exploração de varredura. Os autores esperam que, num futuro próximo, estas novas tecnologias estejam à disposição dos diversos centros de pesquisa de tal modo que a análise da evolução das técnicas restauradoras sejam cada vez mais rápida, precisa e confiável.

Segundo **Sidhu** (1993) existem vários métodos para a restauração de lesões cervicais de abrasão ou erosão, incluindo o uso de compósito, cimento de ionômero de vidro, ou a combinação de ambos materiais. Nesse trabalho o autor relata a efetividade de três materiais na restauração de lesões cervicais, usando a infiltração marginal como meio de comparação. Cavidades cervicais em forma de cunha foram preparadas de

modo que a margem gengival de cada cavidade envolvesse a dentina. Metade dos modelos de cada grupo sofreu um ciclo térmico. Diferenças na infiltração marginal foram mais detectadas na margem gengival. Não houve diferenças significantes no vazamento dos exemplares submetidos ao ciclo térmico e dos não submetidos. Segundo o autor, o sucesso dos materiais restauradores atuais depende, em parte, da habilidade de impedirem a infiltração marginal. Através dos resultados do seu experimento, o autor concluiu: que a técnica de ataque ácido foi efetiva em reduzir a infiltração marginal ao longo da restauração de compósito na interface do esmalte; que nenhuma das técnicas estudadas promoveu de forma consistente o completo selamento da margem gengival das restaurações cervicais; que o adesivo dentinário usado com o compósito não promoveu todas as vezes um selamento sem infiltração na margem gengival das restaurações e que as restaurações de compósito colocadas sobre uma base de ionômero de vidro demonstraram uma redução significativa na infiltração, comparando-se às restaurações onde ela não foi usada.

Ferrari (1994), demonstrou que os trabalhos *in vitro* podem revelar resultados muito próximos às condições *in vivo* quando se utiliza sistemas adesivos associados aos compósitos. O autor realizou restaurações classe V em pré-molares com exodontia programada devido a problemas periodontais, utilizando os sistemas adesivos Scotchbond MP (3M) e Gluma 2000 (Bayer). Seguindo o mesmo protocolo, fez restaurações em dentes extraídos recentemente. Após rigorosa análise sob a luz da microscopia eletrônica de varredura, demonstrou que a micromorfologia da junção

entre resina e dentina foi semelhante quando as restaurações tinham sido realizadas em dentes extraídos há algum tempo ou realizadas *in vivo* e extraídas posteriormente para análise.

**Davidson et. al** (1994) avaliaram a integridade marginal na parede gengival de restaurações adesivas de classe V sujeitas a ciclos de cargas oclusais. Foram usados primeiros e segundos molares inferiores extraídos. Para cada dente, foi preparada uma cavidade de classe V na face lingual ou vestibular, com a margem gengival no cimento. As cavidades foram restauradas com oito cimentos adesivos diferentes: (1) Ketac-Fil; (2) Fuji II LC; (3) Ketac-Bond/Pertac; (4) Photac-Bond/Pertac; (5) Scotchbond 2/P50; (6) Scotchbond Multi-purpose/P50; (7) Clearfil Liner Bond; (8) OptiBond/Herculite XR. Para cada combinação de materiais, três procedimentos de teste foram feitos: nenhum carregamento (controle); carregamento de 125N; e carregamento de 250N. Seis exemplares foram preparados para cada procedimento. Os exemplares sofreram 5000 ciclos de carregamento num corante e foram mantidos neste corante por mais 24 horas. O grupo controle foi mantido no corante pelo mesmo período de tempo. Todos os dentes foram seccionados e a penetração de corante na parede gengival foi classificada de 0 a 4. No controle, só os grupos 2, 6, e 8 mostraram integridade marginal perfeita. Depois do carregamento de 125N os grupos 1, 3, e 5 mostraram aumento significativo no vazamento ( $P>0,05$ ). Aumentar a carga para 250N resultou numa deterioração significativa na adaptação marginal de todos os grupos, exceto o 6 e o 7.



**Retief et al. (1994)** procuraram determinar a relação entre a resistência à união de sete adesivos dentinários à dentina e a quantidade de microinfiltração em preparações de classe V em dentina restauradas com esses sistemas. Os sistemas avaliados foram All-Bond/Bisfil-P [A]; Syntac/Heliomolar [B]; XR-Bond/Herculite [C]; Scotchbond 2/Silux [D]; Denthesive/Charisma [E]; Prisma Universal Bond 2/Prisma AP.H [F]; e Tenure/Perfection [G]. Os 115 modelos foram estocados em solução salina a 37°C por 24 horas, a resistência à união foi determinada e expressa em MPa. Quinze preparações de classe V na dentina foram restauradas com cada um dos sistemas adesivos, termocicladas 500x em solução de azul de metileno a 2% entre 50°C e 8°C, e a microinfiltração foi determinada por método de espectofotometria. A microinfiltração foi expressa em µg corante/restauração. Os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados sugerem que uma resistência à união de ± 21 MPa pode reduzir a microinfiltração até bem próximo de zero.

**Sidhu (1994)** afirma que a capacidade dos materiais restauradores de selar efetivamente as margens das restaurações dentárias é fundamental. As propriedades adesivas dos cimentos de ionômero de vidro convencionais quimicamente polimerizados fornecem um potencial para selar cavidades, mas versões recentes de cimento de ionômero de vidro fotopolimerizáveis foram introduzidas. Esse estudo examina a adesividade à dentina de dois novos ionômeros de vidro, Fuji II LC e VariGlass VLC. A formação de espaços na interface dente/restauração em cavidades de dentina foi registrada como uma medida da habilidade selante dos materiais. Cavidades

cilíndricas foram preparadas na dentina de dentes extraídos e arbitrariamente divididas em três grupos iguais. O grupo de controle dos exemplares foi restaurado com um ionômero de vidro convencional, Fuji Cap II, enquanto o grupo experimental foi restaurado com um dos materiais fotopolimerizáveis. Todos os exemplares foram termociclados. O selamento de cada grupo foi avaliado medindo-se por meio de um microscópio comparador o espaço entre a restauração e a estrutura dentária. O grupo controle registrou espaços de 26  $\mu\text{m}$ , enquanto o grupo experimental registrou espaços de 8  $\mu\text{m}$  (Fuji II LC) e 10  $\mu\text{m}$  (VariGlass VLC). Os materiais “light-cured” tiveram uma adaptação substancialmente melhor às preparações cavitárias que os materiais convencionais ( $P < 0,005$ ), sem haver diferença significativa entre os dois grupos experimentais.

**Rossomando & Wendt, Jr (1995)** avaliaram o efeito de diferentes tempos de interrupção durante termociclagens na análise de microinfiltração de adesivos restauradores. Um total de 90 resinas adesivas restauradoras, Tytin/Liner F, (Kerr/Bisco), APH/Universal Bond 3, (LD Caulk) e Heliomolar/Syntac, (Vivadent), foram inseridos em preparações de classe V em terceiros molares de humanos. As restaurações do grupo A foram guardadas em Fucsina básica a 0,5% por 16 h. As restaurações do grupo B foram termocicladas 5000 vezes em banhos do corante Fucsina básica a 0,5% a  $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $55 \pm 1^{\circ}\text{C}$  com um intervalo de 10s entre cada banho. O grupo C foi termociclado como o grupo B, mas com intervalo de 60s. As leituras por um critério definido foram feitas de uma em cada duas secções de 1mm ao longo da

margem do cimento. A avaliação dos resultados não mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na extensão da penetração do corante na interface das restaurações dos dentes termociclados e dos não termociclados. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na extensão da penetração do corante na interface das restaurações de amálgama termocicladas, em relação às de amálgama que não foram termocicladas. Visto isso, os autores concluíram que durante uma análise de microinfiltração, a necessidade de termociclagem depende de quanto o material restaurador é condutor térmico em relação à sua massa. Os intervalos devem ser clinicamente relevantes, isto é, 10s, e só é importante se o restaurador for um bom condutor térmico.

**Castelnuovo et al. (1996)** mediram e compararam a microinfiltração em restaurações de compósito classe V, usando três pares de sistemas adesivos dentinários de passos simplificados e múltiplos. Observando os resultados através de lupa estereoscópica após a imersão dos corpos de prova em azul de Metileno a 2%, o OptiBond FL and One-Step mostraram menos microinfiltração na margem do cimento quando comparados à sua versão de passos múltiplos. Na margem do esmalte, o Tenure Quick mostrou menos microinfiltração do que o Tenure, e nenhum dos outros sistemas de adesivos dentinários testados mostrou penetração do corante significativa na interface. Todos os sistemas mostraram menos microinfiltração nas margens do esmalte, comparadas às margens de cimento, com exceção dos OptiBond FL e One-Step, que também não mostraram penetração significativa do corante na margem de cimento.

Alani et. al (1997) realizaram uma ampla revisão na literatura a respeito das técnicas para avaliação de microinfiltração *in vitro* ao redor de restaurações. Os autores enfatizam a falta de consenso existente na literatura em relação às melhores técnicas a serem empregadas. Dentre esses, destacam-se: a utilização de corantes, elementos traçadores, radioisótopos, bactérias, ar pressurizado, sistema de cáries artificiais, Microscopia Eletrônica de Varredura, ativação de nêutrons e condutividade elétrica. Todas as técnicas apresentam vantagens e desvantagens, ficando clara a necessidade de mais pesquisas a fim de definir-se um método mais próximo do ideal. Em relação aos processos de envelhecimento das restaurações para simular *in vitro*, anos de utilização clínica, também ficou óbvio não haver concordância em relação à efetividade dos métodos usados. Os autores questionam a validade da ciclagem térmica das restaurações, assim como da técnica em si. A temperatura e duração dos banhos são parâmetros nos quais muitos esquemas são preconizados. Outro ponto de conflito é a necessidade da realização de ciclagem mecânica sobre as restaurações.

Ferrari et al. (1997) consideram as margens cervicais localizadas em dentina-cimento como as de comportamento mais imprevisível nas restaurações adesivas. Assim, procuraram avaliar a morfologia da camada de cimento na margem cervical de cavidades classe V e II e a impregnação dos sistemas adesivos resinosos nessa região. Para tanto os autores lançaram mão de três métodos *in vitro*, utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura - Observação anatômica direta das cavidades condicionadas, Observação das réplicas em resina e Observação da infiltração adesiva

em dentina. Após os estudos, os autores puderam concluir que na observação direta, túbulos cortados foram vistos à 200 microns da margem cervical. Após o tratamento com sistema de adesão à dentina, a camada externa foi infiltrada por pelo adesivo. Nas réplicas de resina, a presença de “tags” foram detectadas à 150 – 200 microns da margem. Nas amostras de classe II, a presença de uma camada externa da margem gengival, que não pode ser identificada como dentina ou cimento, foi claramente detectada tanto pela observação direta quanto pela indireta. Nas amostras de classe V, a borda entre esta camada e a dentina foi menos evidente. O que é significativo é que a presença de uma camada de cimento de aproximadamente 150 a 200 microns nas margens cervicais de cavidades pode significar clinicamente um problema sério para a adesão. Embora neste estudo a observação de uma zona de cimento impregnado por resina pode confirmar a melhora obtida com a última geração de sistemas de hibridização de dentina, a efetividade da adesão ainda não é contundente

**Bona et. al (1997)** propõem-se a analisar comparativamente *in vitro* a microinfiltração que ocorre em lesões cervicais não cariosas em pré-molares inferiores, restauradas com dois sistemas adesivos de quarta geração, utilizados em conjunto com dois compósitos de tipos diferentes (microfill e híbrido), dois métodos de polimerização dos sistemas adesivos (foto e dual) e duas técnicas restauradoras (incremental e de incremento único). Foram selecionados 32 dentes pré-molares inferiores humanos, extraídos por motivos periodontais, com rizogênese completa, cujas faces vestibular e lingual encontravam-se hígidas, livres de cáries e/ou trincas.

Foram realizados preparos no terço cervical das faces vestibular e lingual, com ângulo cavo-superficial gengival localizado na junção cimento-esmalte. Na metodologia desse trabalho, utilizaram-se ciclagem térmica e mecânica, e os resultados foram analisados através da penetração de técnica de infiltração com nitrato de prata e leitura através de escala de escores. A microinfiltração foi menor quando se utilizou um compósito híbrido do que quando comparada ao compósito “microfill”. Ao se utilizar o método de polimerização dual do sistema adesivo, a microinfiltração foi menor do que com o método somente fotopolimerizável. A técnica restauradora não exerceu influência sobre o padrão de microinfiltração encontrado nas restaurações de lesões cervicais não cariosas.

**De Wald (1997)**, preocupado com o controle de infecções em relação ao manuseio de dentes em pesquisas, fez uma revisão de literatura dos efeitos de desinfecções ou esterilizações de dentes usados em estudos sobre adesividade *in vitro* e fazendo recomendações para o seu uso. Assim, os métodos de desinfecção/esterilização: o uso de formalina; a esterilização por aquecimento químico; a autoclave; o óxido de etileno e a radiação gama, foram investigados quanto aos seus efeitos em dentes extraídos. Quando o efeito da resistência adesiva da dentina foi examinado armazenando-se o dente em formalina, os resultados dos investigadores foram muito variados. Foi visto que o autoclave e a esterilização química produziram resultados comparáveis quando comparados aos controles. A Radiação gama não produzia mudanças estruturais na dentina, porém, esse método não foi investigado quanto ao

seu efeito na resistência adesiva da dentina. Como o óxido de etileno produz resultados de resistência adesiva da dentina similares aos controles, seu uso como esterilizante foi determinado como sendo não efetivo. Os investigadores consideraram o armazenamento em formalina como sendo efetivo no controle de infecções. No entanto, seu uso causa variações na resistência adesiva da dentina. Óxido de etileno também não é recomendado por não conseguir esterilizar os dentes efetivamente. Aquecimento químico e autoclave são recomendados para prevenir contaminações cruzadas durante pesquisas de adesivos dentinários *in vitro*. Essa recomendação é baseada em achados de pesquisas atuais que examinaram os efeitos desses métodos de esterilização na dentina e na resistência adesiva da dentina.

**Ferrari et al. (1998)** avaliaram o selamento marginal de dois compômeros *in vitro* através da técnica de penetração de corante. Quando os compômeros (Dyract e Compoglass) foram aplicados em combinação com um sistema adesivo de esmalte/dentina (Prime e Bond 2.0 e Syntac single component, respectivamente), eles mostraram melhores resultados seladores nas margens cervical e incisal de restaurações de classe V tratadas clinicamente do que quando foram aplicados em combinação com seus próprios sistemas de primer (PSA e SCA, respectivamente). O tratamento com ácido fosfórico melhorou o selamento de ambos materiais restauradores. Nenhum dos sistemas restauradores foi capaz de evitar completamente a infiltração nas restaurações de classe V, embora não mais de 30% dos modelos dos grupos 2 e 4 (Dyract e

Compoglass aplicados depois de tratar o substrato com ácido fosfórico) mostraram penetração de corante.

**Owens et al. (1998)** avaliaram a influência que um bisel na borda gengival de preparos tipo classe V teria sobre a microinfiltração dos sistemas restauradores estéticos. Um compósito restaurador ( Z-100 ) e dois compômeros (Dyract e Geristone), com os sistemas adesivos que os acompanham, foram utilizados em margens gengivais com e sem bisel (dentina ou cimento) e margem oclusal (em esmalte) biseladas de dentes de boi extraídos. A microinfiltração foi medida pelo raio da extensão de penetração de corante azul de metileno na interface dente-restauração na extensão da parede cavitária. Como resultado, os autores observaram que as restaurações com Z-100, sem biselamento gengival, exibiram microinfiltração significativamente menor ao longo da parede gengival e menos que os outros materiais de forma geral. As restaurações feitas com Dyract sem biselamento da parede gengival e confeccionadas sem condicionamento da superfície mostraram maior microinfiltração geral que os outros grupos. Assim, os autores puderam concluir que com todos os materiais testados, as restaurações classe V confeccionadas com biselamento da margem gengival, mostraram maior microinfiltração do que as com margens não biseladas.

**Gale & Darvell (1999)** revendo a literatura, enfatizam o cuidado que se deve ter ao analisar-se a penetração de corantes através da estrutura dentinária, pois sua



permeabilidade pode levar o pesquisador a confundir resultados. Assim, sugerem que em testes que objetivem identificar a presença de fendas em cavidades de classe V, deve-se levar em consideração que os arranjos dos túbulos dentinários nesta região é perpendicular, devendo-se usar impermeabilizantes como o cianoacrilato em torno das restaurações, para que sejam minimizados possíveis problemas de passagem de corante ,não pela interface dente-restauração e sim diretamente pela dentina.

### ***2.3 MATERIAIS E TÉCNICAS RESTAURADORAS***

**Buonocore (1955)** realizou estudos afim de obter adesão entre os materiais restauradores e a estrutura dental. Avaliou as diversas linhas existentes, incluindo o desenvolvimento de um novo material resinoso com propriedades adesivas, a modificação dos materiais presentes para torná-los adesivos, o uso de camadas intermediárias adesivas entre o dente e a restauração e a alteração da estrutura dental por tratamentos químicos que produzam uma nova superfície na qual os materiais possam aderir. Na indústria, o ácido fosfórico ou outros preparados que o contenham tratam a superfície de metal para se obter maior adesão da tinta e de camadas de resina. Pensou-se que talvez o tratamento ácido do esmalte o tornasse mais receptivo à adesão, assim como faz com o metal. Assim, o pesquisador procurou analisar o efeito de dois tratamentos superficiais na força de união entre a resina e o esmalte. No primeiro usou o ácido oxálico fosforilado e no segundo, o ácido fosfórico a 85% por 30 segundos. Observou-se uma grande melhora na adesão obtida intraoralmente nas

superfícies tratadas, segundo o autor, devido a vários fatores: O aumento na área de superfície devido à ação do condicionamento ácido, à exposição de estruturas orgânicas que servem de cadeias na qual e pela qual o acrílico pode aderir, à formação de uma nova superfície devido à precipitação de nova substância, como por exemplo, oxalato de cálcio, ou outros, nos quais o acrílico se adira, e a presença na superfície do esmalte de uma camada adsorvida de grupos fosfato altamente polarizados, derivados do uso do ácido.

O ácido fosfórico mostrou resultados melhores e uma utilização mais simples. Esses achados abriram novas possibilidades no sucesso do selamento de sulcos e fissuras para prevenir cáries, além de proteger contra cáries secundárias ou marginais. É particularmente útil naquelas áreas, como em restaurações tipo classes III e V, onde as forças orais que tendem a quebrar a adesão são mínimas.

Gabel (1959) fez um estudo da biomecânica envolvida em uma restauração classe V, particularmente as da face vestibular dos pré-molares inferiores. O autor justifica a necessidade da confecção de retenções mecânicas nas paredes gengival e oclusal, pois apesar dessa região não sofrer diretamente as tensões mastigatórias, tais forças seriam transmitidas à região pela deflexão das cúspides, havendo uma tendência à expulsão da restauração da cavidade.

**Eick et al.** (1970), procuraram identificar quimicamente os fragmentos deixados sobre a superfície dentária, com o uso de instrumentos rotatórios de diamante e de carbide, estabelecendo diferenças entre as superfícies nos casos em que estes instrumentos são utilizados com ou sem refrigeração com água. Após a análise das amostras, os autores concluíram que a superfície cortada com brocas de diamante apresentou mais rugosidade do que a de carbide. Os autores observaram evidências de uma película orgânica sobre todas as superfícies, com espessura em torno de 0,5µm. Alertam ainda que os cortes feitos sem refrigeração por água produzem uma camada maior de lama dentinária que, sem dúvida, exerce uma grande influência na adesão do material restaurador na superfície cortada do dente.

**Jørgensen** (1970) descreve várias propriedades tecnológicas do cimento de silicato, consideradas importantes na avaliação da qualidade desse material. O autor considera que defeitos marginais podem ocorrer como resultado de um processo de infiltração entre a faixa matriz e a margem da cavidade; o polimento de uma restauração de silicato resulta em fraturas marginais de aproximadamente 0,15mm de largura; depois do tempo de presa inicial, a idade do cimento no estágio de polimento não tem efeito na aparência da restauração polida. O autor introduz o termo “percolação mecânica”, como um novo conceito paralelo ao conhecido fenômeno de percolação térmica. Em vários casos, a percolação mecânica pode ser assumida como sendo consideravelmente mais danosa à qualidade da restauração do que a percolação térmica.

**Gwinnett (1973)**, observou uma formação menor de projeções de resina após o condicionamento ácido de um esmalte aprismático, em comparação com um esmalte prismático. Outro detalhe observado foi que essas projeções, além de menos numerosas, ainda possuíam um comprimento menor que no esmalte prismático. O autor concluiu que a adesão a esse esmalte pode ficar prejudicada e com isso contribuir para a microinfiltração na parede cervical de restaurações classe II e V.

**Asmussen (1974)** avaliou através de microfotografias, os espaços formados entre as restaurações com materiais resinosos e dentes extraídos. Após o acabamento e polimento das restaurações, os dentes eram armazenados em água corrente a 37°C até o momento do teste. As medições foram feitas após a remoção dos espécimes das vasilhas com temperatura de 37°C (controle) e sua colocação em câmaras com reostatos que mantinham a temperatura constante em 23, 15, 10 e 2°C, sendo que, em cada situação, os espaços eram medidos. Também foram feitas medições em temperaturas de 50 e 60°C. O autor concluiu que, apesar das diferenças existentes entre o coeficiente de dilatação térmica linear dos compósitos e o da estrutura dental, as alterações de temperatura nas faixas estudadas tiveram pouca ou nenhuma influência nos resultados, não ocorrendo grandes diferenças no tamanho dos espaços medidos. Assim, o autor concluiu que as variações de temperatura na boca têm pouca influência no fenômeno da percolação e infiltração marginal das restaurações de compósito.

**Asmussen (1975)** verificou que a contração de polimerização dos compósitos é mais influenciada pela quantidade de diluentes do que pela quantidade de carga incorporada à matriz.

**Yettram et al. (1976)** realizaram um estudo de elemento finito para análise de forças aplicadas em modelos de duas dimensões onde forças são distribuídas para um pré-molar inferior normal e para outro submetido a forças mastigatórias. O efeito em cada material é analisado em cada instância. A maior diferença entre o modelo de coroa de ouro e o esmalte da estrutura dentária normal está no desenho da margem proximal da coroa de ouro. Enquanto o esmalte se adelga a pontas de pena, o modelo da coroa de ouro encontra-se em duas pernas grandes na essência da dentina. De fato, o “desing” da restauração completa da coroa de ouro nesta região torna-se muito crítico quando a força é aplicada à parte lingual da cúspide vestibular. Esta condição de carregamento tenta rodar a coroa de ouro no sentido anti-horário. Isso é indicado pela alta força de compressão gerada nos ângulos a direita do ombro na margem proximal da perna bucal da coroa, e pela correspondente alta força de tração na perna lingual. A razão pela qual estas altas forças são induzidas nesse modelo é que a técnica de análise do elemento finito usada, conecta rigidamente o ouro à dentina em todos os nós ao longo das interfaces dos materiais. No dente vigente, no entanto, se tanto a resistência à compressão quanto à tração da articulação cimentada entre a coroa de ouro e a dentina fossem menor que o nível de força gerada, a margem com certeza iria falhar e conseqüentemente permitiria o ingresso de materiais não desejáveis.

**Bowen** (1978) refletiu que, se os compósitos pudessem ser aderidos direta e permanentemente à dentina e às superfícies de cimento dos dentes, levariam a um corte mecânico muito menor de estruturas dentárias. A partir daí, novas medidas preventivas para cárie poderiam ser desenvolvidas.

**Fusayama et al.** (1979) recomendam a utilização de condicionamento ácido na dentina previamente ao processo de adesão e afirmam que este condicionamento, quando aplicado por um tempo reduzido, não agride a polpa. Os autores acreditam que a infiltração marginal seja o fator mais importante para provocar irritação pulpar. Quando o material restaurador se separa da superfície dentinária e sofre tensão mecânica ou alterações térmicas, a formação de espaço entre o dente e a restauração leva monômeros residuais e/ou outros irritantes na direção da polpa pelos túbulos dentinários, facilitando também a penetração de bactérias e outras substâncias presentes na cavidade bucal. A irritação pulpar devido à infiltração pode ser prevenida, se o material restaurador estiver firmemente aderido às paredes da cavidade.

**Bausch et al.** (1982) mediram a contração volumétrica durante a polimerização de várias marcas comerciais de compósitos, auto e fotopolimerizáveis. Os valores obtidos encontraram-se entre 2,5 a 5,4%. Os autores destacam que a contração clinicamente mais importante é a que ocorre no final da fase de geleificação da resina, isto é, assim que ela se torna um material rígido. Nas resinas fotopolimerizáveis isso acontece quase que imediatamente, devido à sua velocidade de

polimerização. Avaliaram também a influência de outros fatores, como a temperatura, tempo e condições de armazenamento e proporção da mistura - no caso das resinas ativadas quimicamente. Após a análise dos dados, ficou claro que todos os fatores que afetam de modo adverso a polimerização das resinas, como um tempo muito grande de armazenamento ou a realização dos testes a temperaturas baixas, diminuem a contração de polimerização. Os autores concluíram que quanto mais efetiva é a polimerização dos compósitos, maior a sua contração de polimerização, surgindo aí um paradoxo: para obter-se o máximo em performance desses materiais, deve-se melhorar a sua polimerização, entretanto, ao fazer-se isso, aumenta-se o grau de contração de polimerização, que é o pior defeito dos compósitos.

**Hansen (1982)**, estudou a formação de fendas entre diferentes marcas comerciais de compósitos e a estrutura dental. As resinas foram inseridas em cavidades cilíndricas preparadas em dentes humanos extraídos, sem nenhum tipo de procedimento adesivo. As fendas foram medidas através de uma câmara-microscópica Reichert, com resolução de 0,5  $\mu\text{m}$ . Foram observados espaços de 0,5 a 11  $\mu\text{m}$  em todos os materiais estudados, com uma maior incidência de defeitos entre 100 e 500  $\mu\text{m}$  de profundidade para as resinas fotopolimerizáveis. Para a resina autopolimerizável, os defeitos foram encontrados de maneira uniforme ao longo de toda a cavidade. Os espécimes armazenados em água por sete dias apresentaram uma redução de quase 50% no tamanho dos defeitos, enquanto espécimes armazenados por 28 dias praticamente eliminaram essa fendas. O autor recomendou que o acabamento e polimento das resinas

compostas seja postergado por 7 a 28 dias, com o objetivo de maximizar a sorção de água pelas resinas, o que pode melhorar a adaptação das restaurações de compósito ao dente.

**Hegdahl et. al (1977)** mediram através de um extensômetro, a contração linear de polimerização de três marcas comerciais de compósitos autopolimerizáveis e compararam os valores obtidos com a força de tensão avaliada em uma máquina universal de ensaios. Esse teste teve como objetivo medir a força da contração de polimerização numa situação próxima à encontrada clinicamente, onde esta é contida pela adesão das resinas ao esmalte condicionado. Os valores computados foram de 0 a 0,9% para a contração linear e de 0 a 1,92 MPa para os testes de força de tensão. Os gráficos obtidos mostraram uma relação direta entre os fatores estudados; assim, quanto maiores os valores obtidos para a contração de polimerização, maiores eram as tensões geradas.

**Mount et. al (1982)**, afirmam que o Cimento de Ionômero de Vidro é sensível à hidratação e à desidratação durante os primeiros 60 minutos e deve ser protegido com uma cobertura superficial à prova d'água. O acabamento da restauração deve ser completado no mínimo 24 horas após a colocação.



**Jorgensen et. al (1984)**, avaliaram o comportamento de um compósito mais viscoso, que eles chamaram de resinas condensáveis, através de testes de microinfiltração, verificando que estas resinas melhoraram a adaptação marginal dessas restaurações, inclusive à parede cervical.

**Brännström (1986)** alerta para a importância do vedamento marginal na parede cervical das restaurações, devido à quantidade e direção dos túbulos dentinários nesta região. Estímulos como o frio e soluções hipertônicas, podem levar a uma movimentação de fluidos dentro destes túbulos, o que provoca dor. Além disso, esses túbulos formam uma passagem adequada às bactérias e suas toxinas para a polpa, levando-a a alterações severas e, por muitas vezes, irreversíveis. O autor considera as paredes pulpar e axial com menor risco do que a cervical, devido à disposição dos túbulos dentinários.

**Brännström (1987)**, fez uma revisão sobre o controle da infecção sob restaurações de compósito. O autor enfatizou a relação entre a penetração de bactérias através de fendas na interface dente-restauração, com respostas desfavoráveis da polpa. Os principais locais eleitos para a multiplicação de microrganismos que penetram por estas fendas são os túbulos dentinários, a lama dentinária, a junção amelo-dentinária. O autor lembra ser comum a contaminação com o ar da seringa após procedimentos de limpeza e desinfecção da cavidade. Para evitar essa infecção, recomenda uma atenção especial ao selamento das margens da cavidade por meio da associação de um “liner”

que remova a porção superficial da lama dentinária infectada, sem remover os seus “plugs” e ainda reforçando-os com Flúor, o que contribui para uma diminuição da permeabilidade dentinária. Após a remoção da lama superficial pelo “Primer” uma segunda camada de poliestireno deve ser aplicada em todas as paredes da cavidade, proporcionando uma barreira antimicrobiana e um bom selamento marginal. O autor contesta a efetividade de bases mais espessas como as de Hidróxido de Cálcio e as de cimento de ionômero de vidro.

**Feilzer et al. (1987)** mediram a intensidade da contração de polimerização de duas marcas comerciais de compósitos autopolimerizáveis por meio de um tensômetro, variando-se a configuração da cavidade. Ficou demonstrado que, quanto maior a relação entre o número de paredes da cavidade aderidas em relação às livres, maior a contração de polimerização, já que sua capacidade de compensação por meio de um escoamento da resina, ficaria limitado pela adesão às paredes da cavidade. Essa relação recebeu o nome de fator-C. Assim, os autores concluíram que as cavidades classe I e V são as que têm um maior fator de tensão sobre a adesão (fator-C = 5,0), enquanto a classe IV é a que tem a maior quantidade de paredes livres, sofrendo conseqüentemente o menor estresse (fator-C = 0,5). As cavidades classe II e III ficam num patamar intermediário (fator-C = 1 a 2,0).

**Lambrechts et al. (1987)** afirmam que, para obter-se uma efetiva adesão à dentina cervical em restaurações com compósito, deve-se usar técnicas incrementais

que minimizem os efeitos da contração de polimerização. Tais incrementos não devem ser maiores que um milímetro em sua espessura, assim como não devem tocar inicialmente em esmalte, para que, durante sua polimerização, ocorra contração e escoamento da resina na direção à dentina, evitando forças adversas provenientes da adesão ao esmalte.

**Kemp-Scholte & Davidson (1988)** avaliaram o vedamento marginal em restaurações de classe V realizadas com compósito. Enfatizaram que a contração de polimerização pode produzir fendas entre o dente e a restauração e que este fenômeno está relacionado com a tensão de contração da resina e sua resistência adesiva, causando um estresse nessa região, sendo este o produto de seu módulo de elasticidade pela tensão de contração. Assim, materiais que tenham um módulo maior, tendem a criar uma tensão proporcional na interface dente-restauração, podendo contribuir para falhas adesivas.

**Krejci et al. (1988)**, analisaram a influência de diferentes bases, na adaptação marginal de restaurações em compósito. Após o acabamento e polimento, realizados imediatamente, as restaurações foram submetidas a 500.000 ciclos de cargas perpendiculares de 72,5 N, com uma frequência de 1,6 Hz, além de 2.500 ciclos térmicos com temperaturas de 5 e 55°C. A micromorfologia das interfaces dente-restauração foi avaliada por meio de microscopia eletrônica de varredura assim como pela penetração de corantes nessas interfaces. Foram realizados também testes na

superfície das restaurações, para avaliar a influência das bases na dureza do compósito. Os resultados demonstraram uma superioridade marcante do grupo que utilizou bases de cimento de ionômero de vidro não condicionados, em relação aos outros tipos de base e em relação ao controle sem base. O cimento de ionômero de vidro condicionado teve resultados piores, porque segundo os autores, esse condicionamento resulta numa adesão melhor, evitando que durante a contração de polimerização, a massa de compósito sofra um escoamento compensatório, o qual aliviaria as tensões de contração. O autor fez uma correlação entre as propriedades mecânicas das bases em relação aos resultados obtidos, ficando claro que propriedades como resistência à compressão e, mais ainda, o módulo de elasticidade dos materiais avaliados, tiveram influência direta nos resultados. Os cimento de ionômero de vidro têm esses valores próximos aos da dentina, tornando-os uma excelente escolha.

**Mount (1990)** afirmou que as lesões de erosão de Classe V são conseqüências do grande consumo de alimentos e bebidas de baixo pH, existindo a necessidade de restauração dessas erosões com sensibilidade para se restabelecer a estética e prevenir a perda de estrutura dentária em direção à polpa, sendo os Compósitos e os Cimentos de Ionômero de Vidro os materiais preferidos.

**Powell, et al. (1990)** avaliaram lesões de abrasão/erosão antes e após os tratamentos restauradores, num período de uma semana e de seis meses. O estudo foi feito *in vivo*, onde cento e oito cavidades de classe V foram restauradas com três

materiais: Ketac-fill (ESPE/Premier), Silux Plus com o sistema adesivo Scotchbond 2 (3M Dental Products) e Vitrabond (3M Dental Products) junto à resina Silux Plus com o sistema adesivo Scotchbond 2 (3M Dental Products). Foram testadas: a sensibilidade à mordida, à escovação, ao ar, à água quente e à água gelada. Foram classificadas em ausente, branda, moderada e severa. A sensibilidade ao frio era a mais freqüente antes das restaurações. Houve a redução da sensibilidade a todos os estímulos em mais da metade das lesões restauradas. Alguns dentes restaurados com cimento de ionômero de vidro e com compósito com adesão à dentina, tiveram a sensibilidade aumentada, durante um período de até seis meses.

**Wilson (1990)**, afirma que os Cimentos de Ionômero de Vidro Modificados por Resina são misturados do mesmo modo que o Cimento de Ionômero de Vidro Convencional e permanecem reologicamente utilizáveis por 10 minutos ou mais, desde que eles não sejam expostos à luz. Logo que ocorre a ativação pela luz visível intensa, eles são rapidamente endurecidos. Na reação dual, ocorre a reação normal do Cimento de Ionômero de Vidro, (reação ácido-base) e a polimerização fotoquímica similar a que ocorre no Compósito. A primeira reação, que é ácido/base, é mais lenta na mistura água/HEMA do que em água sozinha; a segunda reação é a polimerização do HEMA para polyHEMA. Por esta razão, o endurecimento inicial desses materiais é o resultado da polimerização do HEMA e não da reação ácido/base do Cimento de Ionômero de Vidro. A reação ácido/base serve somente para melhorar a dureza e consolidar a matriz formada pelo polímero. Em fórmulas mais complexas de Cimento

de Ionômero de Vidro Modificado por Resina, outros dimetacrilatos (como etileno glicol dimetacrilato) devem estar presentes. O HEMA age como um cosolvente para a água e o BIS-GMA.

**Kampe et al. (1991)** fizeram observações de variantes funcionais do sistema mastigatório em 184 pessoas, de 18 a 20 anos, cinco anos após o primeiro exame. Cento e seis sofreram restaurações em os ambos exames (grupo F), 35 com a dentição previamente intacta receberam obturações durante o período de experiência (grupo FI), e 43 tiveram dentição intacta em ambos exames (grupo I). Em conformidade com o primeiro exame cinco anos antes, os sujeitos do grupo F tiveram mais facetas dentinárias no primeiro molar inferior. Junto com o achado de atrição mais freqüente na parte distal da superfície oclusal do segundo premolar inferior, este achado indica maior atividade funcional ou parafuncional em dentições restauradas. Contatos unilaterais em relação de posição cêntrica foram igualmente comuns nos três grupos, mas os contatos foram mais comumente localizados na região dos molares no grupo F. O achado no primeiro exame de que interferências causando um deslizamento lateral da mandíbula entre a Relação de Posição Cêntrica e a posição habitual era comum em dentições restauradas não foi confirmado no nesse estudo. As análises de correlação também não mostraram ligação entre fatores oclusais e sinais e sintomas de disfunção mandibular. No entanto, as diferenças encontradas entre os sujeitos com dentições intactas e restauradas indicam que o efeito iatrogênico da terapia restauradora merece mais consideração e mais pesquisas.

**Croll (1992)**, considera que os Cimentos de Ionômero de Vidro apresentam bons resultados em restaurações de lesões de superfície lisa sem preparo de cavidade, como as lesões de abrasão causadas pelo hábito de escovar dentes, lesões de erosão geradas pela influência do meio bucal e as lesões originárias de forças biomecânicas que causam a fadiga de esmalte e dentina. Também são indicadas em lesões lisas de dentes decíduos em pacientes que apresentam alta incidência e susceptibilidade a cáries. O mesmo autor afirmou que o coeficiente de expansão térmica do Cimento de Ionômero de Vidro é similar à estrutura dentária; após a polimerização, são insolúveis no fluido bucal à temperatura intraoral; não são afetados pela pequena umidade da superfície dentária durante a aplicação, porque o componente poliácido é uma solução aquosa; têm grande resistência à compressão e são inalteráveis quando usados com espessura suficiente como substituto de dentina ou base; fazem uma adesão por quelação com a dentina e o esmalte; estabelecem uma excelente união micromecânica com a camada de compósito sobreposta a ela como na técnica do sanduíche e são biocompatíveis com a dentina e com a camada subjacente à polpa dental.

**Mclean (1992)** sugere que, durante o acabamento, a superfície do Cimento deva ser lubrificada constantemente com um protetor adesivo de baixa viscosidade; após o procedimento ser completado, a restauração deve ser coberta com um selante resinoso e fotopolimerizável para protegê-la da dissecação enquanto a reação ácido-base acontece.

**Paulillo et al. (1992)** Em estudos realizados para verificar a efetividade do pré-tratamento superficial da dentina na adesão de três Cimentos de Ionômero de Vidro, concluíram que a profilaxia prévia com pedra-pomes e água destilada por 10 segundos, proporciona o aparecimento de uma superfície dentinária apta a realizar uma boa união química entre o Cimento e a dentina, não havendo diferença significativa entre a aplicação ou não do ácido poliacrílico.

**Um et. al (1992)** definiram que a superfície mais externa do Cimento de Ionômero de Vidro é susceptível à dissolução em água nos estágios iniciais da reação de presa, o que leva à redução da translucência. Os autores afirmaram que os Cimentos de Ionômero de Vidro fotopolimerizáveis resistem melhor à dissolução pela água após a fotopolimerização, por causa do componente resinoso. Contudo, estes materiais necessitam de proteção prolongada para exposição à água e ao ar, através de um “glaze” na superfície com resina fotoativada.

**Abdalla et. al (1993)** avaliaram a microinfiltração marginal em restaurações classe II realizadas em dentes com exodontia programada, com outras executadas em dentes recém extraídos. Os dentes foram extraídos entre três e quatro semanas após a realização das restaurações. A seguir, foram feitas restaurações semelhantes, com os mesmos procedimentos realizados para a parte *in vivo*, em dentes recentemente extraídos. Após a conclusão destas restaurações, os dentes foram submetidos a 500 ciclos térmicos de 5 e 55°C, com banhos de três minutos em cada



temperatura e a 4000 ciclos de carga axial com uma força de 12,5Kg, por meio de uma esfera metálica de 5,0mm de diâmetro. Todos os corpos de prova foram impermeabilizados deixando à mostra somente as margens das restaurações e imersos em solução de corante. Em seguida eles foram seccionados para avaliação da interface dente-restauração. Após análise dos resultados, observou-se que os espécimes *in vitro* apresentaram resultados superiores aos *in vivo* e baseado nos resultados apresentados, os autores concluíram que os trabalhos *in vitro* têm valor limitado para predizer o comportamento clínico de restaurações classe II em compósito.

**Heymann et. al (1993)** fizeram uma revisão sobre os fatores que interferem na adesão dentinária e sua relevância clínica. Quanto à dentina, eles recomendam que sejam analisados fatores que incluem aspectos micro estruturais da dentina envolvida, já que eles se diferem de acordo com sua localização; o *smear layer*, formado durante a preparação cavitária; a densidade, o tamanho e a largura dos túbulos dentinários, que variam de acordo com a idade, profundidade e localização da lesão. Os autores afirmam ainda ser clinicamente importante reconhecer as diferenças na composição da dentina antes de planejar restaurações que dependam da adesão dentinária.

**Pashley et al. (1993)**, compararam a subestrutura de dentina fraturada e dentina coberta com *smear layer* antes e depois de atacada com ácido fosfórico a 37%, para identificar porosidades na superfície da dentina que permitam sua infiltração durante a adesão dentinária. Os autores observaram que a dentina fraturada e a coberta

pelo *smear layer* não possuem porosidades para que a resina se infiltre antes do condicionamento ácido. Após o condicionamento, a dentina fraturada apresentou mais poros em sua superfície, produzidos pela dissolução da apatita mineral presente em volta das fibras colágenas. A rede de fibras colágenas que foram expostas após o ataque ácido, apresenta uma boa capacidade para retenção micromecânica dos sistemas adesivos, quando estas fibras permanecerem molhadas, penetrando nos espaços previamente ocupados pela apatita produzindo uma espécie de compósito formado por resina e colágeno. Os autores afirmam que, se o infiltrado de resina for impedido de penetrar totalmente, criará uma película pobre de resina sobre a camada híbrida, o que representa uma região fraca e pode interferir com a adesão da resina nessa superfície. Por isso, eles consideram que uma penetração incompleta ou diferenciada de resina traz vantagens e desvantagens. A vantagem seria o aumento do módulo de elasticidade se estendendo da dentina mineralizada para resina composta, o que minimizaria o estresse de polimerização e/ou o provocado pela função dos dentes, atuando como uma camada absorvente de choques de impacto. A desvantagem é que, diferentes níveis de infiltração na parte basal da camada híbrida, sem resina suficiente para envolver as fibras colágenas desmineralizadas, levarão a uma zona frágil e mais susceptível à hidrólise e microinfiltração.

**Garberoglio (1994)**, mediu a densidade dos túbulos dentinários em diferentes regiões de preparos de cavidades em dentes humanos extraídos. Após os preparos, os dentes foram fotografados e as imagens obtidas projetadas. Demonstrou-se

que as paredes cervicais das cavidades apresentavam uma densidade de túbulos muito maior que as das paredes axiais. O autor concluiu que essa região precisa de cuidados iguais, ou até maiores em termos de proteção pulpar que os tomados para a parede axial.

**Kanca et. al (1994)** mostraram a interface dentina-resina e esmalte-resina *in vivo* e *in vitro* após o uso de ácido fosfórico a 10% (All-Eatch) e com um sistema adesivo (All Bond System – Bisco) sob as restaurações de compósito (P50 – 3M). Foram feitas restaurações de acordo com as instruções do fabricante, usando-se a técnica em dentina seca e outro grupo em dentina úmida. Foi utilizado um protocolo padronizado, onde quarenta dentes foram preparados e restaurados e posteriormente seccionados. Metade dos dentes estava com indicação para extração ( *in vivo* ) e a outra metade foi recentemente extraída. Metade dos exemplares foram cobertos por ouro e examinados através de microscopia eletrônica para detecção da presença de espaços (gaps) na interface dentina - resina. A outra metade sofreu desmineralização e foi examinada através da microscopia eletrônica de varredura, para exame da relação dentina-resina, particularmente a penetração do adesivo na dentina. Analisando os resultados, os autores puderam observar que a maior profundidade de penetração de resina foi encontrada nas amostras úmidas e que a aplicação do “primer” resinoso para secar a superfície resultou em menos penetração, especialmente no grupo *in vitro*.

**Mangum et al. (1994)** demonstraram através da avaliação de microinfiltração com Nitrato de Prata, que a inserção de compósitos em restaurações classe V em um único incremento comprimidas contra uma matriz de poliéster, produz um vedamento marginal superior ao grupo no qual foi utilizada uma técnica incremental. Os autores defendem a idéia de que a técnica incremental não apresenta, do ponto de vista da adaptação marginal, vantagens em relação à técnica de um único incremento, além de ser mais dispendiosa.

**Mason et. al (1994)** discutiram sobre a contradição existente entre os resultados *in vitro*, quanto à capacidade de selamento dos cimentos de ionômero de vidro. Assim, os autores fizeram um estudo *in vivo*, realizando restaurações classe V em dentes com extração programada, devido a problemas periodontais, os quais foram restaurados com Vitrebond (3M) e um compósito. Os preparos foram feitos com a margem cervical em cimento/dentina. Paralelamente, foram feitas restaurações *in vitro* seguindo-se o mesmo protocolo. Após as extrações, os dentes foram preparados para análise da penetração de um corante entre a restauração e o dente. Os resultados mostraram comportamento superior para os espécimes restaurados *in vivo*, em relação aos *in vitro*. Os autores concluíram que a umidade da dentina vital é de grande importância para a qualidade das restaurações com os materiais avaliados.

**Mc Lean et al. (1994)**, normalizaram a nomenclatura utilizada para os cimentos de ionômero de vidro. Isso deveu-se à observação de que cada fabricante, ao

lançar um material, criava uma nova nomenclatura, confundindo os profissionais na hora de sua utilização . Até mesmo em publicações ético-científicas muita confusão ocorreu em torno dessa nomenclatura. Assim, segundo os autores, muitos dos materiais chamados de cimentos de ionômero de vidro, não apresentavam a reação ácido-básica característica deste material, portanto, não podendo receber essa denominação. Os autores dividiram os materiais existentes em:

- 1) Cimentos de ionômero de vidro – um cimento que consiste num vidro básico e num polímero polialquênóico, que toma presa por meio de uma reação ácido-básica.
- 2) Cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, que tomam presa por meio de uma reação ácido-básica e uma polimerização fotoquímica através de monômeros resinosos como o Bis-GMA, o 2HEMA ou por cadeias laterais enxertadas na molécula poliácida principal.
- 3) Compósitos modificados por poliácidos – materiais que consistem em um vidro básico, monômeros resinosos, alguns ácidos poliméricos, porém em quantidades insuficientes para tomar presa sem a fotopolimerização. Estes seriam na realidade compósitos, com alguns componentes dos cimentos de ionômero de vidro.

**Rueggeberg et al. (1994)**, estabeleceram um modelo de fotopolimerização para compósitos através da verificação da influência dos fatores: a espessura do incremento, o tempo de exposição, a potência do fotopolimerizador, a cor e a carga da resina, na taxa de conversão do monômero em polímero dos materiais estudados. As medições foram feitas por um espectroscópio infra-vermelho, que monitorava a

porcentagem de ligações duplas de Carbono presentes na massa polimerizada em relação à porcentagem inicial. Foi determinado que o fator mais importante para a polimerização dos incrementos de resina era a espessura, nunca devendo ultrapassar dois mm. Em seguida, o tempo de exposição do material à luz foi o parâmetro de maior importância. Um terceiro fator significativo foi a potência, porém este ganhava mais importância quando o incremento tinha 1, 2 ou 3 mm de espessura, sendo que os melhores resultados sempre eram obtidos com a potência máxima estudada. Os fatores cor do material e carga tiveram importância secundária na fotopolimerização, apenas alcançando resultados significativos quando associados aos fatores espessura, tempo e potência. Os autores concluíram não haver vantagens em estender-se o tempo de fotopolimerização por mais de 60 segundos, nem de utilizar-se um aparelho com potência superior a  $578 \text{ mW/cm}^2$ . A situação considerada próxima da ideal é a utilização de incrementos de no máximo dois mm de espessura, com 40-60 segundos de exposição, utilizando-se um aparelho com potência em torno de  $500 \text{ mW/cm}^2$ .

**Michailescu et al. (1995)** registraram *in vivo* as variações de temperatura encontradas na boca durante uma refeição completa. Os autores utilizaram três pacientes e registraram as variações em sítios diferentes para cada paciente. No primeiro paciente, foi inserido um sensor térmico de Níquel-Cromo-Alumínio na base de um preparo de cavidade em um segundo premolar inferior, ao qual foi condensado amálgama com alto teor de Cobre. Em um segundo paciente, foi inserido um sensor adjacente a uma restauração cervical entre o primeiro e segundo molares inferiores. Um

terceiro paciente teve um sensor colocado dentro do canal de um segundo molar inferior com extração programada. Após instrumentação do canal distal, este foi obturado com cimento de óxido de Zinco e Eugenol, inserindo-se o sensor imediatamente após, restaurando o dente com amálgama. A todos os pacientes foi fornecida uma refeição que constitui-se em: um copo de água gelada (6°C), salada de alface e tomate recém tirados da geladeira (5°C), carne com batatas, novamente um copo de água gelada, um cubo de gelo para ser mantido em contato com os dentes que tinham os sensores e café quente (69°C). As temperaturas eram medidas de 2 em 2 segundos. Após análise dos resultados, ficou estabelecido que a faixa de temperatura registrada pelo sensor dentro da restauração de amálgama variou 29,5°C, com valor mínimo de 18,9 °C e máximo de 48,4°C. Os valores obtidos para o sensor inserido na superfície da restauração não apresentou diferenças significativas, demonstrando a alta condutividade térmica do amálgama. As variações na cervical: 11,8°C, com valor mínimo de 29,1°C e máximo de 40,9°C. Devido a essa pequena variação de temperatura sofrida dentro do canal, os autores concluíram não haver relevância clínica na realização de ciclagem térmica para trabalhos de avaliação do comportamento de materiais não metálicos. Além disso, os autores recomendaram a realização de testes de termociclagem dentro da faixa de 17 a 47 °C, com uma fase intermediária de 37 °C, afim de que os testes tenham relevância clínica. Valores além desses extremos não teriam relevância por não ocorrerem na boca mesmo com desafios térmicos máximos, como os realizados neste trabalho: manter uma pedra de gelo sobre os dentes, ou tomando-se café quente. Também foi observado que durante uma refeição, vários picos de temperatura são gerados, sendo impossível ou extremamente trabalhoso de simular

essas variações no laboratório. Com relação ao número de ciclos, os autores ponderaram que o protocolo utilizado dependeria dos objetivos dos testes, entretanto foi observado a ocorrência de aproximadamente 30 ciclos térmicos durante uma refeição completa, valor que pode servir de referência para projeções sobre o tempo de envelhecimento que determinado número de ciclos geraria.

**Attin et. al (1996)** consideram que Resinas Modificadas por Poliácidos são materiais que contêm os componentes essenciais do Cimento de Ionômero de Vidro mas em quantidade insuficiente para promover a reação de polimerização ácido-base na ausência de luz.

**Ferrari et. al (1996)** avaliaram a microinfiltração em dentes com extração programada. As restaurações receberam acabamento e polimento imediatamente após sua realização, com pontas diamantadas de granulação fina, seguidas de discos Sof-Lex (3M). Após 80-90 dias, os dentes foram extraídos e armazenados em solução de cloramina a 1% à temperatura ambiente. Entre 7-10 dias os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 2%, para avaliação da penetração do corante na interface dente-restauração. Após análise dos resultados, constatou-se que a maioria da restaurações permitiu a passagem de corante através das margens de cimento. Porém, esta era, na maioria dos espécimes, de leve a moderada. A teoria levantada pelos autores, que poderia justificar os resultados obtidos, seria a presença de uma camada externa de 150-200  $\mu\text{m}$  localizada um mm abaixo da junção esmalte-cimento que,



sendo hipomineralizada e hiperorgânica, dificultaria a atuação dos sistemas adesivos nesta região.

Goracci, et al. (1996), testaram a hipótese de que uma polimerização mais lenta dos compósitos, poderia permitir um alívio nas tensões geradas, pelo seu escoamento durante a presa. Assim, os autores modificaram um aparelho Visilux 2 (3M) incorporando um potenciômetro ao aparelho, a fim de que a sua potência pudesse ser regulada ao comando do operador. A potência máxima do aparelho, medida por meio de um radiômetro portátil (Demetron), era de 250 mW/cm<sup>2</sup>. A fotopolimerização do primeiro incremento de resina no grupo teste foi feita durante 4 minutos, nos quais a potência era gradualmente aumentada de 30 a 250 mW/cm<sup>2</sup>. No grupo controle, a fotopolimerização do primeiro incremento era feita da forma convencional, 40 segundos à potência máxima. A partir do primeiro incremento, a fotopolimerização foi feita com potência máxima para ambos os grupos. Em todas as restaurações utilizou-se o adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M) e a resina Z100 (3M). Em seguida, as restaurações foram seccionadas e réplicas obtidas para a análise ao microscópio eletrônico de varredura da adaptação do compósito à dentina. No grupo teste, a adaptação foi considerada perfeita pelos autores, onde não sendo constatadas fendas; enquanto no grupo da polimerização convencional, elas foram observadas na ordem de 10 µm entre a camada híbrida e o compósito. Em relação às margens de esmalte, não foram observadas fendas em ambos os grupos. Os autores concluíram que, apesar da evolução dos sistemas adesivos, ainda existe um elo fraco, identificado nesse estudo

como sendo a união da camada híbrida com o compósito. Assim, os autores recomendam a adoção de outras estratégias para combater a contração de polimerização das resinas, como a utilizada nesse estudo, chamada pelos autores de polimerização “lenta” do primeiro incremento de resina.

Segundo Lee et. al (1996) o acúmulo de evidências experimentais e clínicas durante a última década tem contribuído bastante para a compreensão do papel das forças de tensão geradas pela oclusão na etiologia de certas lesões não cariosas dos dentes, uma vez que a perda de estrutura dental resulta de repetidas flexões causadas por tensão oclusal. Através dos anos, a etiologia dessas lesões incluiu abrasão por escovação, erosão ácida, fraqueza intrínseca da estrutura cervical do dente, oclusão traumática e bruxismo. O trauma oclusal por si só não as justificaria adequadamente, uma vez que muitos dentes apresentam oclusão traumática sem desenvolverem lesões cervicais. Durante a mastigação ou bruxismo, gera-se um grande número de vetores de forças que podem ser divididos em axiais e não axiais. As forças axiais são normalmente dissipadas no periodonto, porém as forças laterais não são dissipadas e tendem a se concentrar próximo à junção amelo-cementária na área cervical do dente. Em outras palavras, existe uma envergadura do dente, com a resultante das forças localizadas na área de fulcro cervical do dente, onde há a quebra da união dos cristais do esmalte e da dentina, onde pequenas moléculas se interpõem impedindo seu restabelecimento. Essas lesões têm geralmente a forma de cunha e antes eram definidas como lesões cervicais de erosão idiopáticas, posteriormente chamadas de

“abfração”. A concentração dessa tensão é responsável não só pelo aparecimento de lesões cervicais, como também pela falha de certos tratamentos restauradores dessas áreas. Não se pode esquecer que as lesões cervicais podem também ser o resultado de iatrogenias causadas por tratamentos ortodônticos ou restauradores, que criam forças não-axiais no dente. Compreendendo melhor a origem dessas lesões, pode-se combinar materiais restauradores - com propriedades elásticas que aliviem as forças geradas - aumentando-se sua longevidade .

Neo et. al (1996) avaliaram 159 dentes não cariados com lesões cervicais que foram restaurados com cimento de ionômero de vidro, compósito empregando um agente adesivo dentinário, ou com restauração “sanduíche”, que combina os dois materiais. Essas avaliações ocorreram imediatamente após o tratamento, um ano e três anos depois, usando a alteração de cor, a descoloração das margens, alteração anatômica e a retenção como referencial. Em geral houve deterioração da restauração com o tempo. As lesões restauradas com compósito e agentes adesivos dentinários mostraram a maior porcentagem de perda de restaurações. Depois de três anos, as restaurações de classe V de lesões não cariosas de ionômero de vidro, compósito, e sanduíche de ionômero de vidro e compósito não diferiram muito na aparência das cores, na descoloração marginal, na adaptação marginal, ou na forma anatômica, embora houvesse em geral uma deterioração das restaurações com o tempo. No entanto, 22% das restaurações de compósito foram desalojadas em três anos, enquanto 95% das de ionômero de vidro e 96% das de sanduíche foram retidas.

**Perdigão et al. (1996)** observaram restaurações classe I realizadas em pré-molares com exodontia programada por finalidades ortodônticas, através de microscopia eletrônica de varredura. Os autores avaliaram cinco sistemas adesivos: One-Step (Bisco), Clearfil Liner Bond 2 (J.Morita), Optibond (Kerr) no modo dual, Permagen (Ultradent) e Prime & Bond (Dentsply), associados a duas resinas compostas: Herculite XRV (Kerr) e Bisfil-2B (Bisco), essa última uma resina autopolimerizável. Após anestesia, os dentes receberam preparos classe I, foram tratados com um dos sistemas adesivos relacionados acima e restaurados com a resina fotopolimerizável ou com a autopolimerizável, ambas inseridas em um único incremento. Após cinco minutos, os dentes foram extraídos e processados para a observação da interface dente-resina. Todos os sistemas adesivos demonstraram falhas na união com a dentina, geralmente apresentando fendas entre a camada híbrida e o adesivo, independente da resina restauradora. Dos sistemas adesivos avaliados, o Optibond foi o que apresentou os melhores resultados. Segundo os autores, a presença de carga no adesivo seria responsável pelos resultados superiores desse material, já que a camada híbrida formada teria uma capacidade maior de resistir às tensões de contração de polimerização. Os autores alertam que apesar da grande evolução dos sistemas adesivos, eles ainda apresentam falhas e que os testes, apesar de terem sido realizados em condições críticas devido à configuração da cavidade e a utilização de um incremento único de compósito, serviram para demonstrar que ainda há muito a avançar no desenvolvimento dos materiais e das técnicas em si. Os autores argumentaram ainda que a Técnica da Contração Dirigida provavelmente não teria um impacto significativo na adaptação dos compósitos às paredes das cavidades dentárias.

Peter, et al. (1996) conceituaram a Resina Modificada por Poliácidos como sendo um material que combina a tecnologia de um Cimento de Ionômero de Vidro e do Compósito. Apresenta boa biocompatibilidade, liberando fluoreto; adesão ao esmalte e à dentina, fotopolimerização, facilidade de manipulação e maior resistência quando comparado ao Cimento Convencional.

Andersson-Wenckert et al. (1997) afirmam que o primeiro Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina surgiu em 1989 e foi introduzido no mercado como material para forro e base, sendo modificado mais tarde para material restaurador. É comercializado na forma de pó e líquido e o máximo de profundidade de fotopolimerização é limitado a camadas de dois milímetros. Conseqüentemente, em cavidades profundas é necessário renovar a mistura. Para evitar-se isso, um fabricante introduziu em 1991 um novo material restaurador em forma de pasta única, Resina Modificada por Poliácidos, que contém um vidro radiopaco de flúor-silicato em uma matriz de monômeros ácidos polimerizáveis mas em quantidade insuficiente para se promover uma reação ácido-base. A Resina Modificada por Poliácidos apresenta as características de boa manipulação e tonalidades de cores. Esse sistema restaurador contém um “Primer”, um éster de ácido fosfórico e a adesão é promovida por monômeros em solvente de acetona. De acordo com os fabricantes, o “primer” condiciona os tecidos dentais e penetra no esmalte e na dentina. Uma camada híbrida é formada, criando uma adesão micromecânica com o tecido dental. A “adesão” desse

material é obtida através da ligação iônica entre o grupo fosfato hidrófilo do “primer” e o cálcio da hidroxiapatita.

**Cagidiaco et al. (1997)** fizeram um estudo *in vitro* para avaliar a morfologia da dentina nas paredes de preparos classe V e classe II, em termos de orientação dos túbulos, sua densidade e o aumento da área de superfície após o condicionamento ácido. Seis preparos classe V em forma de círculo foram feitos na junção cimento – esmalte de dentes anteriores e seis cavidades classe II, com margem cervical um milímetro abaixo da junção cimento – esmalte foram preparadas em dentes posteriores. Todos os preparos foram condicionados com ácido maleico a 10%. As amostras foram estudadas diretamente por microscopia eletrônica de varredura. Os autores observaram que a morfologia da dentina, tanto nas cavidades de classe II quanto nas de classe V, estavam, na sua maioria, de acordo com os padrões previsíveis. Entre os túbulos, ao longo das paredes da cavidade, a superfície de dentina condicionada apresentou uma cadeia porosa de fibras colágenas. Mais de 50% das superfícies das cavidades classes II e V apresentavam a orientação oblíqua ou paralela dos túbulos em relação à superfície cortada. Por causa da presença de uma camada de cimento sem estrutura, a morfologia da área cervical tornou-se menos previsível. A densidade dos túbulos variou consideravelmente em diferentes regiões dos preparos. A área de superfície da dentina intertubular aumentou após o condicionamento nos preparos classe V entre 20,9% e 50,3%, nas paredes onde os túbulos foram cortados paralelamente ao seu longo eixo e entre 5,8% e 47,8% onde os túbulos foram cortados

perpendicularmente. Nos preparos classe II, os mesmos valores variaram de 0,6% a 46,4% nas paredes onde os túbulos foram cortados paralelamente ao seu longo eixo e 29,8% nos túbulos cortados perpendicularmente. Baseado nessa investigação morfológica, o aumento na área de superfície de dentina intertubular pode muito bem ser o responsável pela melhora da força adesiva após o condicionamento ácido da dentina, porém nem todas as áreas mostraram a mesma resposta ao condicionamento. O substrato para a adesão nas margens gengivais pode contribuir menos em termos de retenção micromecânica.

**Christensen (1997)** afirma que as Resinas Modificadas por Poliácidos, se tornaram muito populares entre os clínicos e faz uma comparação entre elas e os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. As Resinas Modificadas por Poliácidos são embaladas como uma massa consistente e não pegajosa, de material fotopolimerizável, dispensadas em pontas de seringa. São aderentes à estrutura dentária usando o agente adesivo que as acompanha. Elas satisfazem plenamente uma variedade de necessidades restauradoras sem dificuldade de ordem técnica. O autor acrescenta que estes materiais apresentam características físicas similares ao Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina. Aderem ao Compósito e devem ser usadas com a técnica de incrementos, com a segurança de que vão aderir à camada subsequente. Liberam fluoretos e apresentam boas características estéticas, além de maior facilidade de uso do que o Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina. Os Cimentos de Ionômero de Vidro Modificados por Resina apresentam três mecanismos de presa:

uma reação ácido-base, reação de polimerização por luz (catalizador inicial) e um auto polimerizável sistema catalizador, quando o pó e o líquido são misturados. Este mecanismo assegura a presa em áreas inacessíveis à polimerização pela luz, importante no caso de lesões de cárie subgengivais, que ocorrem principalmente em adultos.

**Hilton et al. (1997)** elaboraram uma metodologia rigorosa, na qual simularam condições muito próximas às daquelas encontradas na cavidade oral. Eles trabalharam com troquéis de gesso, aos quais o dente teste era preso com silicona de adição, simulando os pontos de contato e a mobilidade do dente no alvéolo. Esse troquel era mantido a uma temperatura de 37°C até o momento do experimento. Os autores determinaram previamente, que o troquel demorava 9 minutos para alcançar uma temperatura abaixo dos 30°C, dificilmente encontrada na cavidade oral. Esse tempo foi considerado mais que suficiente para a realização dos passos operatórios, desde a aplicação do sistema adesivo até a inserção da compósito. Os resultados foram avaliados após 1.000 ciclos térmicos e imersão dos espécimes em solução de Nitrato de Prata. Estes foram seccionados no centro da restauração, avaliados quanto à penetração do corante e depois as restaurações foram removidas com broca a fim de avaliar-se a total penetração do corante com uma visão tridimensional. Os resultados demonstraram um vedamento muito melhor nas margens de esmalte do que nas de dentina. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as técnicas de inserção, porém existiu uma leve tendência para um melhor vedamento com a técnica da contração dirigida,



apesar de nenhum espécime ter mostrado escore zero de microinfiltração. A avaliação tridimensional mostrou sempre resultados piores, comprovando-se que as avaliações bidimensionais feitas através de um corte no centro da restauração podem subestimar a penetração real do corante.

Mehl et al. (1997) avaliaram se uma fotopolimerização inicial com potência menor, seguida de uma fotopolimerização com potência máxima, poderia melhorar a adaptação das restaurações de compósito, sem influenciar nas propriedades físicas dos materiais. Os autores mediram a potência do fotopolimerizador usado, Heliolux GTE (Vivadent) com um radiômetro portátil (Demetron), obtendo um valor de  $450 \text{ mW/cm}^2$ , o qual eles consideraram como valor absoluto de referência. Em medições subsequentes, os autores afastaram a ponta do fotopolimerizador através de uma base controlada por um motor computadorizado, para distâncias preestabelecidas de 2, 4, 6, 8, 10, 20 e 50 mm, mantendo fixa a ponta do fotopolimerizador, obtendo respectivamente medidas com potências de 80, 70, 62, 56, 50, 37 e 13% menores que a da referência. Foram utilizadas duas marcas comerciais de compósito: Tetric (Vivadent) e Charisma (Kulzer). Os autores realizaram testes de resistência a forças de flexão e de microdureza, avaliação da adaptação marginal através de microscopia eletrônica de varredura e testes de microinfiltração por corantes em restaurações classe V com as margens cervicais em cimento. Foi utilizado o adesivo Syntac (Vivadent) antes da inserção do compósito em incremento único. Após a realização das restaurações, estas foram submetidas a 500 ciclos térmicos. Após análise dos

resultados, os autores concluíram que essa técnica foi capaz de diminuir a extensão das fendas de 25% para 5% sem nenhum prejuízo para as propriedades físicas analisadas. Logo, os autores afirmam ser essa técnica um ótimo método para melhorar a adaptação das restaurações de compósito à estrutura dental.

**Tay et al. (1997)** investigaram o efeito da umidificação reversível e irreversível quando se vai aplicar um sistema primer/adesivo de passo único, baseado em acetona, sem água e em frasco único. Para tanto, prepararam trinta discos de dentina com espessura de 1 mm a partir de terceiros molares hígidos. Cada disco foi condicionado com ácido fosfórico a 10%, por 20 segundos e lavados por 20 segundos, sendo então divididos em 5 grupos: grupo 1 (controle positivo): adesão em dentina visivelmente úmida; grupo 2: adesivo utilizado após três segundos de secagem; grupo 3: secos por três segundos e re-umidecidos com água destilada previamente à utilização do adesivo; grupo 4 (controle negativo): secos por três segundos, armazenados em glutaraldeído a 8% por 15 minutos, lavada com água destilada e secos por três segundos previamente à utilização do adesivo; grupo 5: secos por três segundos, armazenados em glutaraldeído por 15 minutos, lavados e re-umidecidos com água destilada e adesão visivelmente úmida. O adesivo “One step” foi aplicado em duas camadas de acordo com as recomendações do fabricante e os discos, em cada grupo, foram posteriormente aderidos formando pares através da utilização de uma resina de polimerização química. Assim, foram formados três pares de discos em cada grupo que foram completamente desmineralizados em ácido etileno diamino tetracético, e

preparados para serem examinados através de microscopia eletrônica de transmissão. Foi observada a completa infiltração de resina na zona de dentina desmineralizada nos grupos 1 e 3. No grupo 2, a infiltração de resina foi limitada à superfície e à base da rede desmineralizada aparentemente ao longo dos ramos laterais dos túbulos dentinários. Uma zona média de infiltração foi observada. Nos grupos 4 e 5, uma infiltração mínima de resina foi observada apenas ao longo da base da rede desmineralizada sobre sua fixação num estado de colapso com glutaraldeído. Os autores concluem que, na ausência de fixação irreversível, a água ajuda a recuperar a integridade dos poros da rede de colágeno desmineralizada, o que é fundamental para que ocorra uma ótima hibridização.

**Bayne et al. (1998)** avaliaram as propriedades mecânicas de oito marcas comerciais de resinas de baixa viscosidade, além de duas marcas de resinas híbridas, utilizadas como controle. Os testes foram realizados de acordo com a normalização ISO (ISO 4049, ISO/DIS 6872). Além desses testes, os autores verificaram: o escoamento das resinas, a profundidade de polimerização, a resistência ao desgaste e o conteúdo de carga de cada material. Os resultados demonstraram, de uma maneira geral, que essas resinas têm propriedades mecânicas em torno de 20% menores em relação às resinas híbridas. Assim, os autores recomendam a utilização com cautela desses materiais em áreas de carga oclusal intensa. Porém, em áreas sem carga intensa, eles podem apresentar o mesmo desempenho que as resinas híbridas, já que ambas mostraram alta resistência ao desgaste. A porcentagem de carga dos materiais

analisados ficou em torno de 5% menor que as informadas pelos respectivos fabricantes. A profundidade de cura esteve dentro dos padrões exigidos pela ISO. Quanto ao escoamento, que os autores consideraram como a característica mais importante dessa classe de material, houve diferenças marcantes entre as marcas estudadas, sendo observado que uma apresentou um escoamento semelhante ao da resina híbrida (controle). Assim, os autores sugerem que os clínicos que buscam um material com alto poder de escoamento usem de cautela ao escolhê-lo.

**Briso et al. (1998)** compararam o vedamento marginal do cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC (GC America) em cavidades classe V de dentes humanos extraídos, variando-se o condicionamento da cavidade previamente à sua inserção. Os espécimes foram divididos em grupos, de acordo com o tipo de condicionamento: ácido fosfórico a 37% por um minuto em esmalte e 20 segundos em dentina; ácido poliacrílico a 10% por 20 segundos em esmalte e dentina; e sem condicionamento. Após a execução das restaurações, os dentes foram submetidos a 100 ciclos térmicos de 5 e 55°C, corados com fucsina básica a 2% e seccionados para avaliação da penetração do corante nas margens de esmalte e dentina. Após análise dos resultados, os autores observaram que o esmalte dos espécimes condicionados com ácido fosfórico e poliacrílico apresentou infiltração significativamente menor que a do grupo controle. O grupo condicionado com ácido fosfórico apresentou uma leve superioridade em relação ao grupo condicionado com ácido poliacrílico, porém sem diferenças significativas. Em relação às margens em dentina, não houve diferenças

significativas entre os grupos, porém, os espécimes condicionados com ácido, tiveram os resultados levemente superiores ao grupo controle.

**Bullard et al. (1998)** realizaram um estudo com 60 molares permanentes extraídos, restaurando-os com seis materiais diferentes quanto ao coeficiente de expansão térmica. Eles foram termociclados em fucina básica para comparar as microinfiltrações através de um microscópio e demonstraram que há uma forte correlação entre a microinfiltração e o coeficiente de expansão térmica dos materiais. O uso de materiais com baixo coeficiente de expansão térmica, como o Cimento de Ionômero de Vidro, pode controlar a microinfiltração, enquanto que os materiais que apresentam um coeficiente de expansão térmica diferente da estrutura dentária geram uma mudança na pressão interfacial (pressão interfacial negativa), permitindo o ingresso de fluidos orais pela margem da restauração. Estes fluidos são forçados novamente para a superfície quando a temperatura diminui e vice-versa.

**Lyttle et al. (1998)** procuraram verificar a uniformidade no diagnóstico e forma de tratamento que os dentistas da Nova Escócia têm em relação às lesões cervicais não cariosas. Assim, organizaram um questionário que foi enviado para 343 dentistas que se apresentavam como clínicos gerais. 63% dos dentistas localizados devolveram os questionários corretamente preenchidos. Destes, 94% classificaram as lesões como abrasão e 66% atribuíram à escovação como a causa mais provável. O método de tratamento variou. Os materiais mais freqüentemente citados foram o

ionômero de vidro/compósito ( 29% ) e o compósito ( 27% ). Os resultados do relatório sugerem que o tratamento feito para lesões cervicais não cariosas pode não estar baseado em um correto diagnóstico.

**McCoy et al. (1998)** descrevem um estudo onde confeccionaram 126 restaurações de classe V, divididas em três grupos de 42, em 23 pacientes, utilizando compósito sem retenções mecânicas. Eles acompanharam clinicamente essas restaurações por um período de três anos. Em todos os três grupos, as restaurações foram confeccionadas utilizando-se o adesivo All-Bond 2 com o compósito Z100, o agente adesivo A.R.T. bond com o compósito Brilliant Dentin e o Prisma Universal Bond 3 com o compósito modificado por poliácido Variglass VLC. Os autores avaliaram além da retenção, a estabilidade de cor, a resistência mecânica, a sensibilidade, a profundidade do sulco, a perda de adesão, o sangramento à sondagem e a saída do fluido gengival. Baseados nos seus resultados, os autores propuseram que, em restaurações de lesões de classe V sem a utilização de retenções mecânicas, pode-se esperar sucesso em sete de cada 10 restaurações por um período de 3 anos, utilizando-se esses sistemas restauradores.

**Miyazaki et al. (1998)** realizaram um estudo, no qual mediram a força de adesão à dentina, de cimentos de ionômero de vidro convencionais e resinosos, em intervalos de tempo que variaram de um minuto a vinte e quatro horas. Eles observaram que os resinosos têm uma força de adesão inicial mais alta que os

convencionais e, além disso, alcançam a sua força de adesão máxima muito mais rapidamente. Assim, os autores recomendam utilizar o material que mais rapidamente atinja a sua maturidade em termos de força de adesão, para que ele possa manter-se aderido às paredes dentinárias.

**Mjör** (1998) fez um levantamento com 177 clínicos, através do preenchimento de formulários a respeito da localização de cáries secundárias. Foram diagnosticadas como tendo recidivas de cárie 1.724 restaurações e a localização relatada como a mais freqüente foi a cervical, com índice entre 80 e 90% do total, independente do material restaurador utilizado. O autor concluiu que esses resultados demonstraram que a parede cervical é sempre a região mais propensa à recidiva de cárie, devido às dificuldades técnicas da região e pelas dificuldades de acesso aos procedimentos de higiene pelo paciente. Logo, é de se esperar um maior acúmulo de placa nessa região, contribuindo para a maior incidência de cárie observada.

**Versluis et al.** (1998) contestaram a teoria de que as resinas se contraem na direção da fonte de luz. Eles utilizaram a técnica do elemento finito para determinar a direção da contração de polimerização de resinas auto e fotopolimerizáveis, assim como da geração de estresses durante e após esta. O processo de polimerização foi caracterizado como tendo uma fase de pré e pós-geleificação. As tensões geradas nas restaurações podem ser aliviadas pelo escoamento da resina, enquanto ela se encontra na fase pré-gel. As tensões residuais formam-se depois da geleificação. Para as resinas

fotopolimerizáveis, o ponto de geleificação varia por todo o material, de acordo com a intensidade da luz. As análises demonstraram que a direção da contração não foi significativamente afetada pela posição da fonte de luz, mas pelas regiões aderidas e as não-aderidas. Consequentemente, as diferenças observadas entre as resinas auto e fotopolimerizáveis foram mínimas. Dessa forma, os autores concluíram que as resinas não se contraem na direção da luz e que esta contração é muito mais influenciada pela configuração cavitária e qualidade da adesão. Para melhorar a adaptação marginal, deve-se procurar obter o máximo desses fatores. Adotar técnicas de polimerização baseadas na posição da fonte de luz não parece ser um critério adequado para isso.

**Louguercio et al. (2000)** realizaram uma avaliação por dois anos do desempenho clínico de um ionômero de vidro modificado por resina e de um compósito modificado por poliácido como materiais restauradores de lesões da região cervical não cariosas. Os critérios observados nesse estudo foram adaptados dos recomendados pela *US Public Health Service*, qual sejam: degraus marginais, perda de forma anatômica e perda completa da restauração. Nenhuma restauração foi perdida neste estudo. O autor enfatiza que a desadaptação marginal pode se apresentar de duas maneiras; sob a forma de um degrau positivo, indicando que o material expandiu; ou um degrau negativo, indicando que este material contraiu ou se desgastou. No caso apresentado, sete das doze restaurações com a resina modificada por poliácidos apresentaram degraus positivos e, ao serem removidas por um processo de polimento deixavam à mostra bordas perfeitamente aceitáveis.



Friedl et al. (2000) verificaram o efeito da polimerização inicialmente suave (*softstart-polymerization*) na adaptação marginal de restaurações de classe V de compósito e de resina modificada por poliácido. Para tanto, avaliaram as margens através de réplicas antes e depois dos dentes restaurados serem submetidos a um ciclo termo-mecânico e por meio de penetração de corante para avaliação da microinfiltração, concluindo que esta forma de polimerização não interfere na capacidade dos materiais de vedar as margens cavitárias.



### **3. PROPOSIÇÃO**

Esta pesquisa objetiva avaliar *in vitro* a infiltração marginal em esmalte e dentina nas restaurações classe V, confeccionadas em pré-molares humanos submetidos a ciclos simulados de carregamento oclusal, utilizando-se seis materiais estéticos para restaurações diretas.



## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 MATERIAIS**

Para a realização deste trabalho, foram utilizados os materiais listados na TAB. 1.

**TABELA 1**  
**Materiais utilizados na restauração dos dentes**

<b>Nome comercial</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Material</b>
<b>Ketac fill</b>	<b>ESPE</b>	<b>Ionômero de vidro convencional.</b>
<b>Vitremer</b>	<b>3M</b>	<b>Ionômero de vidro modificado por resina.</b>
<b>Dyract</b>	<b>Dentsply</b>	<b>Resina modificada por poliacidos.</b>
<b>Natural Flow</b>	<b>DFL</b>	<b>Compósito de baixa viscosidade.</b>
<b>TPH Spectrun</b>	<b>Dentsply</b>	<b>Compósito híbrido.</b>
<b>Surefil</b>	<b>Dentsply</b>	<b>Compósito de alta densidade</b>
<b>Prime&amp;Bond NT</b>	<b>Dentsply</b>	<b>Adesivo dental Fotopolimerizável</b>
<b>Condicionador Gel</b>	<b>Dentsply</b>	<b>Ácido Fosfórico a 34% em gel.</b>

## **4.2 MÉTODOS**

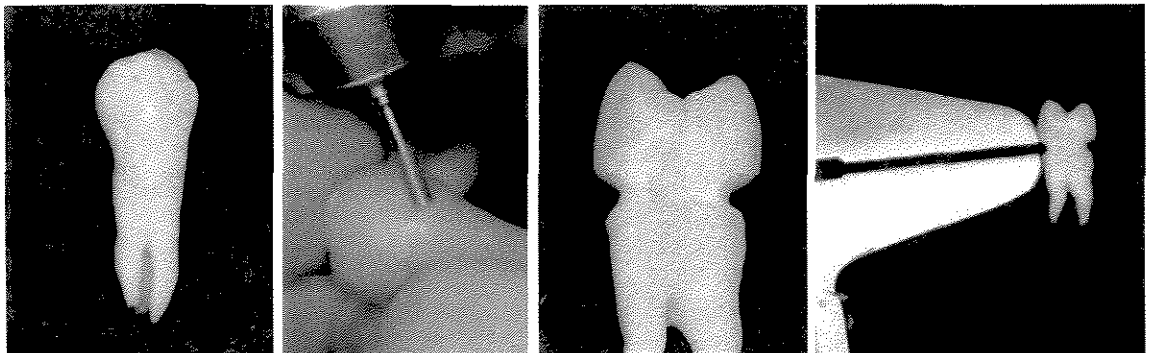
### **4.2.1 SELEÇÃO DOS DENTES**

Trinta dentes humanos hígidos, do grupo de pré-molares, recentemente extraídos por indicação ortodôntica, foram coletados e mantidos sob refrigeração em solução de Timol a 0,5%.<sup>22,31</sup>

Uma semana antes dos ensaios mecânicos, foram limpos os tecidos moles por meio de curetas periodontais e submetidos a uma profilaxia, usando-se escova de Robson (K G Sorensen) com pasta de pedra pomes (S S White) e água. Aliado a esses cuidados, durante todo o experimento foi utilizado o protocolo para proteção individual, com máscara(3M), óculos de proteção(Uvex) e luva de manipulação(Satari). Para a seleção, os dentes deveriam estar íntegros e livres de trincas ou fraturas, sendo analisados com auxílio de uma lupa 2X(Lactona). Foram selecionados trinta dentes nessas condições (FIG. 1).

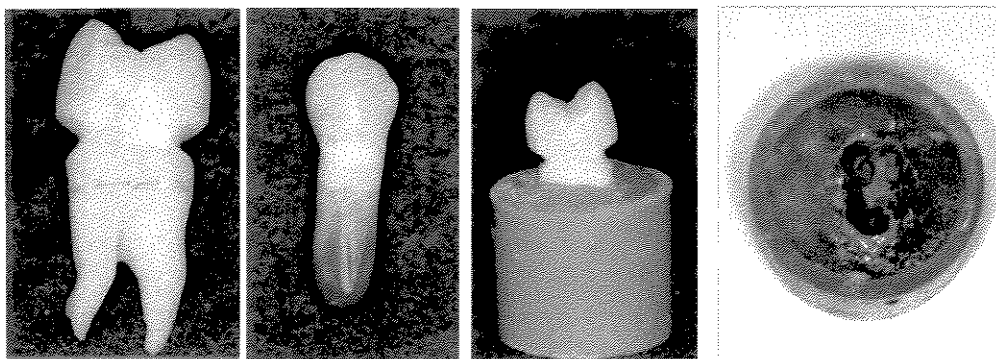
### 4.3 PREPARO DA AMOSTRA

Foram executados preparos cavitários em forma de "U" no terço cervical das faces vestibular e lingual, com ângulo cavo-superficial gengival localizado na junção amelo-cementária, tendo dois milímetros de profundidade e extensão mesio-distal correspondendo ao tamanho da face do dente onde estavam localizados<sup>74</sup>. O ângulo cavo-superficial em esmalte foi biselado<sup>76,104</sup>. Para a realização de cada cinco desses preparos foi utilizada uma broca de aço-carbono número 556(SS White) montada em uma peça de mão de alta rotação (Super torque 625 – Kavo). Os biséis foram feitos com uma ponta diamantada 2212 (KG SORENSEN) em uma angulação superficial de aproximadamente 45° e cerca de meio milímetro de extensão. Um cuidado especial foi dado à refrigeração, sempre abundante em todas as fases do preparo. A padronização dos preparos foi conferida com um paquímetro ( MAUb) (FIG. 1).



**FIGURA 1 – Preparos padronizados sendo realizados**

Feito isso, os dentes tiveram suas raízes envoltas por uma camada de cera 7(Uraby) conseguida ao mergulhar tais raízes em um pote contendo a cera derretida de uma só vez e não por mais de um segundo, visando uma camada uniforme em torno da raiz . Com o auxílio de um espátula Le Cron (Duflex), a cera foi cortada à altura de dois milímetros aquém da junção amelo-cementária objetivando demarcar a área de fulcro para os ensaios mecânicos<sup>64,74,99,113</sup> . Depois disto, os dentes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável (Clássico) até a altura demarcada pela cera - dois milímetros da junção amelo-cementária. A resina foi contida por tubos cilíndricos de PVC (Tigre) com diâmetro de 21mm por 25mm de altura. Para isso, utilizou-se um delineador (Bioart) de tal forma que suas cúspides ficassem rigorosamente paralelas à base e assim a carga proveniente da máquina de ensaios (EMIC MF dl 500) fosse dividida igualmente entre as cúspides<sup>28,97</sup> . A seguir, os dentes foram removidos da resina acrílica e a cera 7 foi substituída por uma silicona de adição (Aquasil UV - Dentsply), cujos excessos também foram removidos com o auxílio de uma espátula Le Cron ao nível da área demarcada anteriormente como fulcro (FIG. 2).



**FIGURA 2 – Dente incluído para ensaio**



Os dentes assim dispostos foram catalogados e suas faces vestibular e lingual foram divididas para a análise dos resultados nas interface em esmalte e interface em dentina. Essas faces receberam seis tratamentos restauradores. Para sistematização, os grupos receberam uma numeração seqüenciada, a saber (TAB. 2).

**TABELA 2**  
**Grupos avaliados**

<i>Grupos</i>	<i>Tratamentos</i>
<b>I</b>	<b>Ketac em esmalte</b>
<b>II</b>	<b>Ketac em dentina</b>
<b>III</b>	<b>Vitremer em esmalte</b>
<b>IV</b>	<b>Vitremer em dentina</b>
<b>V</b>	<b>Natural Flow em esmalte</b>
<b>VI</b>	<b>Natural Flow em dentina</b>
<b>VII</b>	<b>Dyract em esmalte</b>
<b>VIII</b>	<b>Dyract em dentina</b>
<b>IX</b>	<b>TPH spectrum em esmalte</b>
<b>X</b>	<b>TPH spectrum em dentina</b>
<b>XI</b>	<b>Surefil em esmalte</b>
<b>XII</b>	<b>Surefil em dentina</b>

Inicialmente foi feita uma limpeza da cavidade com uma solução catiônica (Tergentol), visando eliminar detritos e impurezas decorrentes da manipulação e preparação dos corpos de prova. A seguir, foram realizados os procedimentos restauradores que, por serem diferentes entre si, estão descritos detalhadamente no Anexo.

Após serem restaurados, os dentes ficaram uma semana armazenados em água destilada em ambiente de cem por cento de umidade e trinta e sete graus na câmara climatizada (Fanen). A seguir, utilizou-se um sistema de acabamento e polimento por discos Sof-lex (3M) montados através de mandril (K G Sorensen) no micro motor (sistema intra Kavo). Todas as restaurações foram avaliadas através da Lupa 2x de aumento antes de serem consideradas aptas aos processos de ensaios mecânicos.

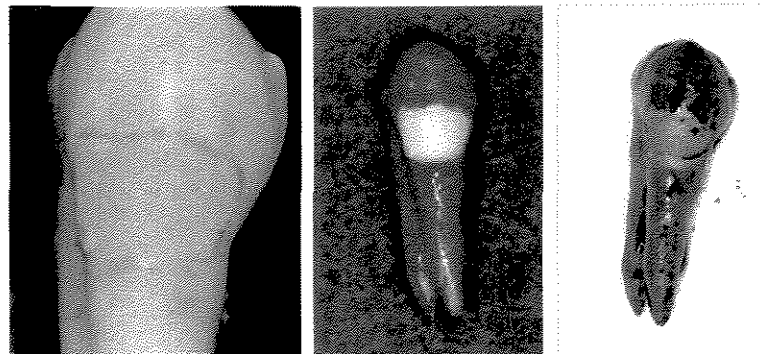
#### **4.4 ENSAIO MECÂNICO**

Após o acabamento e polimento das restaurações, os dentes perfeitamente encaixados em suas bases foram mantidos em água destilada, à temperatura ambiente, por sete dias. Em seguida, sempre mergulhados em água destilada, eles foram submetidos a um processo de carregamento oclusal através de uma ferramenta de aço inoxidável com uma ponta cilíndrica de cinco milímetros de diâmetro<sup>97</sup> adaptada a uma Máquina Universal de Ensaio gerenciada por um software especial (TESC versão 1.04) que permite a elaboração de *scripts* variados. No caso, foi elaborado um ensaio que correspondeu a um total de quatro mil carregamentos com 150 N de intensidade e 1s de duração, divididos aleatoriamente em quarenta ciclos cada um.<sup>27</sup> (FIG. 3).



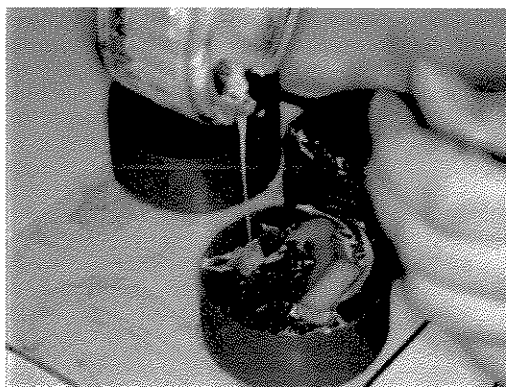
**FIGURA 3 – Ensaio sendo realizado com o corpo de prova imerso em água destilada**

Removidos da água, os dentes foram secos com lenços de papel e impermeabilizados com duas camadas uniformes de esmalte para unhas vermelho (Colorama), que cobriram todas as superfícies do dente com exceção das restaurações e de uma margem de 1 mm ao redor destas, demarcadas com o auxílio do paquímetro<sup>2,43,46</sup>. (FIG. 4).



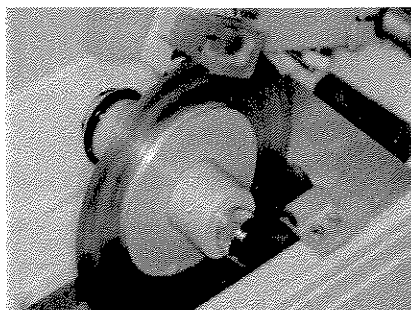
**FIGURA 4 – Dente submetido ao azul de metileno**

Em seguida, os dentes foram imersos numa solução aquosa de azul de metileno a 2% (Bio Química) por 24 horas<sup>2,41,44</sup>. Decorrido esse tempo, os dentes foram removidos da solução e lavados em água corrente para remoção dos excessos de corante. Após a lavagem, os dentes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável (Clássico), utilizando um molde de silicona de adição previamente construído (FIG. 5).



**FIGURA 5 – Dente sendo incluído para o corte**

Este molde tinha como objetivo facilitar a colocação do conjunto dente-resina na máquina de corte. Após a presa da resina, os blocos com os dentes incluídos foram seccionados no centro das restaurações, seguindo o diâmetro méso-distal, com um disco diamantado 15 HC em baixa rotação, na máquina Isomet (Buehler) (FIG. 6).



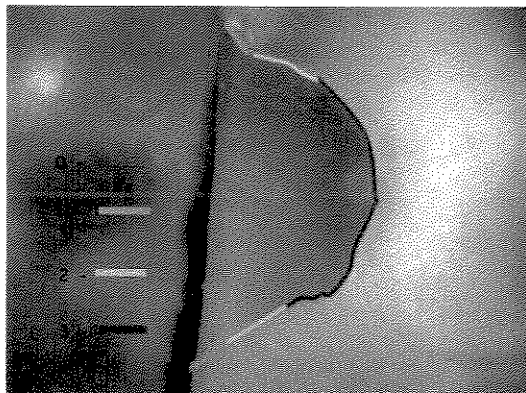
**FIGURA 6 – Dente sendo seccionado**

Após os cortes, as duas metades foram avaliadas quanto à penetração do corante na interface dente-restauração, nas interfaces cervical em dentina e oclusal em esmalte biselado.

#### ***4.5 Análise dos Resultados***

Para análise da infiltração marginal, a leitura dos corpos de prova foi realizada por um avaliador previamente calibrado, com o auxílio de uma lupa estereoscópica (Zeiss) com aumento de quarenta vezes. O critério de avaliação consistiu em atribuir-se escores de 0 a 3 de acordo com a extensão da penetração do corante, independente da localização da margem, em esmalte ou dentina, da seguinte forma (FIG. 7).<sup>40</sup>

- 0 = ausência de penetração.
- 1 = penetração até a metade da extensão da parede oclusal/cervical; considerada leve.
- 2 = penetração em toda a extensão da parede oclusal/cervical sem alcançar a parede axial; considerada moderada.
- 3 = penetração em toda a extensão da parede oclusal/cervical alcançando a axial; considerada severa.



**FIGURA 7– Critério para avaliação por escores**

Não foi informado ao examinador, qual amostra ele avaliava (estudo “cego”).

Os escores obtidos nos diferentes grupos foram submetidos à análise estatística pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 1%, usando o *software SPSS*.

## 5. RESULTADOS

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para determinar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos estudados. De acordo com os resultados obtidos, foi observada diferença ao nível de significância de 1% ( $H = 45.861$ ;  $gl = 11$ ;  $P = 0,000$ ). Como o teste de Kruskal-Wallis apenas demonstra a existência de diferenças estatísticas, mas não as identifica, foi aplicado o teste de Tukey, que através da comparação das médias amostrais dos grupos, demonstra quais entre eles foram diferentes. De acordo com esse teste foi observado que, estatisticamente, houve diferenças entre as margens avaliadas (esmalte e dentina). Porém, ao analisarmos quais as diferenças existentes, pode-se perceber que estas somente ocorreram entre os grupos Surefil dentina X Dyract esmalte, Surefil dentina X Natural Flow esmalte, Surefil dentina X Vitremer esmalte, Surefil dentina X Ketac esmalte, Surefil esmalte X Surefil dentina. Não houve diferença entre os demais grupos quanto ao grau de infiltração, quando comparados somente à dentina ou ao esmalte, nem nos seus respectivos cruzamentos. O grupo Surefil apresentou os piores resultados de infiltração, tanto para esmalte como para dentina, sendo o último o pior de todos. Os demais materiais são semelhantes entre si e entre esmalte e dentina.

Os resultados apresentados nas tabelas foram obtidos conforme metodologia estabelecida no capítulo de Materiais e Métodos, considerando as técnicas restauradoras e a localização das margens dos preparos. A avaliação final, com os respectivos escores, está disposta nas TAB. 3 e 4.

**TABELA 3**  
**Escores de extensão da penetração do corante em margem de esmalte, em função do grupo experimental**

<i>Grupos</i>	<i>Escores</i>				<i>Total</i>
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
<b>I</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10 – Ketac</b>
<b>III</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>10 - Vitremer</b>
<b>V</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10 – Natural Flow</b>
<b>VII</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10 – Diract</b>
<b>IX</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10 – TPH Spectrum</b>
<b>XI</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10 – Surefil</b>

**TABELA 4**  
**Escores de extensão da penetração do corante na margem cervical de dentina em função do grupo experimental**

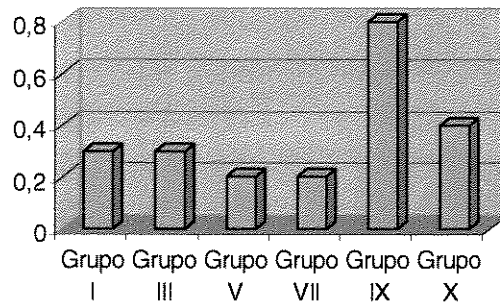
<i>Grupos</i>	<i>Escores</i>				<i>Total</i>
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
<b>II</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>10 – Ketac</b>
<b>IV</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10 - Vitremer</b>
<b>VI</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10 – Natural Flow</b>
<b>VIII</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10 – Diract</b>
<b>X</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>10 – TPH Spectrum</b>
<b>XII</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>10 – Surefil</b>



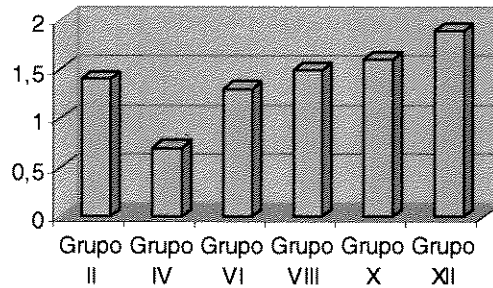
As médias dos índices de infiltração marginal atribuídos às quatro técnicas restauradoras, estão dispostas na TAB. 5.

**TABELA 5**  
**Média dos escores de microinfiltração**

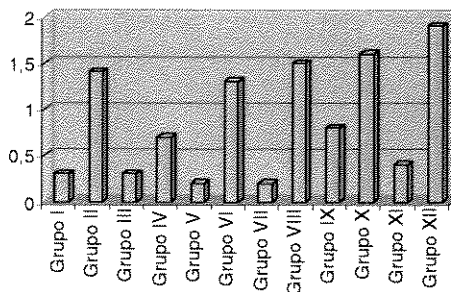
<b>Grupo</b>	<b>Nº</b>	<b>Média Aritmética</b>	
<b>I</b>	<b>10</b>	<b>0.3</b>	<b>Ketac</b>
<b>II</b>	<b>10</b>	<b>1.4</b>	
<b>III</b>	<b>10</b>	<b>0.3</b>	<b>Vitremer</b>
<b>IV</b>	<b>10</b>	<b>0.7</b>	
<b>V</b>	<b>10</b>	<b>0.2</b>	<b>Natural Flow</b>
<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>1.3</b>	
<b>VII</b>	<b>10</b>	<b>0.2</b>	<b>Diract</b>
<b>VIII</b>	<b>10</b>	<b>1.5</b>	
<b>IX</b>	<b>10</b>	<b>0.8</b>	<b>TPH Spectrum</b>
<b>X</b>	<b>10</b>	<b>1.6</b>	
<b>XI</b>	<b>10</b>	<b>0.4</b>	<b>Surefil</b>
<b>XII</b>	<b>10</b>	<b>1.9</b>	



**GRÁFICO 1** - Gráfico das médias dos escores da microinfiltração em esmalte.



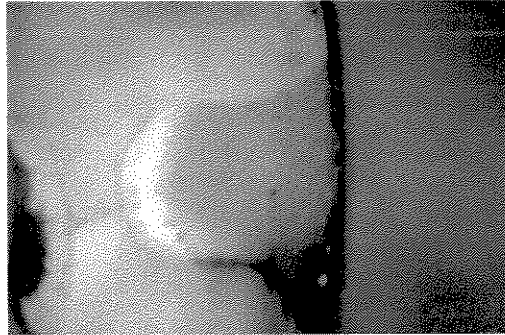
**GRÁFICO 2** - Gráfico das médias dos escores da microinfiltração em cimento/dentina.



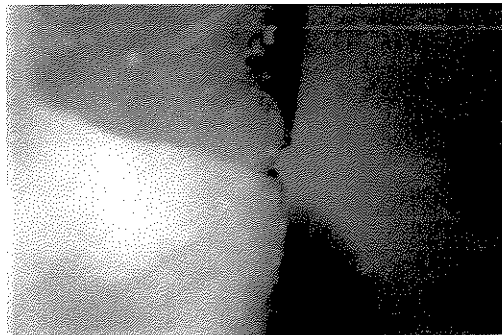
**GRÁFICO 3** – Gráfico dos resultados de microinfiltração em esmalte e dentina

Segue-se exemplos das imagens obtidas através da lupa estereoscópica.

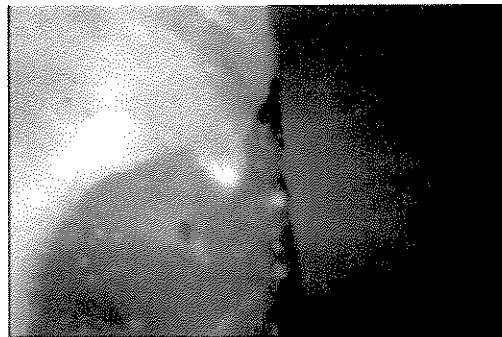
(FIG. 8, 9, 10 e 11).



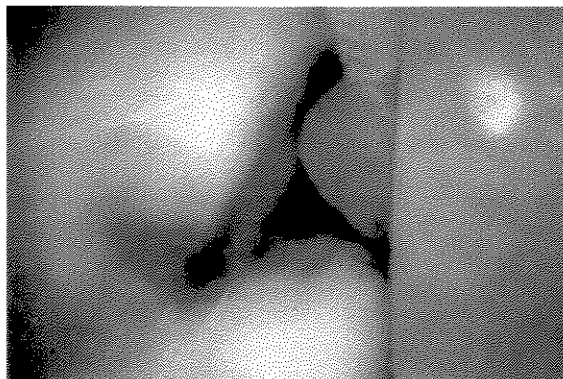
**FIGURA 8 – Escore 0 em esmalte e 2 em dentina**



**FIGURA 9 – Escore 1 em dentina**



**FIGURA 10 – Escore 1 em esmalte**



**FIGURA 11 – Escore 0 em esmalte e 3 em dentina**

## 6. DISCUSSÃO

O grupo dos pré-molares foi o escolhido por ser nesses dentes onde ocorre o maior número de lesões na região cervical sujeitas a restaurações<sup>9,15,52,93</sup>. Além disso, foi pedido aos coletores cuidados especiais para evitar o uso de fórceps, com a intenção de não causar danos à região cervical destes dentes.

Apesar da imersão da amostra em Timol a 0,5% não ser o suficiente para garantir a esterilização dos dentes, também não influi nas suas propriedades físicas, químicas e mecânicas, necessárias à realização dos ensaios<sup>31</sup>.

A padronização do tamanho dos preparos, bem como a sua localização, tem por objetivo eliminar variáveis que não sejam a influência do carregamento oclusal. Assim, os procedimentos restauradores foram feitos também com o máximo de isenção, sempre pelo mesmo operador e seguindo rigorosamente as recomendações do fabricante de cada material, permitindo um máximo de coincidências operatórias e um mínimo de falhas não controláveis. É importante observar que as amostras foram

mantidas hidratadas, evitando assim alterações na energia de deflexão e mantendo o máximo possível suas propriedades físicas e mecânicas<sup>1,22</sup>.

A integridade marginal é um dos critérios para avaliação clínica de restaurações dentárias estabelecidos pelo “U.S. Public Health Service”. Sua manutenção é essencial ao sucesso dessas restaurações e suas causas vêm sendo estudadas por diversos autores desde o início das investigações científicas no campo da odontologia<sup>52,69,73,95</sup>. Particularmente, nas restaurações realizadas na região cervical dos dentes, a falha na integridade marginal tem sido associada a diversos fatores inerentes ao material ou técnica restauradora, como: a contração de polimerização do compósito<sup>46,50,61,65</sup>, vetor de polimerização<sup>7,11,33,38,79,103</sup>, controle da umidade<sup>39,60,89,91,110</sup> inserção por incrementos ou inserção única<sup>23,50,53,105</sup>, uso de matriz<sup>71,104</sup>, quantidade de carga mineral<sup>8,12,97,101,111</sup>, reologia<sup>19,34,49,74,94</sup> e tempo de armazenamento<sup>22,45,53,81,100</sup>. Outros fatores dizem respeito ao paciente, como: o meio corrosivo bucal<sup>9</sup>, que atuaria principalmente na interface dente-restauração, mais susceptível aos ataques químicos e eletro-químicos que o dente ou o corpo da restauração<sup>47,55,62,82</sup>; as alterações de temperatura, consideradas fatores decisivos, já que não existe até o momento um material com o coeficiente de dilatação térmica linear semelhante ao dente, e a constante troca de temperatura na boca exigiria do dente e do material restaurador um trabalho de contração e dilatação que sendo diferentes entre si, provocariam um estresse na sua interface<sup>6,22,26,80</sup>. Apesar disso, no caso de restaurações não metálicas, essa diferença parece não ser apreciável, já que as trocas de temperatura

e intervalo entre elas não parecem suficientes para fornecer alteração, quer sob o ponto de vista do coeficiente de expansão térmica linear, quanto da difusibilidade térmica<sup>19,97</sup>. Já a flexão das cúspides afetaria a integridade da restauração de dois modos: *deformação lateral do dente*, causada por forças oclusais excêntricas, resultando em tensão de compressão no lado trabalhado e tensão de tração na face oposta; *deformação vertical do dente*, causada por uma força em cêntrica excessiva, resultando em tensão de tração nas faces livres do dente<sup>40,44,52,57,64,66,67,68,99,102,113</sup>. A forma como os dentes se relacionam deve ser considerada e analisada detalhadamente para que possamos estabelecer um paralelo entre esta relação e possíveis danos causados a restaurações dentárias, particularmente às que afetam a região cervical dos dentes. Os fisiologistas vêm analisando a mastigação e verificando uma extensa variação entre os grupos etários, ocupação, relação oclusal, presença de restaurações, ausência parcial e total de dentes, tipo de alimentação<sup>57,59,64,112</sup>. No entanto, é possível estabelecer certos parâmetros na tentativa de reproduzir as condições experimentadas pelas restaurações de classe V *in vitro*. Uma parte considerável da população em geral possui algum tipo de lesão cervical<sup>9,15,106</sup>. Destas, a maioria localiza-se em pré-molares<sup>70,93,106</sup>. A carga mastigatória infligida a este grupo de dentes, varia de sete a catorze quilos, dependendo se há a presença de alimento - quando a carga é menor - ou se os contatos se dão diretamente entre as superfícies dentárias<sup>10,14</sup>. Como os estudos clínicos comprovam que as restaurações em foco falham por deslocamento em situações de trauma oclusal<sup>52,93</sup>, nos parece próprio que elas sejam avaliadas com carregamentos próximos ao máximo encontrado clinicamente<sup>1,28,29,57</sup>. Por outro lado, a frequência mastigatória é descrita como sendo de quarenta e oito a cento e vinte ciclos por minuto. No entanto,

nas condições necessárias a ensaios físicos controlados, deve-se evitar que a energia despendida se transforme em algo difícil de ser mensurado, como energia estática, cinética e calorífera, o que sem dúvida ocorre em ensaios com frequências elevadas acima de 1 Hz, além do que os pesquisadores consideram a manutenção de uma frequência da ordem de cento e vinte ciclos por minuto é impossível de ser mantida sem que um quadro de fadiga muscular aconteça <sup>10</sup>. O mesmo vale para o parâmetro velocidade de carregamento, pois em geral as restaurações são levadas ao extremo de resistência durante contatos dentários cuja dinâmica assemelha-se a um carregamento contínuo e não a impactos <sup>3,13,57,68,75,88</sup>.

Para avaliação da adaptação marginal em restaurações, a literatura é pródiga em metodologias <sup>2,18,23,28,30,34,41,42,45,53,54,56,62,69,74,90</sup>. A microinfiltração tem sido largamente utilizada através da história, o que a torna bastante interessante quando se quer comparar resultados com emprego de materiais e/ou técnicas diferentes para atingir um mesmo propósito restaurador. Das formas para se avaliar a microinfiltração, as principais utilizam corantes, marcadores químicos, marcadores radioativos, e avaliação através de microscopia <sup>2,41,56</sup>. Enquanto a microinfiltração é um fenômeno clinicamente não detectável oriundo da passagem de líquido entre a parede dentária e a restauração, a perda de integridade marginal pela restauração é observável, mesmo em seu início, tanto pela exploração com instrumental adequado, como por uma observação mais acurada <sup>1,69</sup>. No entanto, existe um momento que esta passagem de líquido clinicamente não identificável provoca necessariamente uma abertura na



margem da restauração antes desta ser observável clinicamente <sup>62</sup>. A microanatomia dentinária na região cervical, com os túbulos dentinários dispostos paralelamente, porém intedifundindo-se aleatoriamente em todas as direções pode gerar resultados enganadores<sup>21,42,45</sup>. Assim, é imprescindível em trabalhos que utilizem a microinfiltração marginal como mecanismo para avaliação do vedamento marginal, atentem cuidadosamente para este fato. Neste trabalho, fez-se uma delimitação com lapiseira ao redor das restaurações, para facilitar a visualização da área a ser coberta pelo esmalte impermeabilizador. O objetivo da impermeabilização é vedar todas as regiões pelas quais o corante possa penetrar no dente, como em trincas ou defeitos estruturais não observados no processo de seleção. Assim, a penetração do corante ficaria restrita às margens cavitárias.

Vários autores procuraram fazer análises de vedamento marginal através da microscopia eletrônica de varredura que, devido ao seu alto poder de resolução e profundidade de foco, permitiriam detectar falhas bem pequenas nas margens das restaurações <sup>56</sup>. Porém, essa técnica foi desaconselhada devido ao seu elevado potencial de erro<sup>2,41,62</sup>. As amostras, para serem submetidas ao MEV, sofrem uma secagem severa e são submetidas a altas temperaturas. As rachaduras previstas que aparecem durante o exame, podem ser confundidas com as falhas de material criando, artefatos de técnica incompatíveis com uma análise correta <sup>6</sup>. A microscopia eletrônica de varredura não se presta a detectar microinfiltração; mas, utilizando-se de amostras obtidas por réplica, é um instrumento muito útil na avaliação da adaptação marginal de

restaurações, pois ao se submeter às altas temperaturas necessárias ao exame, as amostras sofrem alterações dimensionais por igual, permitindo uma leitura mais acurada da superfície e uma identificação de possíveis artefatos. No caso, basta a obtenção de uma nova réplica para repetir o exame sem perda de corpos de prova <sup>34</sup>. Porém, o material mais preciso disponível possui um poder de resolução não superior a 5 micras, passível de ser detectada por sonda exploradora ou em caso de maior precisão requerida, por um perfilômetro, tornando dispensável o recurso do MEV que, além de trabalhoso, é excessivamente dispendioso <sup>2,42</sup>. Alguns autores procuraram estabelecer uma correlação entre a abertura de margens nas restaurações e o escore de penetração de corante <sup>41,45</sup>. Porém, a diversidade microanatômica e a qualidade do compósito dentinário quanto à composição e permeabilidade principalmente, tornaram até o momento impossível estabelecer esta correlação <sup>34,48,64,79,94</sup>.

À vista do exposto, parece-nos interessante passar-se a analisar o comportamento dinâmico das restaurações de classe V e as partir daí estabelecer possíveis causas para o surgimento de microinfiltrações. As tensões mecânicas surgidas na região cervical dos dentes durante a mastigação, variam enormemente de acordo com a integridade tecidual, saúde periodontal e normalidade oclusal. Ensaçando-se uma situação em que, afora a presença de lesão, todos os outros fatores a considerar estejam normais é preciso inicialmente levantar a necessidade ou não de se proceder à restauração do elemento dentário. Sabendo-se que no caso de presença de lesão cervical ocorre um direcionamento do vetor de deformação para o ápice da lesão,

principalmente se esta lesão for em forma de cunha ( a mais comum), é presumível que isso faça com que cada vez mais o dente vá se fragilizando. Além do mais, a presença dessa lesão, sem dúvida dificulta o processo de limpeza adequado favorecendo a instalação de processos infecciosos com cárie, gengivite etc. Assim parece que a decisão por um tratamento restaurador seja um bom caminho no sentido de facilitar a manutenção da saúde por parte do paciente e recuperação, mesmo que parcial, das propriedades mecânicas perdidas pelo dente. Decidido pelo tratamento restaurador resta procurar qual ou quais materiais seriam mais indicados para o caso. Mecanicamente o material que restaure uma região cervical de pré-molar atingida por uma lesão, deve necessariamente ter poder de adesão às estruturas dentárias, já que a flexão de cúspides tendem a afastar as margens cervical e oclusal da lesão. Sem dúvida esta é uma das razões para o que o emprego de materiais metálicos esteja praticamente extinto, já que esses metais, com exceção do ouro coesivo, possuem módulo de elasticidade bem diferente do dente, o que faz refletir sobre outro comportamento esperado do material restaurador para essa região, a elasticidade, ou melhor que isto, a flexibilidade, já que a sutil diferença entre as duas propriedades no caso é fundamental. Todo material é elástico, isto é, possui em algum grau, a capacidade de se deformar sob pressão retornando à forma original após a remoção dessa pressão. Um material estando dentro de seu limite elástico, deforma-se proporcionalmente à pressão exercida. A partir do momento em que essa deformação não é mais proporcional o material já sofreu no mínimo um colapso estrutural tendo suas propriedades mecânicas seriamente comprometidas. É importante observar-se, que essa propriedade - a elasticidade - não leva em consideração o valor da pressão exercida e sim a capacidade de retorno à

forma original após a remoção dessa pressão. É possível assim associar-se a elasticidade com a rigidez sendo possível a um material ser elástico e ao mesmo tempo exigir uma pressão muito grande para se deformar. Quando se usa o termo flexibilidade, fala-se de um material que se deforma elasticamente sob pequena pressão. No entanto, isto deve ser analisado, no caso, levando em consideração que a pressão será exercida não em um material ou em uma parte do dente e sim num conjunto formado pelo corpo da restauração, interface dente/restauração/margem, restauração/fundo da cavidade e o dente propriamente dito. Assim a esse material, não basta ser somente elástico. Ele deve ser rígido o suficiente para suportar as pressões advindas da mastigação e o abrasionamento necessário ao processo de limpeza por escovação ao mesmo tempo em que não pode ser menos flexível que o eventual agente adesivo, lembrando-se que as pressões exercidas são diferentes nas margens cervicais, oclusais e, não menos importante, no ápice da lesão localizado no fundo da cavidade.

Estudando a dinâmica dos ensaios à luz dos trabalhos com base matemática, como as análises de elemento finito, verificamos que a modificação produzida na coroa dentária pela cavidade torna-a mais flexível, com a carga sendo distribuída pela nova configuração espacial do dente. Ao se ocupar esta cavidade com um material restaurador, ele irá receber força cujo resultado não pode ser considerado como tração diametral e sim um misto de cisalhamento com momento exercido nas bordas, tanto cervical quanto oclusal do preparo<sup>44,57,64,99,113</sup>. Torna-se necessário lembrar que a micro anatomia da região cervical mostra uma configuração denominada

pelos autores como "esmalte em sela", que traduz uma projeção de dentina na junção amelo-dentinária, fornecendo a esta região uma resiliência suplementar, ajudando o esmalte a resistir aos esforços mecânicos concentrados ali <sup>30,36</sup>.

Os resultados obtidos neste trabalho, vão de encontro à literatura que consagra o vedamento marginal em esmalte <sup>14,20,23</sup>. Particularmente, quando se trata de produtos a base de Ionômero de vidro, estes apresentam-se capazes de vedar com competência as margens de restaurações em esmalte e dentina <sup>4,8,24,27,70,77,116</sup>. Já os compósitos, mesmo precedidos de ataque com ácido fosfórico e utilização de adesivos resinosos, têm no vedamento marginal um problema quando a cavidade não possui sua margem em esmalte <sup>1,14,35,37</sup>. Porém, este estudo demonstra que o carregamento oclusal por si só afeta negativamente as resinas que possuem alta densidade.

Se considerarmos que a adesão na dentina, principalmente à dentina cervical vestibular e lingual é bem mais problemática que a conseguida no esmalte encontrado na borda oclusal, temos uma possível explicação para o fato de materiais menos resistentes, porém mais flexíveis, terem alcançado melhor desempenho que aqueles considerados mais eficazes <sup>33,34</sup>. Ao considerarmos a diferença encontrada entre o Cimento de ionômero de vidro e a Resina de alta densidade, verificamos que a forma de união entre aquele e a dentina, é quimicamente mais estável (com interdifusão claramente demonstrada) e que, se levado ao limite através de ensaios de resistência por tração ou cisalhamento, apresenta uma resistência adesiva superior à resistência

coesiva dos substratos <sup>27,63,83</sup>. Se a carga resultante na região restaurada for inferior a esses limites, tem-se uma condição aceitável para o desempenho clínico sob este ponto de vista. O mesmo raciocínio vale para a comparação entre o Cimento de Ionômero de vidro modificado por resina e a Resina de alta densidade.

Quando se analisa o desempenho do Compósito modificado por poliácidos e das demais resinas, verificamos que o procedimento adesivo foi rigorosamente o mesmo. Assim, necessitamos analisar sob outros aspectos os resultados obtidos após o ensaio mecânico. Muitos fatores podem ter colaborado para isto, destacando-se, apoiado na literatura, a contração de polimerização <sup>7,11,33,38,46</sup>, a viscosidade <sup>12</sup>, o módulo de elasticidade <sup>27,28</sup>, a sorção de água <sup>49,69</sup>, o coeficiente de expansão térmica <sup>19</sup> e o conteúdo de carga e diluentes <sup>35</sup>. Possivelmente, a diferença encontrada entre a Resina de alta densidade e as outras, esteja não no fato desta ter maior quantidade de carga inserida na matriz <sup>79</sup>, mas sim na sua distribuição espacial peculiar. Dessa forma, o esforço repetitivo, apesar de relativamente baixo, pode ter gerado um vetor indesejado paralelo à parede cervical, já que a vedação em esmalte permaneceu intacta na maioria das faces restauradas com esse material. Isso parece marcante, se considerarmos que a quantidade de carga existente no TPH Spectrum e no Surefil não seria suficiente para determinar uma diferença detectável.

O bom desempenho do Dyract pode em parte ser creditado ao seu alto grau de sorção, demonstrado pela sua expansão após a polimerização <sup>4,8</sup> que, ocorrendo

também em direção às paredes cavitárias, sem dúvida forneceria um ótimo vedamento marginal, compensando a contração de polimerização <sup>69</sup>. As resinas com menor módulo de elasticidade tendem a ter um menor grau de desadaptação marginal, tendo em vista sua capacidade de deformação permitir que ela assuma novas conformações espaciais sem alteração expressiva de suas propriedades físicas, dificultando assim o rompimento da união do adesivo com a estrutura dentária. Este é um fator importante na avaliação dos resultados apresentados pela resina Natural Flow no presente estudo <sup>12</sup>.

As resinas híbridas demonstram em geral bom desempenho quando exigidas em testes de microinfiltração <sup>34,35,46,63</sup>. Seu módulo de elasticidade e grau de sorção conferem a elas os elementos necessários a um bom desempenho clínico. Neste estudo, elas demonstraram também ser capazes de fletir sob carregamento mecânico cíclico e aplicado no centro do dente, que exige muito da tenacidade do material, teoricamente maior nas resinas mais densas.

Fica demonstrada a importância dos testes de fadiga, tensões cíclicas sempre dentro do limite de proporcionalidade, aproximando ao máximo o ensaio das condições extremas, porém normais de uso, levando sim em consideração os limites de resistência, mas tendo-os mais como referência que como meta a ser alcançada, pois às vezes o melhor material é aquele que reúne em média as melhores características solicitadas para cada uma das situações clínicas e não aquele que possua o melhor desempenho em termos absolutos nesta ou naquela categoria de teste.

Cabe esclarecer por essas razões, que este trabalho não exclui nenhum dos materiais avaliados do arsenal terapêutico odontológico, já que há mais aspectos a serem analisados ao se escolher um material restaurador que sua capacidade seladora das margens cavitárias quando submetidos a simulação de carregamento oclusal. É preciso lembrar que a resistência à abrasão e manchamento, as qualidades de liberação de Flúor, facilidade de aplicação, entre outras, são propriedades desejáveis nos materiais restauradores dentários modernos.



## 7. CONCLUSÕES

Após a revisão da literatura pertinente, a apresentação das condições experimentais e considerações afins, parece-nos lícito concluir que:

- Não há diferença no desempenho dos materiais avaliados, considerando-se a terminação marginal em esmalte.
- Há diferença de desempenho entre as margens, sendo que as terminadas em esmalte apresentaram menor grau de infiltração que aquelas terminadas em dentina.
- O material restaurador Surefil apresentou os piores resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDALLA, A.I., DAVIDSON, C. L. Comparison of the marginal integrity of *in vivo* and *in vitro* class II composite restorations. **J. Dent.**, Oxford, 21 (03): 158-62, Mar. 1993.
2. ALANI, AH. & TOH, C. G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Oper Dent**, Seattle 22 (6): 173-185, Nov./Dec 1997.
3. ANDERSON, D.J. Measurement of stress in mastication, II. **J. Dent. Res.**, Washington, 35 (5): 671-73, Oct. 1956.
4. ANDERSSON-WENCKERT, I.E. FOLKESSON, U.H., VAN DIJKEN, J.W. Durability of a Polyacid-Modified Composite Resin (Compomer) in primary molars. **Acta Odont. Scand.**, Oslo, 55 (4): 255-60, Aug., 1997.
5. ASH, M.M. & RAMFJORD, S.P. Introdução à oclusão funcional. São Paulo, Panamed, 1987.
6. ASMUSSEN, E. The effect of temperature changes on adaptation of resin fillings. I. **Acta Odont. Scand.**, Oslo 32 (1): 161-71, Jan., 1974.
7. \_\_\_\_\_. Composite restorative resins. Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. **Acta Odont. Scand.**, Oslo, 33 (6): 161-71, Apr. 1974.

8. ATTIN, T.; VATASCHKI, M.; HELLWIG, E. "Proprieties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two Polyacid Modified Resin Composite materials". **Quintessence Int.**, Berlin, 27 (3): 203-9, Mar., 1996.
9. BADER, J.D. et al. How dentists classified and treated non-carious cervical lesions. **J. Am. Dent. .**, Chicago, 124 (5): 46-54, May 1993.
10. BATES, J. F., STAFFOD, G.D. and HARRISON. A Mastigatory function – a review of the literature. **J. Oral. Rehabil.**, Wales, 2: 349-61, 1975.
11. BAUSCH, J.R. et al. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. **J. Prost. Dent.**, Saint Louis, 48 (07): 59-67, Jul., 1982.
12. BAYNE, S.C. et al. A characterization of first-generation flowable composites. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 129 (05): 567-577, May, 1998.
13. BERRY, D.C. & POOLE, D.F.G. Attrition: possible mechanisms of compensation. **J. Oral. Rhabil.**, Wales, 3: 201-206, 1976.
14. BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tissues-solubility of dentinal smears layer in dilute acid buffers. **Int. Dent. J.**, Guildford, 28: 97-104, 1978.
15. BRAEM, M., LAMBRECHTS, P. and VANHERLE, G. Stress-induced cervical lesions. **J Prosth . Dent**, Saint Louis, 67 (5): 718-22, May, 1992.
16. BRÄNNSTRÖM, M.. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. **J. Endod.**, 12 (10): 453-457, Oct., 1986.

17. \_\_\_\_\_ . Infection beneath composite resin restorations: can it be avoided? **Oper. Dent.**, Seattle, 12: 158-163, Dec., 1987.
18. BRISO, A.L.F. et al. Avaliação da infiltração marginal em restaurações cervicais com ionômero de vidro fotopolimerizável: efeitos de tratamentos superficiais do esmalte e dentina. **Rev. Bras. Odont.**, 55 (03): 153-159, Maio/Jun., 1998.
19. BULLARD, R.H.; LEINFELDER, KF., RUSSEL, C.M. “ Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage”. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, 116 (6): 871- 4, June, 1988.
20. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, Washington, 34: 849-53, Dec., 1955.
21. CAGIDIACO, M.C. et al. Mapping of tubule and intertubule surface areas available for bonding in class V and class II preparations. **J. Dent.**, Oxford, 25 (5): 379-89 Sep., 1997.
22. CARRACHO, A.J.L. et al. The effect of storage and thermocycling on the shear bond strength of three dentinal adhesives. **Quintessence. Int.**, Berlin, 22 (09): 745-752, Sep., 1991.
23. CASTELNUOVO, J., TJAN, A.L.; LIU, P. Microleakage of multi-step and simplified-step bonding systems. **Am. J. Dent.**, Sant Antonio, 9 (6): 73-77, Dec., 1996.
24. CECCOTTI. H. M. et al. Manual para normalização de dissertação e tese – Piracicaba : FOP-Unicamp, 1999.

25. CHRISTENSEN, G.J. "Compomers vs Resin-Reinforced Glass-Ionomers". **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 128 (4): 479-81, Apr., 1997.
26. CRIM, G.A., SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. Comparison of four thermocycling techniques. **J. Prost. Dent.**, Saint Louis, 53 (01): 50-53, Jan., 1985.
27. CROLL, T. "Glass-ionomers and esthetic dentistry: what the new proprieties mean to dentistry". **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 123 (5): 51-54, May, 1992.
28. DAVIDSON, C.L. & ABDALLA, A.I. Effect of occlusal loads cycling on the marginal integrity of adhesive class V restorations. **Am. J. Dent.**, Sant Antonio, 7 (2): 111-114, Apr., 1994.
29. DELONG, R. & DOUGLAS, W.H. Development of an Artificial Oral Environment for the Testing of Dental Restoratives: Bi-axial Force and Movement Control. **J. Dent. Res.**, Washington, 62 (1): 32-36, Jan., 1983.
30. DOUKOUDAKIS, S. et al. Morphologic characteristics of dentin at the dentinoenamel junction as viewed by scanning electron microscopy. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 9 ( 2): 94-99, Mar/Apr., 1997.
31. DE WALD, J.P. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. **Dent. Mater.**, Washington, 13: 74-81, Mar., 1997.
32. EICK, J.D. et al. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microscope. **J. Dent. Res.**, Washington DC, 49: 1359-68, 1970.

33. FEILZER, A.J., DE GEE,A.J., DAVIDSON,C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J. Dent. Res.**, Washington, 66 (11): 1636-1639, Nov. 1987.
34. FERRARI, M. The micromorfologic relationship between resin and dentin in class V restorations: An *in vivo* and *in vitro* investigation. **Quintessence. Int.**, Berlin, 25 (09): 621-625, Sep., 1994.
35. FERRARI, M.; DAVIDSON,C.L. Sealing performance of Scotchbond Multipurpose-Z100 in Class II restorations. **Am. J. Dent.**, San Antonio 09 (04): 145-149, Aug. 1996.
36. FERRARI, M., CAGIDIACO, M.C. DAVIDSON, C.L. Resistance of cementum in class II and class V cavities to penetration by na adhesive system. **Dent. Mater**, Washington, 13 (3): 157-62, may, 1997.
37. FITCHIE, J.G. et al. Evaluation of a new dentinal bonding system. **Quintessence Inter.**, Berlin, 24 (1): 65-70, Jan., 1993.
38. FRIEDL, K.H.; SCMALZ, G.; HILLER, K.A .; MÄRKL,A . Marginal adaptation of class V restorations with and without “softstart-polymerization”. **Operative Dent.**, Seatle, 25 (2): 26-32, Mar/Apr., 2000.
39. FUSAYAMA, T. et al. Non- Pressure adhesion of new adhesive restorative resin. **J Dent Res**, Washington DC, 58 (4): 1364-1370 apr. 1979.
40. GABEL, A.B. **Compêndio de Operatória Dental**. Rio de Janeiro, Atheneu, 1959.

41. GALAN Jr, J., BUSATO, A.L.S. Métodos de avaliação da adaptação de restaurações diretas às cavidades. **Rev. Gau. Odont.**, 30 (4): 252-258, Out./Dez., 1982.
42. GALE, M.S.; DARVELL, B.W. Dentine permeability and tracer tests. **J. Dent.**, Oxford, 27 (3): 1-11, Mar., 1999.
43. GARBEROGLIO, P. The ratio of the densities of dentinal tubules on the cervical and axial walls in cavities. **Quintessence. Int.**, Berlin, 25 (1): 49-52, Jan. 1994.
44. GOEL, V.K. et al. Stresses at the dentinoenamel junction of human teeth - A finite element investigation. **J. Prost. Dent**, Saint Louis, 66 (4): 451-9, Apr., 1991.
45. GOING, R.E. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 84: 329-34, Aug., 1972.
46. GORACCI, G., MORI, G., MARTINIS, L.C. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. **Quintessence. Int.**, Berlin 27 (05): 355-362, May, 1996.
47. GRIPPO, J.O, SIMRING, M. Dental 'erosion ' revisited. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 126: 619-30, May, 1995.
48. GWINNETT, A.J. Human prismless enamel, and its influence on sealant penetration. **Arch. Oral. Biol.**, 18 (3): 441-444, 1973.
49. HANSEN, E.K. Visible light-cured composite resins: polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansion. **Scand. J. Dent. Res.** Copenhagen, 90 (4): 329-335, Apr., 1982.

50. HEGDAHL, T., GJERDET, N.R. Contraction stresses of composite resin filling materials. **Acta. Odont. Scand.**, Oslo, 35 (04): 191-195, Apr., 1977.
51. HEYMAN, H. O., BAYNE, S.C. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago IL, 124: 27-36, May, 1993.
52. HEYMAN, H. O. et al. Examining tooth flexure effects on cervical restorations: a two-year clinical study. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 78: 41-47, 1991.
53. HILTON, T. J., SCHWARTZ, R. S. and FERRACANE J. L. Microleakage of four class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. **Quintessence Int**, Berlin, 28 (2): 135-144, Feb., 1997.
54. HOLLAND, R. et al. Avaliação da infiltração marginal de materiais seladores temporários. **RGO**, Porto Alegre, 40 (1): 32-6, Jan/Fev., 1992.
55. JOHANSSON, A.K. et al. Dental erosion associated with soft-drink consumption in young Saudi men. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, 55 (6): 390-7 Dec., 1997.
56. JORGENSEN, K.D. Some observations on silicate cement. **Acta. Odontol. Scand.** Oslo, (28): 117-27, 1970.
57. JORGENSEN, K.D. et al. Deformation of cavities and resin fillings in loaded teeth. **Scand. J. Dent. Res.**, Copenhagen 84: 46-50, 1976.
58. JORGENSEN, K.D. et al. Class 2 composite restorations: prevention *in vitro* of contraction gaps. **J. Dent. Res.**, Washington DC, 63 (2): 141-145, Feb., 1984.



59. KAMPE, T., HANNERZ, H., STRÖM, P. Five-year longitudinal recordings of functional variables of masticatory systems in adolescents with intact and restored dentitions. **Acta. Odontol. Scand.**, Oslo, (49): 239-46, Oslo, 1991.
60. KANCA, J & GWINNETT, A.J. Successful marginal adaptation of a dentin-enamel bonding system *in vitro* and *in vivo*. to dry or not to dry? **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 6 (6): 286-94. Nov/Dec., 1994.
61. KEMP-SCHOLTE, C. M. & DAVIDSON, C. L. Marginal sealing of curing contraction gaps in class V composite resin restorations. **J. Dent. Res.**, Washington, 67 (5): 841-5, May, 1988.
62. KIDD, E A M. Microleakage: a review. **J. Dent.**, Guildford, 4: 5, Sep., 1976.
63. KREJCI, I., LUTZ,F., KREJCI, D. The influence of different base materials on marginal adaptation and wear of conventional class II composite resin restorations. **Quintessence. Int.**, Berlin, 19 (3): 191-198, Mar., 1988.
64. KUROE, T.; ITOH, H.; CAPUTO, A . et al. Biomechanics of cervical tooth structure lesions and their restoration. **Quintessence Int**, Berlin, 31 (4): 267-74, Apr.,2000.
65. LAMBRECHTS, P., BRAEM,M., VANHERLE, G. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. **Operative Dent.**, Seattle, 12 (02): 53-78, Mar./Apr., 1987.
66. LEE, W.C. & EAKLE, W.S. Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of teeth. **J. Prost. Dent.**, Saint Louis, 52 (3): 374-380, Sep., 1984.

67. \_\_\_\_\_ . Stress-induced cervical lesions: review of advances in the past 10 years **J. Prost. Dent**, Saint Louis, 75 (5): 487-494, May, 1996.
68. LEHMAN, M.L. & MEYER, M.L. Relationship of dental caries and stress: Concentrations in teeth as revealed by photoelastic tests. **J. Dent. Res.**, Washington, 45 (6): 1706-14, Dec., 1966.
69. LOUGUERCIO, A.D. et al. Avaliação clínica de um ionômero de vidro modificado por resina e de uma resina poliácido modificada em lesões cervicais: acompanhamento de dois anos. **R.B.O.**, Rio de Janeiro, 57 (1): 26-30, Jan/Fev., 2000.
70. LYTTLE, H.A., SIHU, N., SMYTH, B. A study of classification and treatment of noncarious cervical lesions by general practitioners. **J. Prost. Dent.**, Saint Louis 79 (3): 642-6, Mar, 1998.
71. MANGUM, F.I. et al. Microleakage of incremental versus compression matrix bulk filling of cervical resin composite restorations. **Gen. Dent.**, 42 (04): 304-308, July/Aug., 1994.
72. MARSHALL JR., G.W. Dentin: microstructure and characteristics, Adhesives symposium, **Quintessence Inter**, Berlin, 24 (9): 547-55, 1993.
73. MASON, P.N., FERRARI, M. In vivo evaluation of glass-ionomer cement adhesion to dentin. **Quintessence. Inter**. Berlin, 25 (07): 499-504, July, 1994.
74. MATOS, A.B; MATSON, E. Contribuição ao estudo da microinfiltração in vitro de lesões cervicais não cariosas restauradas com diferentes materiais adesivos e técnicas. **Ver. Odontol. Univ. São Paulo**, 11: sup, 35-41, 1997.

75. MAYHEW, R.B., JESSE, S.A. & MARTIN, R.E. Association of occlusal, periodontal, and dietary factors with the presence of non-carious cervical dental lesions. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 11 (1): 23-27, Feb., 1998.
76. McCOY, R.B., ANDERSON, M., LEPE, L. et al. Clinical success of class V composite resin restoration without mechanical retention. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 129: 345-49, May, 1998.
77. McLEAN, J.W. " Clinical applications of glass-ionomer cements". **Operative Dent.**, Seattle, 7: suppl 5: 184-190, 1992.
78. McLEAN, J.W., NICHOLSON, J.W., WILSON, A.D. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. **Quintessence. Int.**, Berlin, 25 (9): 587-589, Sep., 1994.
79. MEHL, A., HICKEL, R., KUNZELMAN, K.H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without "softstart-polymerization". **J. Dent.**, Oxford, 25 (03): 321-330, Mar./Apr., 1997.
80. MICHAILESCO, P. M., MARCIANO, J. GRIEVE, A.R. et al. An in vivo recording of variations in oral temperature during meals: A pilot study. **J Prost. Dent.**, Saint Louis, 73 (2): 214-8 Feb., 1995.
81. MIYAZAKI, M. et al. Resin-modified glass ionomers: dentin bond strength versus time. **Operative Dent.**, Seattle, 23 (3): 144-149, May/Jun., 1998.
82. MJÖR, I.A. The location of clinically diagnosed secondary caries. **Quintessence. Int.**, Berlin, 29 (05): 313-317, May, 1998.

83. MOUNT, G.J., MAKINSON, O.F. "Glass-ionomer restorative cements: Clinical implications of setting reactions". **Operative Dent.**, Seattle, 7 (5): 134-141, Sep/Oct., 1982.
84. MOUNT, G.J. "Restorations of eroded areas". **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago 120 (1): 31-35, Jan., 1990.
85. NEO, J.; CHEW, C.L. Direct tooth-colored materials for noncarious lesions: a 3-year clinical report. **Quintessence inter.**, berlin, 27 (3): 183-188, Mar. 1996.
86. OWENS, B.M., HALTER, T.K. & BROWN, D. M. Microleakage of tooth-colored restorations with a beveled gingival margin. **Quintessence Int.**, Berlin, 29 (6): 356-61, Jun., 1998.
87. PAPAS A., JOSHI A., GIUNTA J. Prevalence and intraoral distribution of coronal and root caries in middle age and older adults. **Caries Res.**, 26 (2): 459-465, 1998.
88. PAVONE, B.W. Bruxism and its effect on the natural teeth. **J. Prost. Dent.** Saint Louis, 53 (5): 563-68, Oct., 1985.
89. PASHLEY, D.H; LIVINGSTON, M.J., GREENHILL,J.D. Regional resistances to fluid flow in human dentine in vitro. **Arch. Oral. Biol.**, London, 23 (3): 807-810, Aug., 1978.
90. \_\_\_\_\_. Clinical considerations of microleakage. **J. Endod.**, 16(02): 70-77, Feb., 1990.
91. \_\_\_\_\_. CIUCCHI, B., SANO, H. and HORNER, J.A., Permeability of dentin to adhesive agents. **Quintessence Int.**, Berlin, 24 (9): 452-56, Sep., 1993.

92. PAULILLO, L.A. et al. Cimento de ionômero de vidro- resistência ao deslocamento com diferentes tipos de tratamento em dentina. **RBO**, Rio de Janeiro, 49 (2): 8-11, 1992.
93. PEREIRA, J.C. Hiperestesia Dentinária. Aspectos clínicos e formas de tratamento. **Maxi-odonto**, Baurú, 1 (2): 1-24, Mar/Abr., 1995.
94. PERDIGÃO, J. et al. The interaction of adhesive systems with human dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 09 (4): 167-173, Aug., 1996.
95. PETER, T.C.R.B.; ROETERS, J.J.M.; FRANKENMOCEN, F.W.A. "Clinical evaluation of Dyract<sup>®</sup> in primary molars: 1- year results". **Am. J. Dent.**, San Antonio, 9 (2): 83-88, Apr., 1996.
96. POWELL, L.V., GORDON, G.E., JOHNSOS, G.H. Sensitive restored of class V abrasion/erosion lesions **J. Am. Dent. Ass.** Chicago, 694-696, Dec., 1990.
97. RAADAL, M. Microleakage around preventive composite fillings in loading teeth. **Scand. Dent. Res.** Copenhagen, 87 (2): 390-4, Apr., 1979.
98. RADENTZ, W.H, BARNES, G.P. and CUTRIGHT, D.E. A survey of factors possibly associated with cervical abrasion of tooth surface. **J. Periodont. Res.**, 47 (3): 32-8 Mar., 1976.
99. REES, J.S.& JACOBSEN, P.H. The effect of cuspal flexure on a boucle class V restoration: a finite element study. **J. Dent.**, Guildford, 26 (4): 361-7, Apr., 1998.
100. RETIEF, D.H., MANDRAS, R.S., RUSSEL, C.M: The effect of storage media and duration of storage of extracted teeth on the shear bond strength of Scotchbond 2 /Silux to dentin. **Am . J. Dent.**, San Antonio, 2 (5): 269-73, Oct., 1989.

101. \_\_\_\_\_. Shear bond strength required to prevent microleakage at the dentin/restoration interface. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 7 (1) Feb., 1994.
102. ROSSOMANDO, K.J. & WENDT, Jr, S.L. Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restorations. **Dent. Mater.**, Washington, 11: 47-51, Jan., 1995.
103. RUEGGEBERG, F.A. et al. Predictive model for the polymerization of photo-activated resin composites. **Int. J. Prost.**, 07 (02): 159-166, Mar./Apr. 1994.
104. SIDHU, S. K. A comparative analysis of techniques of restoring cervical lesions. **Quintessence Inter.**, Berlin, 24 (8): 553-559, Aug., 1993.
105. \_\_\_\_\_. Marginal contraction gap formation of light-cured glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 7 (2): 115-118, Apr., 1994.
106. SOGNAES, R. F. et al. Erosion-like patterns occurring in association with other dental conditions. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, 84 (3): 214-17, Mar., 1972.
107. SPRANGER, H. Investigation into the genesis of angular lesions at the cervical region of teeth. **Quintessence Inter.**, Berlin, 26 (2): 149-154, Feb., 1995.
108. TAY, F., GWINNETT, A. and WEI, S. Ultrastructure of resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 10 (2): 34-39, Apr., 1997.
109. TOHDA, H., TAKUMA, S. and TANAKA, N. Intracrystalline structure of enamel crystals affected by caries. **J. Dent. Res.**, Washington, 66 (11): 1647-1653, Nov., 1987.

110. UM, C.M., OILO, G. "The effect of early water contact on glass ionomer cements". **Quintessence Inter.**, Berlin, 23 (4): 209-214, Apr., 1992.
111. VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS, W.H. Do dental composites always shrink toward the light? **J. Dent. Res.**, Washington, 77 (6): 1435-45, June, 1998.
112. XU, H.H. et al. Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, 77 (3): 472-80. Mar., 1998.
113. YETTRAM, A. L., WRIGTH, K.W. and PICKARD, K.M. Finite element stress analysis of crowns of normal and restored teeth. **J dent Res**, Washington 55 (6): 1004-11, Nov/Dec., 1976.
114. YOUNGSON, C.C. A technique for three-dimensional microleakage assessment using tooth sections. **J. Dent.**, Oxford, 20: 231-234, 1992.
115. YU, X.Y. et al. Scanning electron microscopic study of dentinal surfaces treated with various dentinal bonding agents. **Quintessence Inter.**, Berlin, 21 (12): 989-999, Dec., 1990.
116. WILSON, A.D. "Resin-Modified Glass-Ionomer Cements". **Int. J. Prosthodont**, 3 (5): 425-9, Sep/Oct., 1990.

## ANEXO

### **Faces Restauradas com Ketac Fill®:**

- fricção nas paredes das cavidades com o líquido do próprio material, utilizando bolinha de algodão presa à pinça, por dez segundos;
- Dosagem do pó (após a sua agitação) e do líquido, de acordo com as recomendações do fabricante;
- Manipulação do material (por aglutinação) utilizando espátula número 24(Duflex);
- Introdução do material na ponta da seringa dispensadora(Centrix);
- Inserção do material no preparo;
- Proteção superficial da restauração durante a fase inicial de presa, com matriz cervical pré-fabricada (Hawe) por dez minutos;
- Remoção da matriz de proteção;
- Proteção superficial da restauração com esmalte incolor (Colorama).

### **Faces Restauradas com Vitremer®:**

- Aplicação do “primer” por trinta segundos;
- Aplicação de leve jato de ar;
- Fotopolimerização do “primer” por 20 segundos através do polimerizador Optilux 401(Demetron) ;
- Após a agitação do pó, dosagem na placa de vidro do líquido e do pó na proporção recomendada pelo fabricante 1:1;
- Manipulação do material durante um tempo máximo de quarenta e cinco segundos, utilizando-se espátula número 24;



- Introdução na ponta descartável da seringa dispensadora;
- Inserção do material na cavidade em um único incremento e contenção com matriz de poliéster(3M).
- Fotopolimerização do material por quarenta segundos;
- Aplicação do agente de proteção superficial ;
- Fotopolimerização do agente de proteção superficial por vinte segundos.

### **Faces Restauradas com Dyract®:**

- Aplicação do ácido em gel, obedecendo ao tempo de condicionamento em esmalte ( trinta segundos ) e dentina ( quinze segundos );
- Rinsagem do ácido com jatos de água por tempo mínimo de vinte segundos;
- Secagem cuidadosa para que não haja desidratação dentinária;
- Aplicação do sistema adesivo ;
- Aplicação de leve jato de ar, após 20 segundos;
- Fotopolimerização da primeira camada do agente adesivo, por dez segundos;
- Aplicar-se uma segunda camada do agente adesivo seguida de jato de ar, caso a superfície do preparo não apresente um brilho uniforme;
- Fotopolimerização da segunda camada do agente adesivo, por dez segundos;
- Inserção do material restaurador em três incrementos:
  - 1º no terço oclusal do preparo, fotopolimerização por quarenta segundos;
  - 2º no terço cervical do preparo, fotopolimerização por quarenta segundos;
  - 3º último incremento restaurando todo o preparo, tomando-se o cuidado de deixar a restauração com pequeno excesso.

### **Faces Restauradas com Natural Flow:**

- Aplicação do ácido em gel, obedecendo ao tempo de condicionamento em esmalte ( trinta segundos ) e dentina ( quinze segundos );
- Rinsagem do ácido com jatos de água por tempo mínimo de vinte segundos;
- Secagem cuidadosa para que não haja desidratação dentinária;
- Aplicação do sistema adesivo;
- Aplicação de leve jato de ar após vinte segundos;
- Fotopolimerização da primeira camada do agente adesivo, por dez segundos
- Aplicar-se uma segunda camada do agente adesivo seguida de jato de ar, caso a superfície do preparo não apresente um brilho uniforme;
- Fotopolimerização da segunda camada do agente adesivo, por dez segundos;
- Inserção do material restaurador e contenção com matriz de poliéster (3M).
- Fotopolimerização por quarenta segundos.

### **Faces Restauradas com TPH Spectrum:**

- Aplicação do ácido em gel, obedecendo ao tempo de condicionamento em esmalte ( trinta segundos ) e dentina ( quinze segundos );
- Rinsagem do ácido com jatos de água por tempo mínimo de vinte segundos;
- Secagem cuidadosa para que não haja desidratação dentinária;
- Aplicação do sistema adesivo ;
- Aplicação de leve jato de ar após vinte segundos;
- Fotopolimerização da primeira camada do agente adesivo, por dez segundos;
- Aplicar-se uma segunda camada do agente adesivo seguida de jato de ar, caso a superfície do preparo não apresente um brilho uniforme;
- Fotopolimerização da segunda camada do agente adesivo, por dez segundos;
- Inserção do material restaurador em três incrementos:
  - 1º no terço oclusal do preparo, fotopolimerização por quarenta segundos;

- 2° no terço cervical do preparo, fotopolimerização por quarenta segundos;
- 3° último incremento restaurando todo o preparo, tomando-se o cuidado de deixar o material restaurador com pequeno excesso.

### **Faces Restauradas com Surefil:**

- Aplicação do ácido em gel, obedecendo ao tempo de condicionamento em esmalte (trinta segundos) e dentina (quinze segundos);
- Rinsagem do ácido com jatos de água por tempo mínimo de vinte segundos;
- Secagem cuidadosa para que não haja desidratação dentinária;
- Aplicação do sistema adesivo;
- Aplicação de leve jato de ar após vinte segundos;
- Fotopolimerização da primeira camada do agente adesivo, por dez segundos;
- Aplicar-se uma segunda camada do agente adesivo seguida de jato de ar, caso a superfície do preparo não apresente um brilho uniforme;
- Fotopolimerização da segunda camada do agente adesivo, por dez segundos;
- Inserção do material restaurador na cavidade, com porta – resina de teflon(Dentsply), sempre utilizando três incrementos:
  - 1° no terço oclusal do preparo, fotopolimerização por quarenta segundos;
  - 2° no terço cervical do preparo, fotopolimerização por quarenta segundos;
  - 3° último incremento restaurando todo o preparo, tomando-se o cuidado de deixar o material restaurador com pequeno excesso.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

### --- Kruskal Wallis Test ---

H = 45.861 with 11 degrees of freedom; P= 0.000

### ---Multiple Comparisons – Tukey ---

Comparison	Diference of ranks			SE	p	q	P<.05
12 vs 7:	94,5 -	35.1 =	59.4	11	12	5.400	Yes
12 vs 5:	94,5 -	35.1 =	59.4	11	12	5.400	Yes
12 vs 3:	94,5 -	39.9 =	54.6	11	12	4.964	Yes
12 vs 1:	94,5 -	39.9 =	54.6	11	12	4.964	Yes
12 vs 11:	94,5 -	42.8 =	51.7	11	12	4.700	Yes
12 vs 9:	94,5 -	56.5 =	38	11	12	3.455	No
12 vs 4:	94,5 -	57.2 =	37.3				Do not test
12 vs 6:	94,5 -	73.1 =	21.4				Do not test
12 vs 2:	94,5 -	81.5 =	13				Do not test
12 vs 8:	94,5 -	84.6 =	9.9				Do not test
12 vs 10:	94,5 -	85.8 =	8.7				Do not test
10 vs 7:	85.8	35.1 =	50.7	11	12	4.609	No
10 vs 5:	85.8	35.1 =	50.7				Do not test
10 vs 3:	85.8	39.9 =	45.9				Do not test
10 vs 1:	85.8	39.9 =	45.9				Do not test
10 vs 11:	85.8	42.8 =	43				Do not test
10 vs 9:	85.8	56,5 =	29.3				Do not test
10 vs 4:	85.8	57.2 =	28.6				Do not test
10 vs 6:	85.8	73.1 =	12.7				Do not test
10 vs 2:	85.8	81.5 =	4.3				Do not test
10 vs 8:	85.8	84.6 =	1.2				Do not test
8 vs 7:	84.6	35.1 =	49.5				Do not test
8 vs 5:	84.6	35.1 =	49.5				Do not test
8 vs 3:	84.6	39.9 =	44.7				Do not test
8 vs 1:	84.6	39.9 =	44.7				Do not test
8 vs 11:	84.6	42.8 =	41.8				Do not test
8 vs 9:	84.6	56.5 =	28.1				Do not test
8 vs 4:	84.6	57.2 =	27.4				Do not test

Comparison	Diference of ranks			SE	p	q	P<.05
8 vs 6:	84.6	73.1 =	11.5				Do not test
8 vs 2:	84.6	81.5 =	3.1				Do not test
2 vs 7:	81.5	35.1 =	46.4				Do not test
2 vs 5:	81.5	35.1 =	46.4				Do not test
2 vs 3:	81.5	39.9 =	41.6				Do not test
2 vs 1:	81.5	39.9 =	41.6				Do not test
2 vs 11:	81.5	42.8 =	38.7				Do not test
2 vs 9:	81.5	56.5 =	25				Do not test
2 vs 4:	81.5	57.2 =	24.3				Do not test
2 vs 6:	81.5	73.1 =	8.4				Do not test
6 vs 7:	73.1	35.1 =	38				Do not test
6 vs 5:	73.1	35.1 =	38				Do not test
6 vs 3:	73.1	39.9 =	33.2				Do not test
6 vs 1:	73.1	39.9 =	33.2				Do not test
6 vs 11:	73.1	42.8 =	30.3				Do not test
6 vs 9:	73.1	56.5 =	16.6				Do not test
6 vs 4:	73.1	57.2 =	15.9				Do not test
4 vs 7:	57.2	35.1 =	22.1				Do not test
4 vs 5:	57.2	35.1 =	22.1				Do not test
4 vs 3:	57.2	39.9 =	17.3				Do not test
4 vs 1:	57.2	39.9 =	17.3				Do not test
4 vs 11:	57.2	42.8 =	14.4				Do not test
4 vs 9:	57.2	56.5 =	0.7				Do not test
9 vs 7:	56.5	35.1 =	21.4				Do not test
9 vs 5:	56.5	35.1 =	21.4				Do not test
9 vs 3:	56.5	39.9 =	16.6				Do not test
9 vs 1:	56.5	39.9 =	16.6				Do not test
9 vs 11:	56.5	42.8 =	13.7				Do not test
11 vs 7:	42.8	35.1 =	7.7				Do not test
11 vs 5:	42.8	35.1 =	7.7				Do not test
11 vs 3:	42.8	39.9 =	2.9				Do not test
11 vs 1:	42.8	39.9 =	2.9				Do not test
1 vs 7:	39.9	35.1 =	4.8				Do not test
1 vs 5:	39.9	35.1 =	4.8				Do not test
1 vs 3:	39.9	39.9 =	0				Do not test
3 vs 7:	39.9	35.1 =	4.8				Do not test
3 vs 5:	39.9	35.1 =	4.8				Do not test
5 vs 7:	35.1	35.1 =	0				Do not test

>>>>> Programa Tesc – Esboço de Script  
>>>>> Método fadiga por compressão  
>>>>> Data: 05/04

```
1      ****COMANDOS
2      SALVAR POSIÇÃO INICIAL ( )
3      INTERROMPER AQUISIÇÃO ( )
4      ATIVAR LIMITE FORÇA (0.5000 N)
5      DESCER COM VELOCIDADE CONSTANTE (5.000mm/min)
6      AGUARDAR CHEGADA ( )
7
8      EM LIMITE FORÇA ( )
9      RETOMAR AQUISIÇÃO ( 0
10     MODO AQUISIÇÃO (1.000; 10000000 N; 1000000 mm; 1.000 s)
11     ATIVAR LIMITE FORÇA (190.0 N)
12     MOV ATÉ A (150.0 N; 20.00 N/s)
13     AGUARDAR CHEGADA ( )
14     AGUARDAR (1.000 s)
15     MOV ATÉ A (0.0000 n; 20.00 N/s)
16     AGUARDAR CHEGADA ( )
17     MOV ATÉ A (150.0 N; 20.00 N/s)
18     AGUARDAR CHEGADA ( )
19     AGUARDAR 1.000 s)
20     MOV ATÉ A (0.0000 N; 20.00 N/s)
21     AGUARDAR CHEGADA ( )
```

N = 100 CICLOS

```
70     MOV ATÉ A (0.0000 N; 20.00 N/s)
71     AGUARDAR CHEGADA ( )
72     PARAR SUAVEMENTE ( )
73     RETORNAR POSIÇÃO INICIAL (100.0 mm/min)
74     FINALIZAR ENSAIO ( )
75
76     EM LIMITE FORÇA ( )
77     PARAR ABRUPTAMENTE ( )
78     FINALIZAR ENSAIO ( )
```

## RESULTADO DO SORTEIO DAS FACES PARA RESTAURAÇÃO

CORPO	MATERIAL
01 v	vitremer
01 l	ketac
02 l	vitremer
02 v	ketac
03 v	ketac
03 l	flow
04 v	Dyract
04 l	vitremer
05 v	ketac
05 l	TPH
06 v	TPH
06 l	ketac
07 v	vitremer
07 l	TPH
08 v	Dyract
08 l	ketac
09 v	vitremer
09 l	flow
10 v	ketac
10 l	vitremer
11 v	Dyract
11 l	ketac
12 v	flow
12 l	ketac
13 v	vitremer
13 l	Dyract
14 v	Surefil
14 l	ketac
15 v	TPH
15 l	Surefil
16 v	TPH
16 l	Surefil
17 v	Dyract
17 l	flow
18 v	Surefil
18 l	Dyract

<b>CORPO</b>	<b>MATERIAL</b>
19 v	Dyract
19 l	TPH
20 v	flow
20 l	Dyract
21 v	Surefil
21 l	Dyract
22 v	flow
22 l	TPH
23 v	Surefil
23 l	TPH
24 v	flow
24 l	TPH
25 v	Surefil
25 l	TPH
26 v	Surefil
26 l	flow
27 v	Surefil
27 l	flow
28 v	vitremer
28 l	flow
29 v	Dyract
29 l	vitremer
30 v	Surefil
30 l	vitremer